

Funkční anatomie

Nervový systém I.

Systema nervosum

MVDr. Kateřina Jirků, Ph.D.

Katedra medicínské biologie

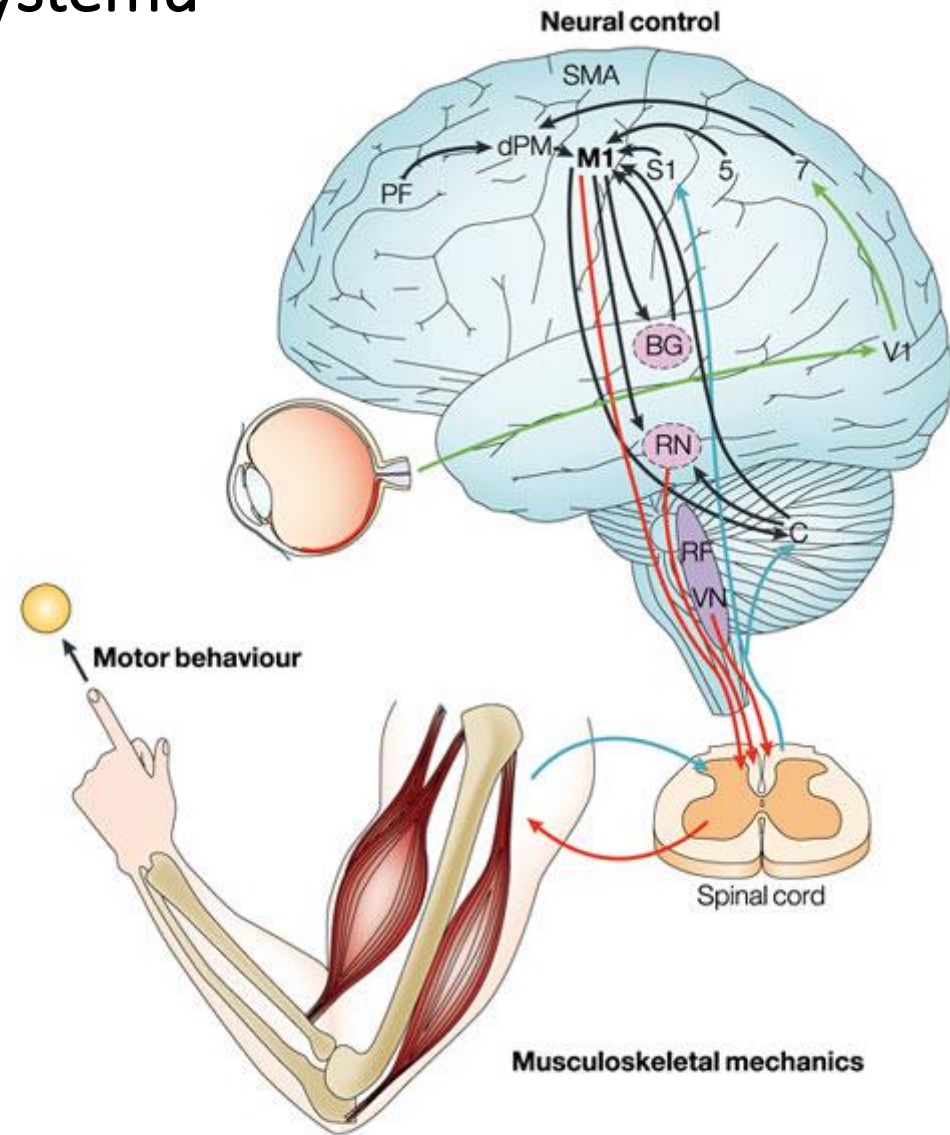
Obecné principy nervového systému

Hlavní funkce nervového systému:

- **řídící & integrační funkce** = udržuje homeostázi vnitřního prostředí organismu, společně s endokrinním & imunitním systémem
- udržuje **kontakt mezi zevním prostředím & organismem**
- **zajišťuje tyto základní funkce**
 - **příjem informací = senzory funkce**
 - spojení s **receptory** (= přijímače) → zprostředkovávají záznam změn vnějšího & vnitřního prostředí organismu
 - **zpracování informací = asociační / integrační funkce**
 - zpracovává & interpretuje změny z receptorů
 - **hybná odpověď = motorické funkce**
 - realizuje odpověď → akci, pohyb

Lékařský obor:

- **neurologie** – diagnostika & terapie onemocnění nervového systému
- **oftalmologie** – diagnostika & terapie onemocnění očí
- **otorinolaryngologie** - diagnostika & terapie onemocnění ušních, nosních & krčních
- **psychologie, psychiatrie**
- **fyzioterapie**



Obecné principy nervového systému

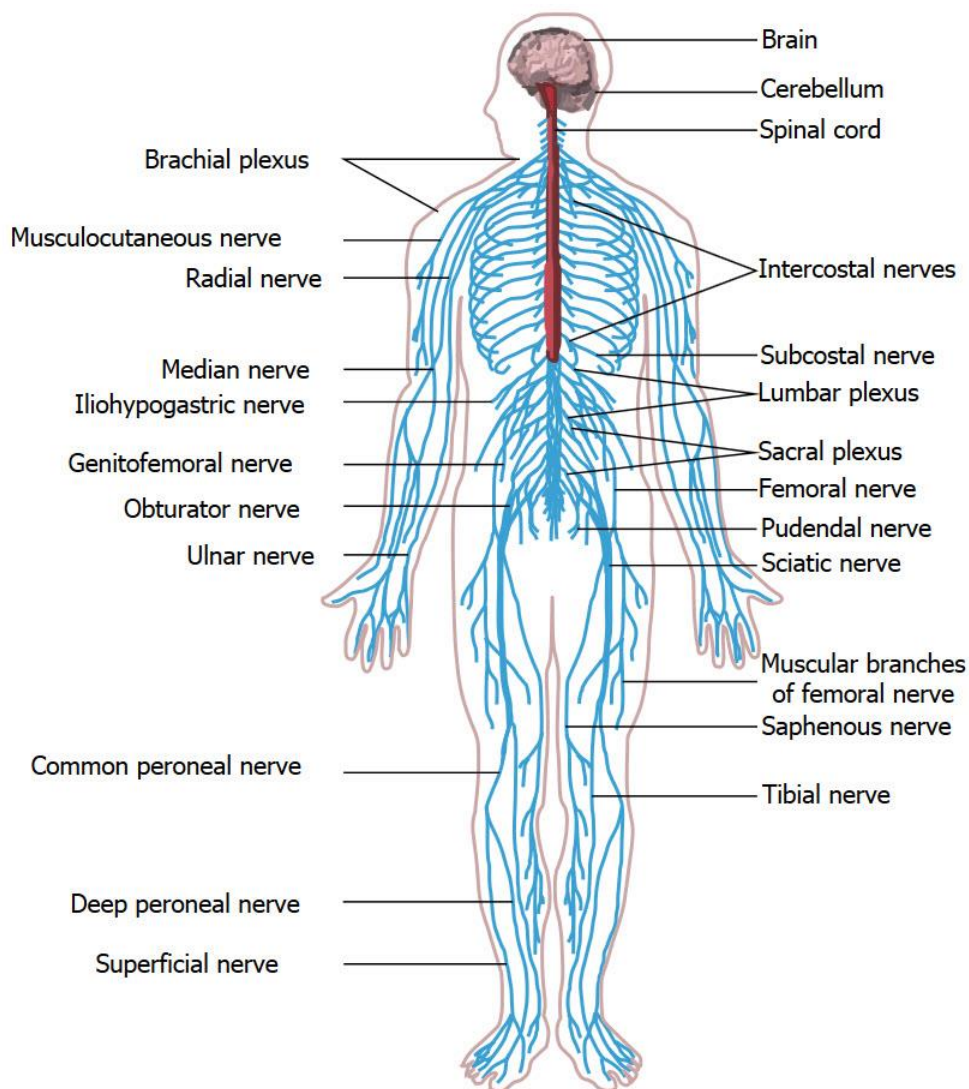
Centrální nervový systém (CNS):

- **páteřní mícha** (*medulla spinalis*)
- **mozkový kmen** (*truncus cerebri*)
 - prodloužená mícha (*medulla oblongata*)
 - most (*pons Varoli*)
 - střední mozek (*mesencephalon*)
- **mozeček** (*cerebellum*)
- **přední (koncový) mozek** (*telencephalon*)
 - mezimozek (*diencephalon*)
 - mozkový podvěsek (*hypophysis cerebri*)
 - mozkové polokoule (sg. *hemisphaerium cerebri*; pl. *hemispheria cerebri*)
 - bazální ganglia (*nuclei basales*)

Periferní nervový systém (PNS):

- **míšní nervy** (*nervi spinales*)
- **hlavové nervy** (*nervi craniales*)
- **autonomní nervy** (*sympaticus, parasympaticus*)

Základní & funkční jednotka nervové tkáně je neuron



Obecná stavba nervového systému

Neuron

- nervová buňka
- vysoce specializované bb. schopné přijmout, vést, zpracovat & odpovědět na signály
- synapse – spoje mezi neurony
- 15-25 miliard neuronů, 300 miliard synapsí

Stavba neuronu:

Tělo (perikaryon)

- odpovídá obecné buněčné stavbě (jádro, mitochondrie, etc.)
- některé orgány jsou výraznější (např. endoplazmatické retikulum = Nisslova substance)
- obsahuje receptory & iontové kanály

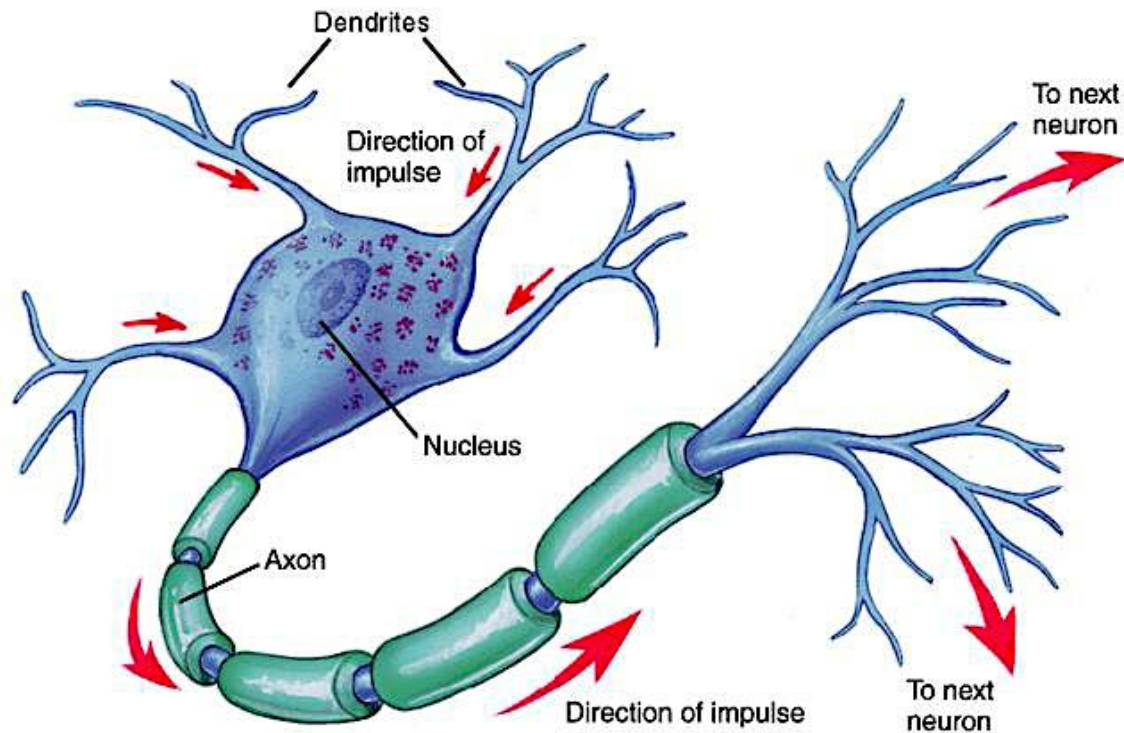
Výběžky:

➤ dendrit

- přijímají vstupní informace
- modulace postsynaptického potenciálu
- vede podráždění **dostředivě (afarentně)**

Stavba:

- krátké, bohatě rozvětvené
- obdobná perikaryonu
- bohaté na chemicky řízené iontové kanály



Obecná stavba nervového systému

Stavba neuronu:

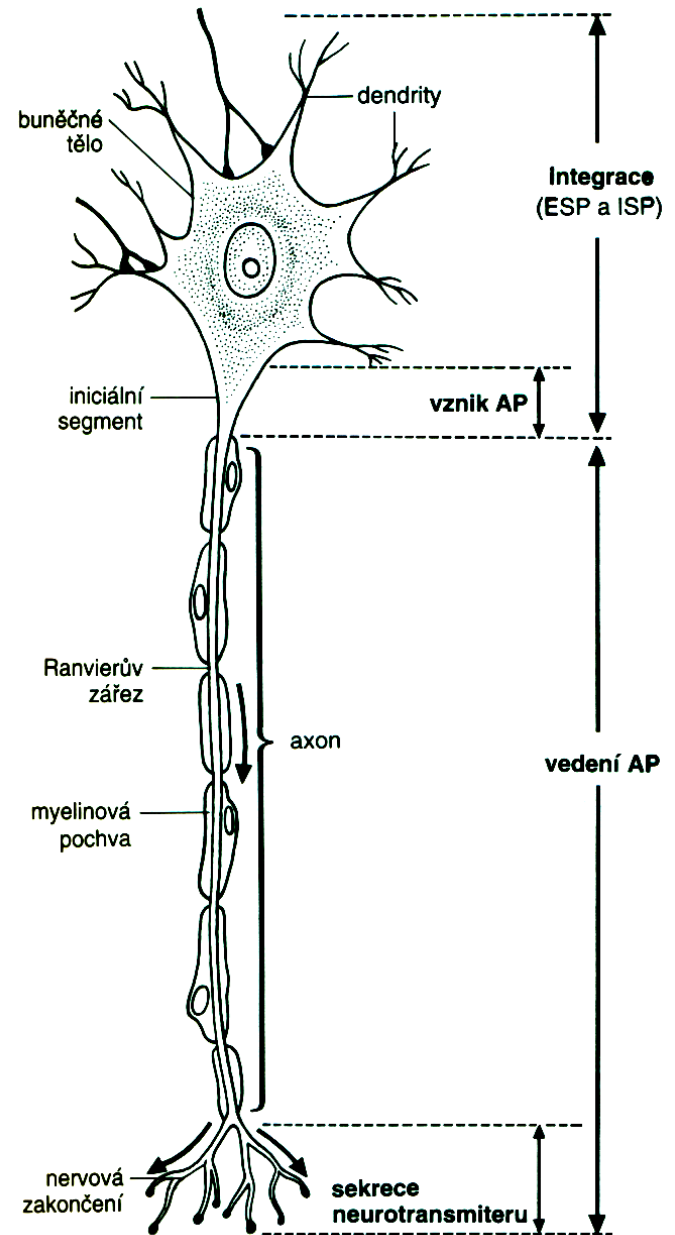
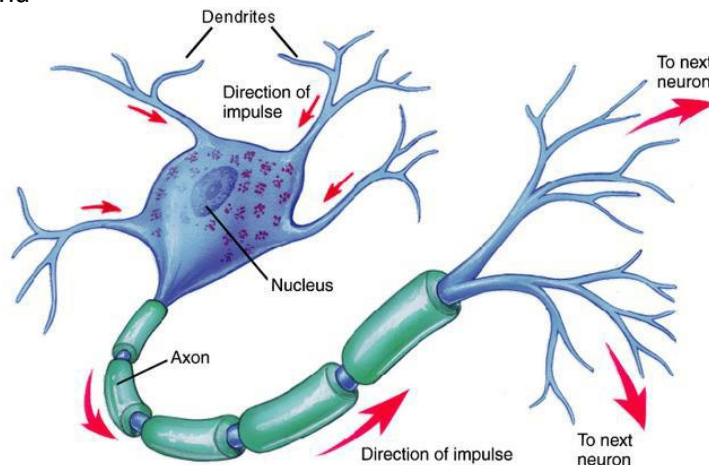
Výběžky:

➤ axon (neurit)

- vede vzruchy **odstředivě (eferentně)** → na další neuron nebo efektor
- dlouhý, vždy jen jeden
- tloušťka – 1-20 um, délka může dosahovat až 100 cm
- obsahují ribozomy, malé množství mitochondrií, neurotubuly
- bohatý na napěťově řízené iontové kanály

Stavba:

- axonový hrbolek - místo odstopu, vznik akčního potenciálu
- vlákno – neurofilamenta
- telodendron - konec výběžku
- axolema – membrána
- axoplasma
- obaly – pochvy
- Ranvierovy zářezy
- internodia



Obr. 64 Neuron – základní jednotka nervové soustavy. Morfologické a funkční členění neuronu (ESP – excitační, ISP – inhibiční synaptické potenciály, AP – akční potenciály)

Axony

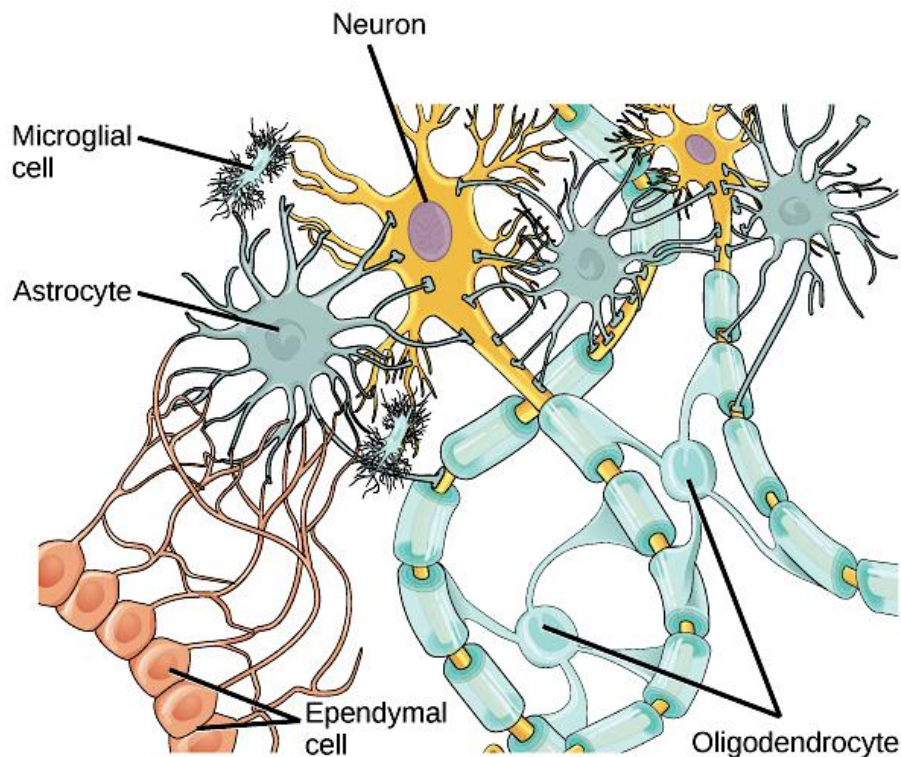
typy axonů:

Myelinizovaný axon

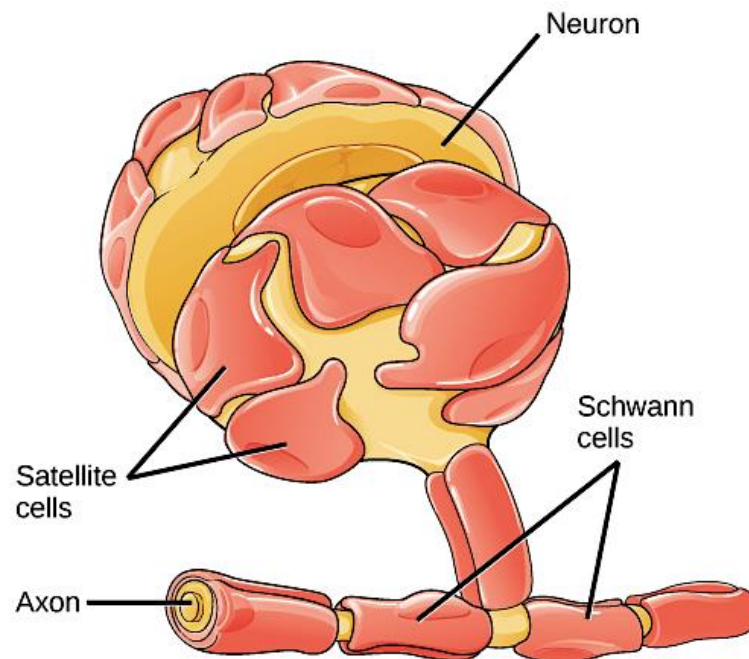
- tzv. A- & B-vlákna (A-propriocepce, nocicepce, dotyk, hmat, apod.; B-pregangliová autonomní)
- vede rychleji akční potenciál
- obaly – 2 vrstvy:
 - vnitřní – myelinová pochva
 - vnější – Schwannovy bb. (PNS); oligodendrocyty (CNS)

Nemyelinizovaný axon

- axony jsou volně loženy mezi ostatními neurony
- tzv. C-vlákna (zejména postgangliová sympatiku, nocicepce)



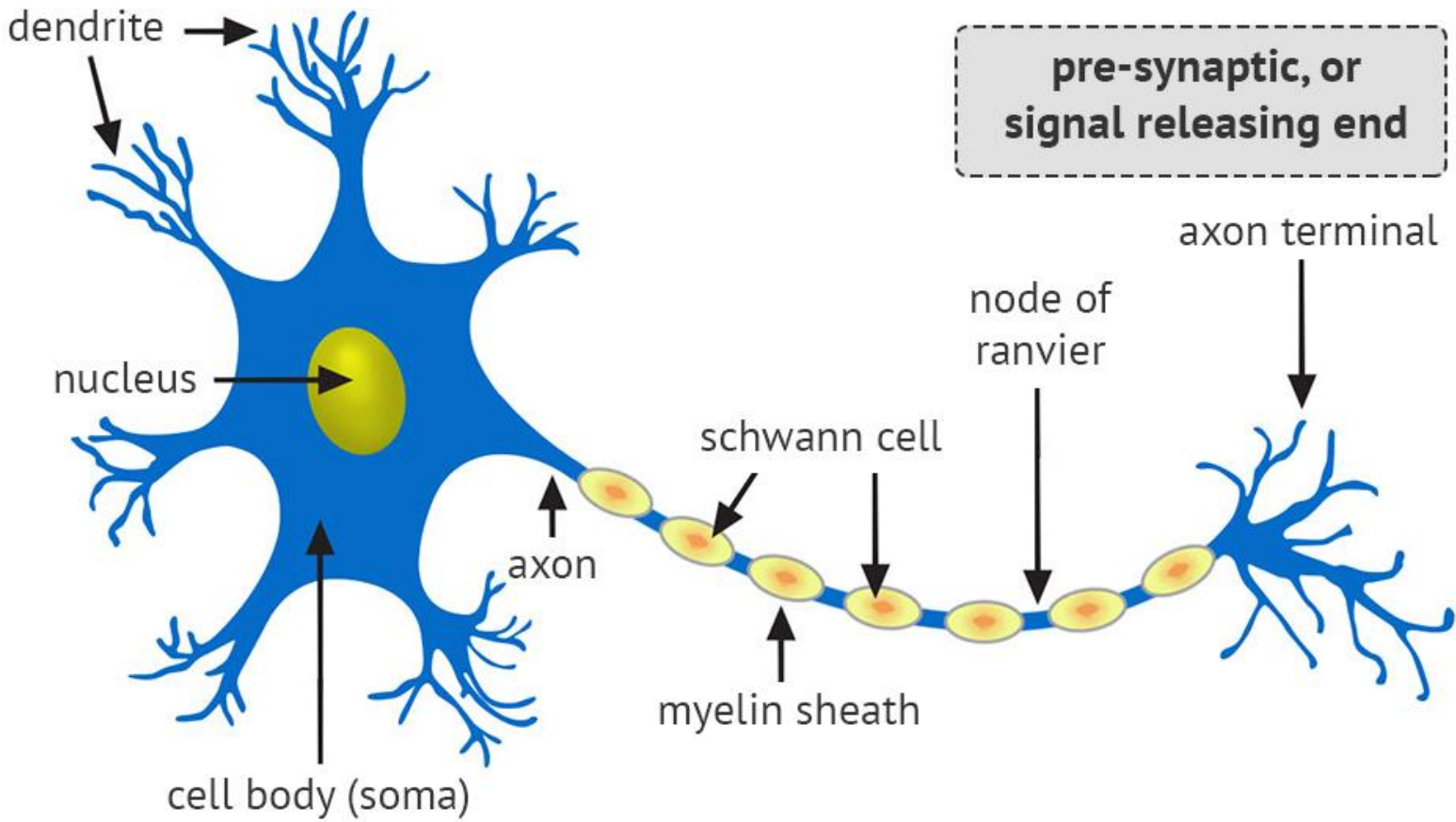
Central nervous system



Peripheral nervous system

**post-synaptic, or
signal receiving end**

**pre-synaptic, or
signal releasing end**



dendrite →

nucleus →

axon ↑

schwann cell ↓

myelin sheath ↑

node of ranvier ↓

axon terminal ↓

cell body (soma) ↑

direction of transmission



Obecná stavba nervového systému

Glie (neuroglie)

- **podpůrné bb. neuronů**
- 10× více než neuronů
- velký počet výběžků
- vysoký stupeň látkové výměny

I. Neuroglie CNS

Astrocyty

- hvězdčité bb., dlouhé výběžky
- uloženy mezi stěnou kapiláry & neuronem
- schopnost regenerace

Funkce:

- **podpůrná**
- izolace neuronů od vnitřního prostředí organismu
- zprostředkování látkové výměny neuronu

Oligodendroglie

- obklopují axony v CNS
- obdoba Schwannových buněk, ale myelinizují víc než 1 vlákno

Funkce:

- **opora** neuronu
- produkce **myelinu**

Mikroglie

- schopnost améboidního pohybu fagocytózy

Funkce:

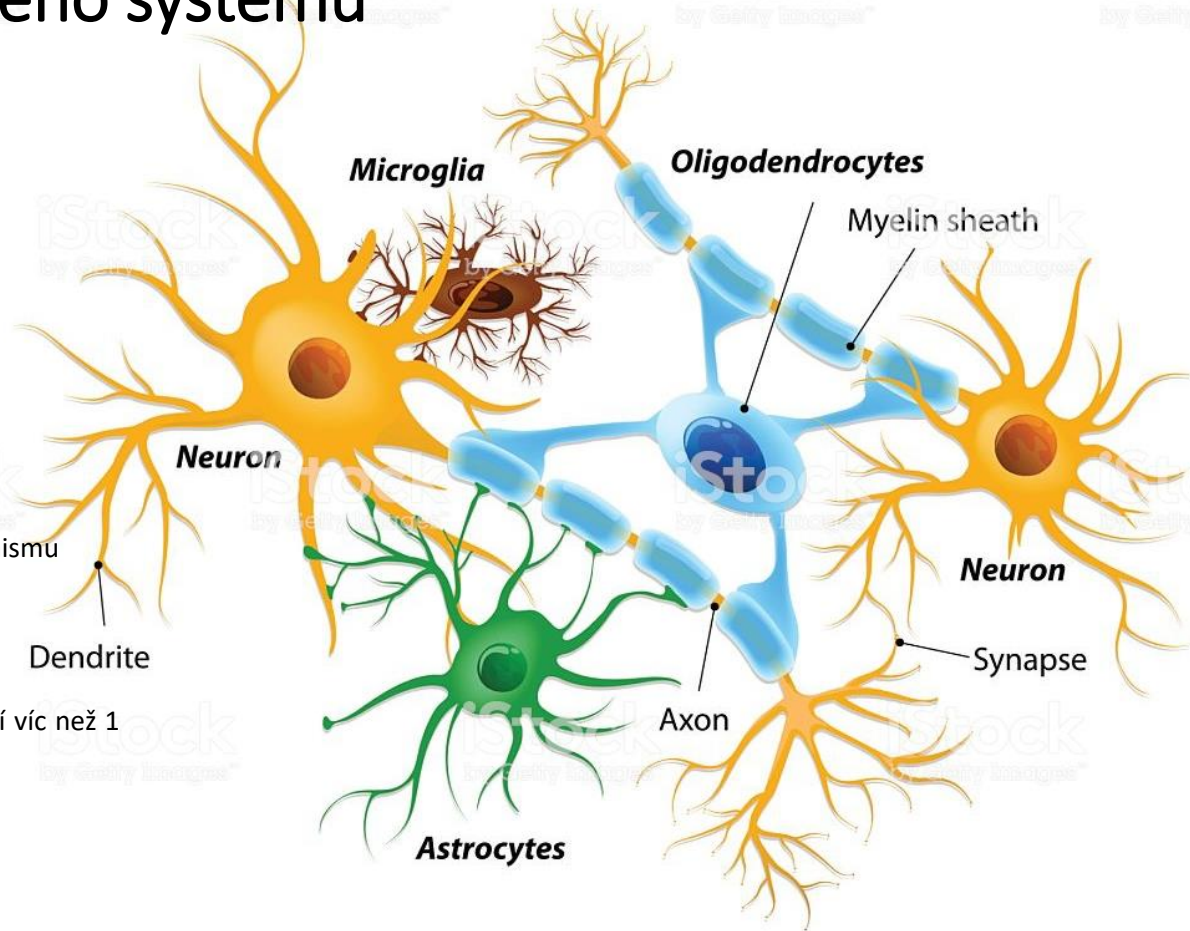
- úklidové reakce v CNS → tvoří **makrofágový** systém CNS

Ependymální bb.

- vystylají dutiny CNS (mozkové komory & míšní kanál)
- kubický až cylindrický tvar, cílie & mikrokly

Funkce:

- tvoří **plexus chorioideus** v mozkových komorách → tvorba mozkomíšního moku



Další typy glií:

- **Müllerovy bb.** v sítnici
- **Bergamannovy bb.** v kůře mozečku
- **pituiocyty** v neurohypofýze
- **pinealocyty** v epifýze

Obecná stavba nervového systému

Glie (neuroglie)

II. Neuroglie PNS

Schwannovy bb.

- obdoba oligodendrocytů
- tvorba myelinové pochvy
- myelinizuje pouze 1 axon
- Ranvierovy zářezy, internodia

Funkce:

- **mechanická & metabolická podpora** axonů
- zajišťuje rychlé **šíření akčního potenciálu**

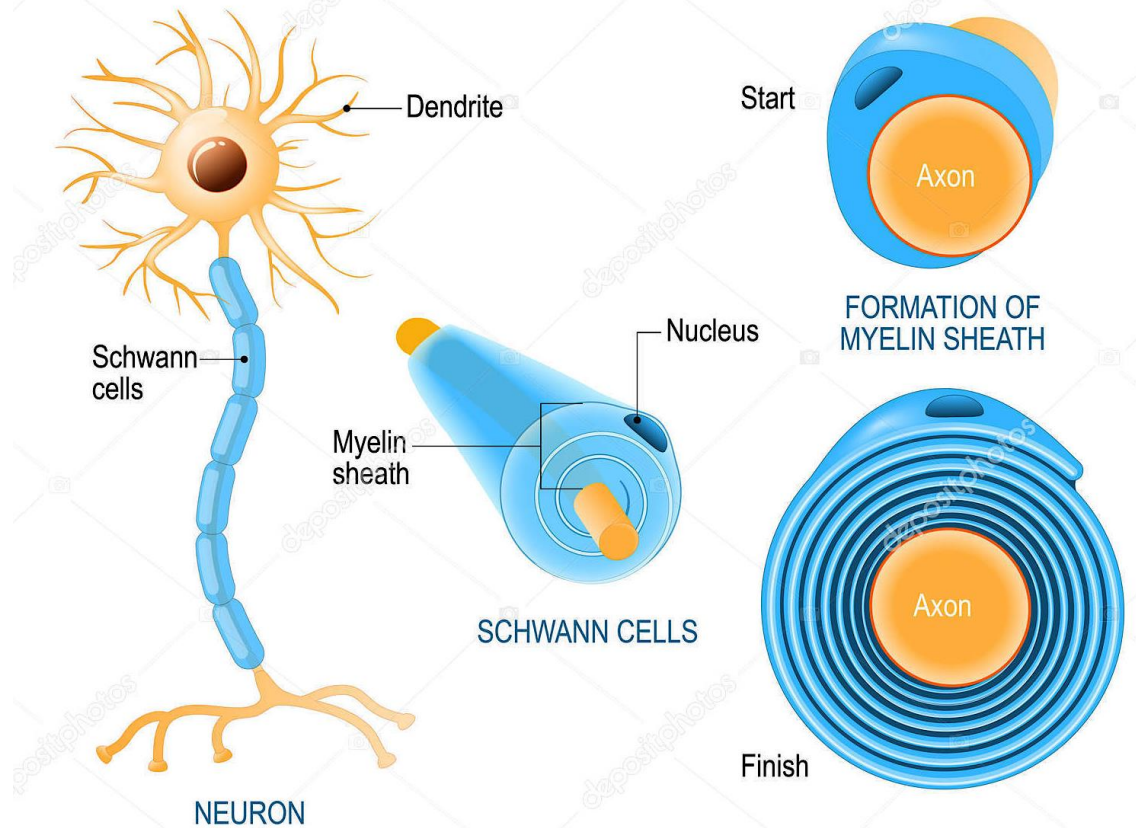
Satelitní bb.

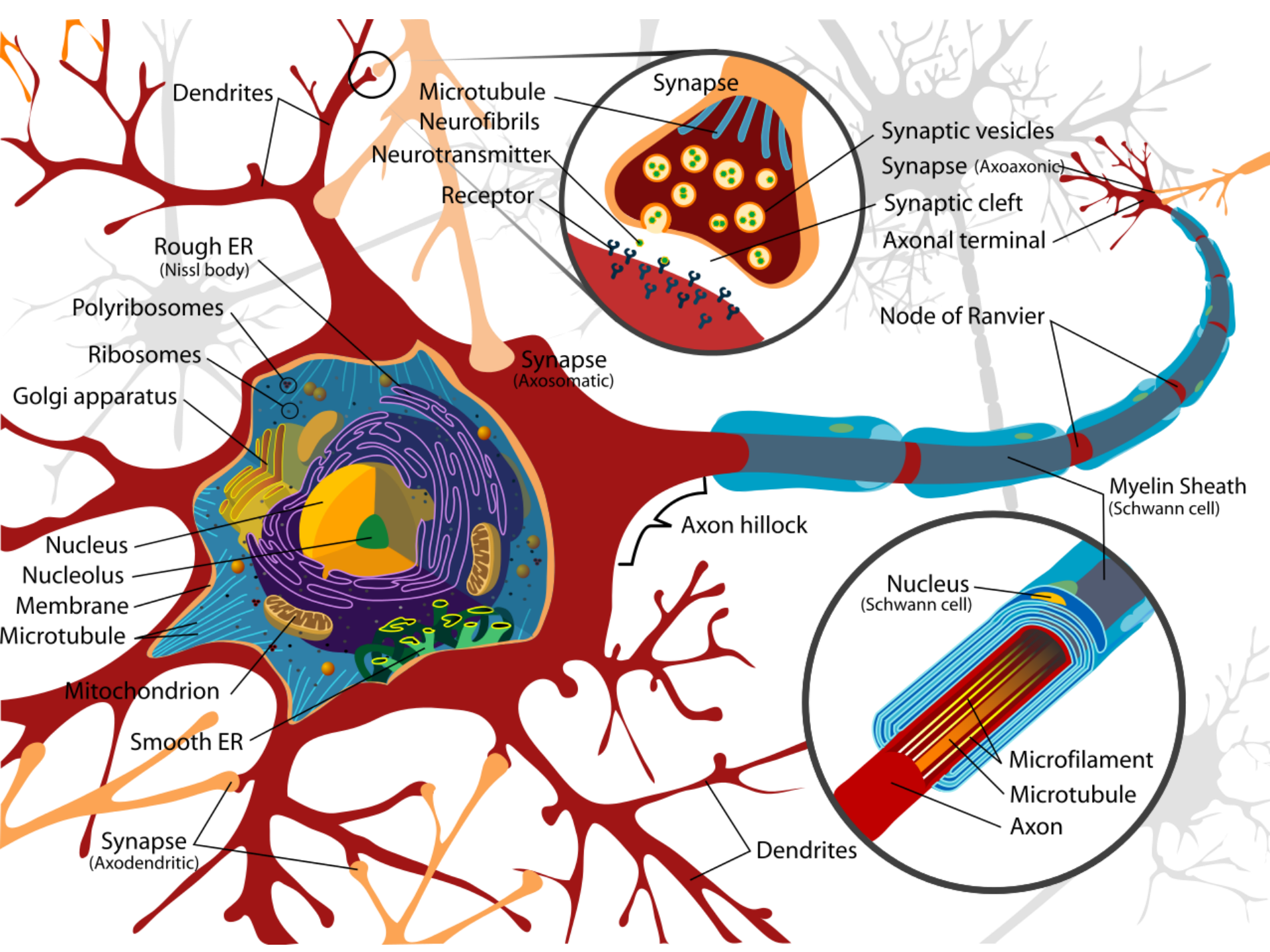
- krátké výběžky
- obklopují těla neuronů v senzitivních & vegetativních gangliích

Funkce:

- **metabolická** podpora

SCHWANN CELL





Obecná stavba nervového systému

Periferní (obvodový) nerv

- **funkční element** = axon neuronu (tělo leží v míše, ganglionu nebo v jádrech mozkového kmene)
- **periferní nerv** = svazek nervových vláken mimo CNS
- svazky o síle 0,3-1 mm obsahují 10tis nervových vláken
- 2 typy – mozkomíšni & vegetativní

Stavba:

Svazek

- obsahují od 1 do 100 nervových vláken
- v průběhu si vyměňují vlákna
- myelinizované axony neuronů uložených v míše, míšním ganglionu či mozkovém kmene
- Schwannova pochva (izolace axonu, rychlejší šíření akčního potenciálu)
- vazivová tkáň, cévky

Epineurium

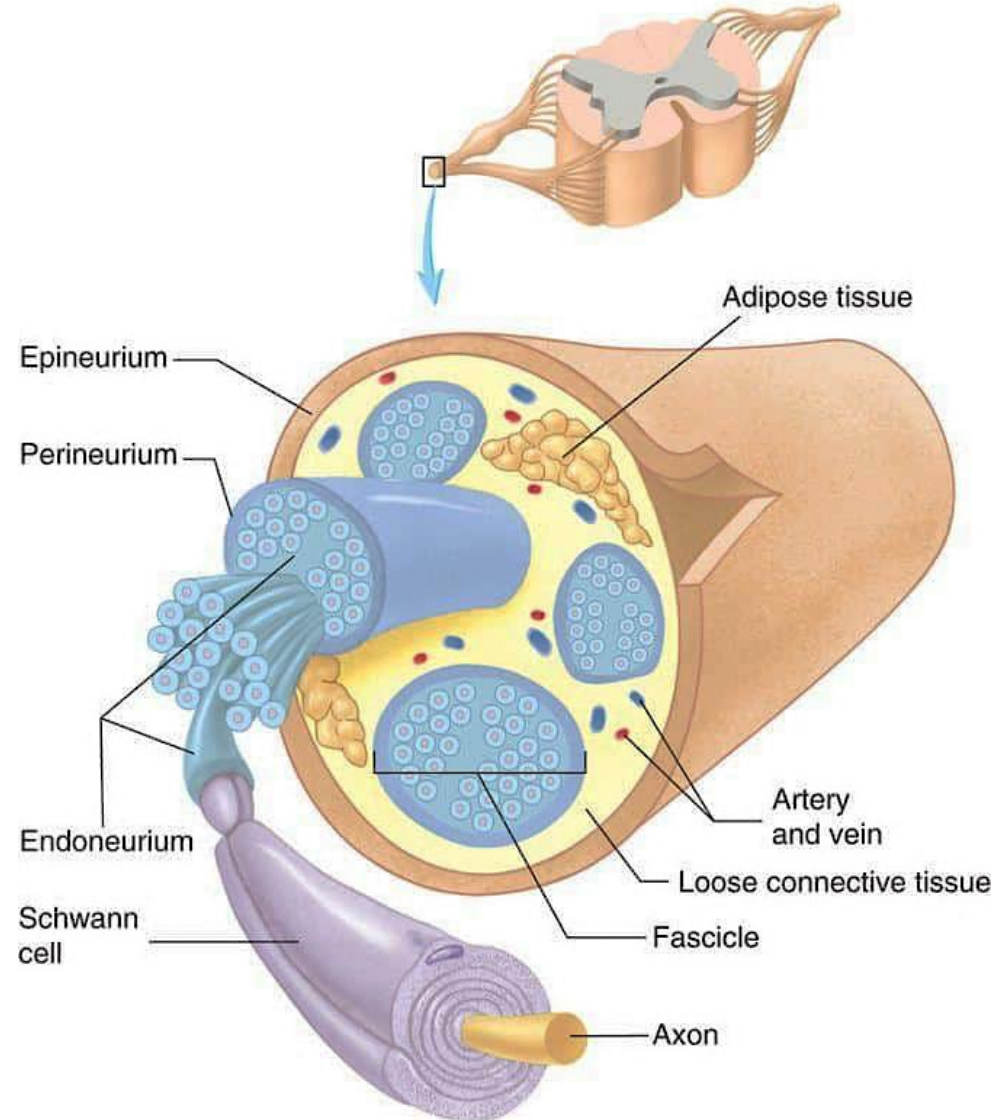
- obaluje celý nerv na povrchu
- elastická & kolagenní vlákna
- tukové bb., cévy, nervy

Perineurium

- obaluje skupiny nervových vláken

Endoneurium

- obaluje každý axon zevně od jeho myelinové pochvy
- zajišťuje regeneraci nervu



Obecná stavba nervového systému

Periferní (obvodový) nerv

Typy vláken dle směru vedení signálu:

Aferentní

- vedou vzruch dostředivě

Eferentní

- vedou vzruch odstředivě

Typy vláken dle povahy přenášené informace:

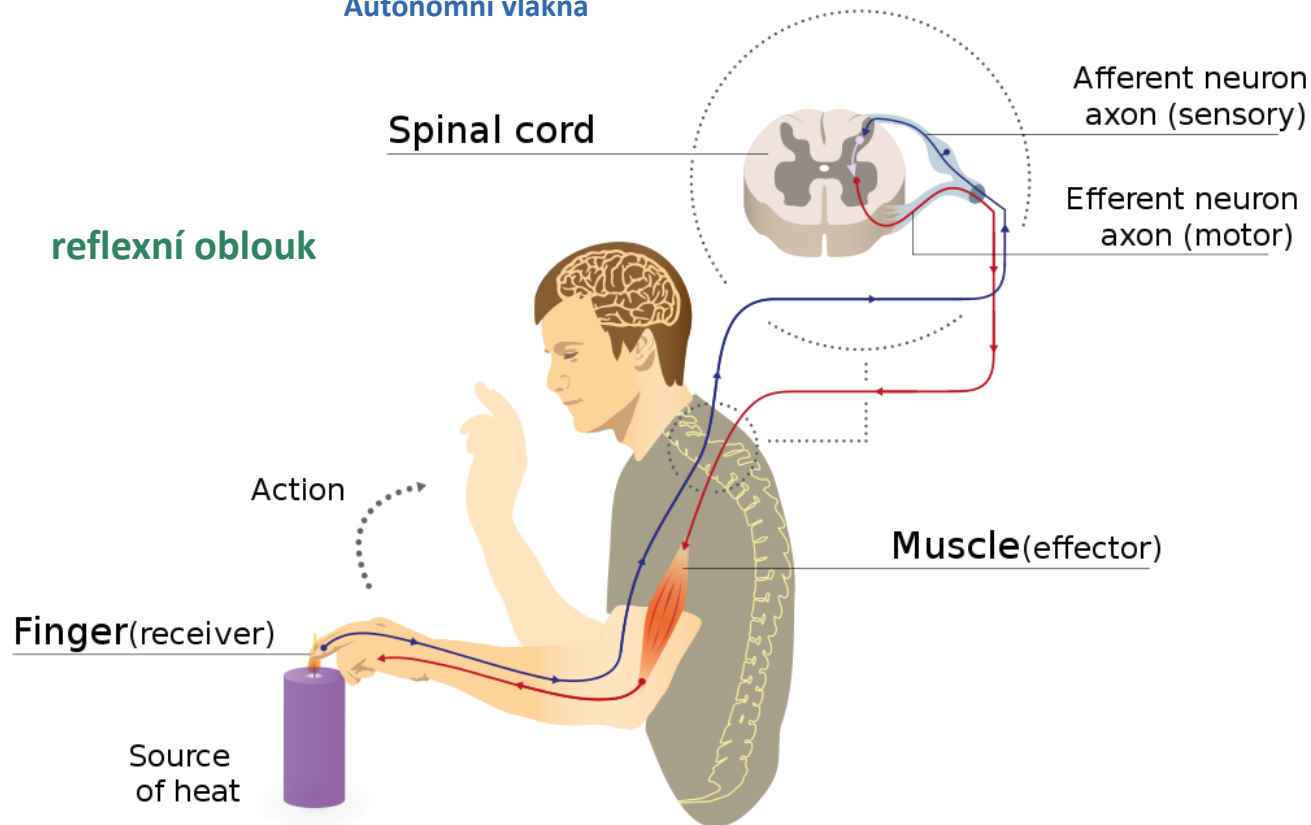
Senzitivní vlákna

- vedou vzruch dostředivě
- začínají jako volná nervová zakončení (vedení bolesti) nebo u receptorů hmatových tělísek, svalových vřetének, apod.

Motorická vlákna

- vedou vzruch odstředivě
- ovládají svalovou činnost
- končí na motorických ploténkách svalů
- motorická jednotka – soubor svalových vláken inervovaný 1 motoneuronem, nervosvalová ploténka

Autonomní vlákna



Obecná stavba nervového systému

Synapse = jednotka aktivity mozku

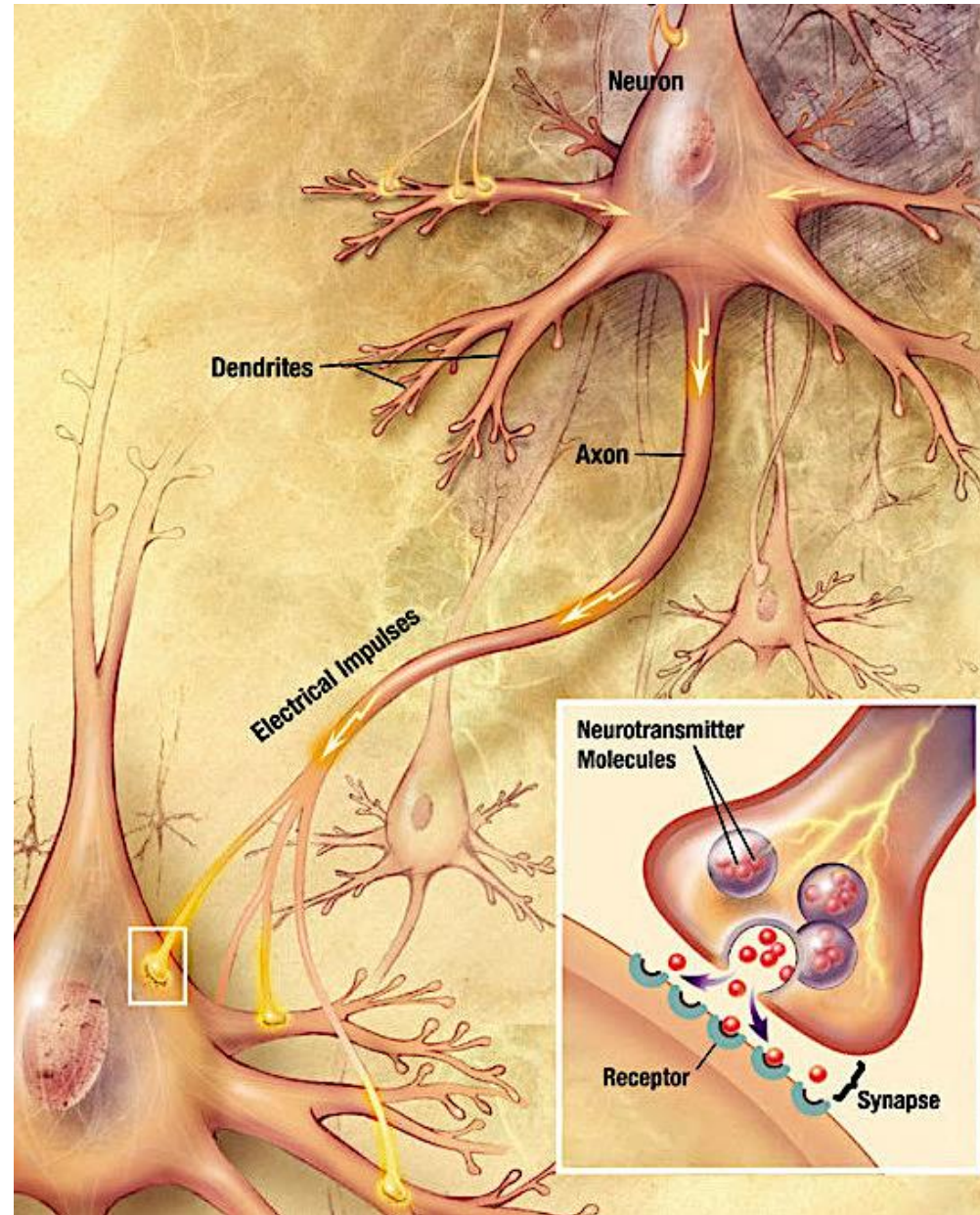
- místo **dotyku 2 buněk**, z nichž alespoň 1 je neuron:
 - mezi 2 neurony
 - mezi receptorem & neuronem
 - mezi neuronem & svalem = motorická ploténka
- tvoří prostorové neurální sítě
- umístění na různých místech neuronu
- průměrný počet synapsí 1 neuronu je 5000 (mozeček - 1 neuron může mít až 270 tis synapsí)
- **funkce:** předávání vzruchů

Obecná stavba synapsí:

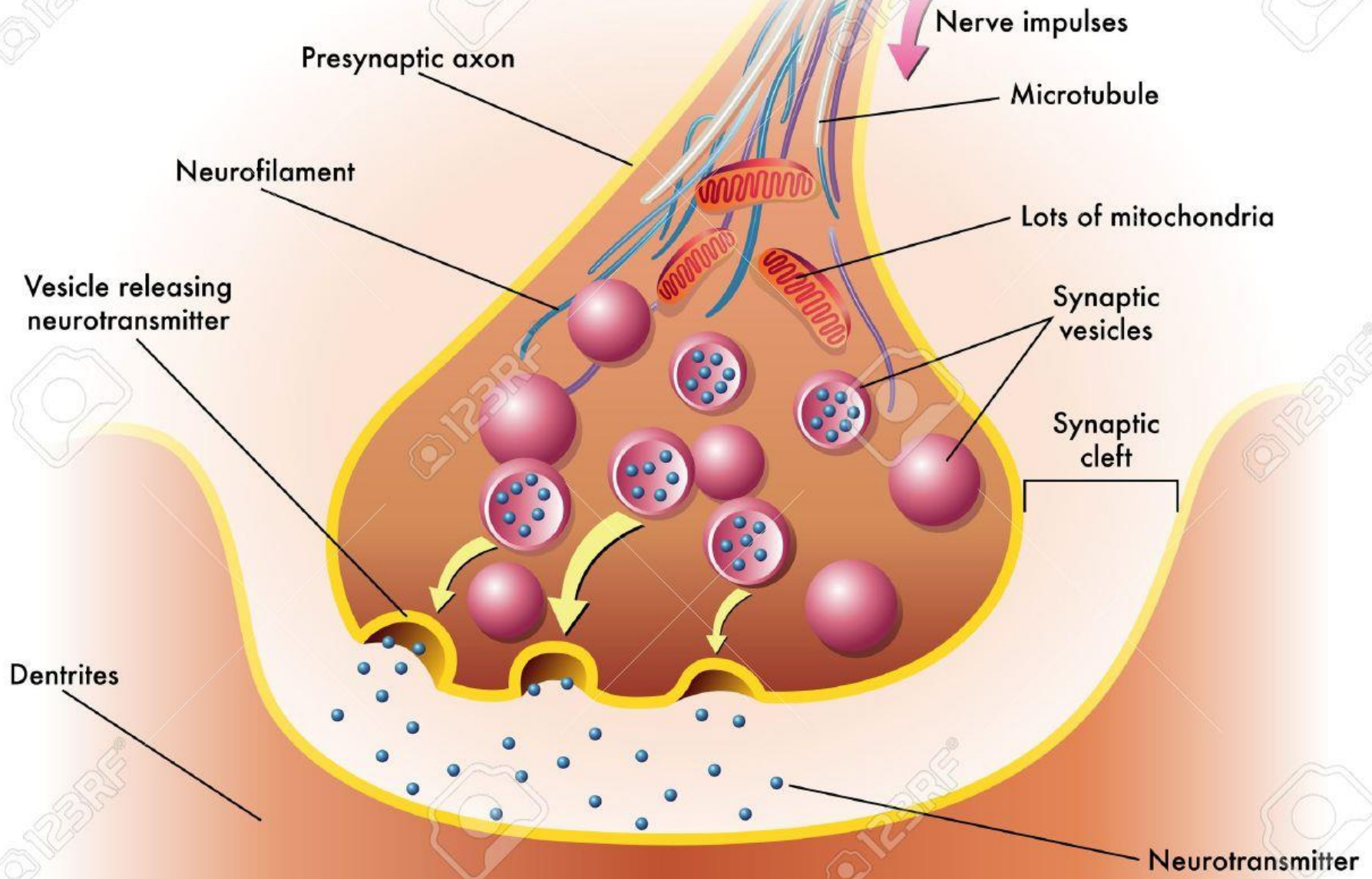
- **presynaptická terminál** – membrána 1 neuronu, uvolnění & vychytávání neurotransmiterů
- **synaptická štěrbiná** (20-40 nm) – difúze neurotransmiteru
- **postsynaptická membrána** – receptory na membráně další buňce, které jsou aktivovány neurotransmiterem

Neurotransmitery

- **acetylcholin** – autonomní nervstvo
- **dopamin** – sympatická ganglia
- **adrenalin, noradrenalin** – stresové situace, autonomní nervstvo
- **serotonin** – receptory
- **kyselina gama-aminomáselná (GABA)** - CNS



SYNAPSE



Obecná stavba nervového systému

Synapse

Typy synapsí:

Chemická synapse

- hlavně v CNS, zpoždění cca 1 ms
- přenos signálu (=akčního potenciálu) v synapsi pomocí **neurotransmiteru** → způsobí vznik akčního potenciálu na dalším neuronu
- postsynaptické receptory & membrána – změna propustnosti pro sodíkové ionty
- příklad - nervosvalová (motorická) ploténka

Elektrická synapse (gap junction)

- rychlá synchronizace & koordinace neurální aktivity
- tvořena 2 konexinovými kanály, které k sobě přiléhají → umožňují tok elektrického náboje iontů

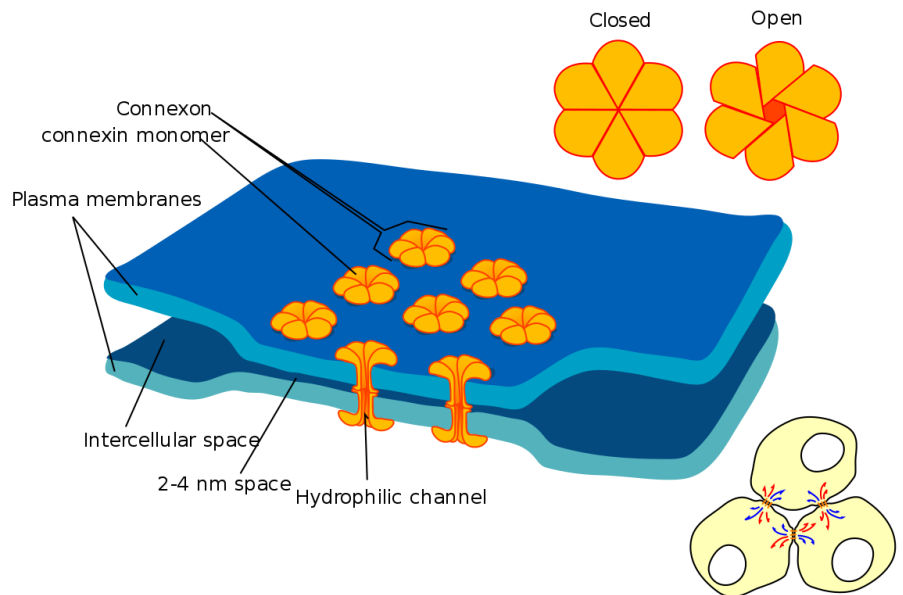
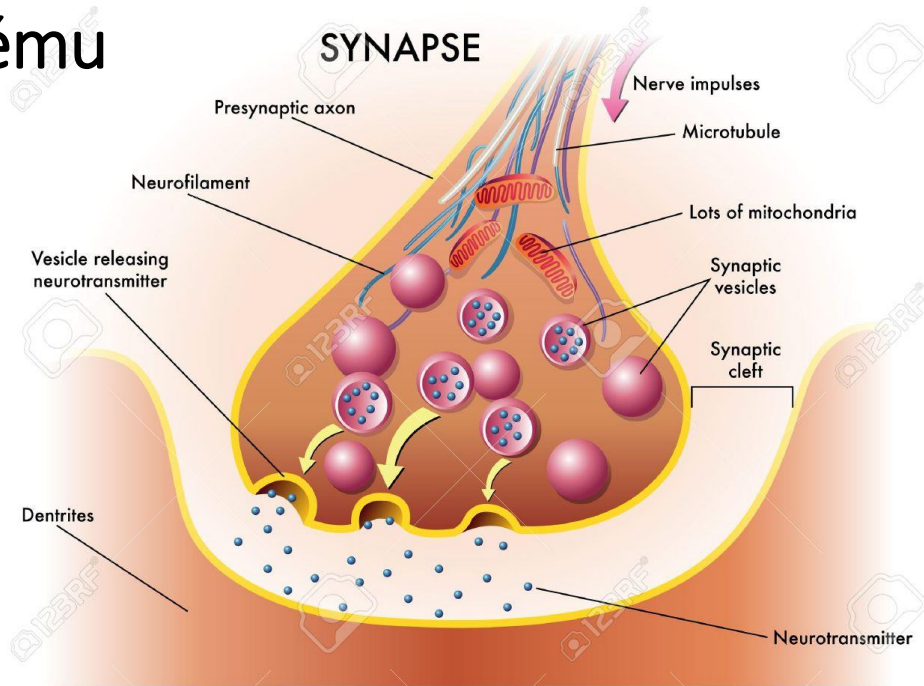
Typy synapsí dle funkce:

Vzrušivé

- silná depolarizace na postsynaptické membráně

Tlumivé

- stabilizace postsynaptické membrány



Obecná stavba nervového systému

Receptory

- bílkovina umístěna v cytoplazmatické membráně, cytoplazmě či v buněčném jádře
- vážou se na ni specifické molekuly (neurotransmitery, hormony)
- spouští buněčnou odezvu

- **funkce:** přijímají & vysílají informace → reaguje na vjem z vnějšího nebo vnitřního prostředí

Typy receptorů dle druhu registrovaného podnětu:

Receptory fyzikální

- **mechanoreceptory**
 - tlakové, dotykové & vibrační receptory
 - kůže, sliznice, kloubní pouzdra, pravá srdeční předsíň
- **termoreceptory**
 - reagují na změny teploty
- **radioreceptory**
 - tyčinky & čípky stínice – reagují na elektromagnetické pole

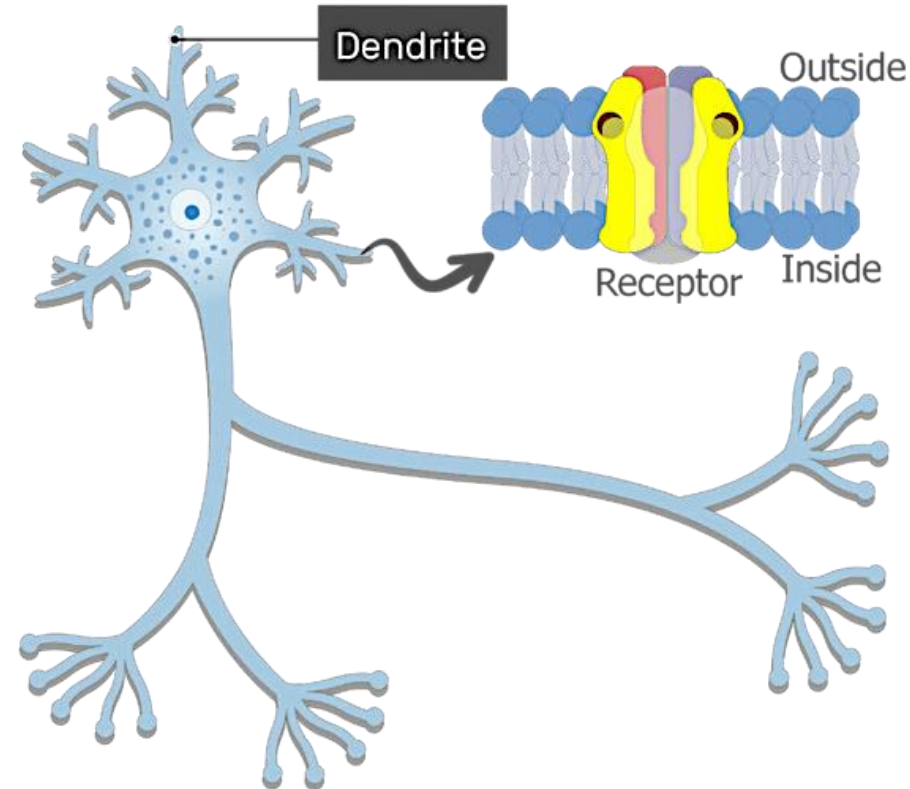
Receptory chemické (chemoreceptory)

- součást čichových & chuťových orgánů, ve stěnách orgánů & cév, receptory bolesti
- dráždění rozpuštěnými chemickými látkami

Stavba receptorů:

- **specifické smyslové bb.**
 - zachycují podněty, převod na holé vlákno

- **myelinizované aferentní nervové vlákno**
 - transformace podnětů na elektrochemické děj → vzruch
 - přenos podráždění do CNS
 - dendrit senzitivního neuronu



Smyslová ústrojí

Vater-Paciniho (VP) tělísko

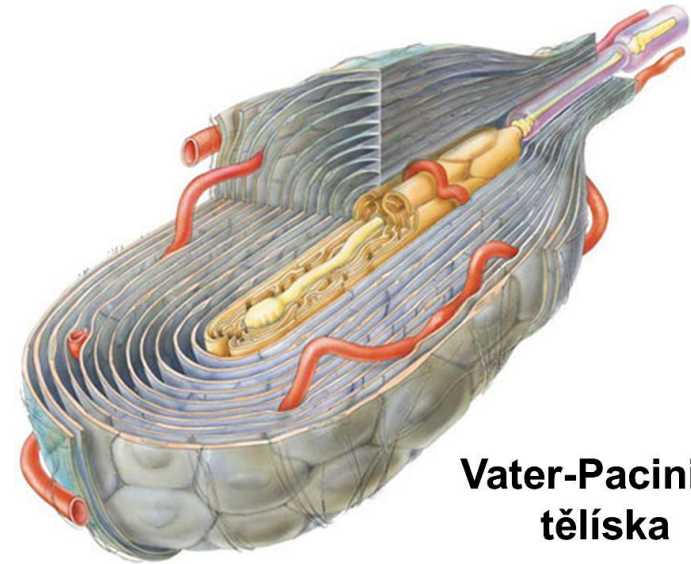
- mechanoreceptor
- podkožní vazivo, škára

Funkce:

- záznam **dotyku, vibrací & tlaku**
- přeměna mechanických podnětů do CNS
- jen krátké podněty

Stavba:

- 1-2 mm velké
- oválný tvar
- **lamely** – na povrchu, přecházejí do okolního vaziva; směrem do středu se ztenčují
- **centrální ovoid** – podélně probíhá nemyelinizovaný axon



Vater-Paciniho tělíska

Meissnerovo tělísko

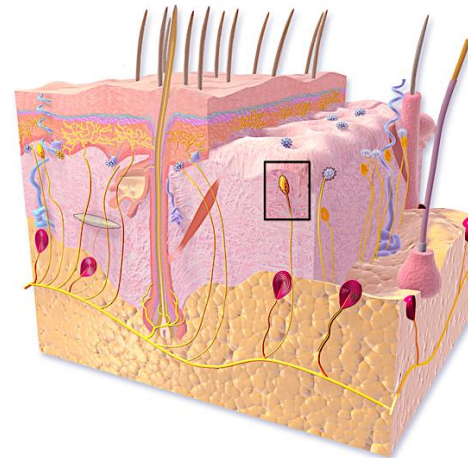
- mechanoreceptor

Funkce:

- **hmat na prstech & rtech**
- lehké povrchové vibrace

Stavba:

- zapouzdřená nemyelinizovaný nervová zakončení, lamely



Tactile Corpuscle
(Meissner's Corpuscle)

Smyslová ústrojí

Svalová vřeténka

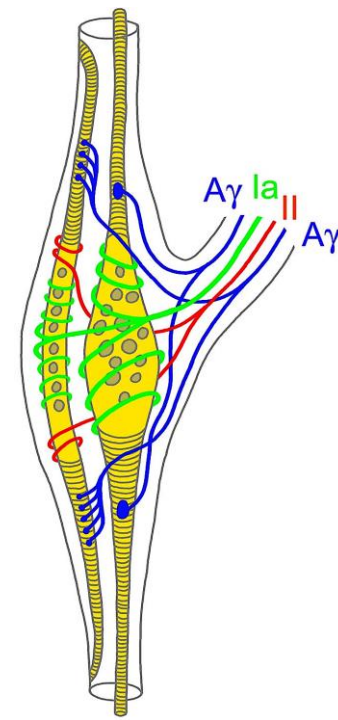
- proprioreceptory (receptory vnímající pohyb & polohu těla)
- modifikovaná svalová vlákna
- svaly

Funkce:

- receptor **natahovacího reflexu** – registrují protažení & zkrácení svalu

Stavba:

- velikost 2-3 mm
- jemná svalová vlákna
- vysoké množství jader (centrálně uložených)
- spirálovitě obtočena kolem nemyelinizovaného nervového vlákna
- vazivové pouzdro



Šlachová Golgiho (ŠG) tělíska

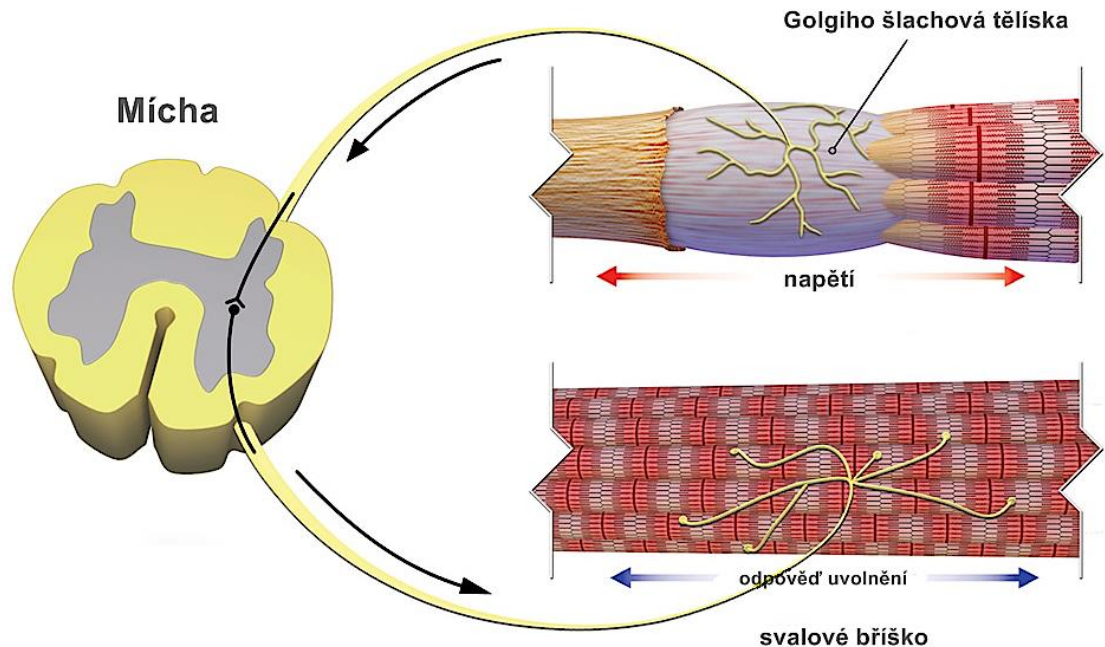
- proprioreceptory
- šlachy (blízko přechodu šlacha-sval)

Funkce:

- detekují **napětí svalových vláken**

Stavba:

- podobná stavba jako svalová vřeténka



Smyslová ústrojí

Kloubní receptory

- proprioreceptory
- kloubní pouzdra, vazy, perichondrium
- **4 typy receptorů:**
 - podobné Ruffiniho tělískům – poloha, rychlost pohybu
 - podobný VP tělískům - pohyb
 - podobný ŠG tělískům
 - volná nervová zakončení – kloubní bolest

Akustický & vestibulární receptor

dále v přednášce

Krauseho & Ruffiniho tělíska

- termoreceptory
- kůže, škára

Funkce:

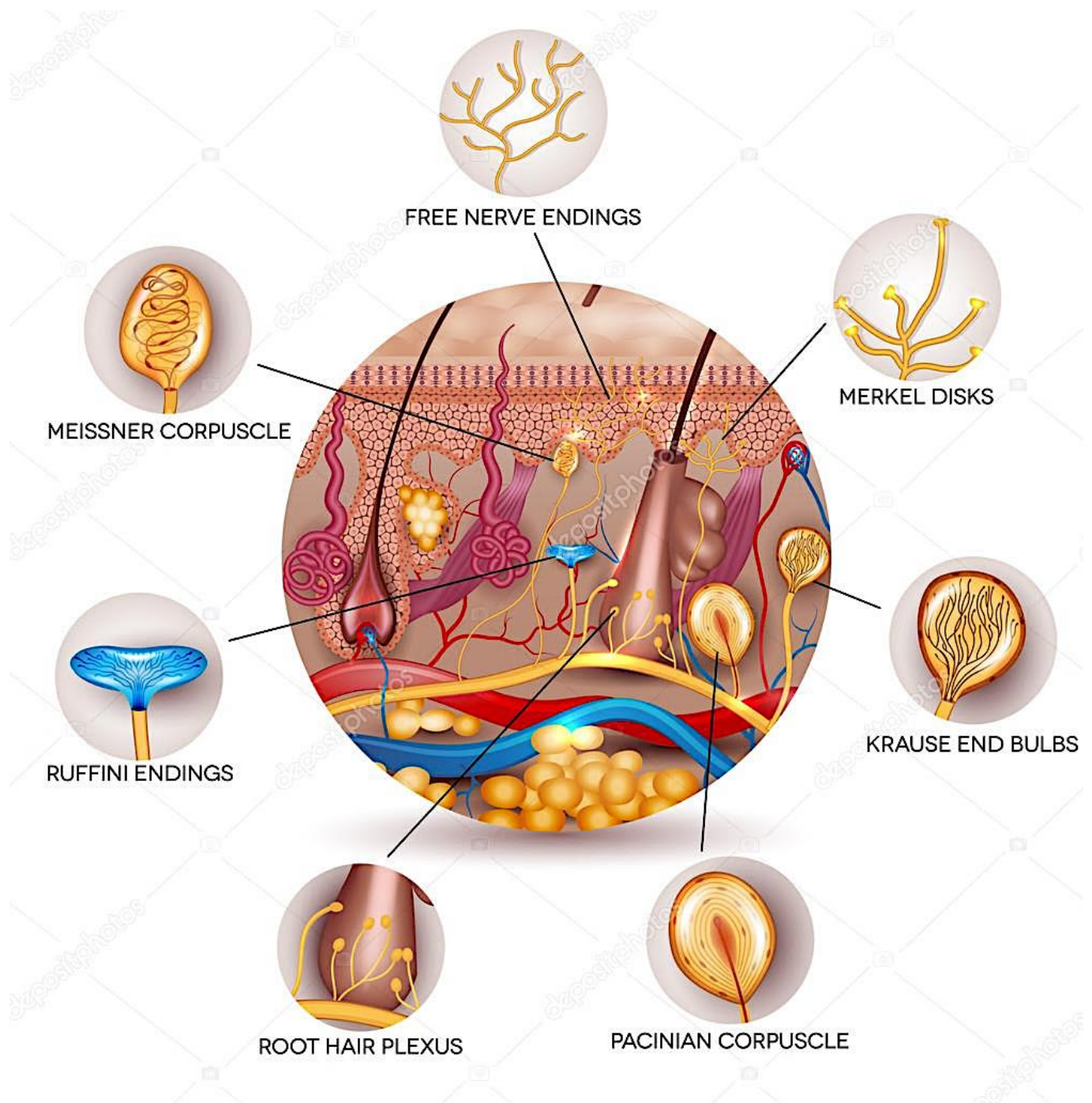
- Krauseho tělíska – **chlad**
- Ruffiniho tělíska – **teplo**
- C-nociceptory – **bolestivé** teplo & chlad



Ruffiniho tělísko
(teplo)



Krauseho tělísko
(chlad)



FREE NERVE ENDINGS

MEISSNER CORPUSCLE

MERKEL DISKS

RUFFINI ENDINGS

KRAUSE END BULBS

ROOT HAIR PLEXUS

PACINIAN CORPUSCLE

Smyslová ústrojí

Chemoreceptory

- registrace chemických podnětů (chuť, čich, vnímání pH, obsah dýchacích plynů, etc)

Funkce: orientace, vyhledávání & příjem potravy, regulace dýchání

Chuťové receptory

- chuťové pohárky mezi papilami jazyka (chuťové papily)
- slinné žlázy napomáhají rozpouštění látek → omývají receptory → nervová vlákna mozkových nervů
- sladké, slané, hořké, kyselé
- **chuťové oblasti jazyka:**
 - hrot jazyka - sladké, slané látky
 - okraje jazyka – slanné, kyselé
 - kořen jazyka – hořké látky

Čichové receptory

- čichový epitel v nosní dutině (viz přednáška “respirační aparát“)

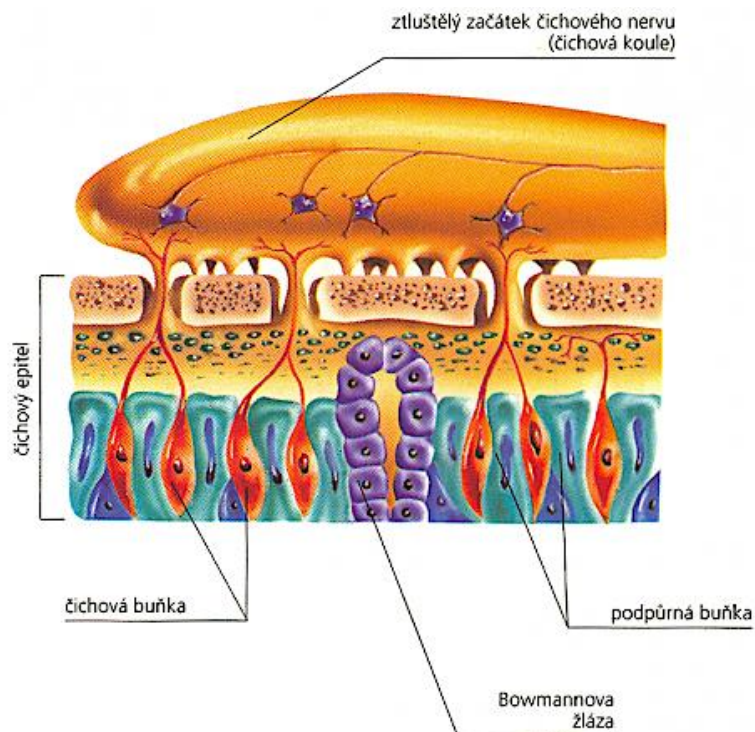
Receptory bolesti (algo-senzory)

- bolest – varovný charakter
- volná nervová zakončení
- různá lokalizace v těle

Další chemoreceptory

- karotidová (v místě rozdělení krkavice) & aortální (v aortálním oblouku) tělíska – záznam změny pH krve, změny ve složení dýchacích plynů, pCO_2

TASTE AREAS on the HUMAN TONGUE



Zrakové ústrojí

- soubor orgánů zajišťujících příjem, přenos & zpracování informace přinášené světelným podnětem
- vnímání elektromagnetického vlnění → vznik **zrakového vjemu**
- zrak zprostředkovává 80 % informací z vnějšího prostředí

Části zrakového ústrojí:

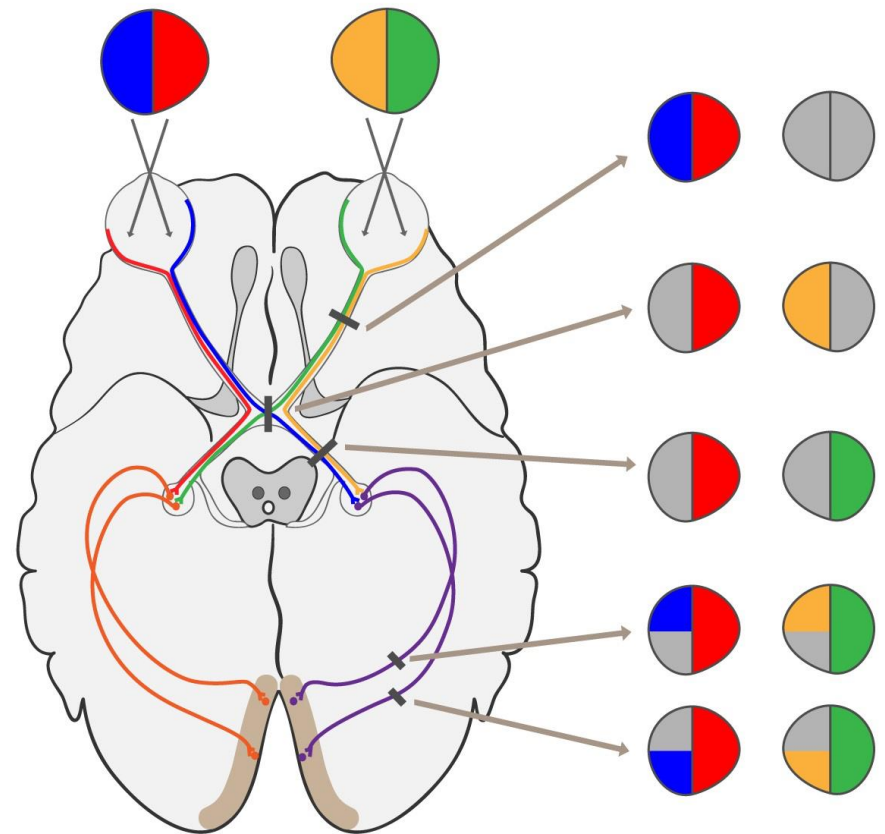
- část oddělující fyzikální svět od receptorů – oko
- receptory – tyčinky & čípky
- **centrální oddíl** – od receptorů do specifické oblasti kůry mozku (viz senzitivní dráhy)

Zrakový orgán – oční koule (*bulbus oculi*)

- symetrické uložení v lebce (orbity)

Funkce:

- přijímá informace o vnějším prostředí přenášené světlem
- tyto informace se upravují na nervová podráždění, částečně je i zpracovává



Zrakový orgán – oční koule (*bulbus oculi*)

Stavba očního bulbu:

Bělima (*sclera*)

- **vazivový** obal oční koule, přechází do řídkého vaziva očnice
- chudé krevní zásobení (výživa difuzí z okolní tkáně)
- upínají se **okohybné svaly**
- 0,3-1 mm (nejsilnější je na zadní straně bulbu)
- ochranu skýtá oční spojivka

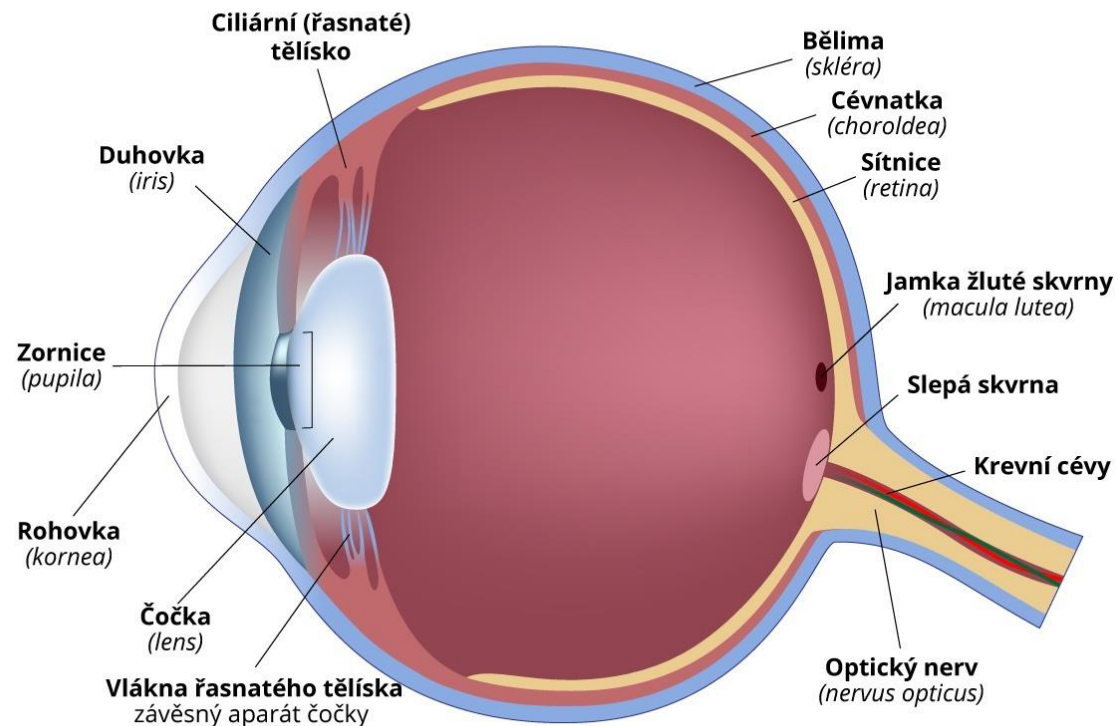
Rohovka (*cornea*)

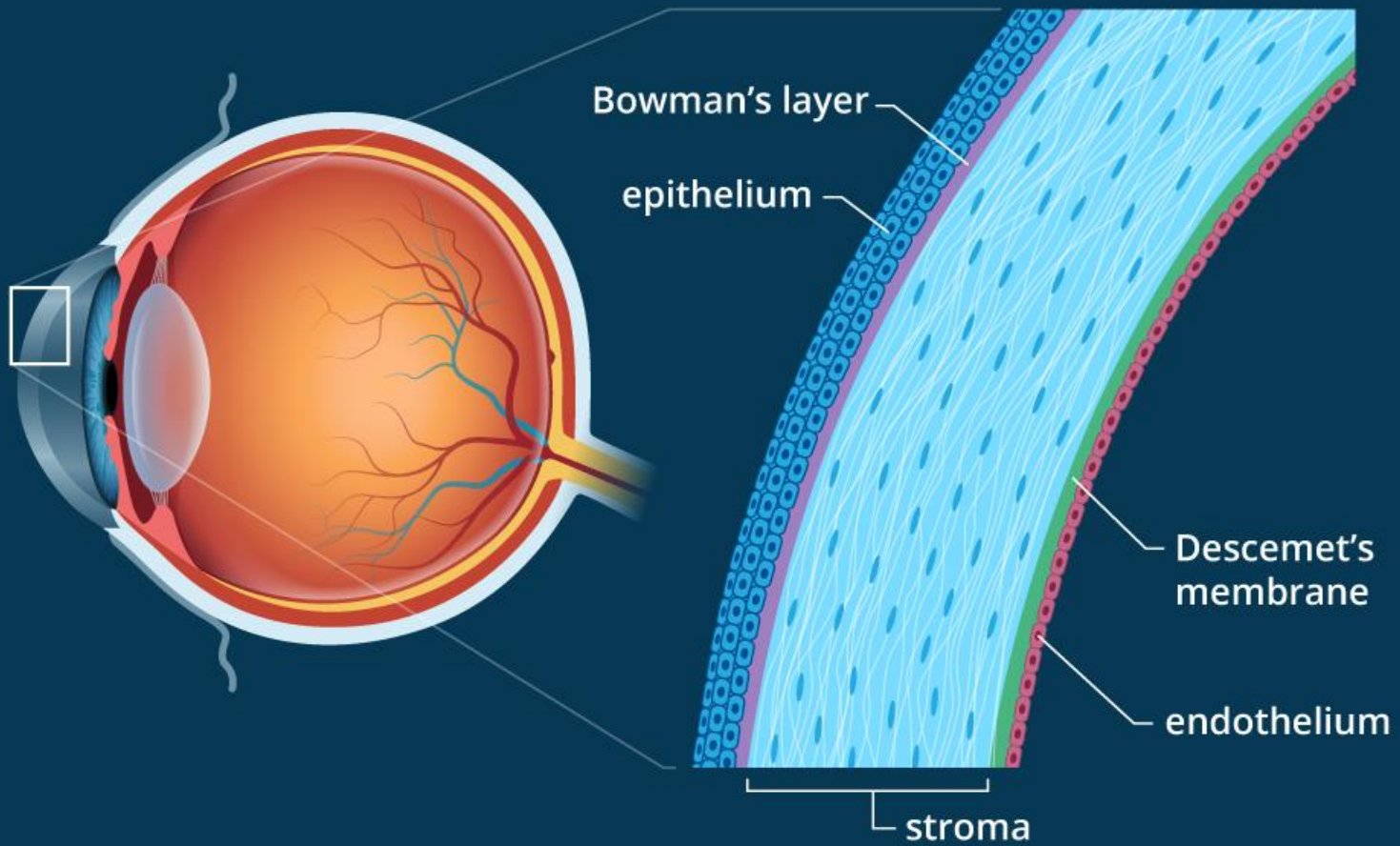
- přední, průhledná, elastická část vazivové vrstvy oka
- nejvíce zakřivená – vyklenuje se dopředu
- pokrývá cca 20 % povrchu oční koule
- žádné cévy
- **stavba:**
 - **vnější epitelová vrstva** - vysoká regenerační schopnost, velké množství senzitivních nervových zakončení → vysoká citlivost na bolest
 - **vnitřní vrstva rohovky** - ploché bb., regulace příjmu vody, metabolitů a iontů

Cévnatka (*choroidea*)

- velmi **tenká, pigmentovaná** blanka
- volně ložená od sklérou, pevně je uchycena v místě výstupu zrakového nervu
- cévy (pro výživu sítnice)
- přední okraj oka – řasnaté tělísko
- **stavba:** vazivové bb., jemná kolagenní & elastická vlákna, krevní kapiláry, pigmentové bb. obsahující melanin

Stavba oka





Zrakový orgán – oční koule (*bulbus oculi*)

Stavba očního bulbu:

Řasnaté tělísko (*corpus ciliare*)

- produkce **komorové** tekutiny
- **stavba:** vazivo, pigmentové bb., hladký sval (*m. ciliaris*), na přední ploše je 70-80 řas upevněných v ciliárních výběžcích

Duhovka (*iris*)

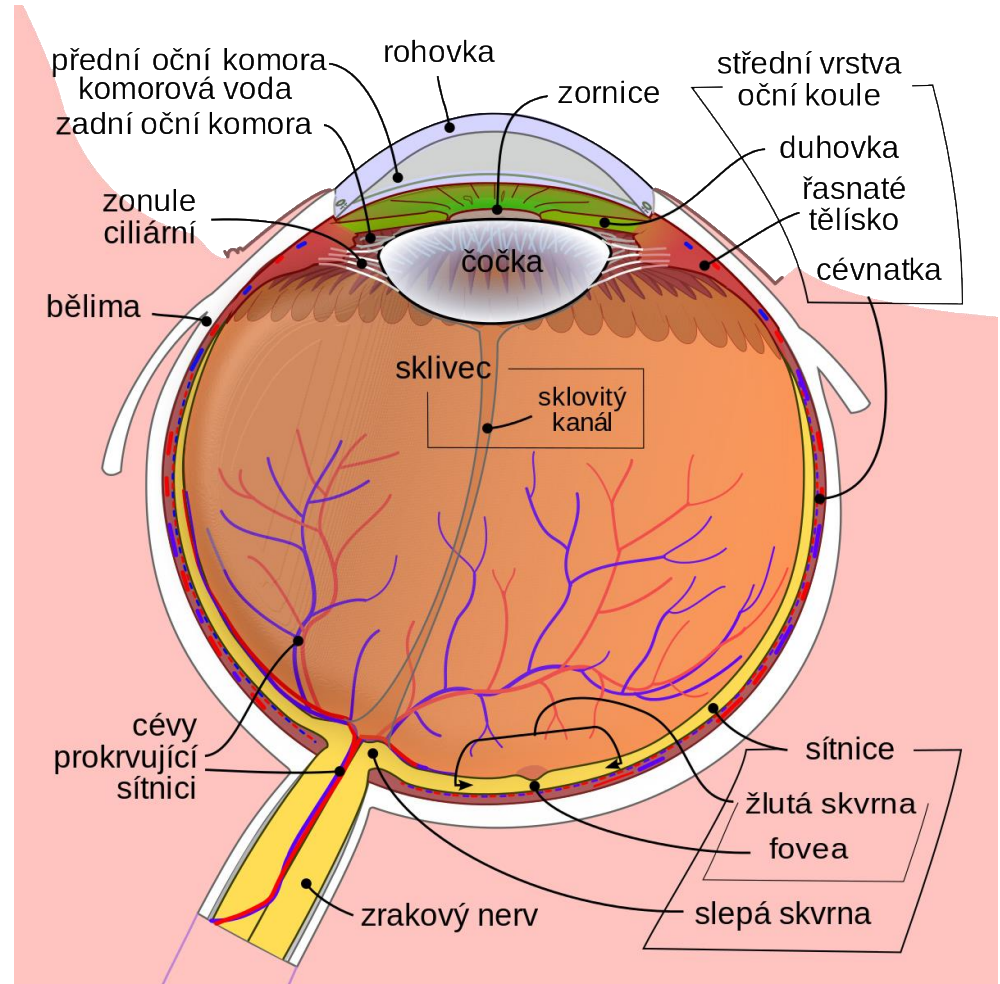
- kruhovitý útvar vybíhající z řasnatého tělíska
- zornice (*pupilla*) – **regulace** množství procházejícího **světla**, **ostrosti**, **cirkulace komorové tekutiny**
- svaly – *m. sphincter pupillae*, *m. dilatator pupillae*

Čočka (*len*)

- bikonvexní tělísko, kde se **láme světlo**
- v dutině mezi rohovkou & duhovkou
- schopnost akomodace (mezi 3-5 mm)
- **stavba:** pouzdro, závěsný aparát (upíná se do pouzdra), vrstva epitelu, čočková vlákna v radiálních řadách

Nitrooční tekutina (*humor aqueus*) & oční komory (*camerae bulbi*)

- **přední oční komora** - mezi rohovkou, řasnatým tělesem, duhovkou & částí přední plochy čočky
- **zadní oční komora** – mezi zadními plochami duhovky, čočky & sklivcem
- **tekutina** - obdobné složení jako mozkomíšní mok, odvádí metabolity, udržuje nitrooční tlak



Zrakový orgán – oční koule (*bulbus oculi*)

Stavba očního bulbu:

Sklivec (*corpus vitreum*)

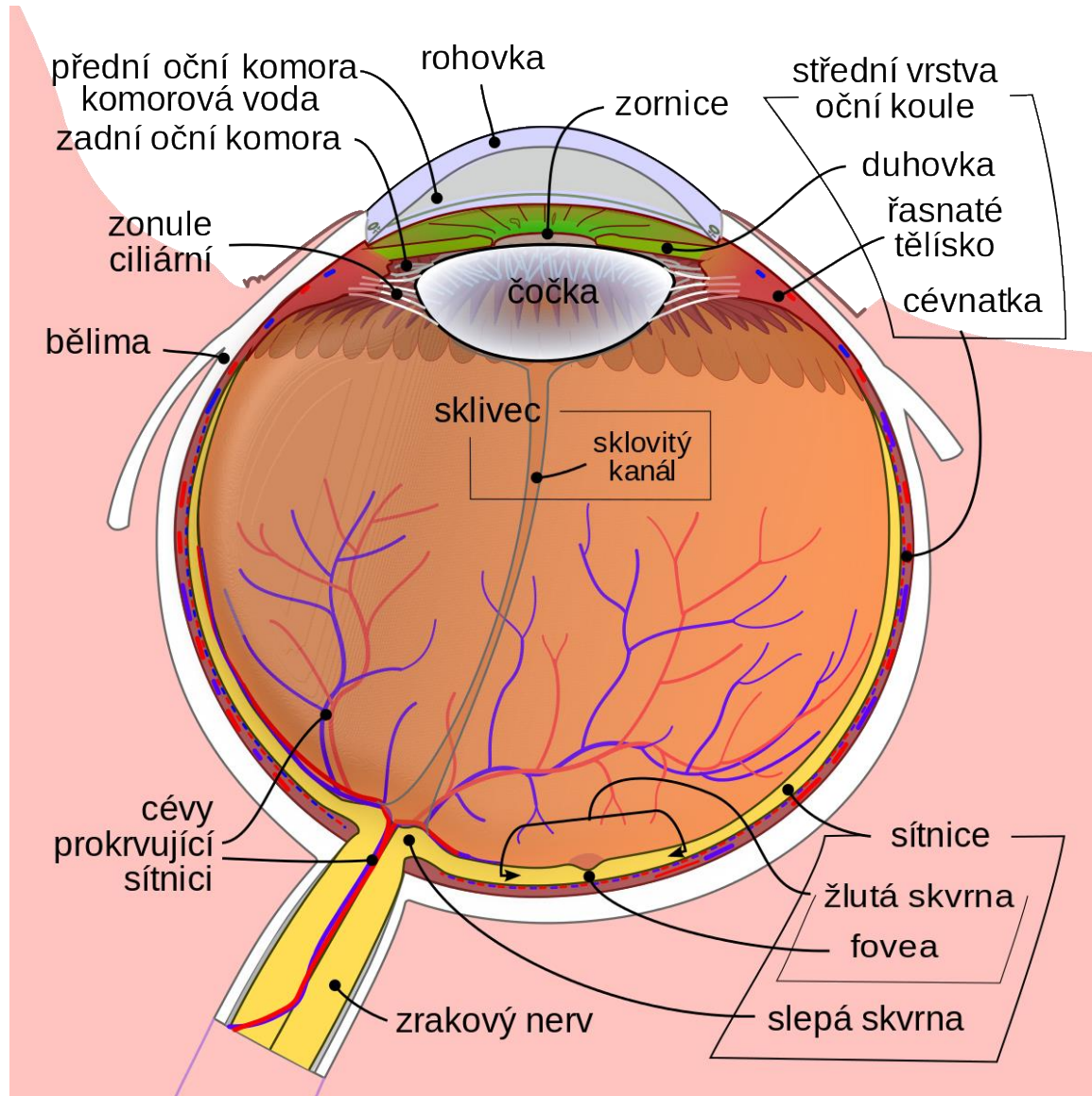
- průhledná, rosolovitá hmota
- vyplňuje zadní segment oka, lne k sítnici
- **stavba:** amorfní hmota, kolagenní vlákna

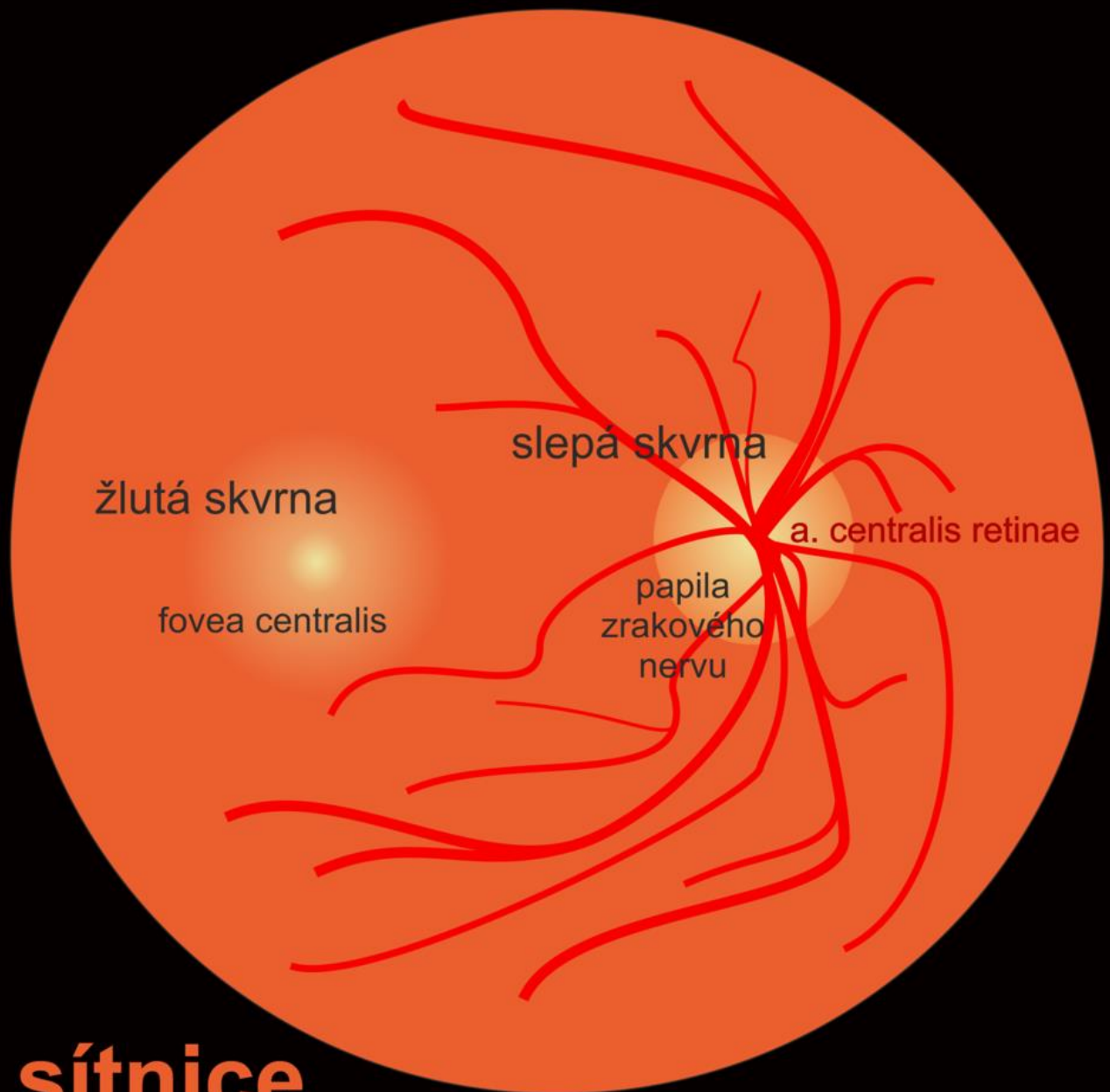
Sítnice (*retina*)

- jemná membrána tvořící vnitřní vrstvu oka
- **vlastní smyslový orgán oka**
- optická část sítnice – zadní část (v místě, kde zraková osa protíná zadní stěnu oka)

Stavba:

- *pars caeca retinae* – epitel, pokrývá zadní stranu řasnatého tělíska & duhovky obráceného směrem ke sklivci
- *pars optica retinae* – zadní část oka:
 - pigmentový epitel
 - **vlastní nervová vrstva** – tyčinky & čípky, neurony zrakové dráhy (bipolární), asociační neurony, gliové bb. (Müllerovy)
 - **žlutá skvrna** – oblast nejostřejšího vidění, nejvyšší koncentrace čípků
 - **slepá skvrna** – místo odstupu zrakového nervu, bez receptorů
 - cévy – *a. centralis retinae*





žlutá skvrna

fovea centralis

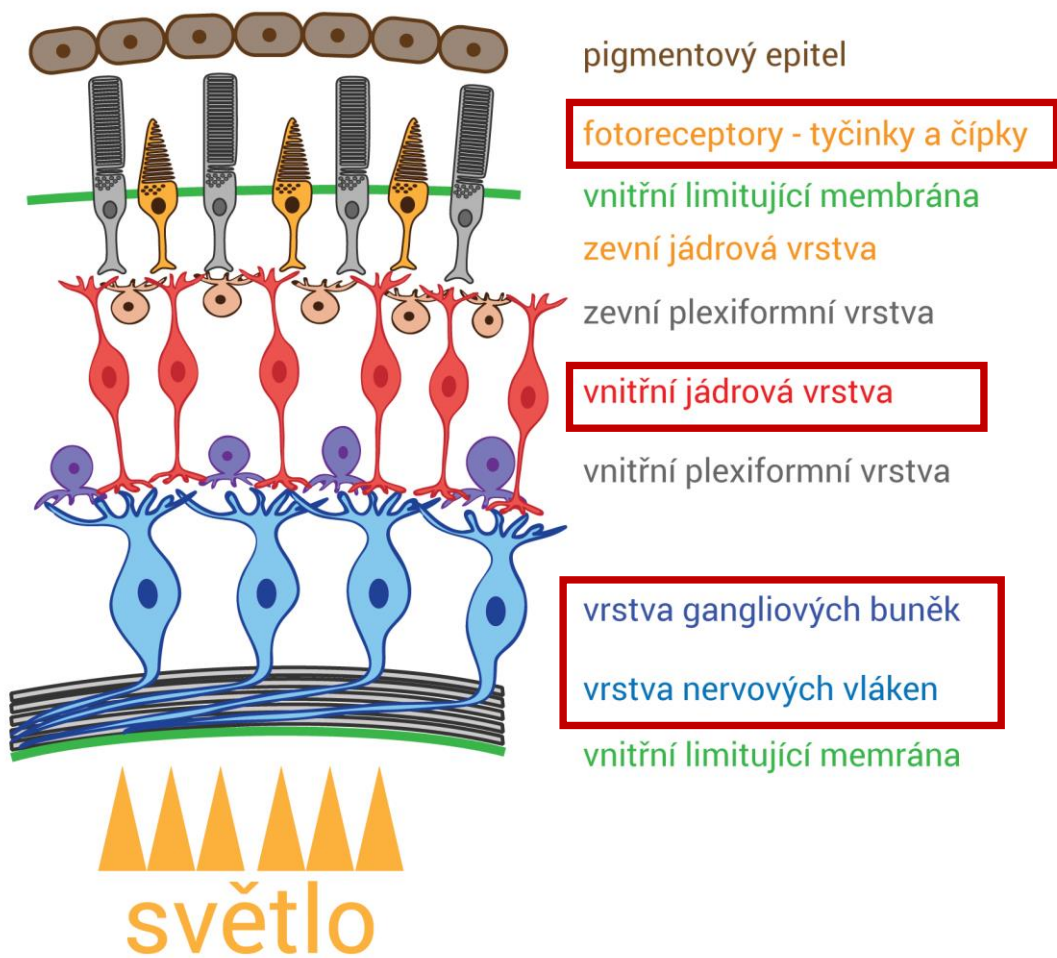
slepá skvrna

papila
zrakového
nervu

a. centralis retinae

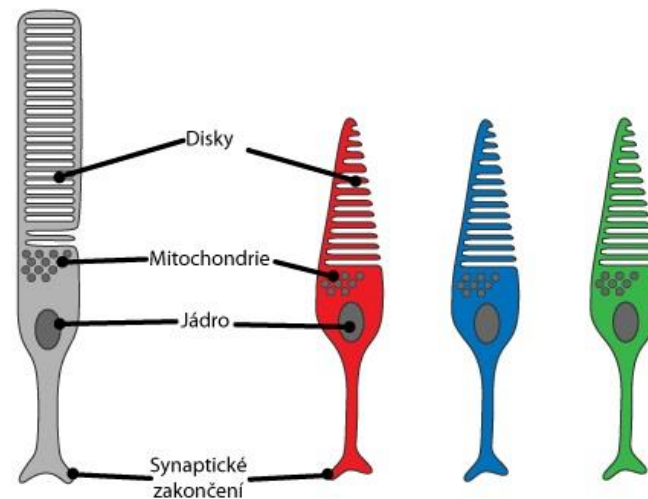
sítnice

vrstvy sítnice



Tyčinka

Čípky



Zrakový nerv (*nervus opticus*), II. hlavový nerv

- párový hlavový nerv
- senzorický nerv – přenáší vizuální informace do zrakových center v mozku
- začíná v oční sítnici

Stavba:

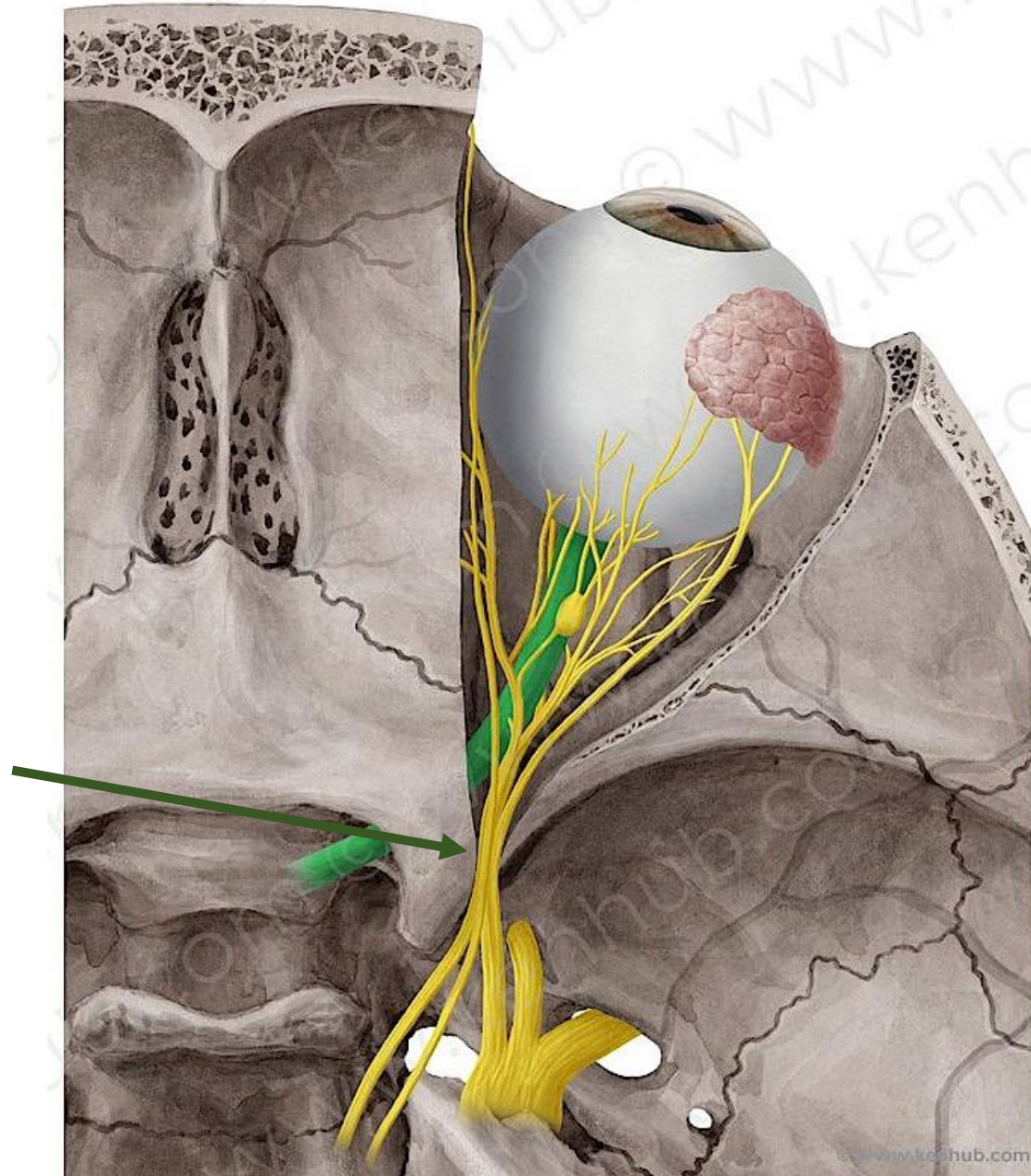
- soubor axonů gangliových buněk sbíhajících se ze sítnice
- má na svém povrchu mozkové pleny (dáno embryonálním vývojem oka)

Funkce:

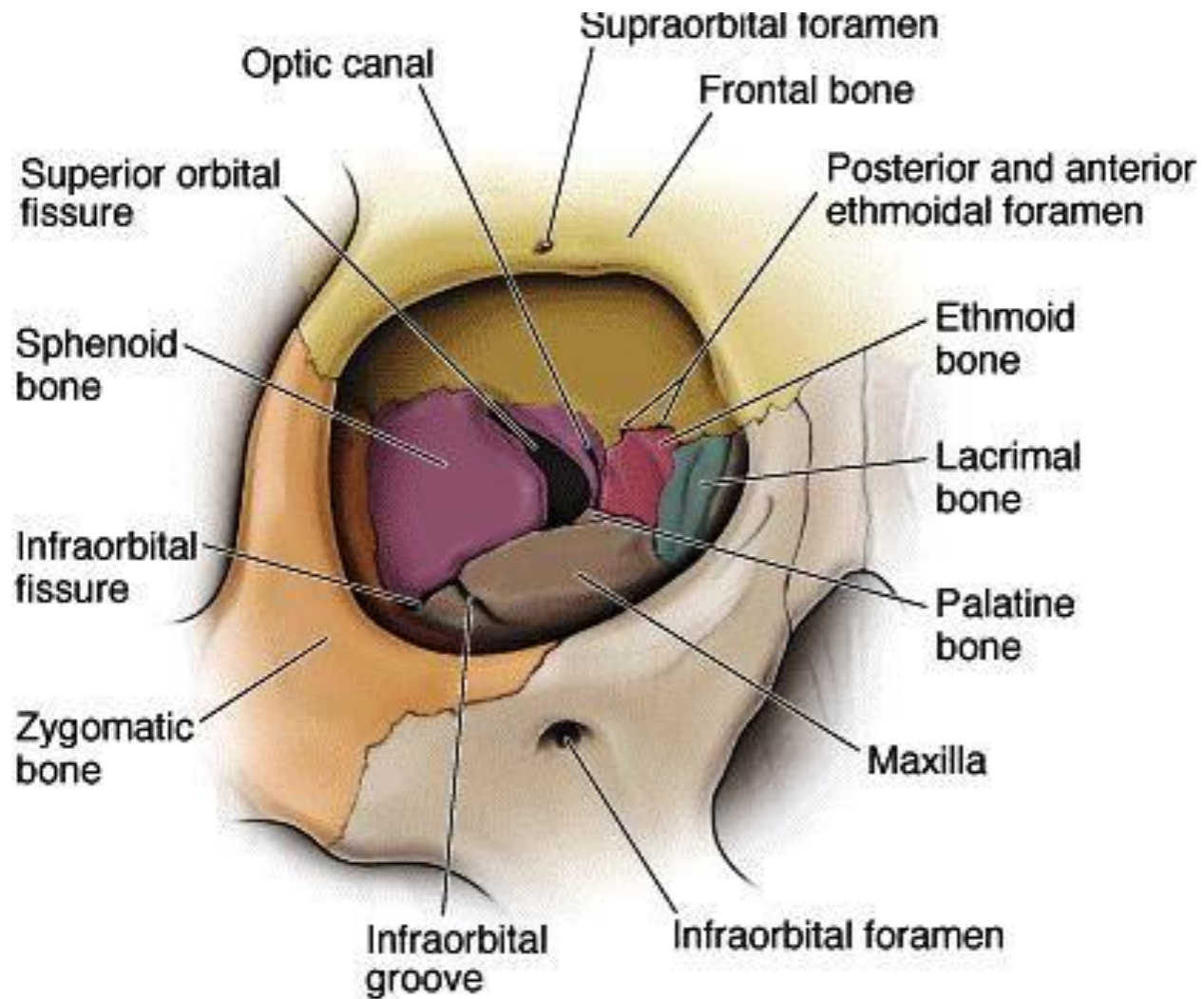
- přenáší informace ze sítnice do Broadmannových okřsků (17-19) uložených v **týlním laloku mozkové kůry**

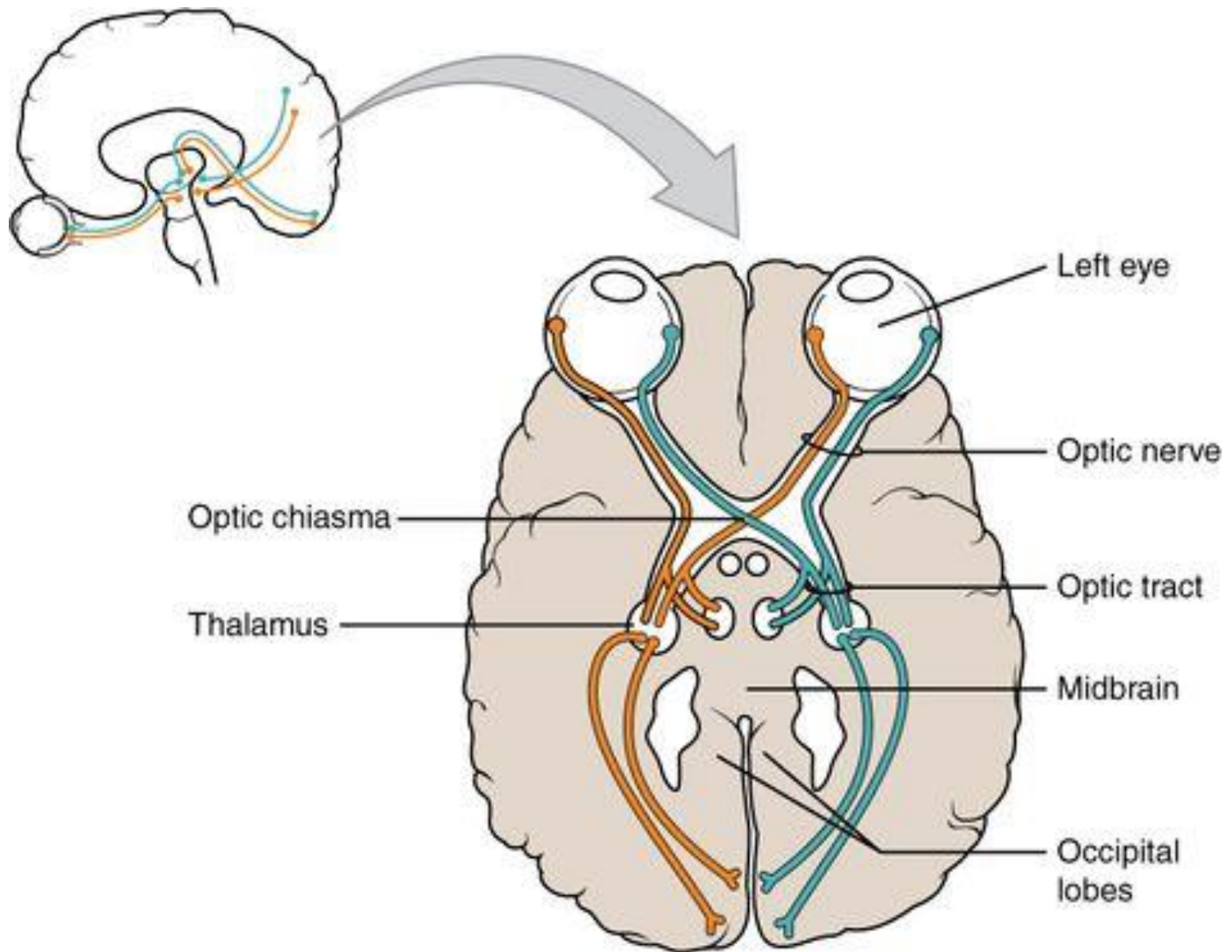
Průběh:

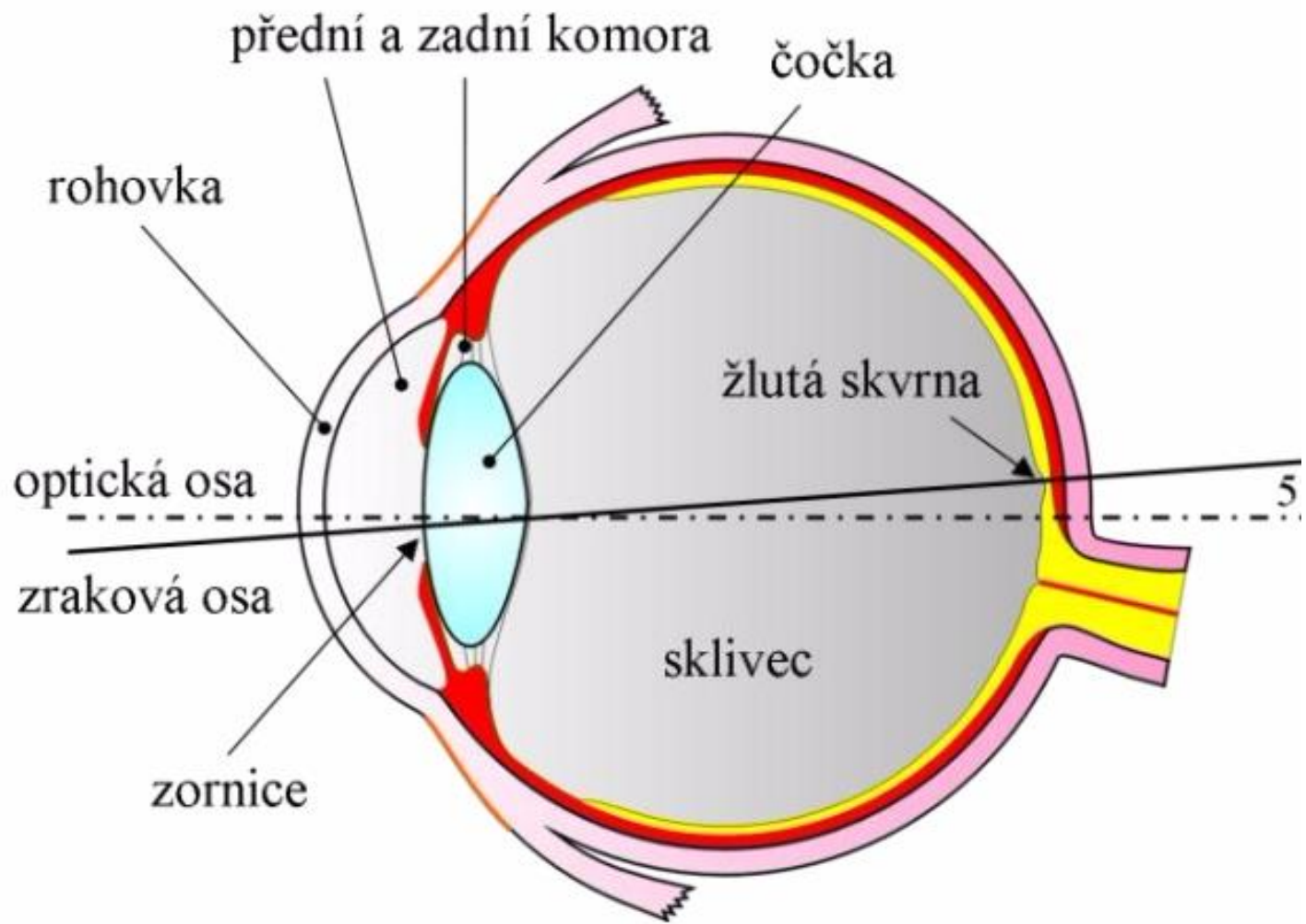
- z oční koule vystupuje ze slepé skvrny
- do lebky vstupuje přes *canalis opticus* (klínová kost)
- před hypofýzou se kříží v *chiasma opticum*
- pokračuje jako *tractus opticus* do thalamu



orbita







Přídavné orgány oka

Funkce:

- mechanicky & chemicky chrání oko před poškozením
- zajišťují postavení & pohyb
- regulace světla dopadajícího na sítnici

Okohybné svaly

- zajišťují pohyby – abdukce, addukce, elevace, deprese
- 2 skupiny
 - **přímé** – začínají vzadu v očnici & upínají se vepředu na bulbus (do skléry); *m. rectus superior, inferior, medialis, lateralis*
 - **šikmé** – *m. obliquus superior, inferior*

Víčka (*palpebra superior & inferior*)

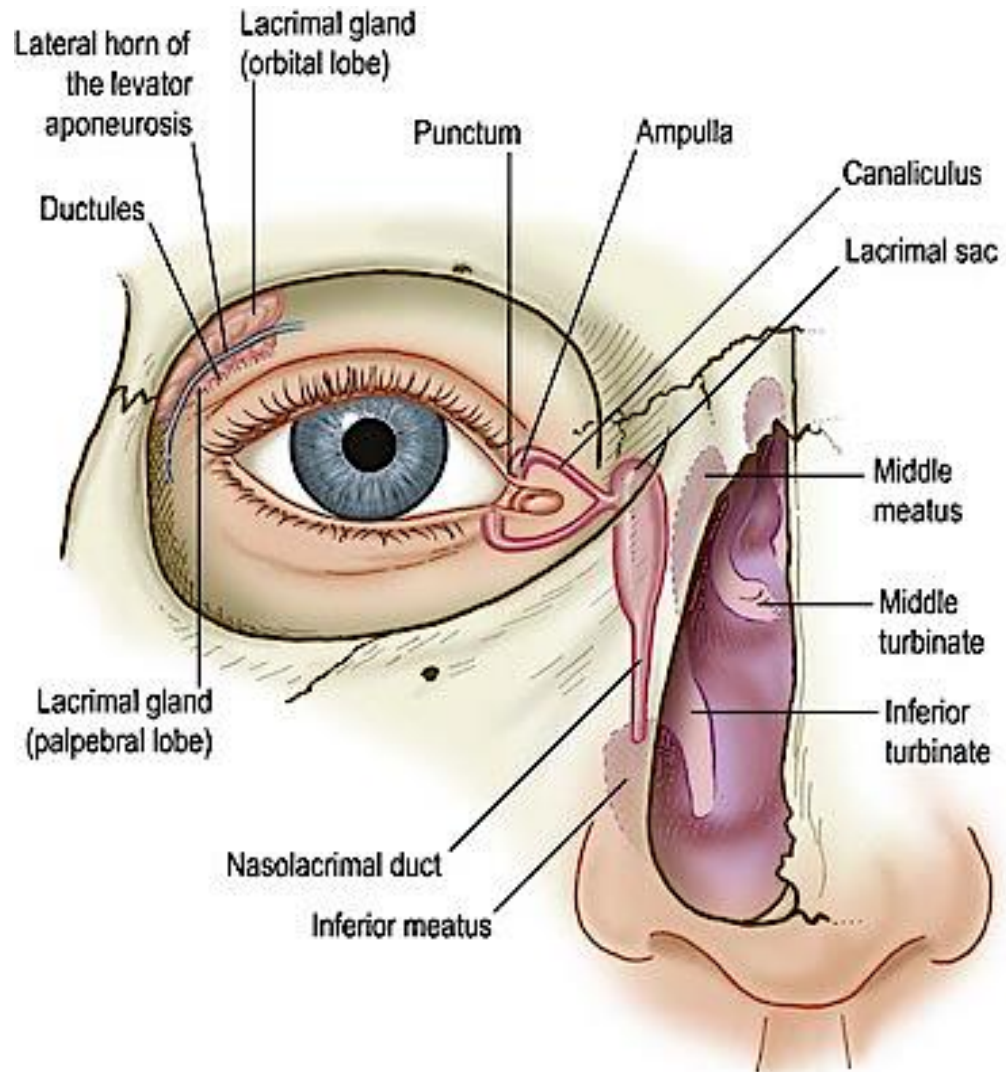
- ohraničují oční štěrbinu, uzavírají
- **stavba:** vazivová ploténka, tenká kůže, podkožní vazivo, řasy (*cilie*), drobné žlázy, podkladem *m. orbicularis oculi*

Spojivka (*conjunctiva*)

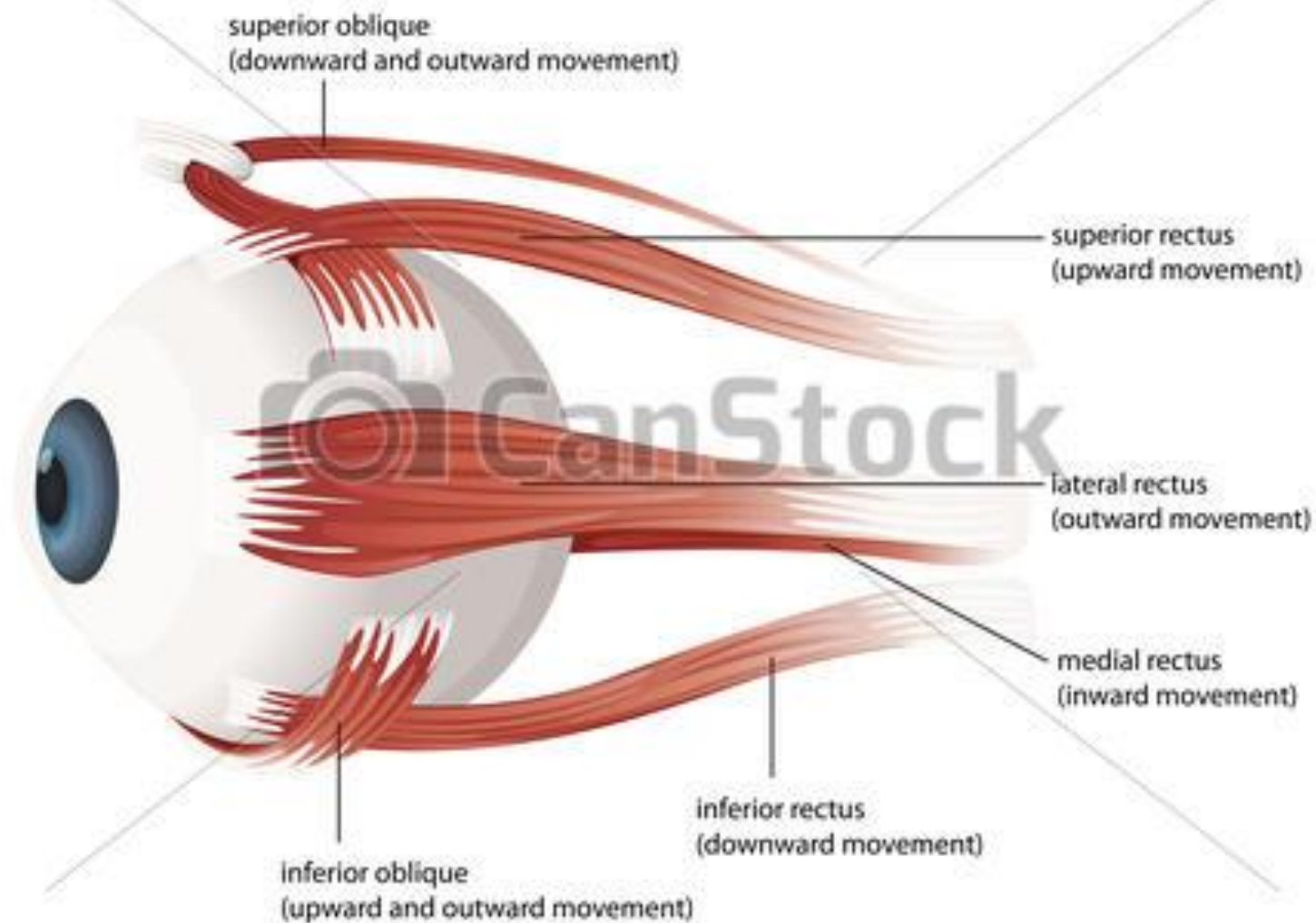
- slizniční blanka
- přechází z vnitřní plochy víček na přední část bělimy
- ve vnitřní koutku oka se spojují v řasu s drobnou bradavkovitou vyvýšeninou – odtékají slzy do vývodů slzných cest

Slzné ústrojí (*apparatus lacrimalis*)

- slzná žláza (*glandula lacrimalis*), odvodné slzné cesty, slzný vak (*saccus lacrimalis*), slzovod (*ductus lacrimalis*)



Muscles of the Human Eye



Sluchové & rovnovážné ústrojí

- soubor orgánů zajišťujících příjem, přenos & zpracování vjemů **zvukových, pohybových & polohových**

Části sluchového ústrojí:

Zevní ucho (*auris externa*)

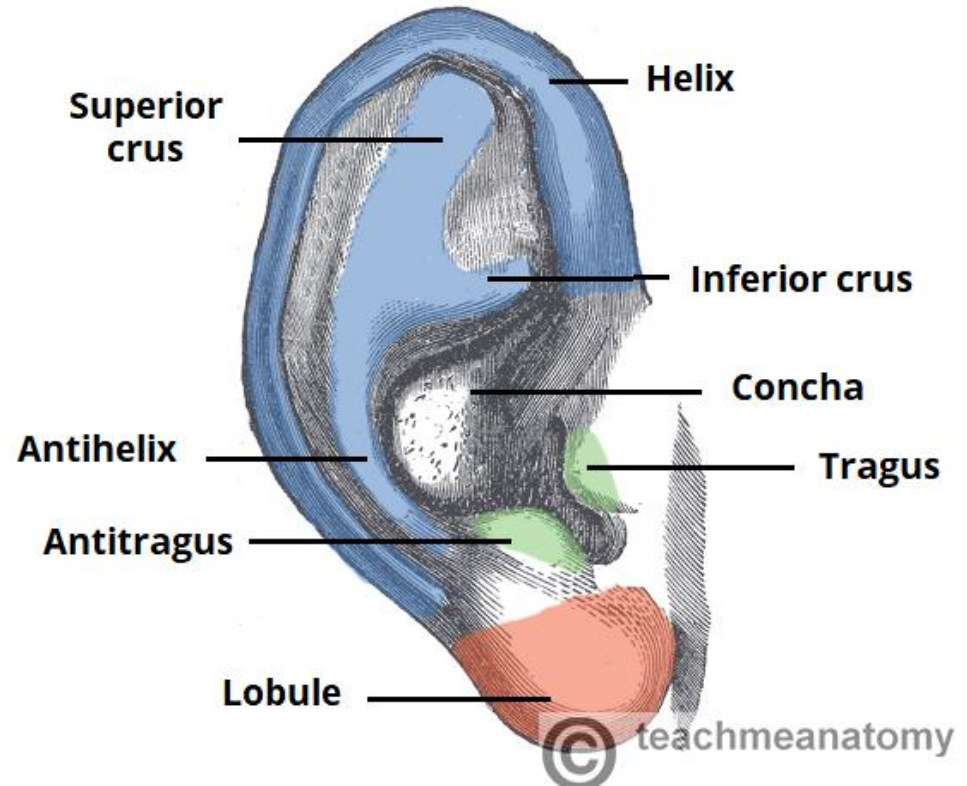
- zachycuje, koncentruje & převádí zvuk chvěním boltce, zvukovodu & bubínku

Ušní boltce (*auricula*)

- nálevkovitá, nepravidelně zprohýbaná chrupavka
- tenká kůže na povrchu
- poloha & tvar boltce ovlivňuje slyšení (u člověka je k hlavě přivrácen v úhlu 20-40°)
- horní okraj v úrovni kořene nosu
- dolní okraj v rovině kostěného vchodu do nosní dutiny
- tvar & velikost boltce jsou variabilní (přesný popis má uplatnění v antropologii, plastické chirurgii)

Stavba:

- elastická chrupavka (lalůček bez chrupavčitého podkladu)
- podkožní vazivo pouze na lalůčku
- rudimentární svaly



Zevní ucho (*auris externa*)

Zevní zvukovod (*meatus acusticus externus*)

- 2,5 cm dlouhá trubice, 6-8 mm v průměru
- probíhá v horizontální rovině mírně esovitě, ve frontální rovině je zakřiven do konvexního oblouku
- mediálně je zakončen bubínkem
- zvuková vlna projde zvukovodem, narazí do bubínku & pokračuje dál do nitra ucha

Stavba:

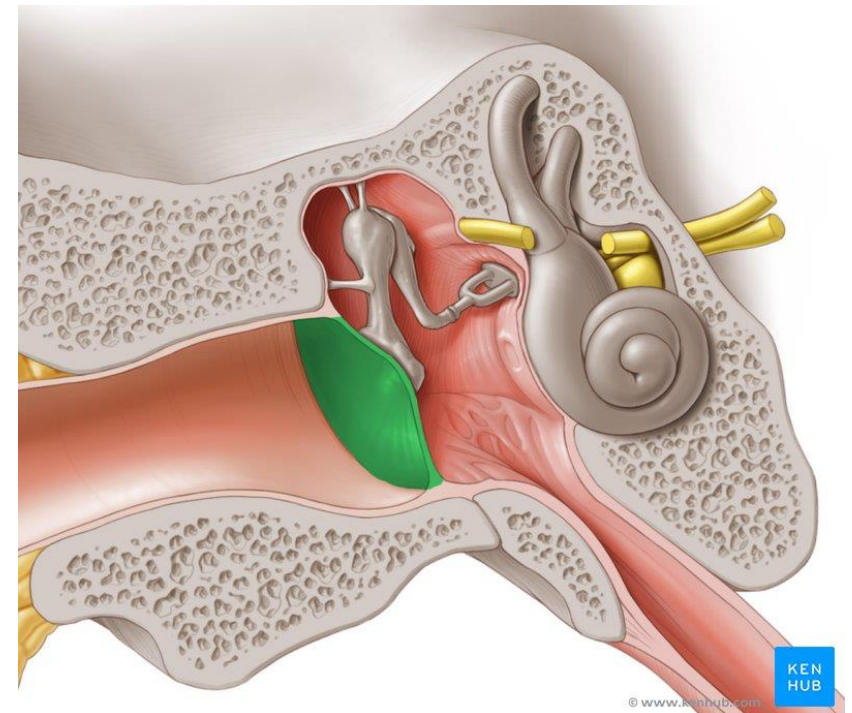
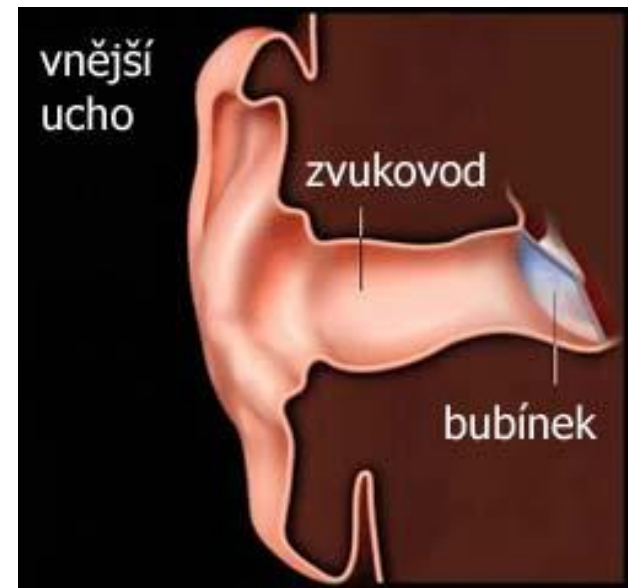
- **zevní oddíl** zvukovodu má chrupavčitý podklad
- **vnitřní oddíl** má kostěný podklad (*os temporale*)
- kůže je pevně připojena ke kostěnému povrchu
- mnoho mazových žláz – produkují ušní maz (*cerumen*), ochranná funkce

Bubínek (*membrana tympani*)

- hranice mezi vnějším & středním uchem
- po nárazu zvukové vlny se rozechvěje, zesílí vibrace & předává je do středního ucha (rozkmitává středoušní kůstky)
- vysoce pružný
- mírně vtlačený do středoušní dutiny – podmíněno tahem středoušních kůstek & svaelem (*m. tensor tympani*)

Stavba:

- vazivová blanka (tloušťka - 0,1 mm, průměr – 8x10 mm)
- na obvodu prsténkovitá chrupavka
- zesílený okraj zapadá do žlábků na spánkové kosti (*sulcus tympanicus*)
- na zevní straně kůže
- na vnitřní straně sliznice



Střední ucho (*auris media*)

- zesiluje & přenáší chvění k vnitřnímu uchu

Středoušní dutina (*cavitas tympani*)

- prostor v *os temporale*
- laterální stranu tvoří bubínek (*membrana tympani*)
- mediálně je oddělena kostí od prostor vnitřního ucha (2 okénka)
- strop je tvořen lamelou *os temporale* (sousedí s střední lebeční bránou)

Středoušní kůstky (*ossicula auditum*)

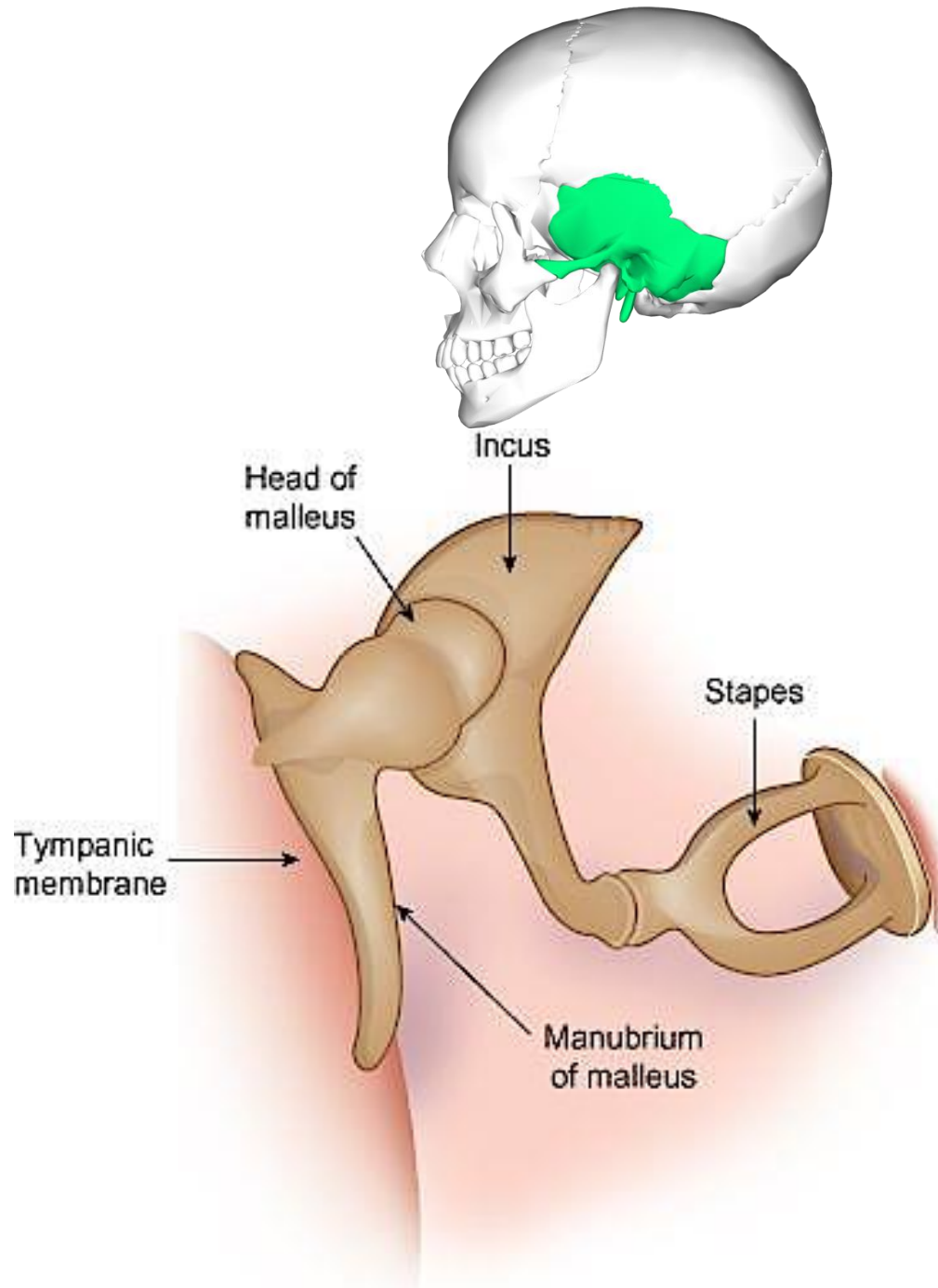
- **kladívko (*malleus*)**
 - rukojeť přirůstá k bubínku, hlavička se kloubně spojuje s kovadlinkou
- **kovadlinka (*incus*)**
 - kloubní spojení s třmínkem
- **třmínek (*stapes*)**
 - báze přirůstá k oválnému okénku kostní přepážky mezi středoušní dutinou & vnitřním uchem

Středoušní svaly:

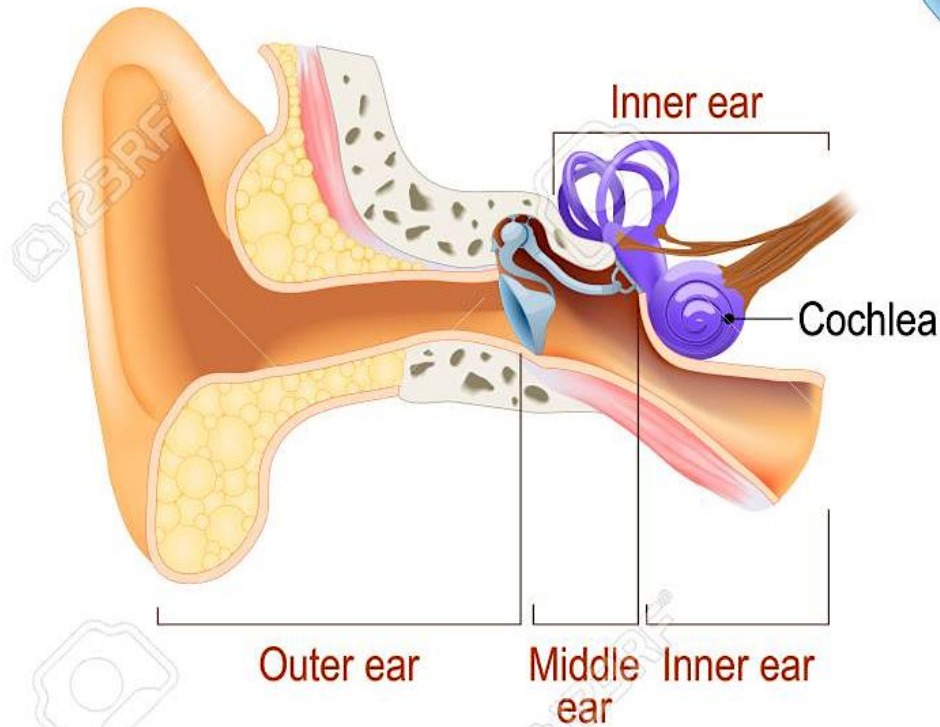
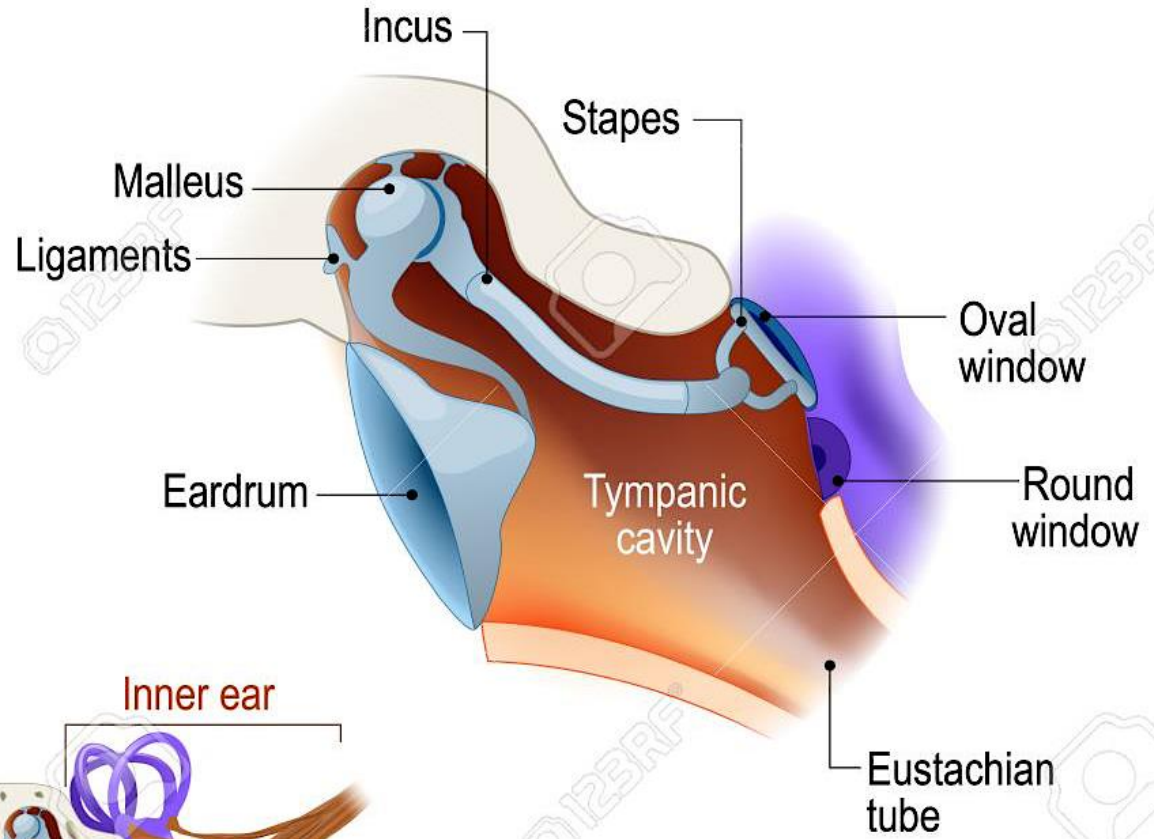
- ***m. tensor tympani***
 - začíná u ústí Eustachovy trubice, upíná se na rukojeť kladívka
- ***m. stapedius***
 - mezi kostěnou vyvýšeninou zadní strany středoušní dutiny & rameny třmínku

Stavba:

- středoušní dutina je vystlaná sliznicí, která přirůstá pevně k periostu spánkové kosti
- sliznice obaluje i kůstky, příslušnou stranu bubínku; mnoho dutinek → zánět

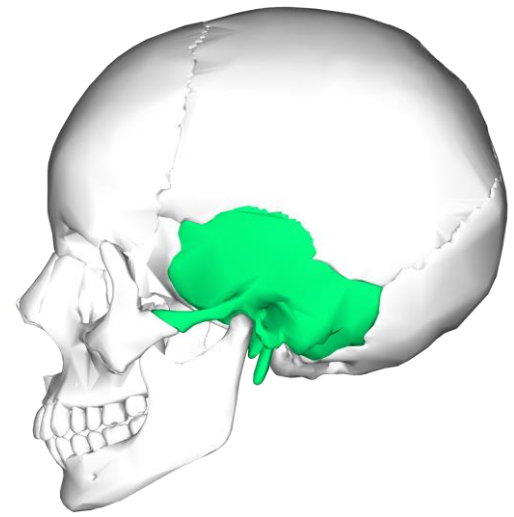
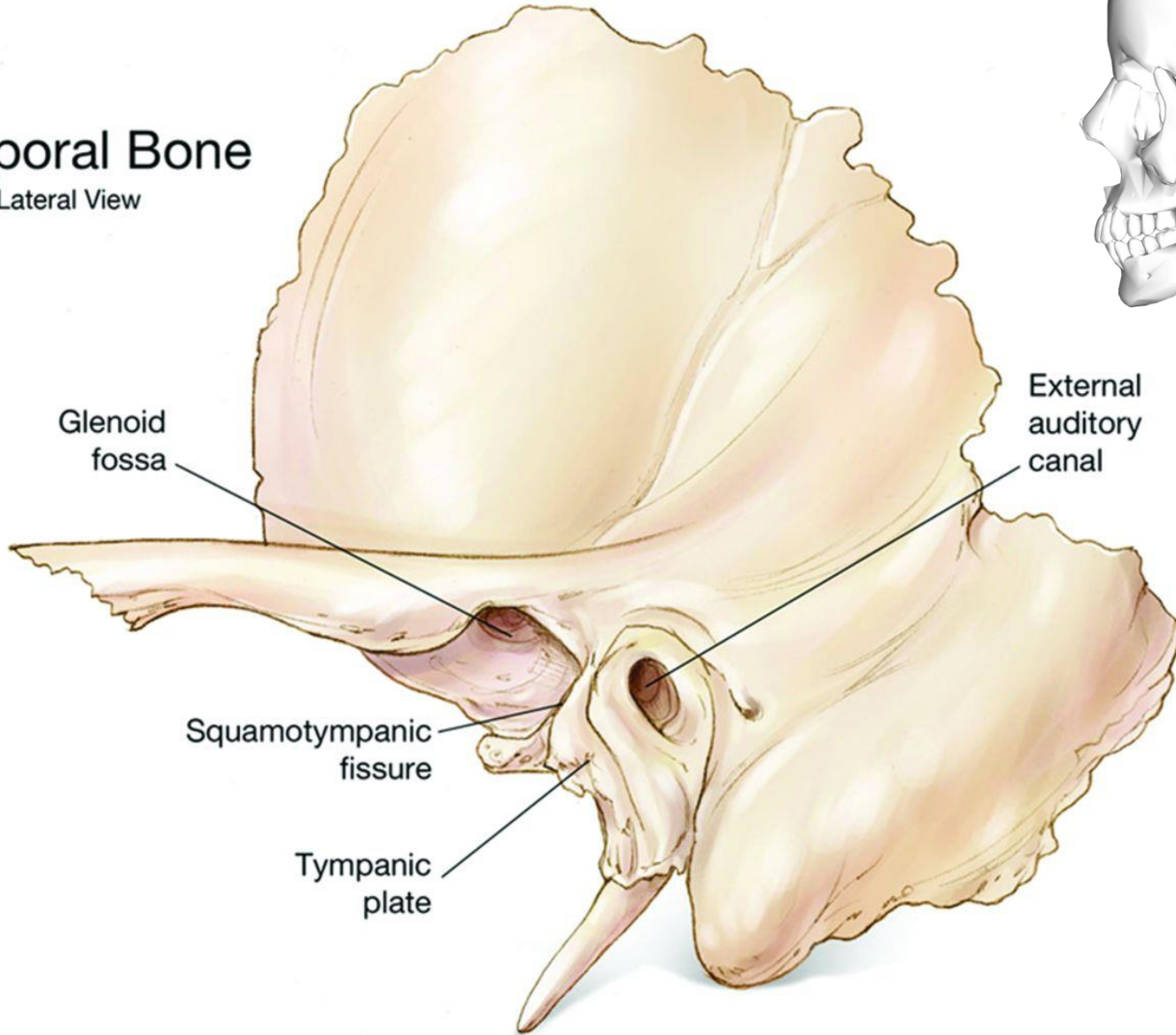


Střední ucho



Temporal Bone

Lateral View



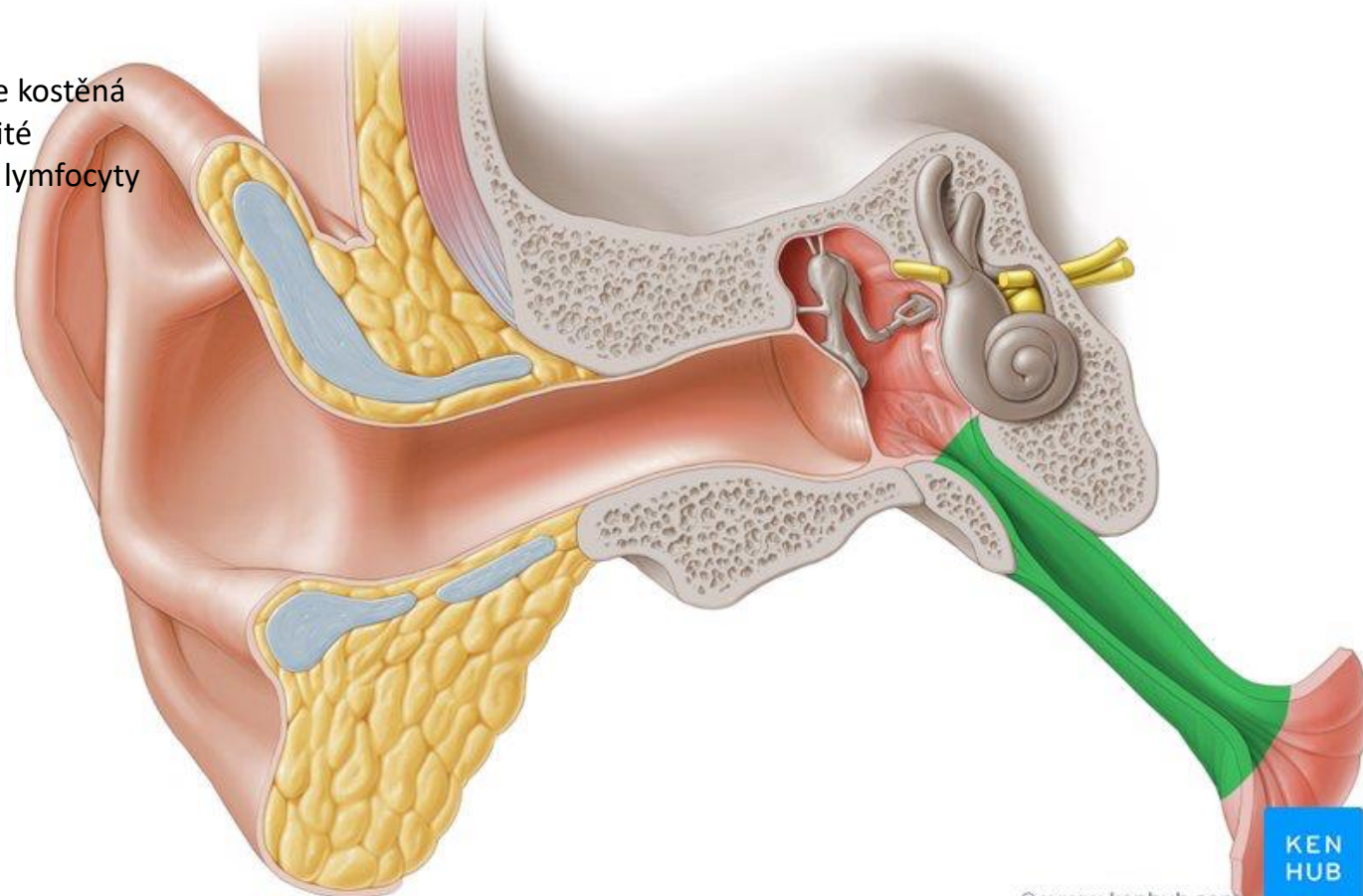
Střední ucho (*auris media*)

Eustachova trubice (*tuba auditiva*)

- spojuje středoušní dutinu s nosohltanem
- délka 4 cm
- při polykání zajišťuje ventilaci středoušní dutiny
- začíná u dna středoušní dutiny, proniká spánkovou kostí, ústí na boční straně nosohltanu

Stavba:

- vnitřní třetina trubice je kostěná
- další 2/3 jsou chrupavčité
- sliznice je prostoupena lymfocyty



Vnitřní ucho (*auris interna*)

- převádí došlé zvuky & mechanické kmity na specifické nervové impulzy → sluchový analyzátor v mozkové kůře
- orgány pro udržování rovnováhy

Kostěný & blanitý labyrint

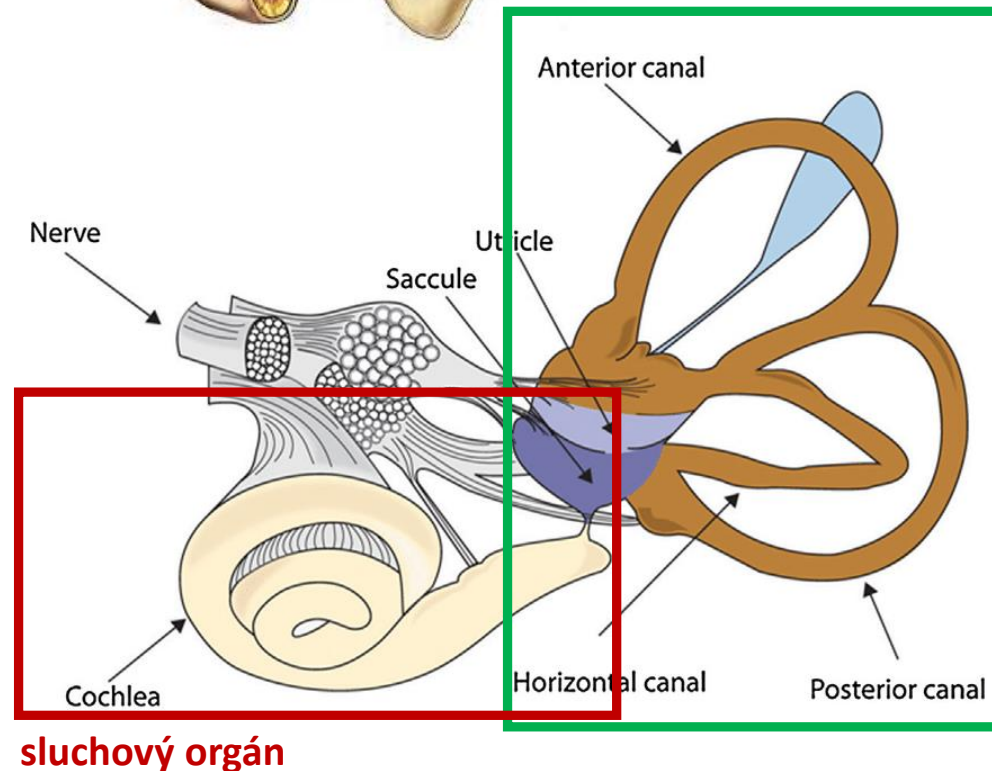
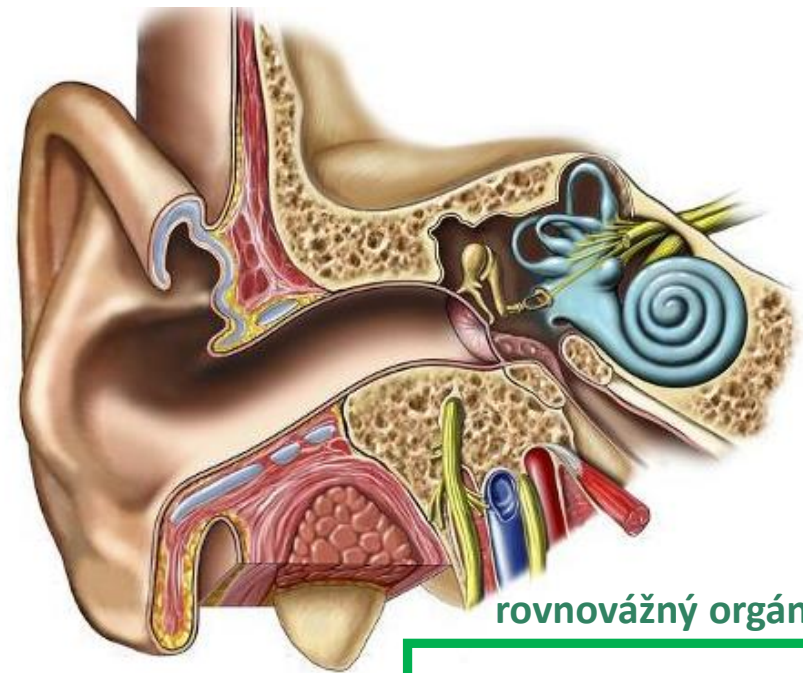
- kanálky & dutinky v *os petrosum*
- **kostěný** obsahuje vlastní blanitý labyrint
- ze středouší dva otvory – oválný (báze třmínku) & kulatý otvor
- mezi kostěným & blanitým labyrintem je perilymfa
- **blanitý** labyrint obsahuje rovnovážný & sluchový orgán

Rovnovážný (vestibulární) orgán:

- hlavním centrem polohy & pohybu je mozkový kmen (zpracovává informace z očí, šije, svalů, kloubů & vestibulárního aparátu) & mozeček (rovnováha)
- skládá se z 3 polokruhovitých kanálků & dvou váčků

➤ centrální dutina (*vestibulum*)

- detekuje **polohu & pohyb**
- **vejčitý váček (*utricle*)**
 - v horní-zadní části vestibula
 - vybíhají z něj 3 polokruhové kanálky & tenká trubička spojující *utricle* & *sacculus*
 - detekuje **horizontální pohyb**
- **kulovitý váček (*sacculus*)**
 - menší
 - vychází kanálek spojující jej s blanitým hlemýžděm
 - detekuje **vertikální pohyb**



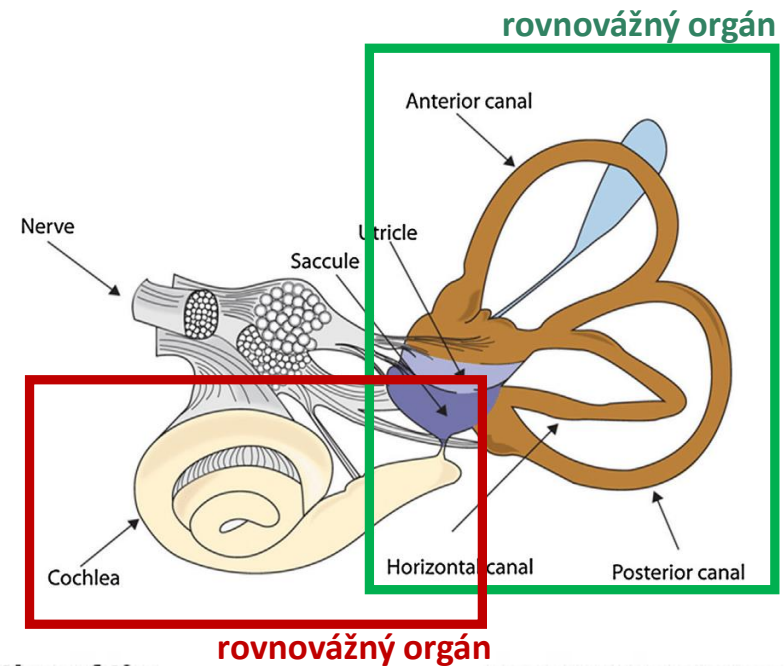
Vnitřní ucho (*auris interna*)

Rovnovázný (vestibulární) orgán:

- **centrální dutina** (*vestibulum*)

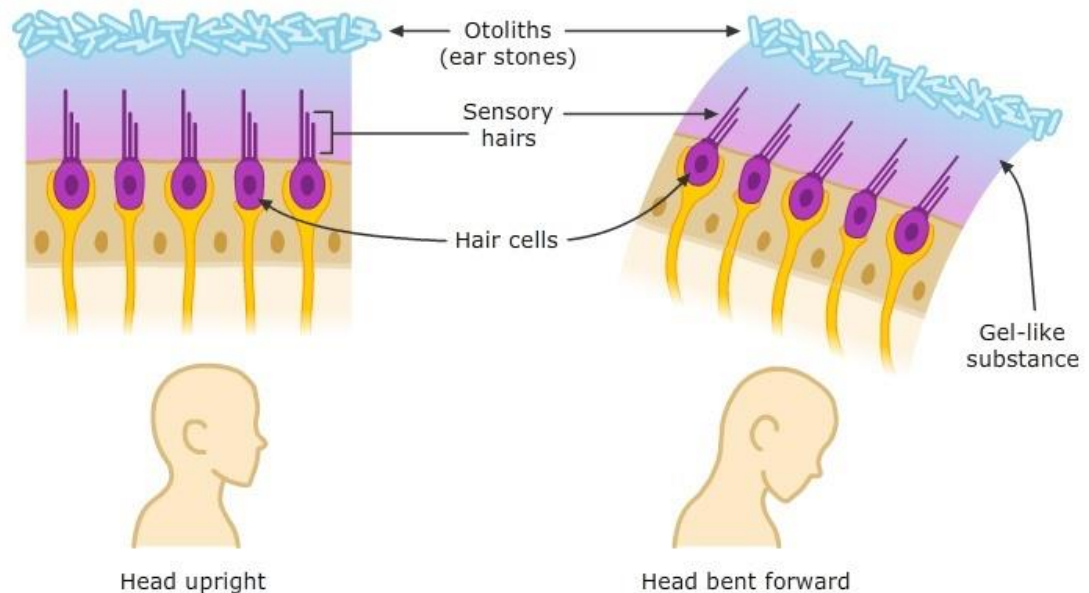
Stavba:

- vazivová membrána
- vnitřní povrch je vystlán plochým epitelem
- receptorní políčka (*maculae*)
 - podpůrné bb.
 - **smyslové bb. s stereocíliemi**
 - krystaly uhličitanu vápenatého (tzv. **otolity**) → dle nasedání na cílie je detekován pohyb
- endolymfa – tekutina, jejíž pohyb se přenáší na krystaly & stereocílie



Upright section of the utricular macula

Displaced section of the utricular macula



Vnitřní ucho (*auris interna*)

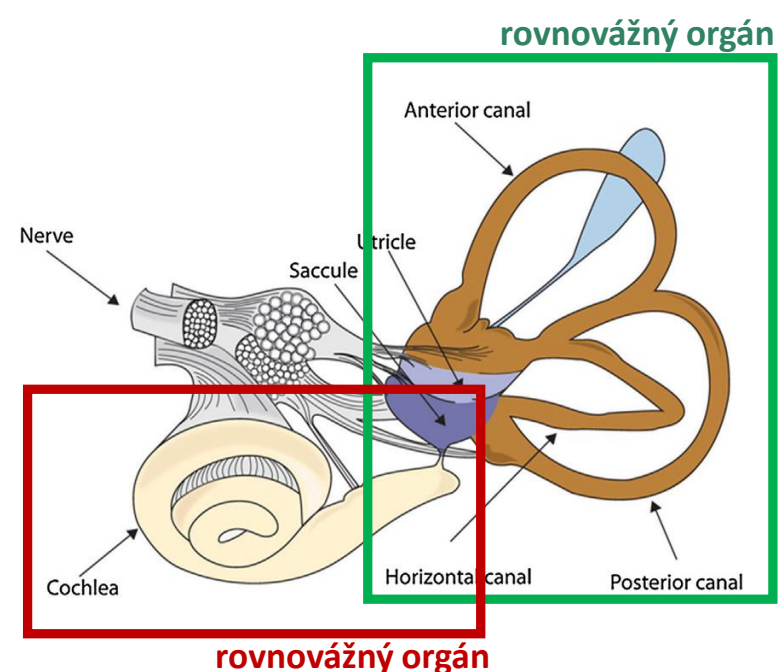
Rovnovážný orgán:

➤ polokruhové kanálky (*ductus semicircularis*)

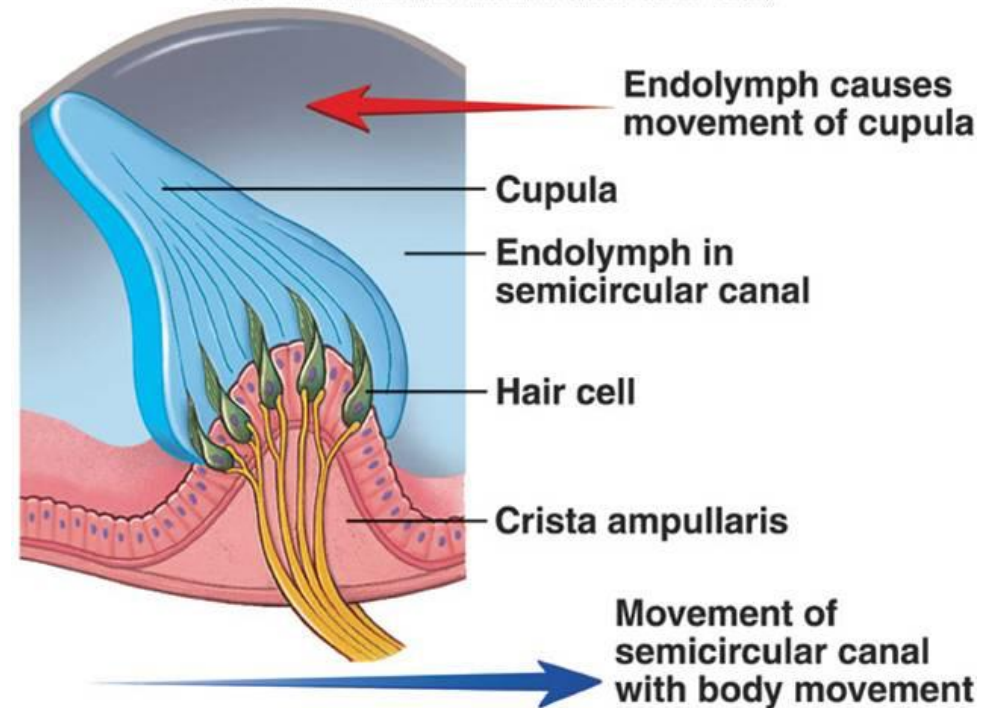
- registrují **roviny pohybu**
- 3 kanálky vycházející z utrikulu
- na začátku jsou rozšířeny (**ampuly**) – obsahují smyslové bb. & stereocílie (tvoří **kupuly**) → ty jsou drážděny pohybem endolymfy (mechanická energie hlavy rozpojuje endolymfu) → jsou převáděny částí VIII. hl. nervu do mozkového kmene, mozečku (rovnováha)
- receptory jsou drážděny **při rotačních pohybech hlavy**

Stavba:

- obdobná stavba jako u vestibula, endolymfa



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



Vnitřní ucho (*auris interna*)

Sluchový orgán:

➤ blanitý hlemýžď (*cochlea*)

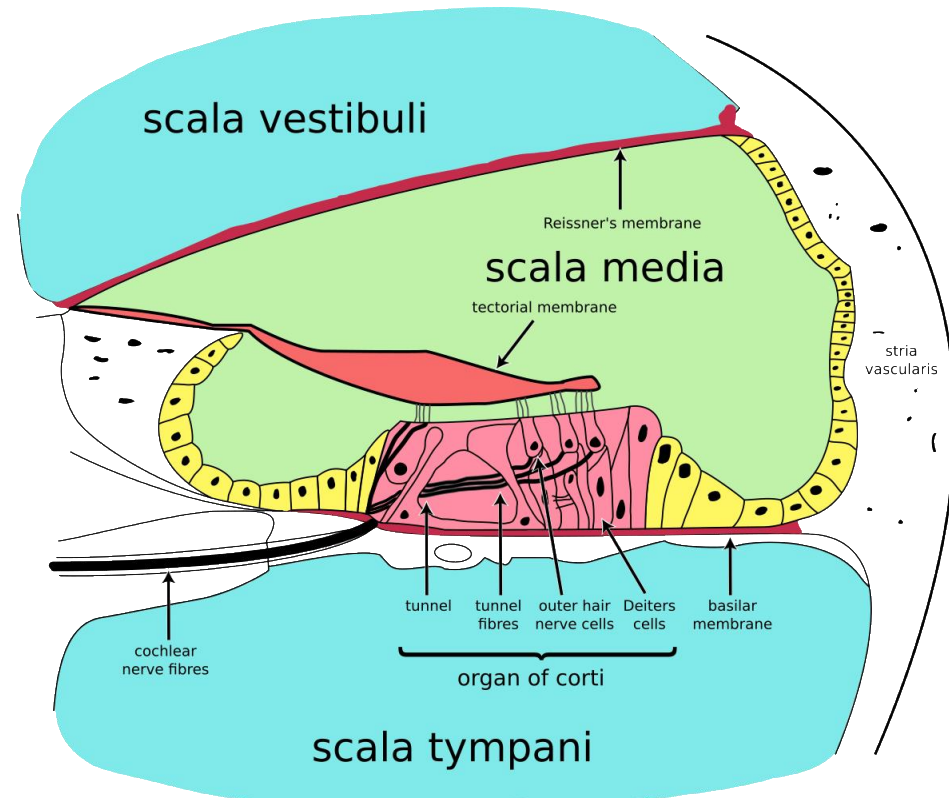
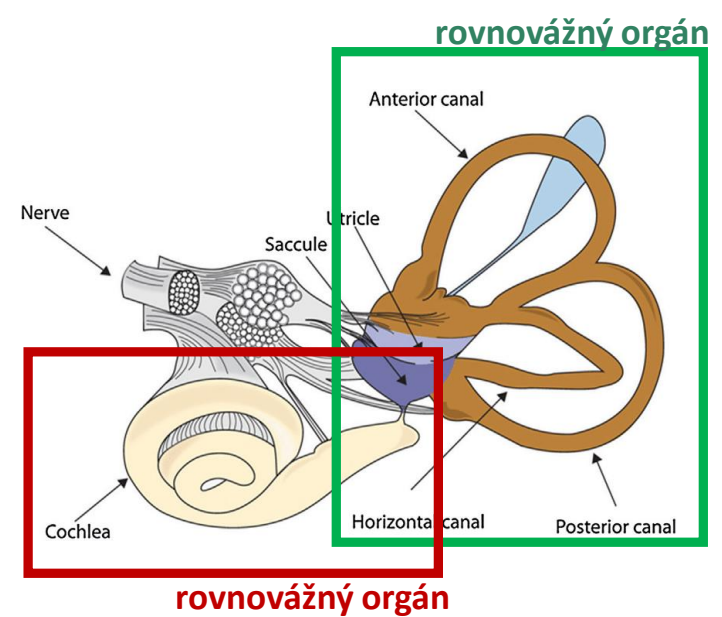
- 25 mm dlouhá, spirálně stočená trubice
- vyplněný tekutinou (perilymfa, endolymfa)
- hlemýžď je rozdělen na 3 patra:
 - *scala vestibuli* - perilymfa
 - *scala media* - umístěn sluchový receptor = Cortiho orgán
 - *scala tympani* - perilymfa

Cortiho orgán:

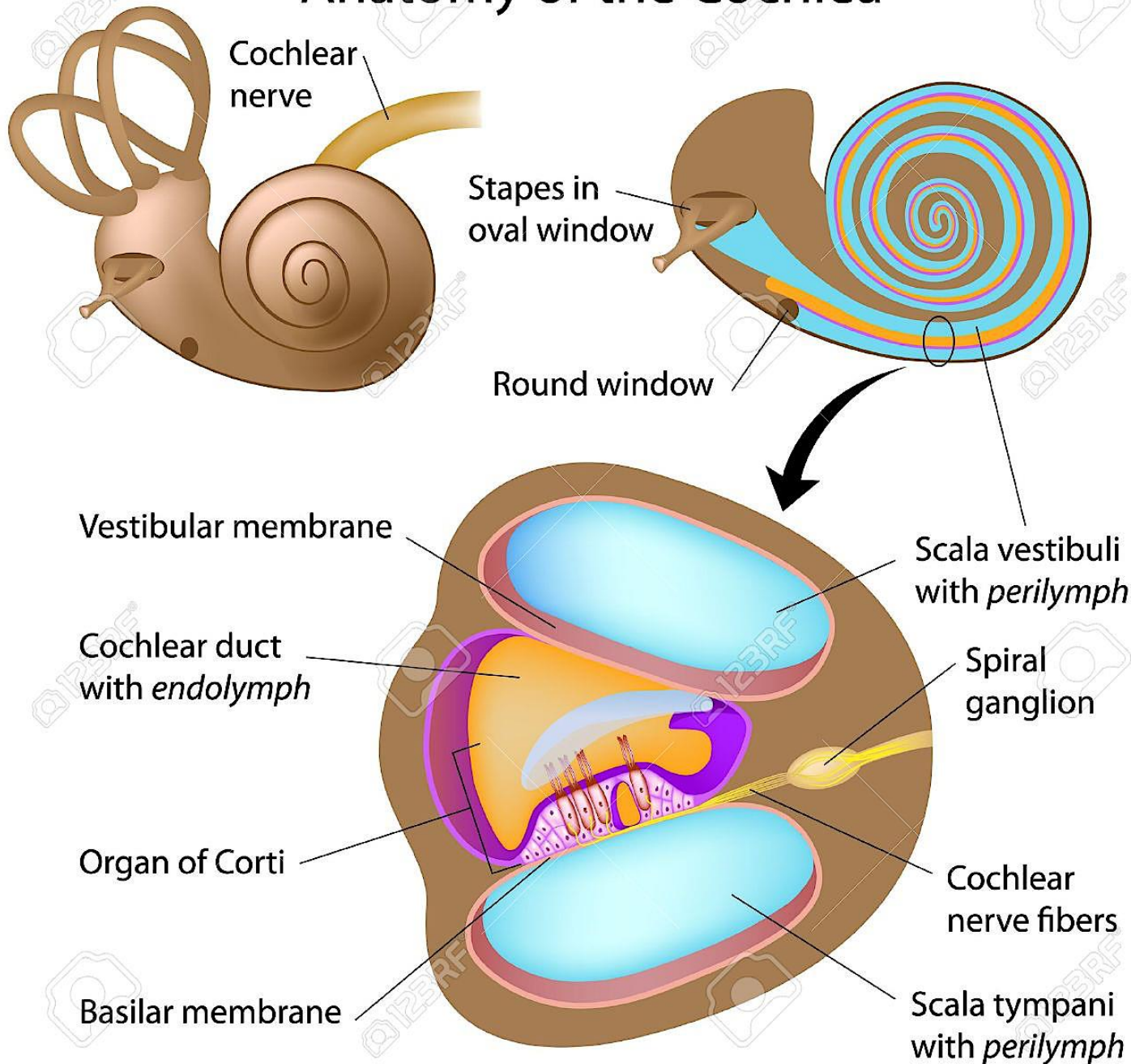
- útvar složený z membrán, receptorových vláskových buněk & endolymfy
- vláskové výběžky receptorových bb. jsou drážděny pohybem endolymfy & perilymfy způsobující deformace membrán (mechanická energie) → převáděny na sluchový signál, který je veden do sluchového centra v CNS
- umístěn na bazilární membráně

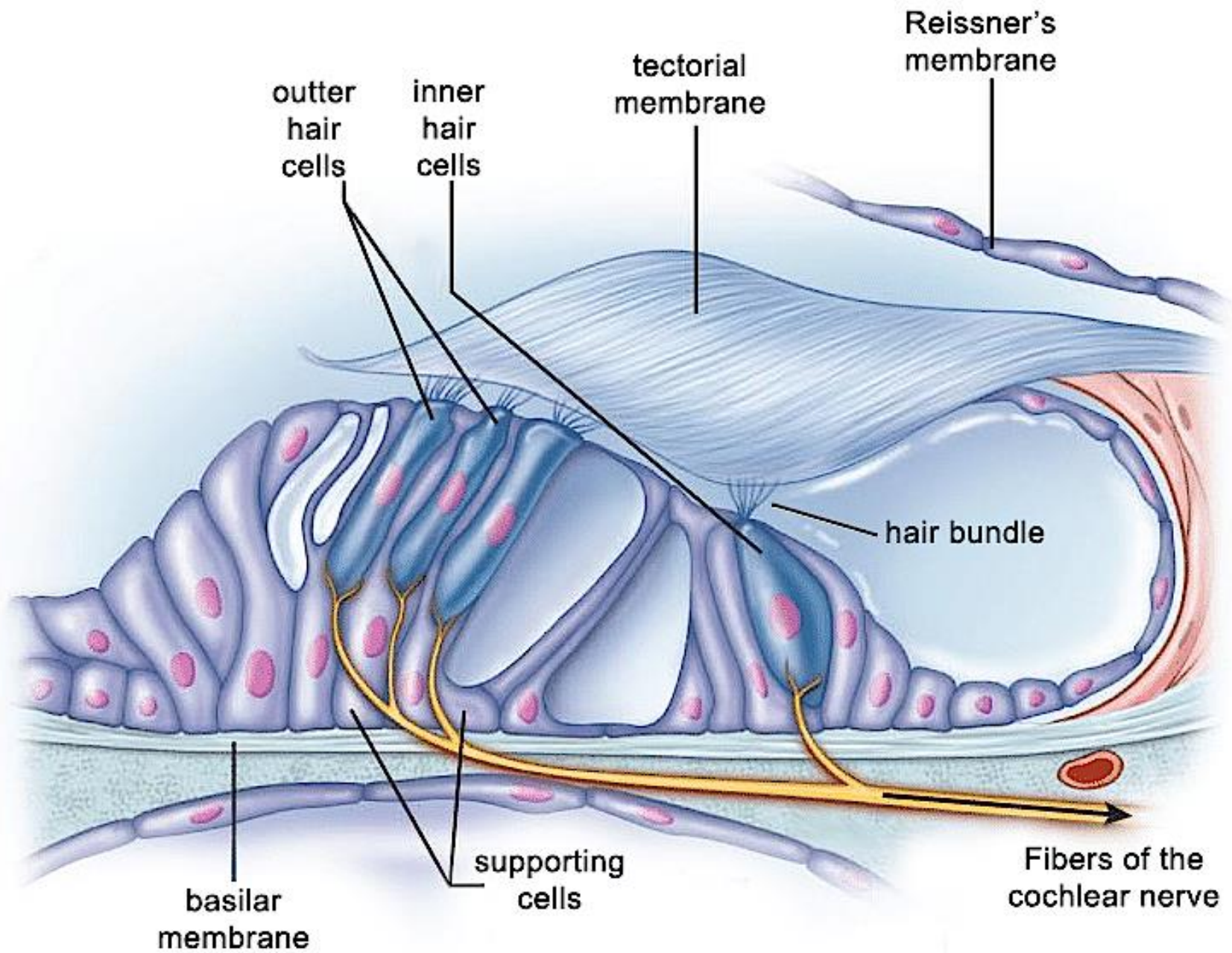
Stavba:

- **nosné bb.** – výztuže, zpevnění proti tlaku & ohybu způsobených zvukovými vlnami
- **smyslové bb.** – specializované sluchové receptory, smyslové vlásky (stereocílie) → jejich ohyb způsobí depolarizaci receptorového potenciálu, který se šíří sluchovou částí vláken VIII. hl. nervu do mozkového centra
- **obkladové bb.** – utěšňují prostory mezi ostatními bb.,
- **membrány** – bazilární membrána, tektorální membrána (dráždí stereocílie)
- **endolymfa**



Anatomy of the Cochlea



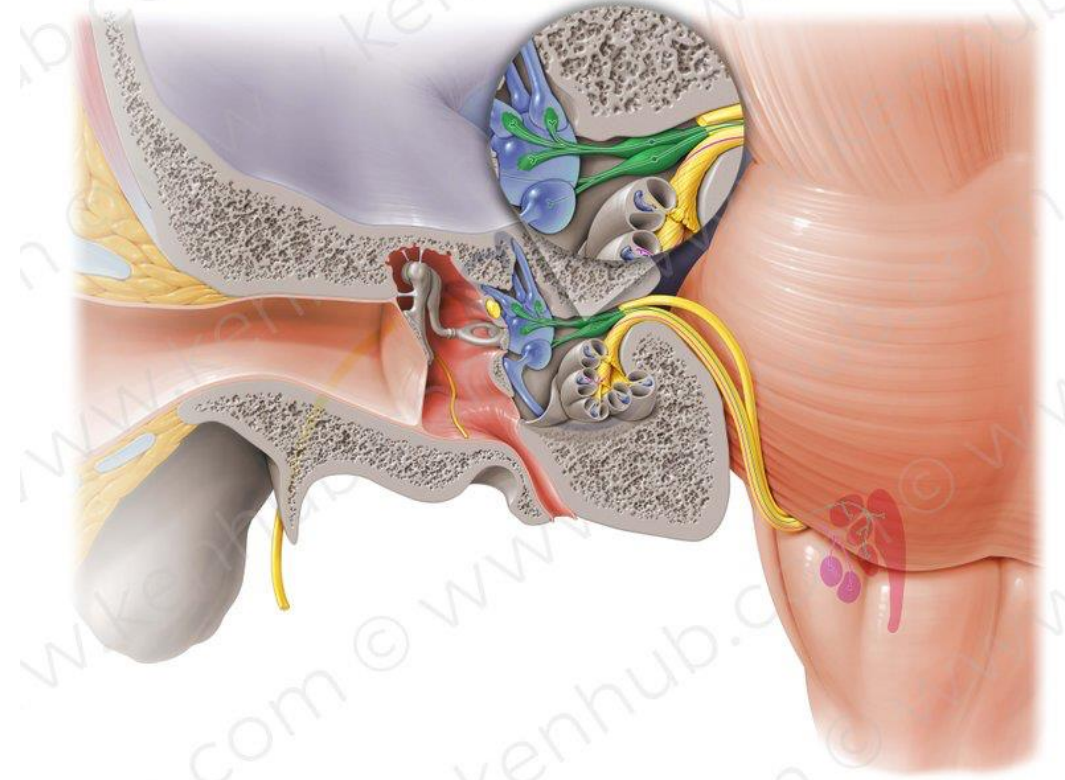


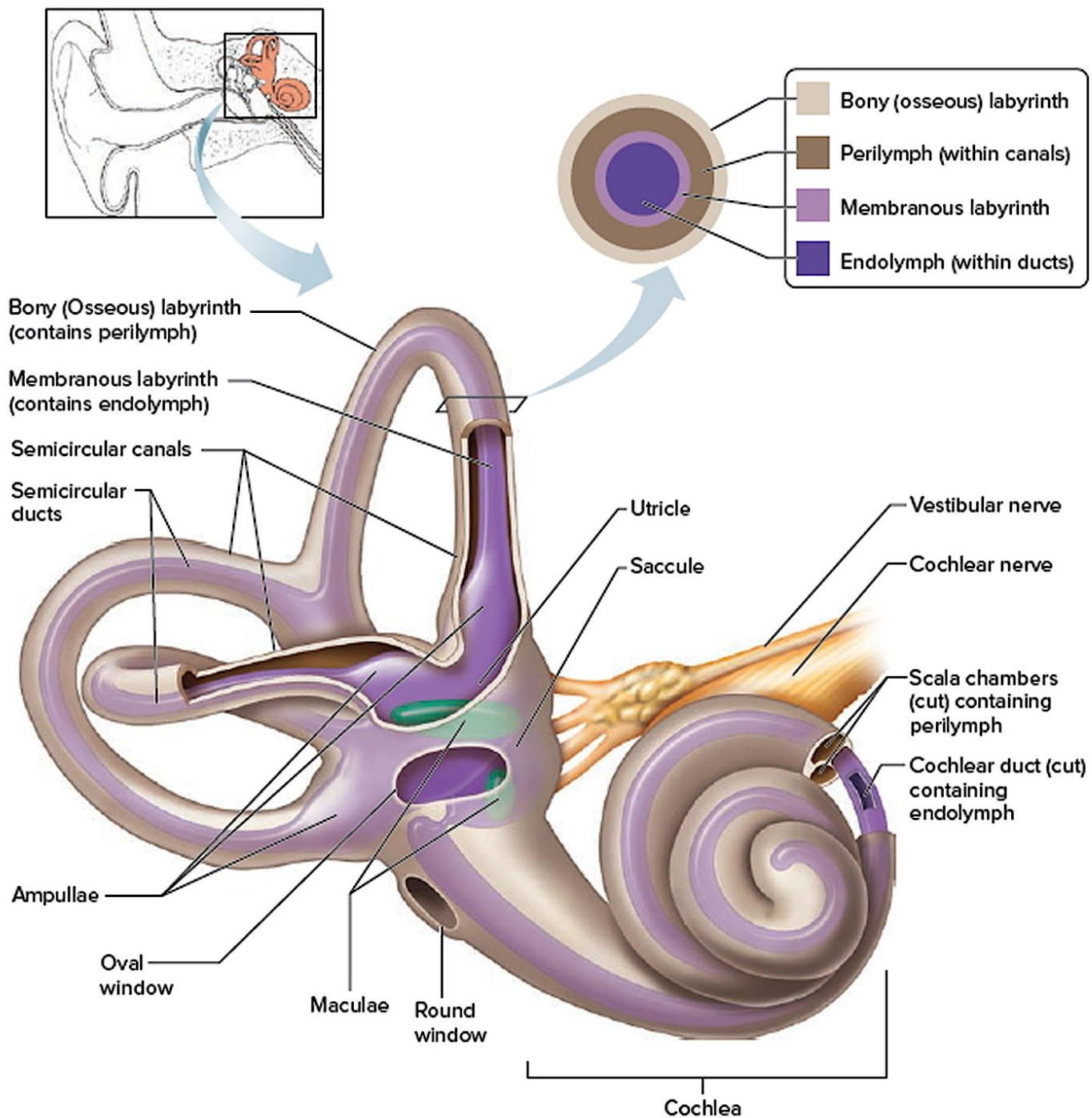
Sluchově-rovnovážný nerv (*nervus vestibulocochlearis*) VIII. Hlavový nerv

- senzorický nerv
- přivádí do mozku:
 - zvukové vjemy
 - vjemy o rovnováze, poloze & pohybu těla
 - vjemy o gravitaci

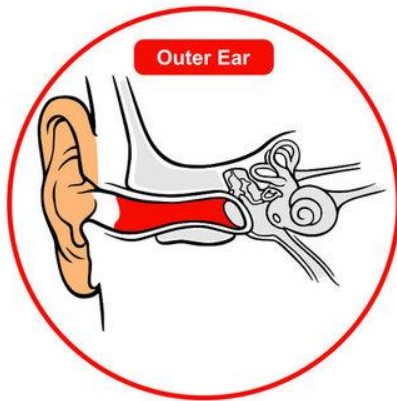
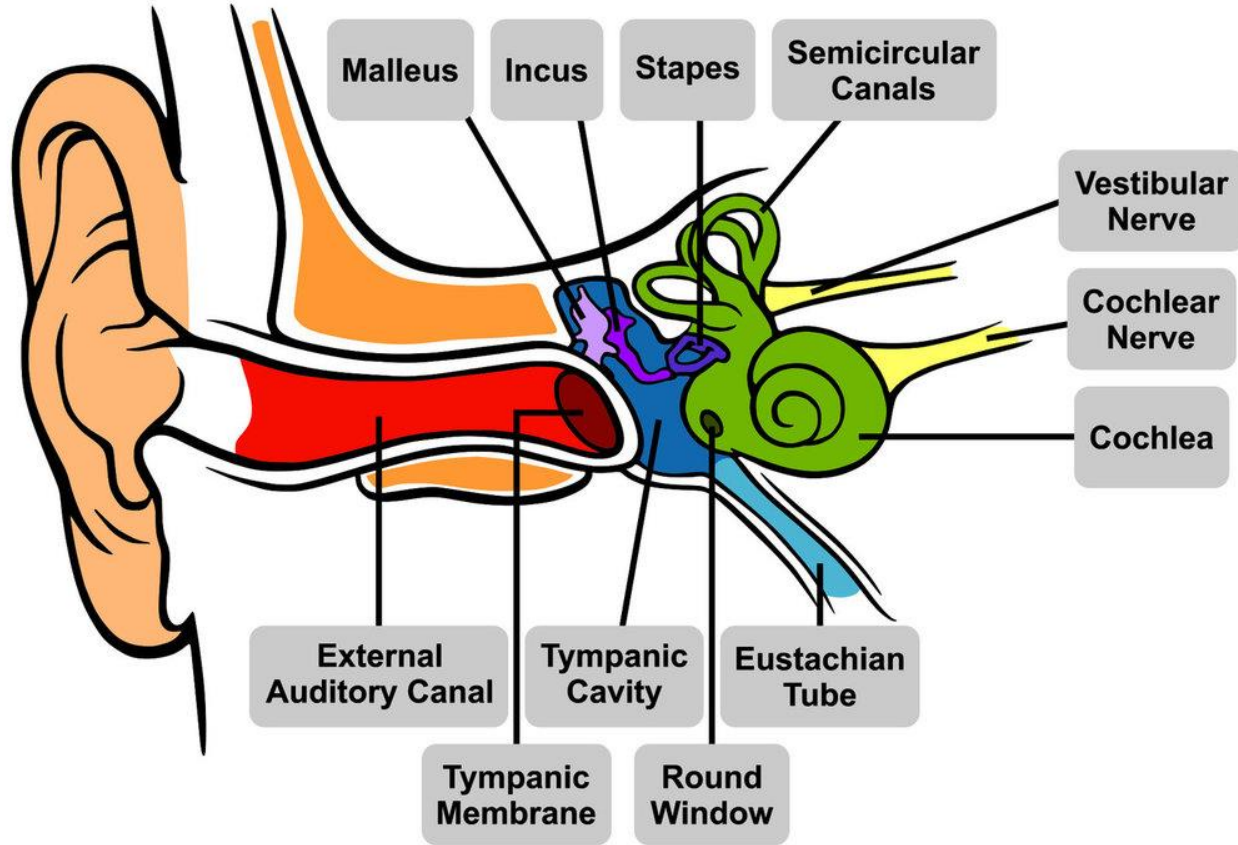
2 nervové provazce:

- **sluchový nerv (*n. cochlearis*)** – ze smyslových bb. Cortiho orgánu
- **rovnovážný nerv (*n. vestibularis*)** – ze smyslových bb. vestibulárního aparátu





Human Ear Anatomy



Páteřní mícha & míšní nervy

Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

- **ústředí jednoduchých reflexů**
- 3 části - krční, hrudní, bederní
- navazuje na mozkový kmen (prodloužená mícha)
- obsahuje smíšená vlákna (motorická & senzitivní) & vegetativní vlákna

Funkce:

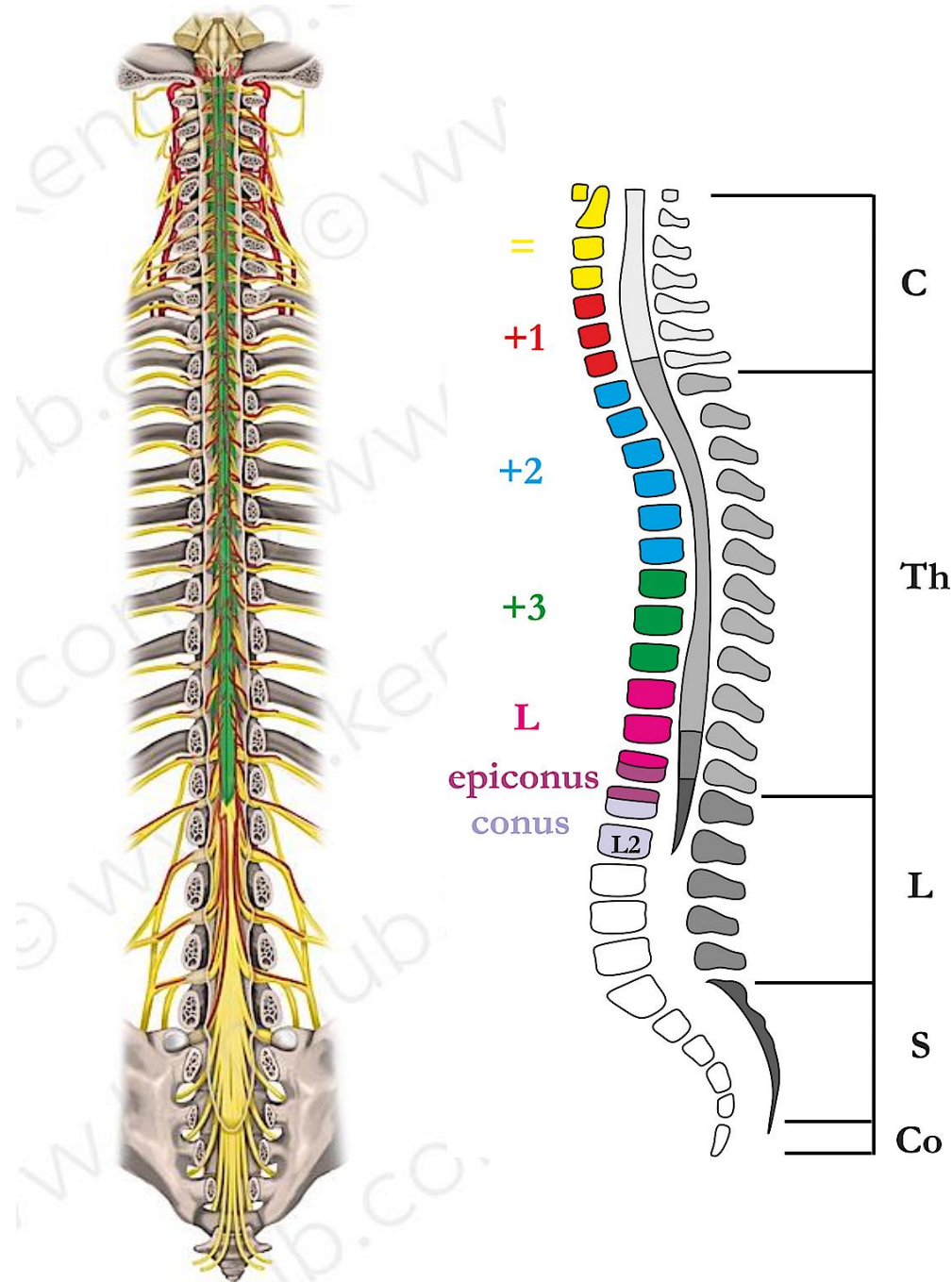
- plní převodní & reflexní funkce

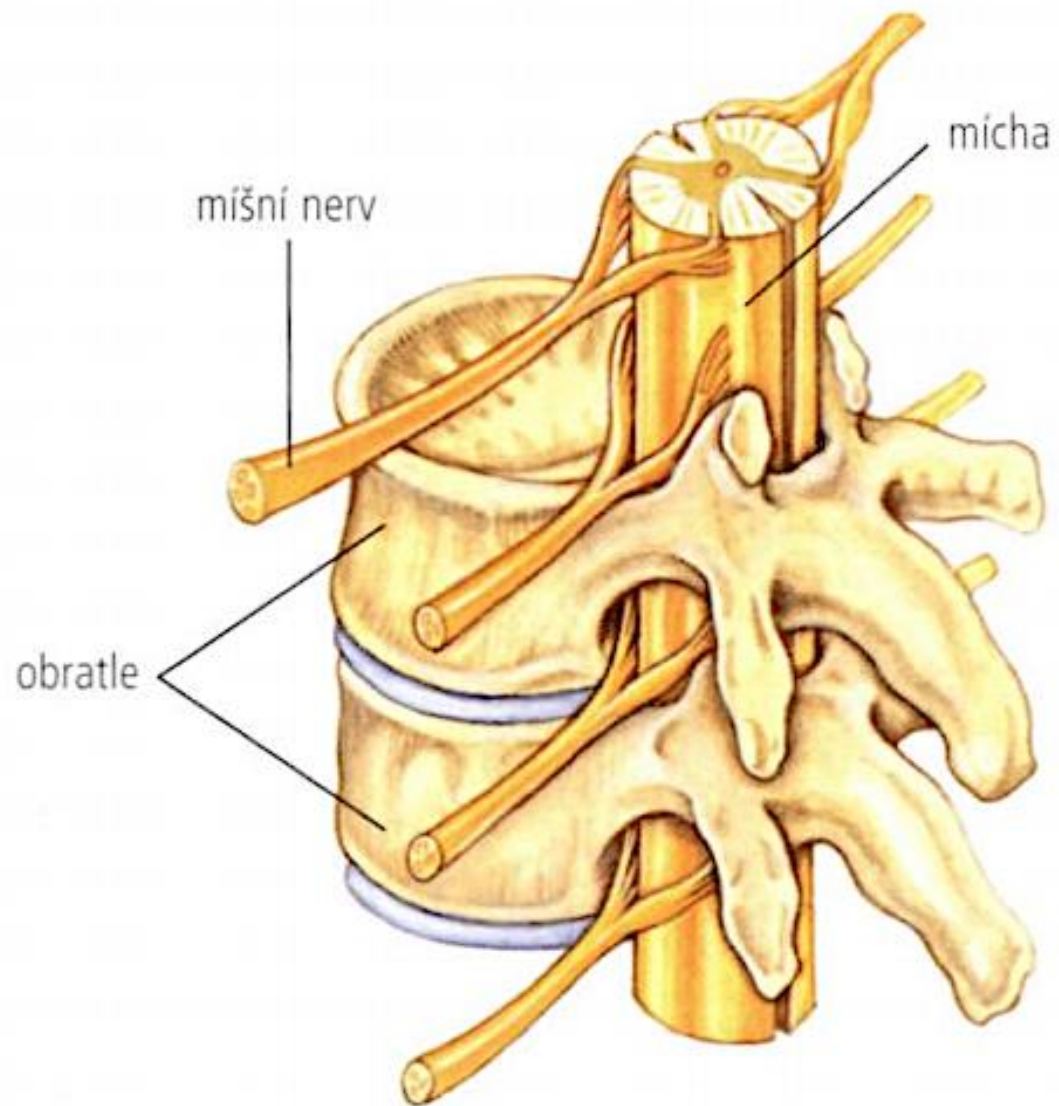
Průběh:

- probíhá v páteřním kanálu mezi C1 & L2
- od *foramen occipitale magnum* v týlní kosti

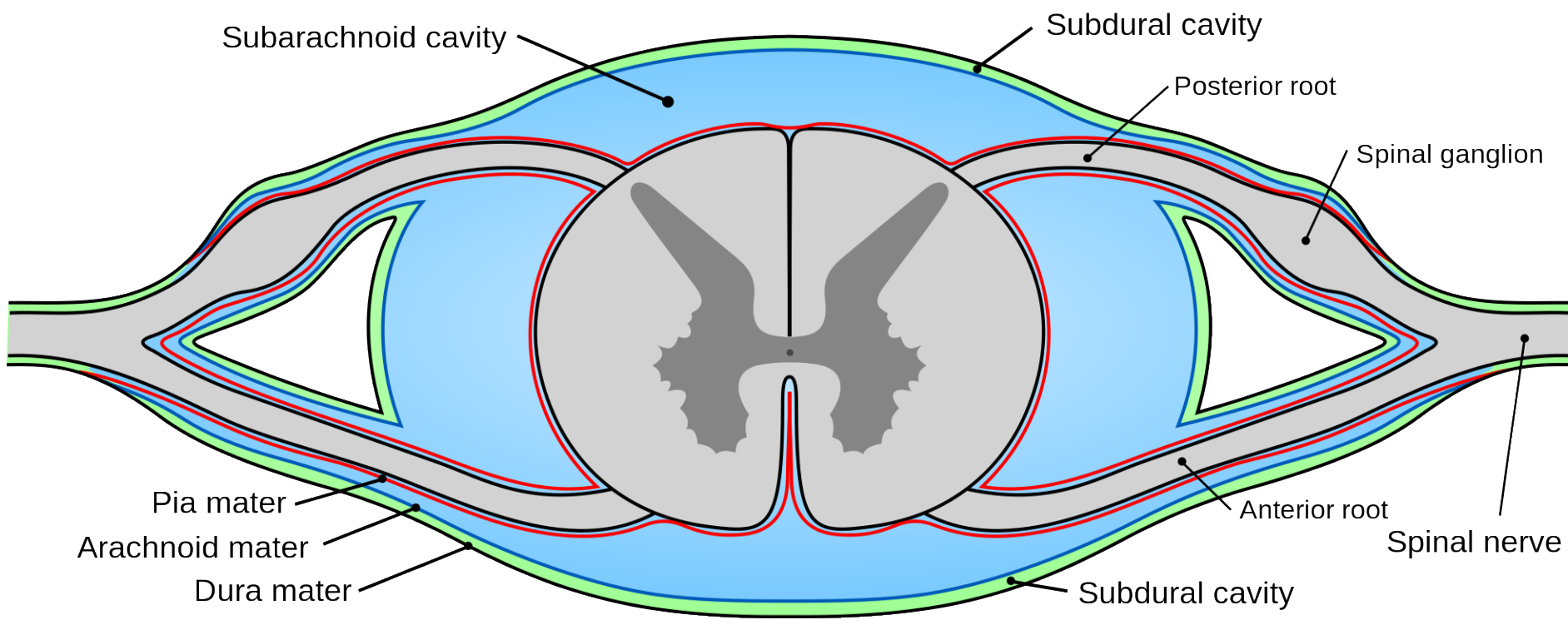
Stavba:

- obalena míšními obaly:
 - tvrdá plena – *dura mater spinalis*
 - pavučnice – *arachnoidea spinalis*
 - měkká plena – *pia mater spinalis*
- vystupují míšní nervy → míšní segmenty (odpovídá výstupu 1 páru míšních nervů)
- krční & bederní míšní intumescence – rozšíření
- 2 hluboké zářezy (dorsálně, ventrálně) rozdělující míchu na 2 poloviny

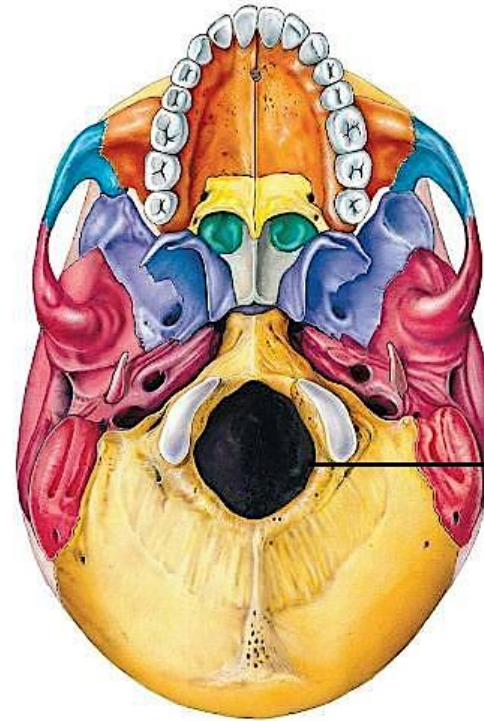
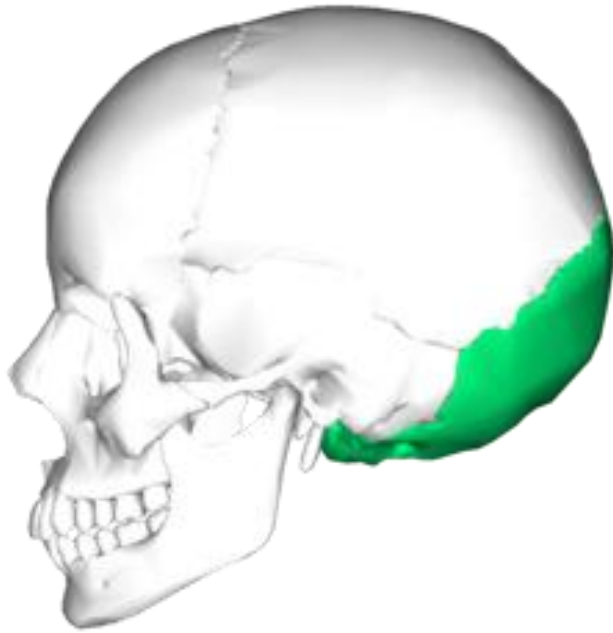




Uložení míchy v páteřním kanálu



os parietale

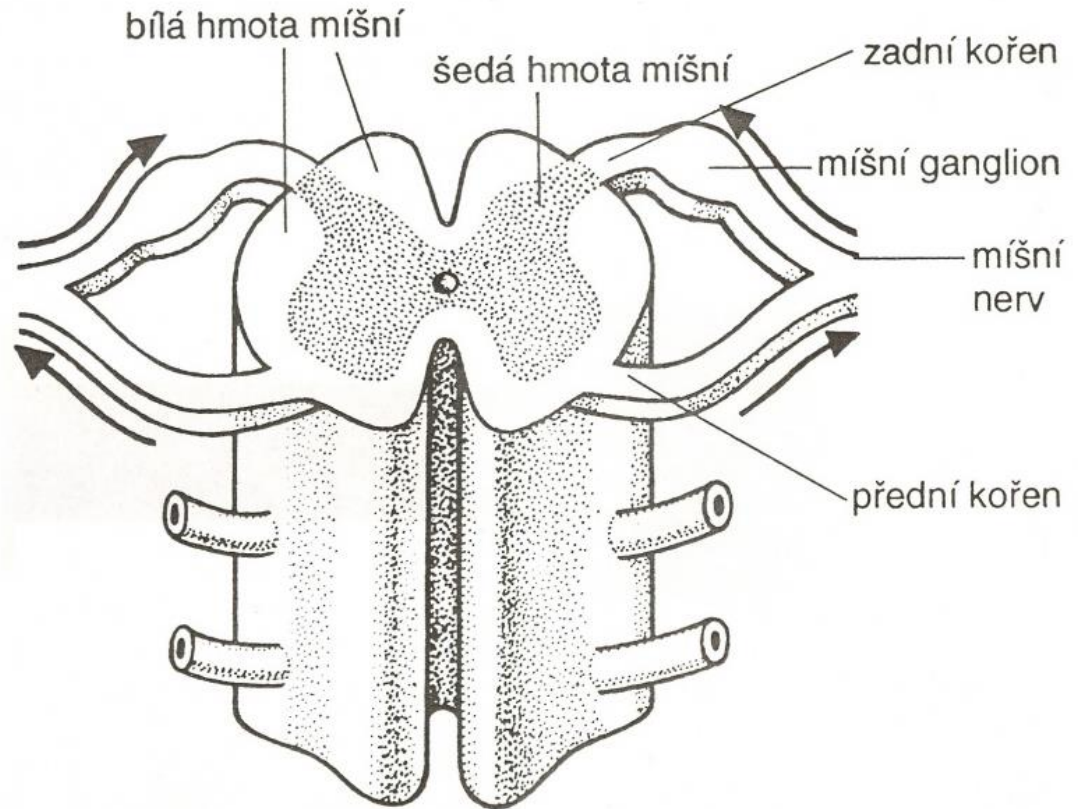


Foramen
Magnum

Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

Vnější stavba:

- míšňí kořeny:
 - **přední míšňí kořeny** (*radices anteriores*) – vystupují motorická vlákna
 - **zadní míšňí kořeny** (*radices posteriores*) – vstupují senzitivní vlákna
- *cauda equina* – svazek nervů pokračující za koncem míchy



Pozn. mícha je kratší než páteřní kanál a proto segmenty svojí výškou neodpovídají příslušnému obratli.

Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

Vnitřní stavba:

Šedá míšň hmot (substantia grisea)

- ve středu míchy
- motýlovitý tvar na příčném řezu
- centrální kanálek (*canalis centralis*)
- nervové buňky → tvoří jádra / centra

Míšň rohy:

➤ předň rohy

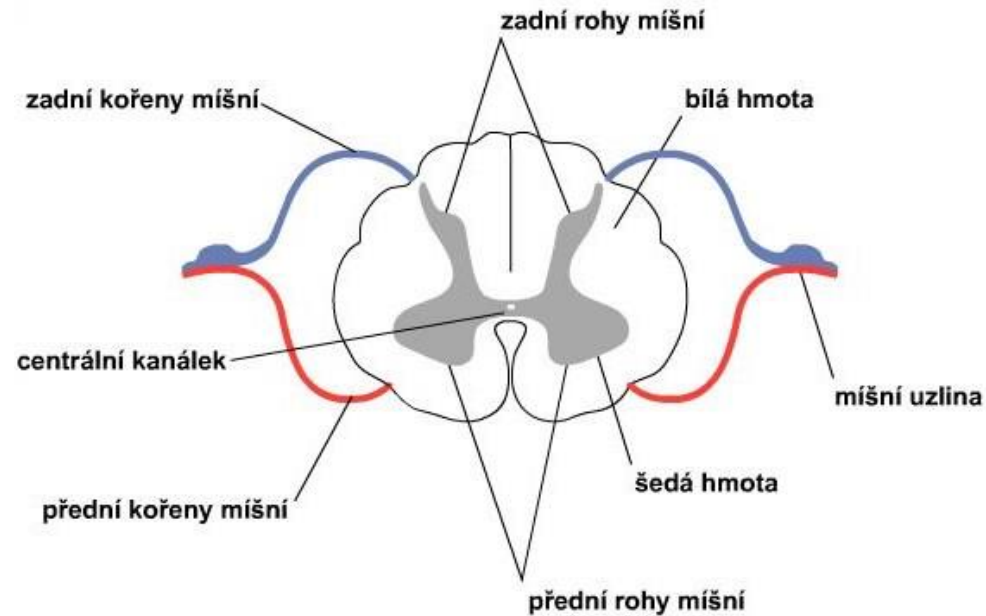
- složeny z **motoneuronů** (jádra neuronů, jejichž axony jsou motorickými vlákny míšňích nervů)
- typy – alfa (kosterní svaly) & gama (svalová vřeténka)
- končí u efektorových orgánů (svaly, šlachy)

➤ zadň rohy

- složeny z neuronů, u nichž **končí senzitivní vlákna**
- vlákna přicházejí od různých typů receptorů

Postranní úseky

- vlákna autonomní
- neurony inervující hladkou svalovinu & žlázy



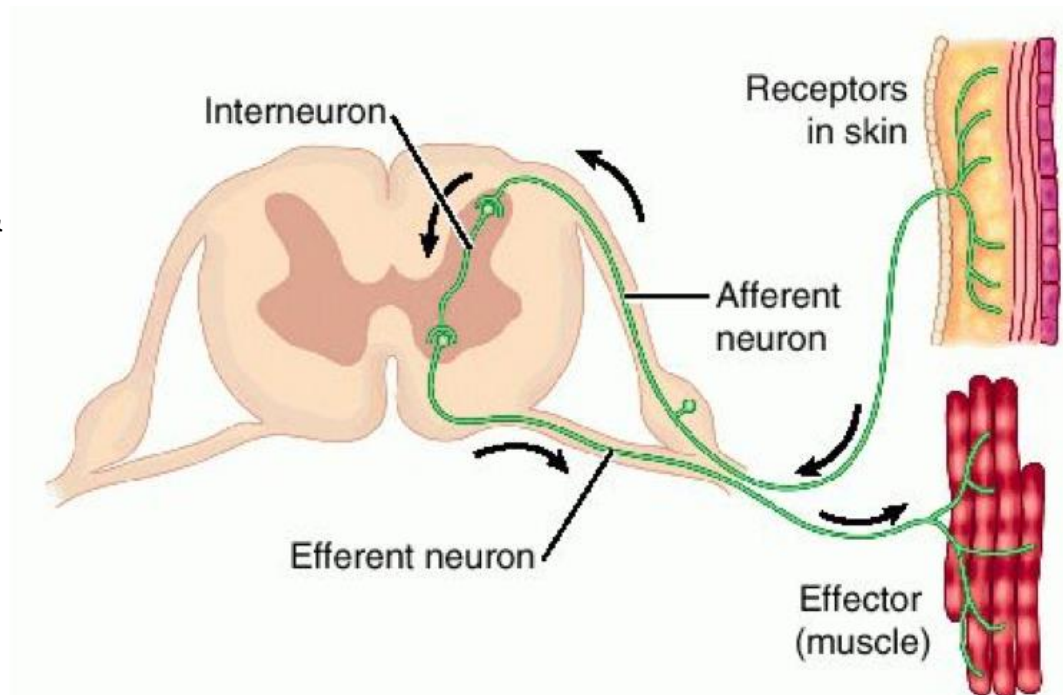
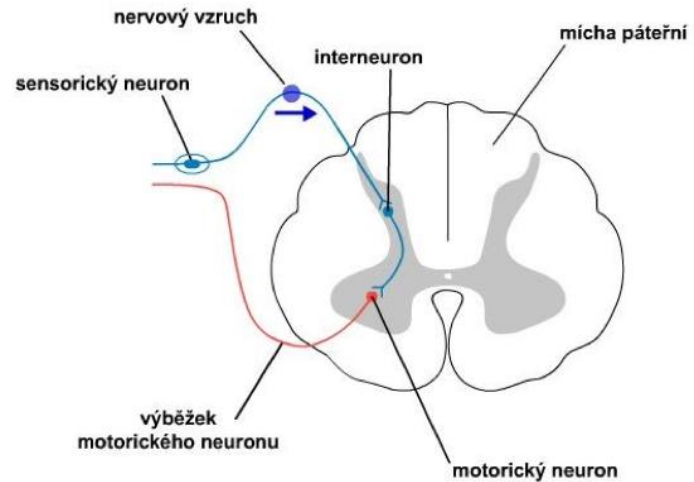
Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

Vnitřní stavba:

Šedá míšňí hmota (*substantia grisea*)

Interneurony

- zprostředkovávají spojení uvnitř míchy, neurony ani jejich vlákna míchu neopouštějí
- 3 typy buněk:
 - **vsunuté bb.** – spojují senzitivní jádra zadních míšňích rohů s motoneurony předních rozích → **reflexní oblouky**
 - **asociační bb.** – zabezpečují propojení mezi míšňími segmenty
 - **komisurální bb.** – zabezpečují spojení pravé & levé části míchy



Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

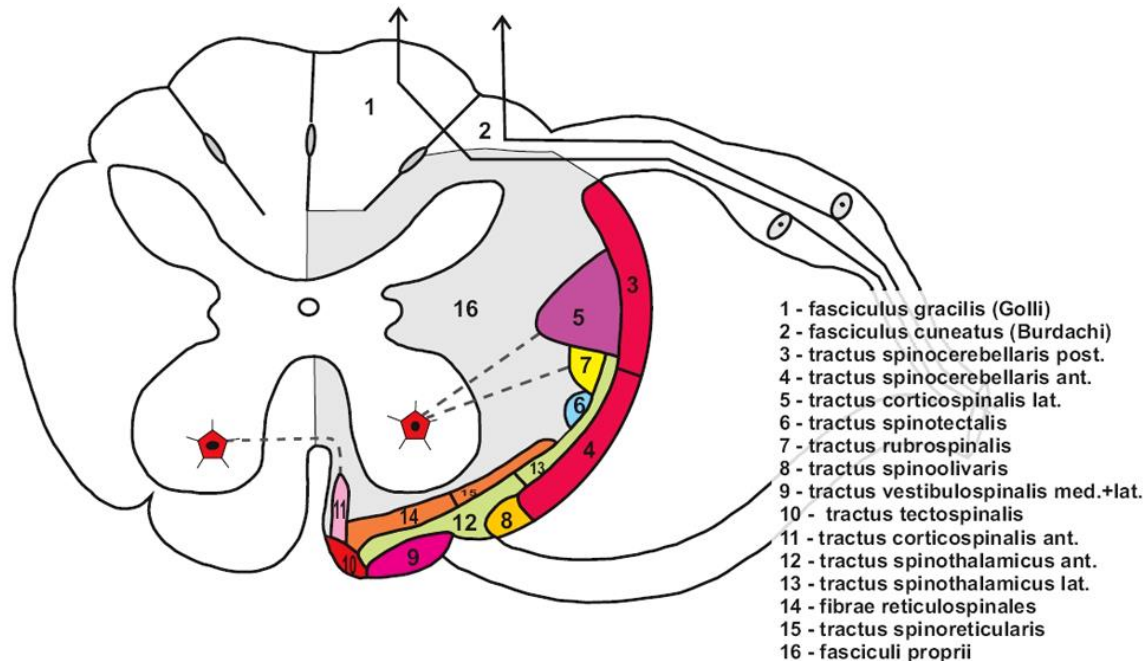
Vnitřní stavba:

Bílá míšň hmot (substantia alba)

- složena z nervových vláken (axony, dendrity) & glií

Typy míšňích svazků = míšňí dráhy (sg. *tractus*):

- **přední míšňí provazce = descendentní**
 - dráhy přivádějící impulzy z CNS (pokračují na periferii)
 - řídí vědomé pohyby končetin & trupu (motorické impulzy)
- **zadní míšňí provazce = ascendentní**
 - převádějí informace z receptorů (senzitivní) do míchy (reflexy) & CNS (mozkové kůry)
- **postranní míšňí provazce**
 - obsahují obojí typ drah



Ascending tracts

Dorsal white column
Fasciculus gracilis
Fasciculus cuneatus

Dorsal spinocerebellar tract

Ventral spinocerebellar tract

Lateral spinothalamic tract

Ventral spinothalamic tract

Descending tracts

Ventral white commissure

Lateral reticulospinal tract

Lateral corticospinal tract

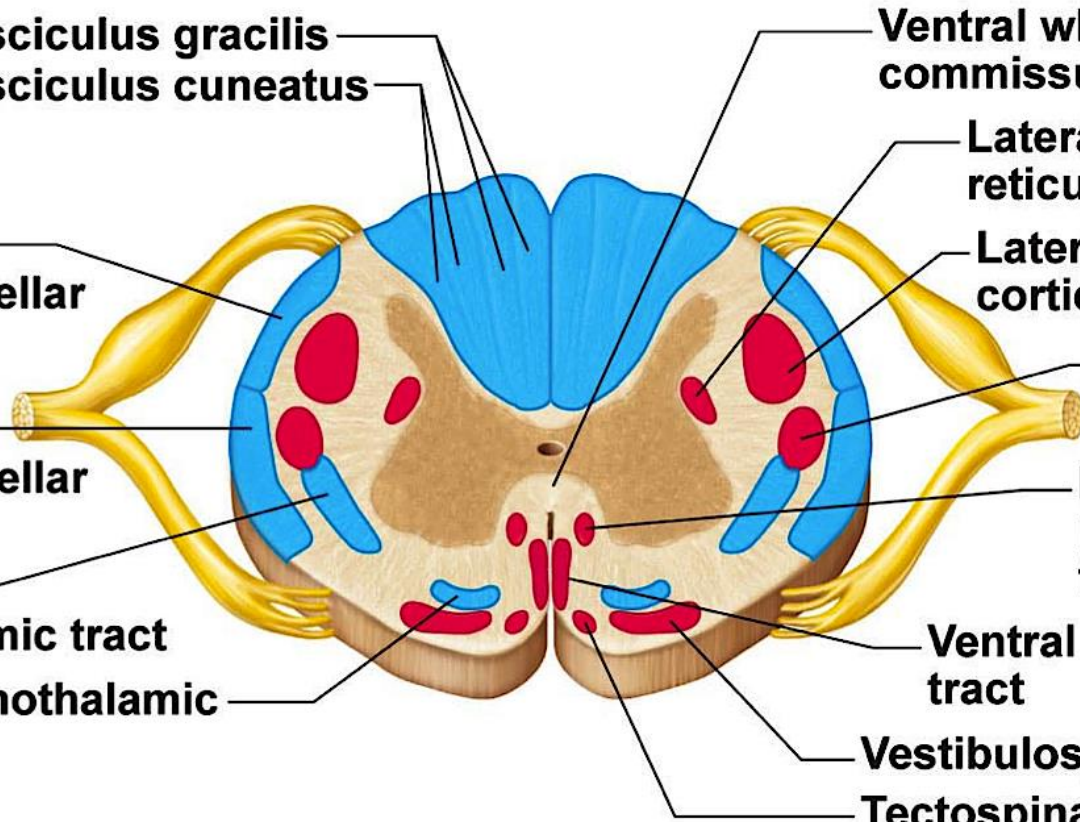
Rubrospinal tract

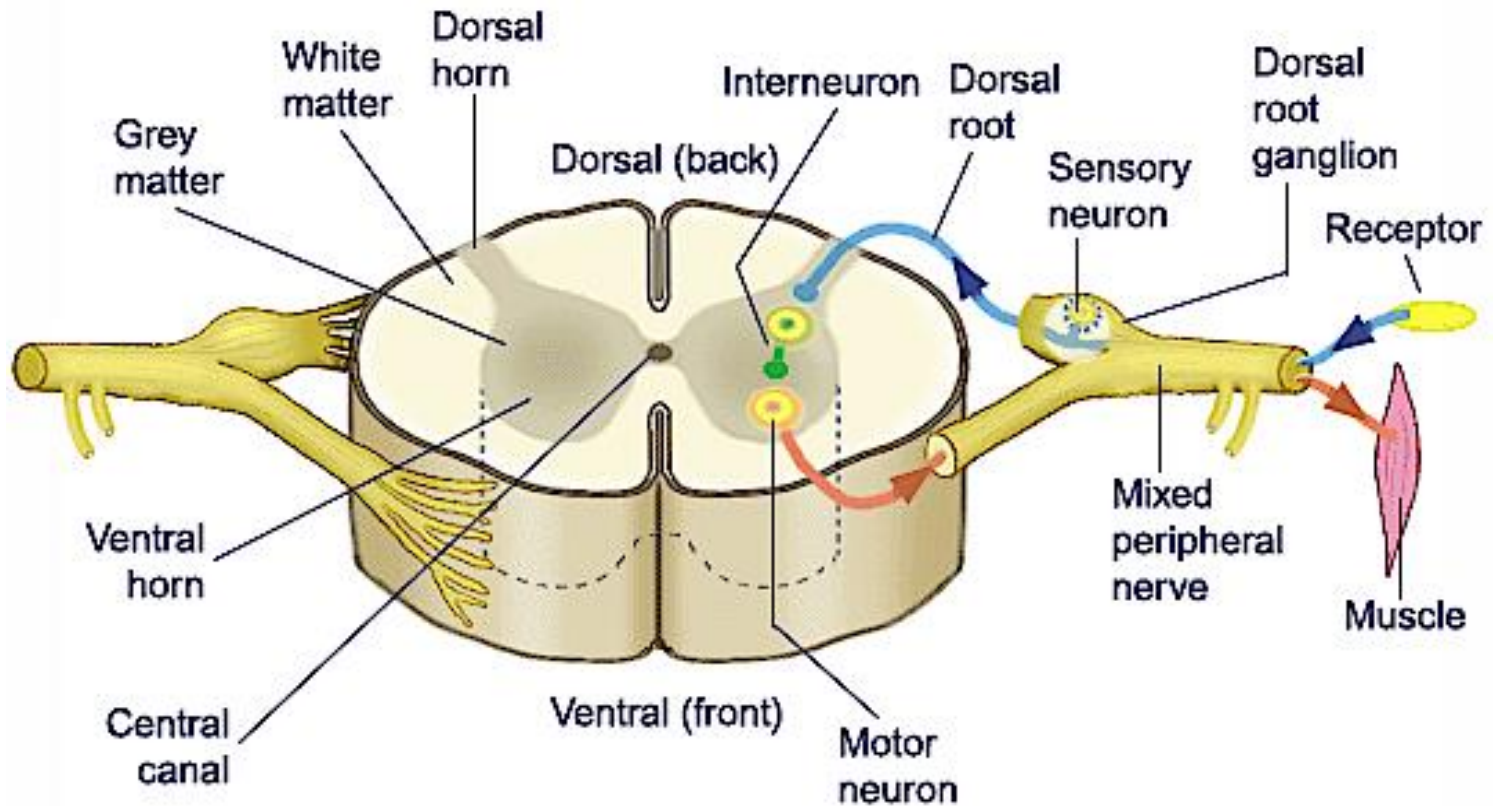
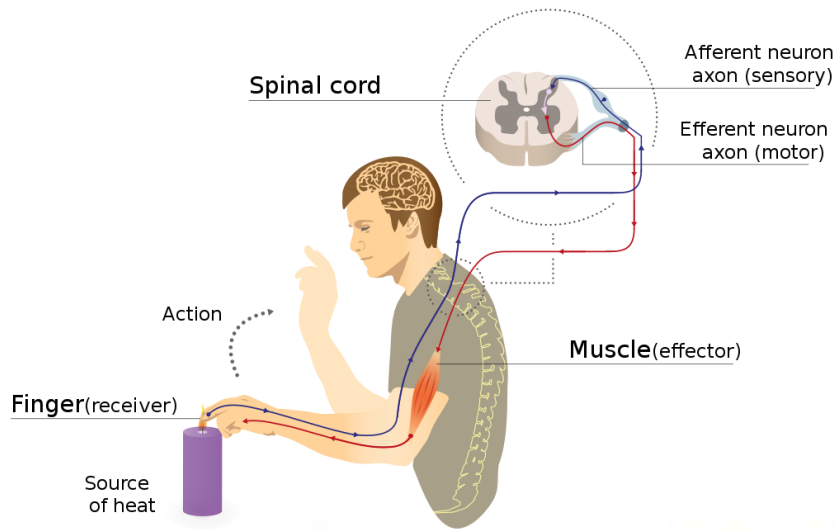
Medial reticulospinal tract

Ventral corticospinal tract

Vestibulospinal tract

Tectospinal tract





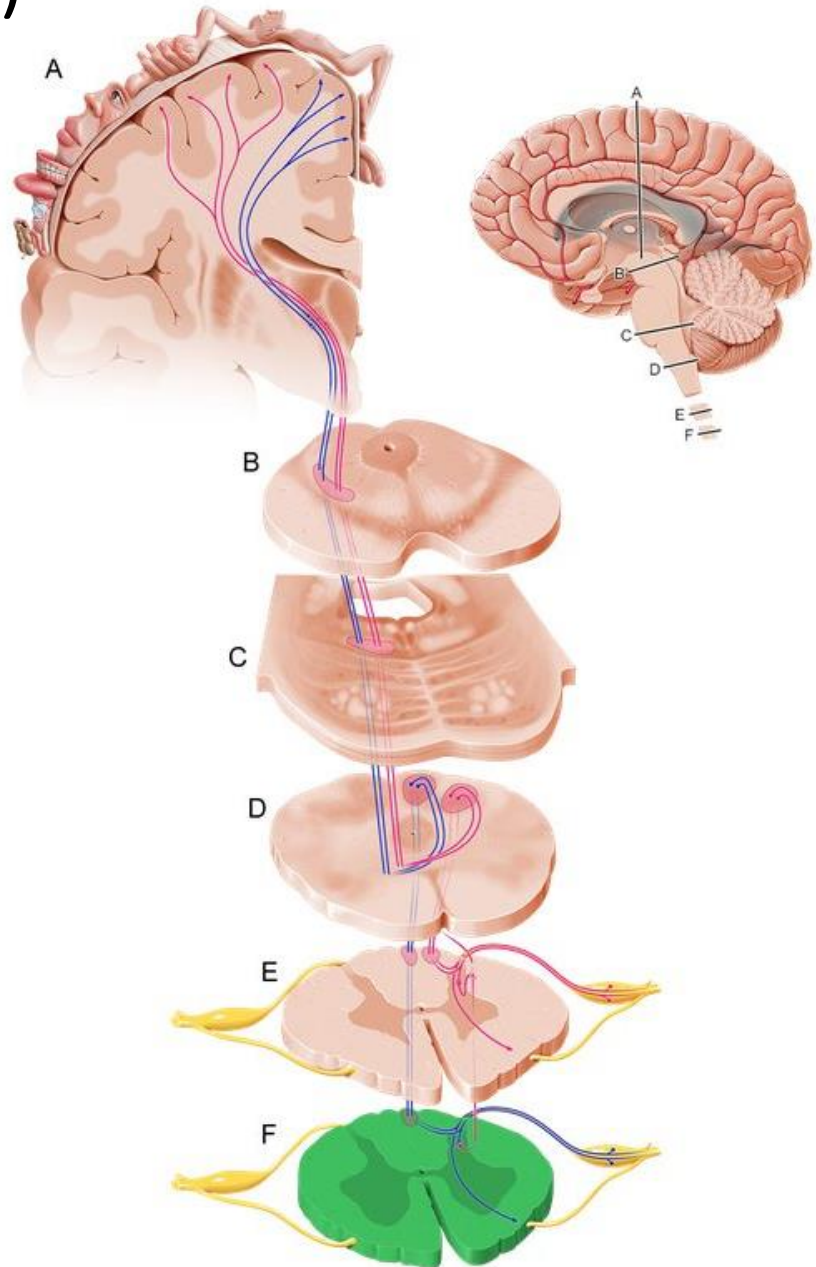
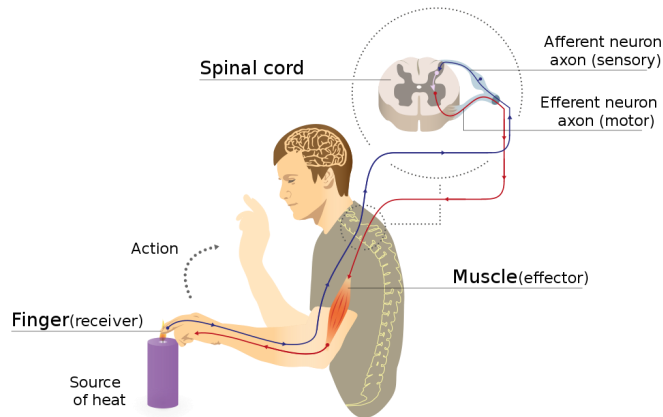
Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

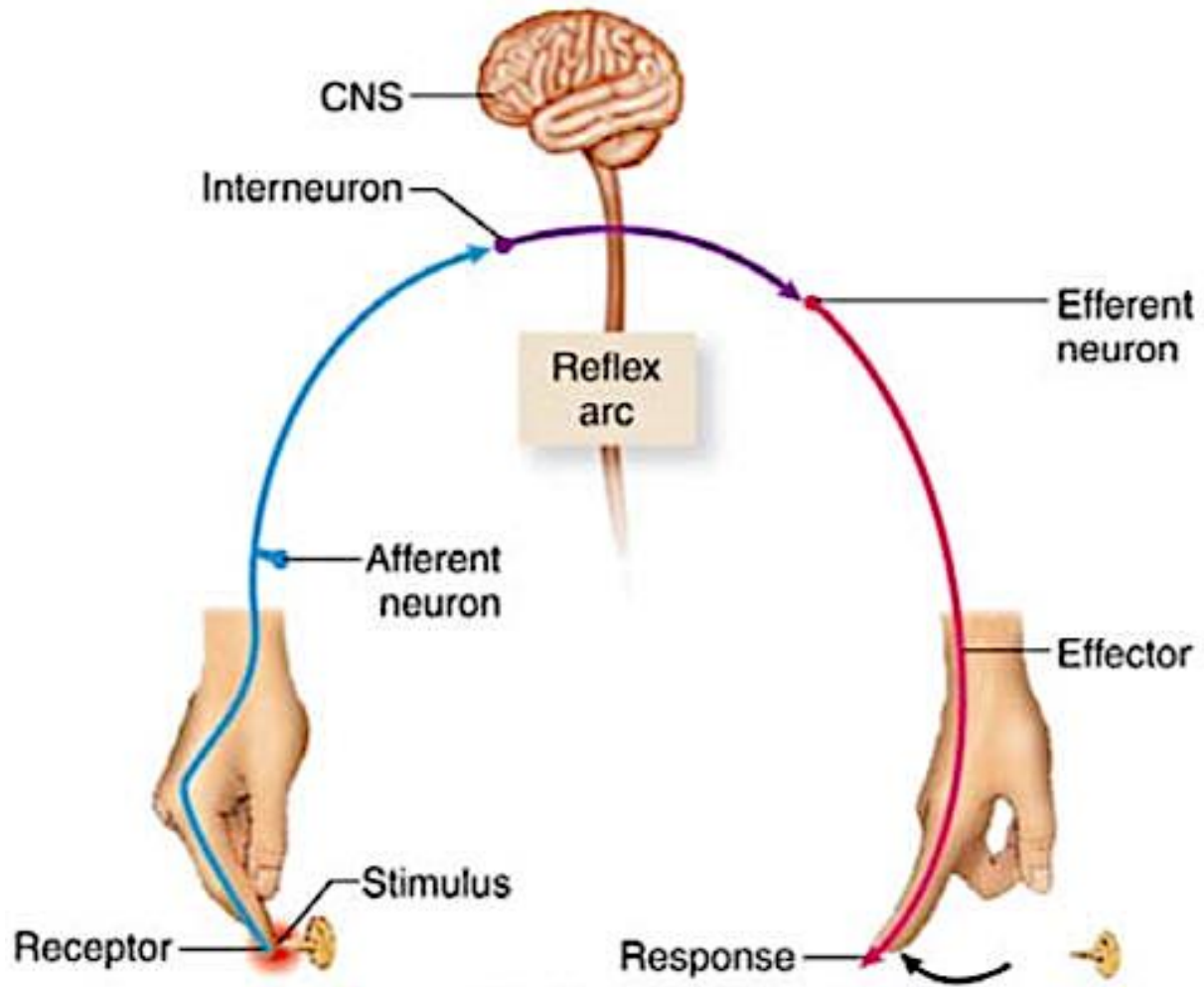
Míšní reflexy

- mícha je podřízena ve své činnosti mozku
- je vývojově nejnižším reflexním ústředím
- při jejím přerušení – výpadek reflexů (např. vyprazdňování močového měchýře či konečníku, apod.)

Reflexní oblouk – anatomický základ:

- receptor, čidlo
- aferentní (senzitivní) dráha
- mícha (příp. CNS)
- eferentní (motorická) dráha
- efektor





Míšní nervy (*nervi spinales*)

- zprostředkovávají spojení mezi míchou & ostatními částmi těla

Složení:

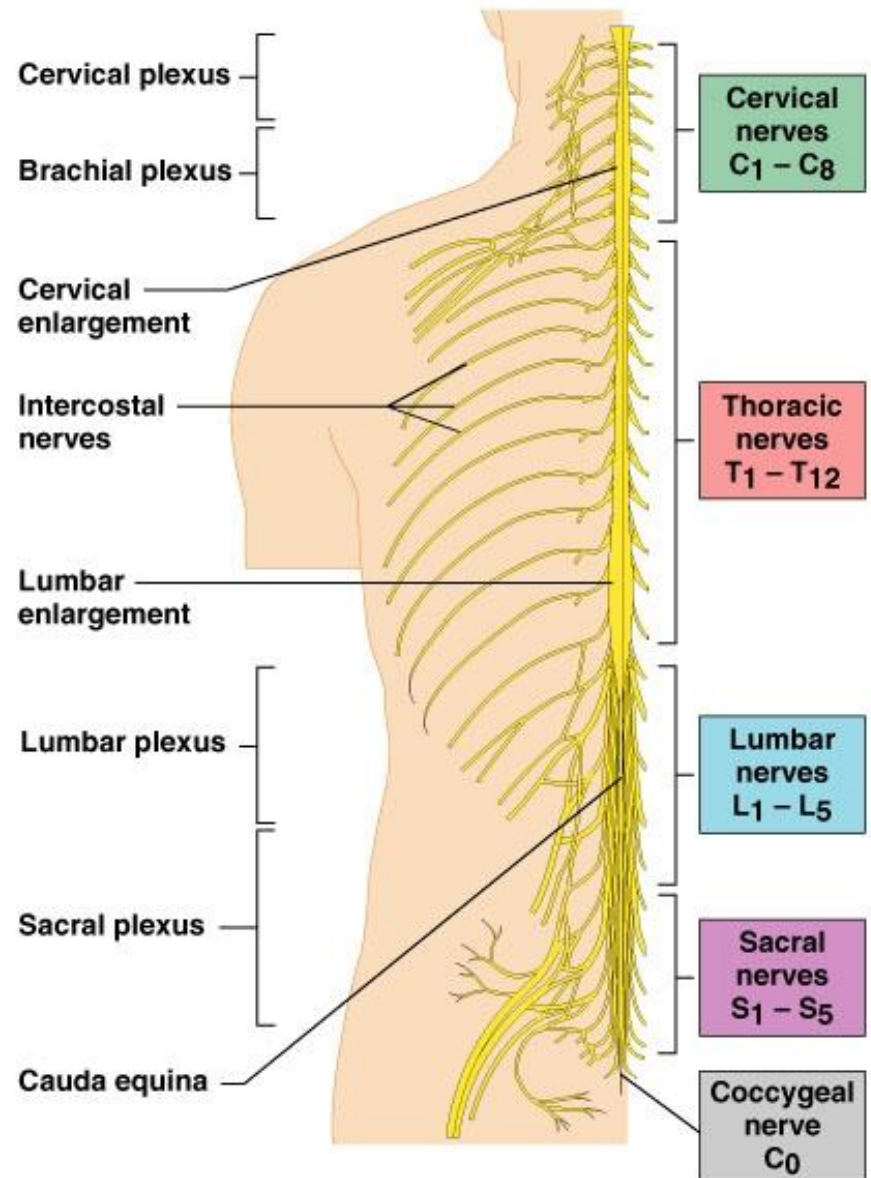
- **smíšené nervy**, které obsahují:
 - motorická (hybná)
 - senzitivní (citlivá)
 - sympatická (autonomní) vlákna
- vzhledem k poměru mezi délkami míchy & páteřního kanálu dochází k **postupnému sklánění nervů kaudálně** (lumbální & sakrální tvoří svazek *cauda equina*)

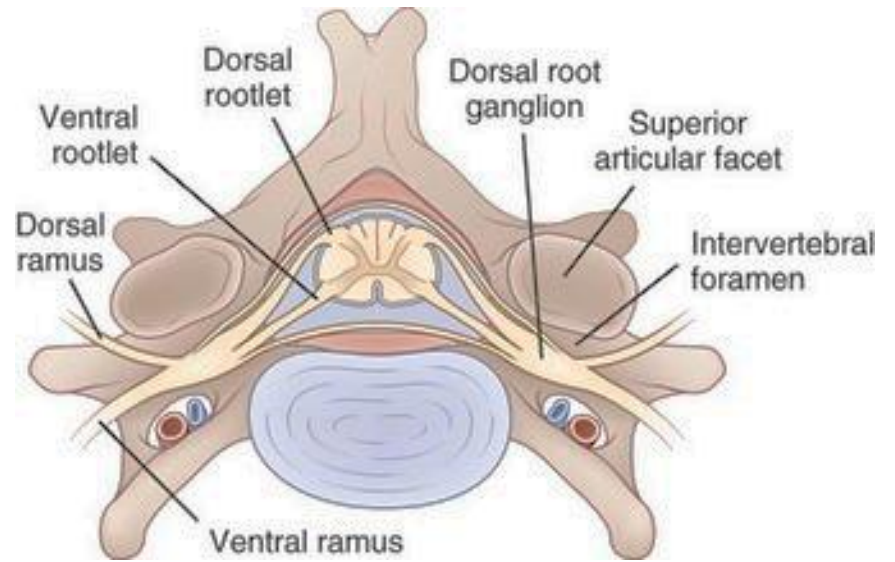
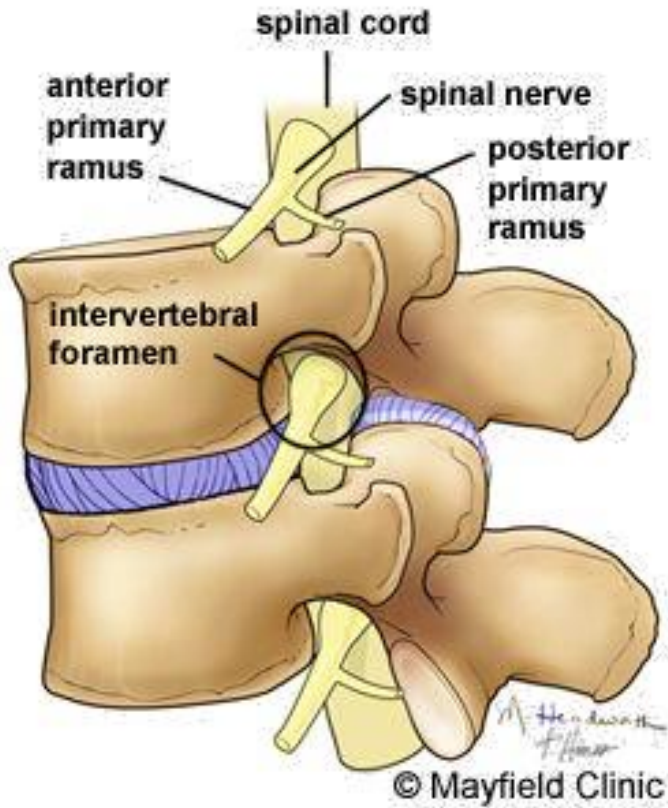
Průběh míšního nervu:

- **axony** – vystupují z míchy
- **fila radicularia** – na povrchu míchy, které se spojují do zadních (afferentní) & předních (eferentní) míšních kořenů; na zadním kořenu je *ganglion spinale* (unipolární bb. – axon vstupuje do míchy, dendrit směřuje na periferii), obaleny *dura mater*
- **míšní nerv (*nervus spinalis*)** – prostupuje přes *foramen intervertebrale*; *dura mater* přechází v epineurium nervu
- **nervové pleteně** – po výstupu si vyměňují vlákna z páteřního kanálu
- **periferní nervy** – jdoucí na končetiny & trup

Celkem **31 párů** míšních nervů:

- **8** krčních
- **12** hrudních
- **5** bederních
 - C8-L2 – **sympatická** pregangliová vlákna v předních míšních kořenech
- **5** křížových
 - S2-S4 – **parasympatická** pregangliová vlákna v předních míšních kořenech
- **1** kostrční



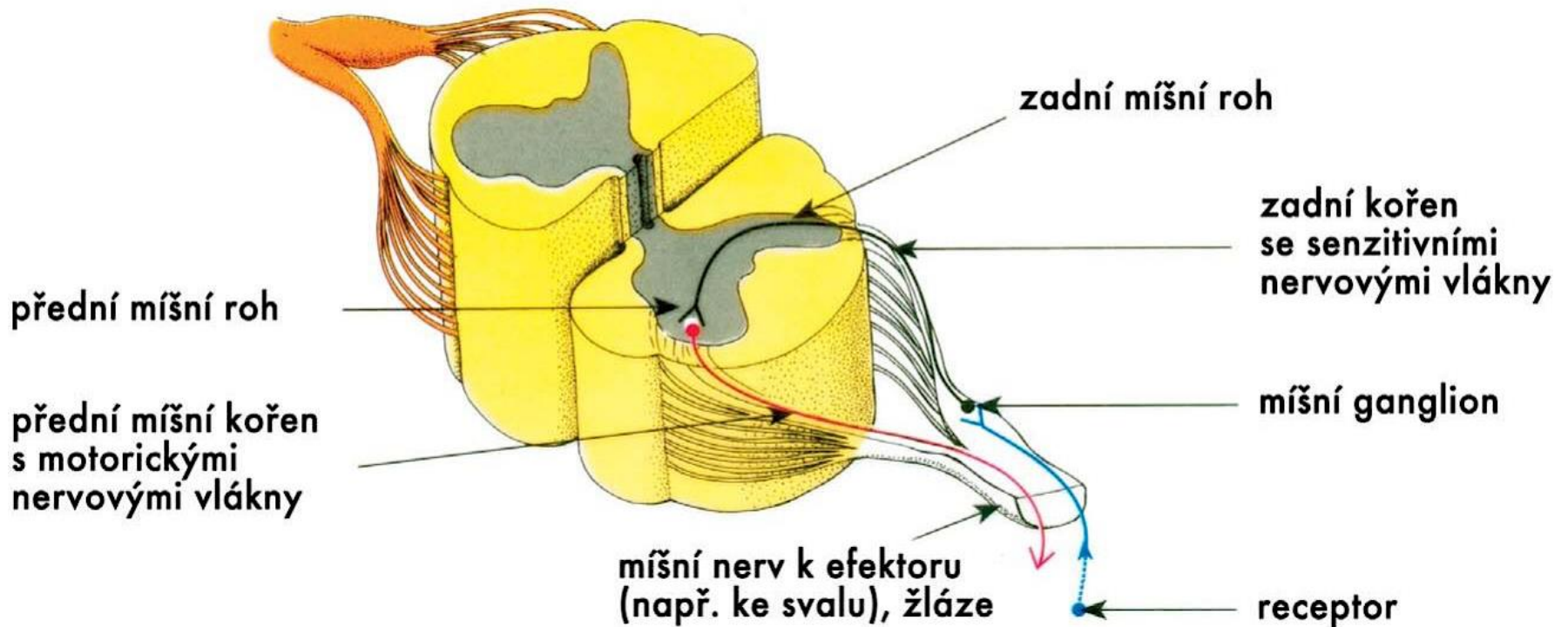


Míšní nervy (*nervi spinales*)

Typy vláken v míšních nervech:

➤ motorická vlákna

- eferentní vlákna → vystupují z míchy
- tvoří přední míšní kořeny
- výběžky alfa & gama neuronů, ležících v předních míšních rozích
- vystupují meziobratlovými otvory → opouští páteřní kanál → periferie (kosterní svalstvo – motorické ploténky)
- **motorická jednotka** = soubor svalových vláken inervovaných 1 nervovým vláken (1 nervové vlákno inervuje od 6 do 500 svalových vláken)



Míšní nervy (*nervi spinales*)

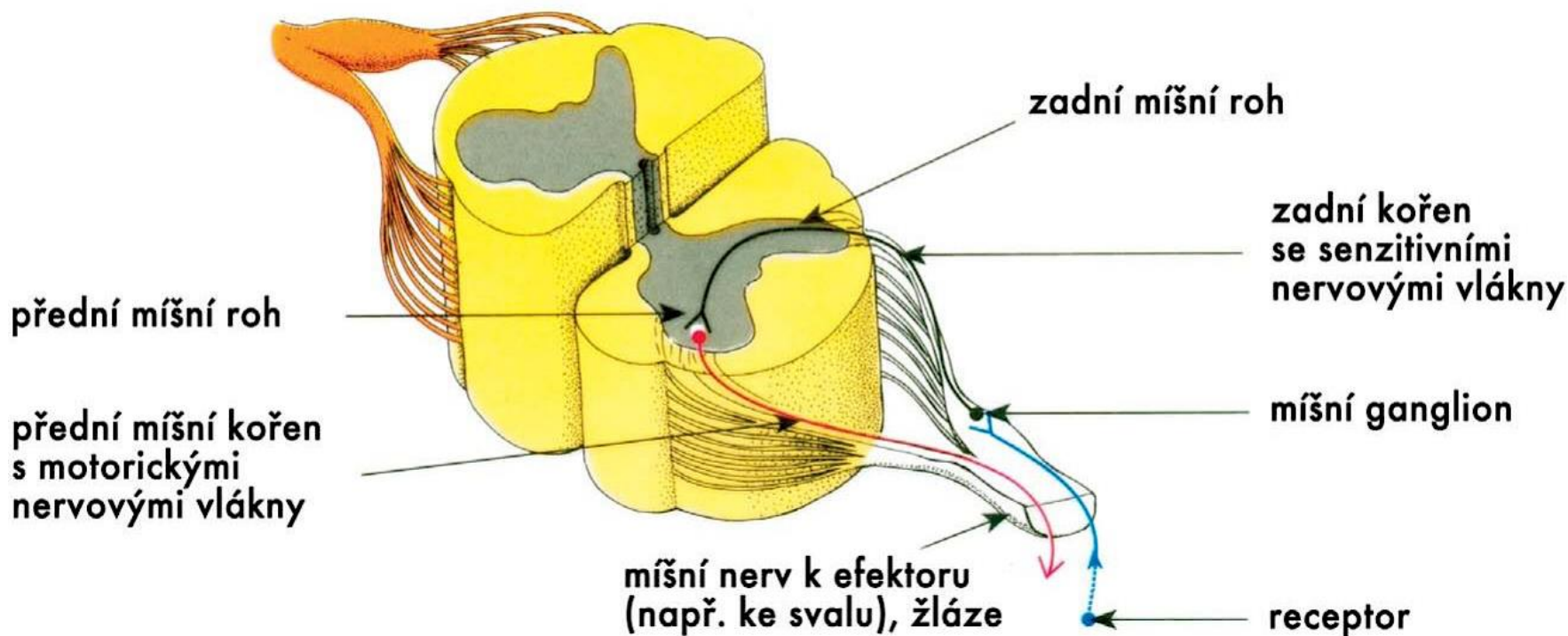
Typy vláken v míšních nervech:

➤ senzitivní vlákna

- výběžky buněk tzv. spinálních ganglií
- aferentní - vedou vlákna od různých receptorů (vč. volných zakončení) do míchy
- součástí míšního nervu
- vstupují meziobratlovými prostory do páteřního kanálu → oddělují se do zadních kořenů

Spinální ganglia (míšní uzliny)

- zauzliny na zadních kořenech míšních nervů
- v míšním kanálu
- složeny z těl sensorických neuronů



Míšní nervy (*nervi spinales*)

Typy vláken v míšních nervech:

➤ sympatická vlákna

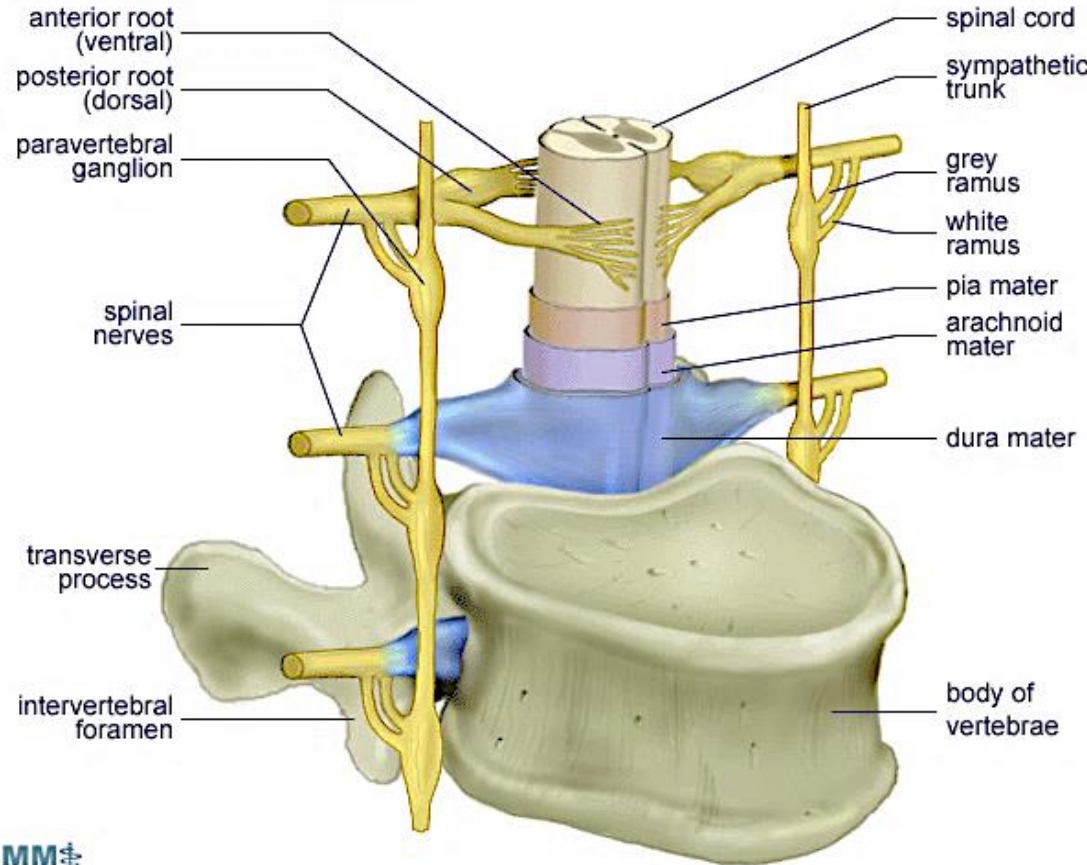
- autonomní (vegetativní) vlákna
- vystupují z míchy (eferentní)
- jádra jsou v postranních & spojovacích úsecích šedé hmoty
- inervují hladké svaly
- za meziobratlovými otvory odbočují do provazců nervové tkáně ležící podél páteře (= sympatické provazce)

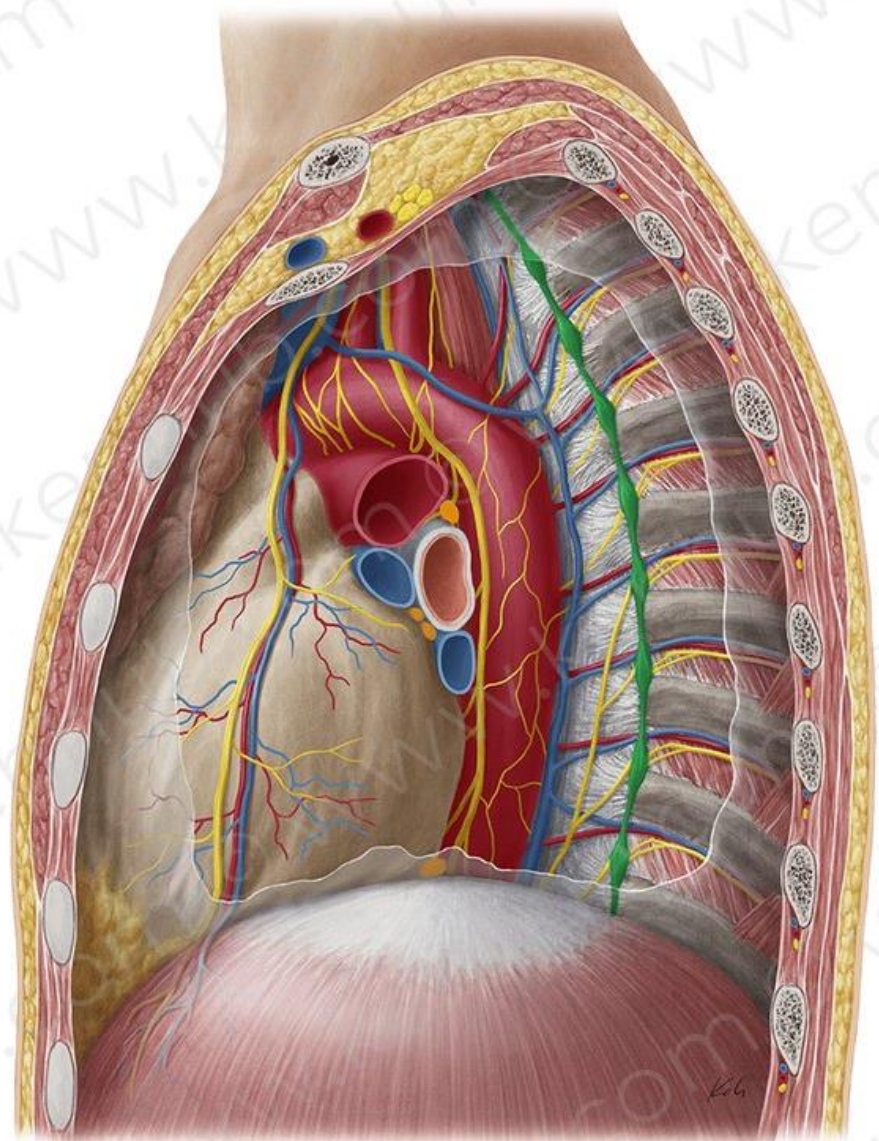
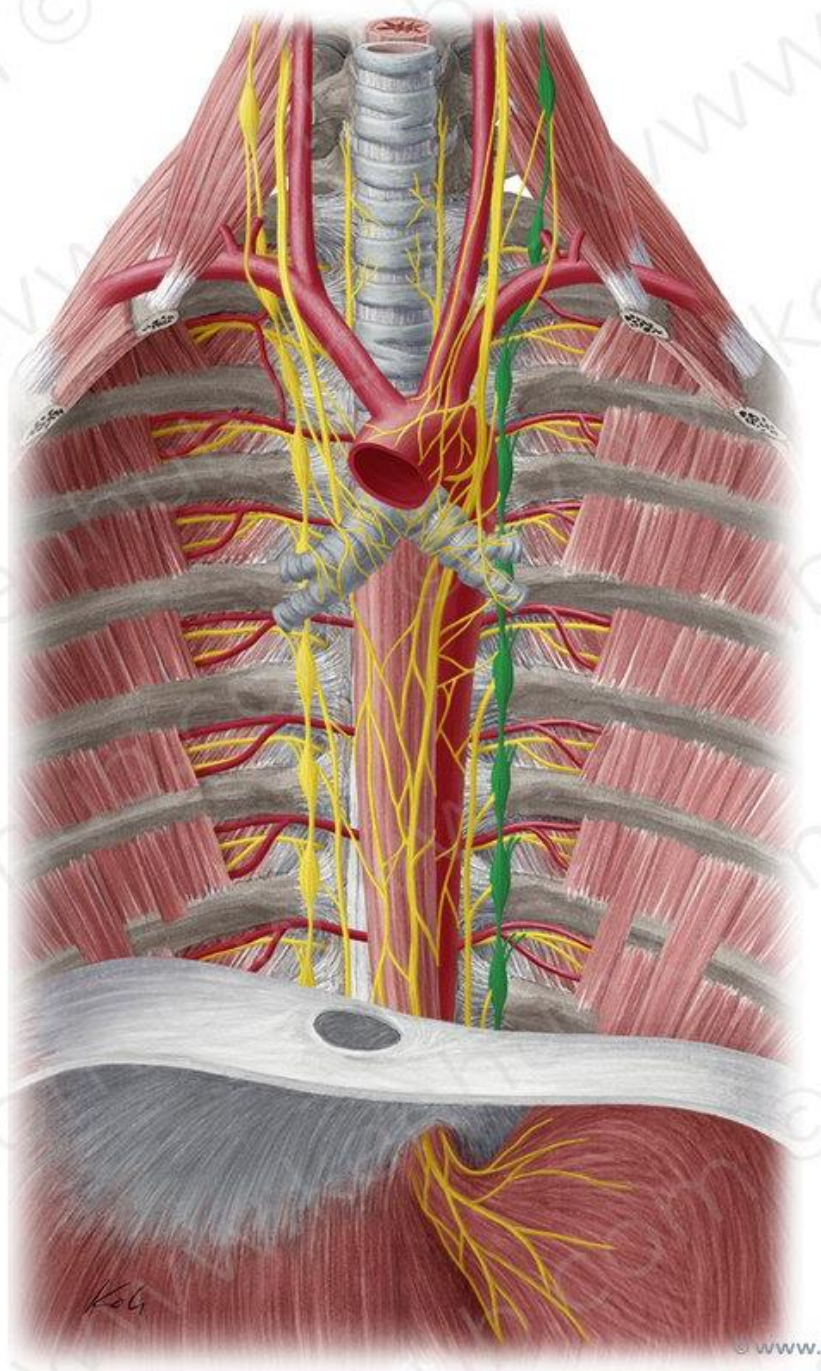
Sympatické provazce (pl. *trunci sympatici*; sg. *truncus sympaticus*)

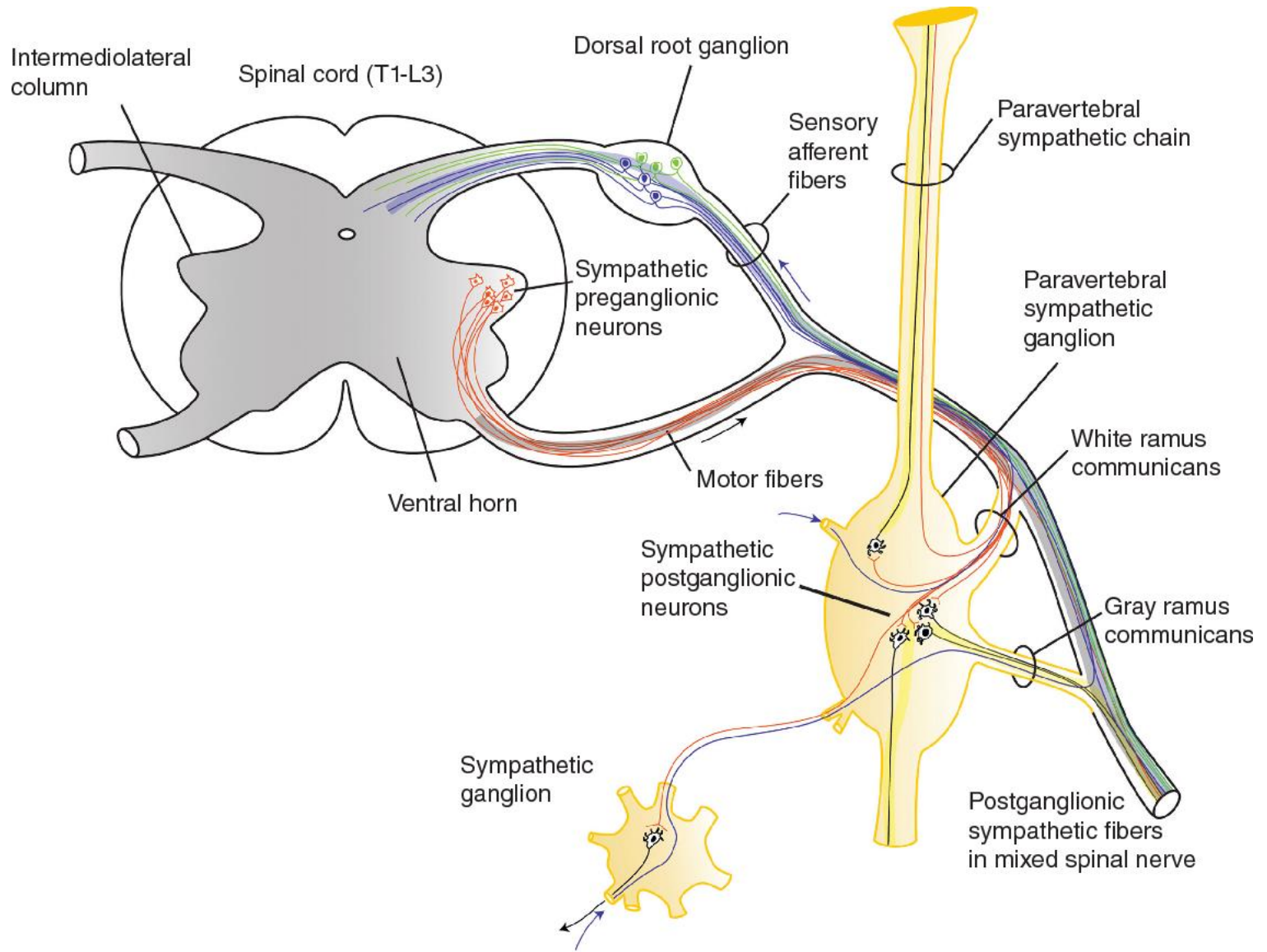
- řada vzájemně spojených ganglií

Sympatická (paravertebrální) ganglia

- končí vlákna přicházejících z míšních nervů
- vysílají drobné výběžky nazpět k míšním nervům
- **postgangliiová** vlákna (druhé neurony) končí u buněk hladké svaloviny (žlázy, vývody, stěna orgánů & cév)



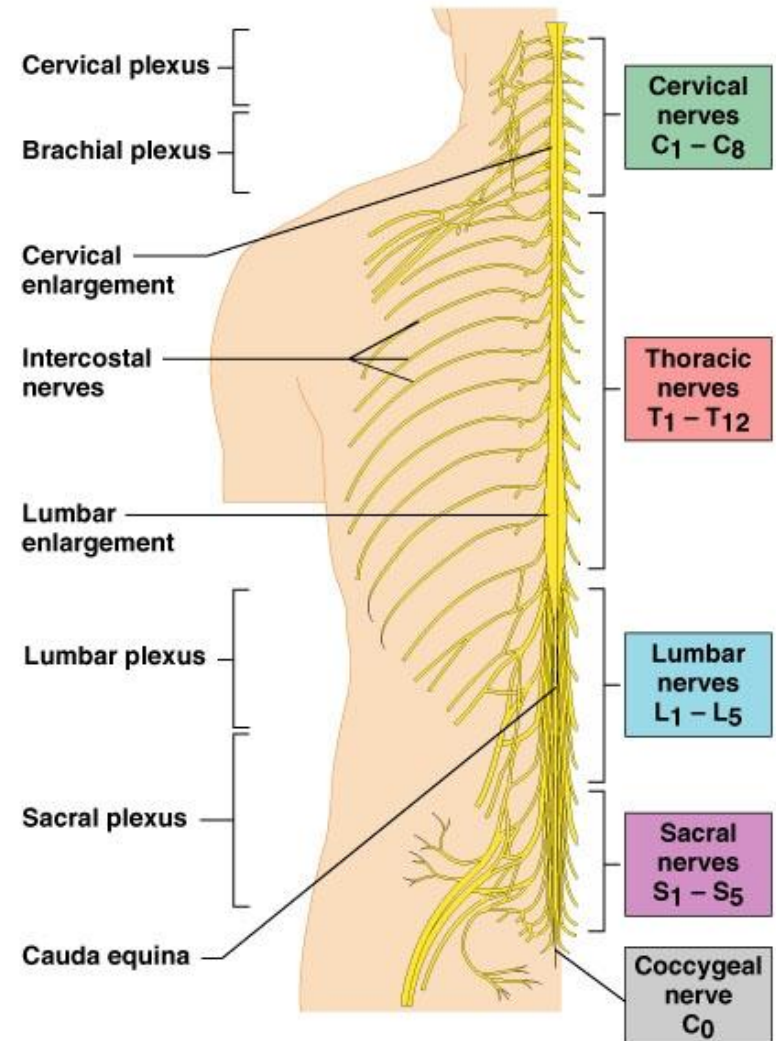
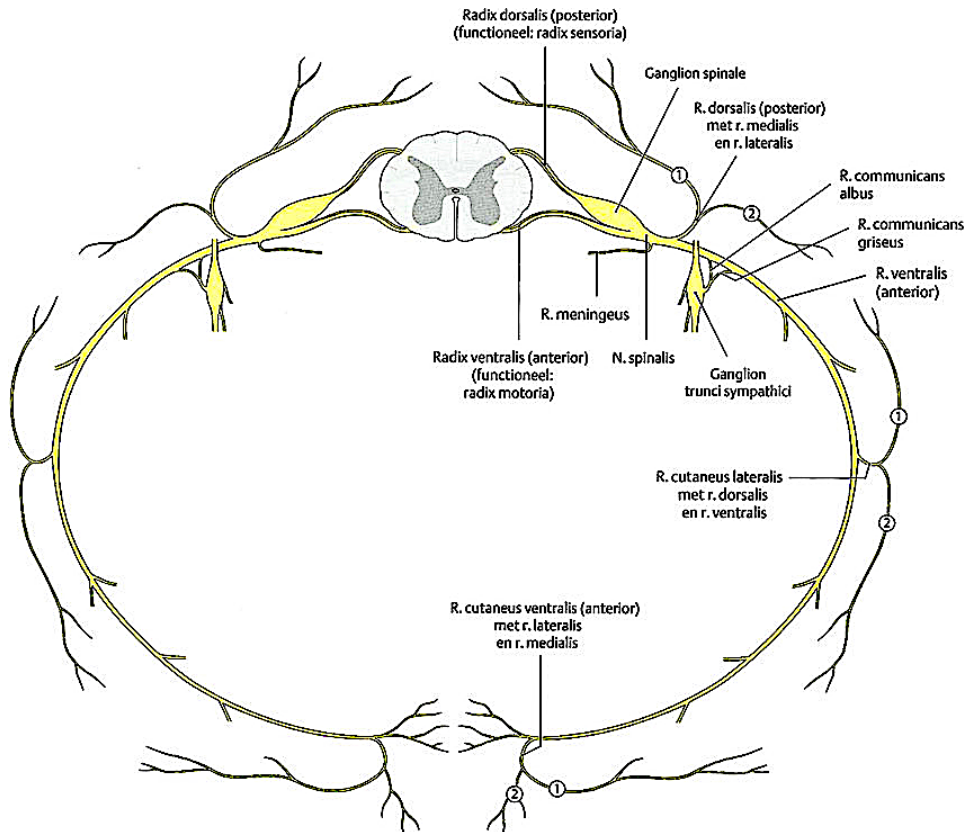




Míšní nervy (*nervi spinales*)

Členění míšních nervů

- každý míšní nerv se dělí 2 větve po výstupu z *foramen intervertebrale* - *ramus dorsalis*, *ramus ventralis*
- po výstupu z páteřního kanálu tvoří pleteně



Míšní nervy (*nervi spinales*)

Členění míšních nervů

Dělení dle toho v jakém úseku páteře vystupují:

Krční nervy (*nervi cervicales*)

- 8 párů, vystupují mezi C1-C7
- inervace horních končetin, hlavy & krku

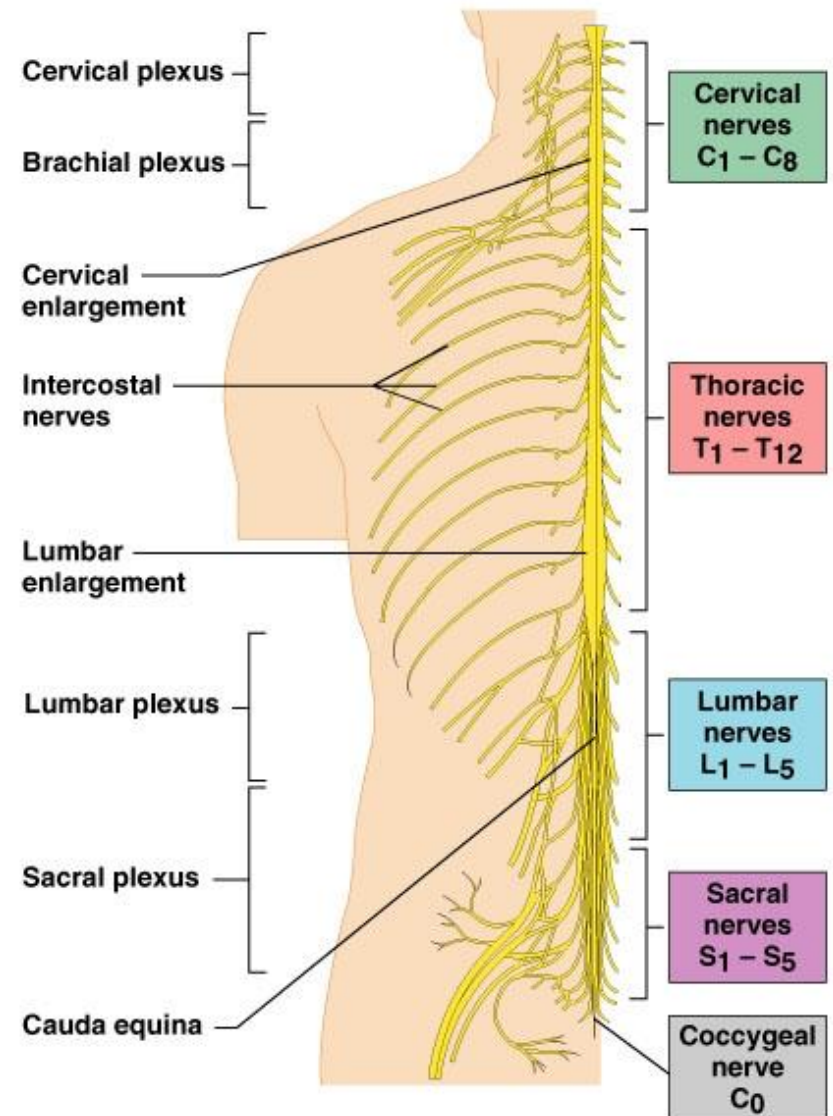
Pleteně:

➤ krční pleteň (*plexus cervicalis*)

- C1-C4
- **rr. dorsales** – pro svaly & kůži šíje
- **rr. ventrales** – pro kůži na přední & boční straně krku, u ušního boltce, v týlní krajině, kůže hrudníku
- vznikají další nervy – **n. phrenicus** (motorická inervace bránice; senzitivní pro perikard & pleuru)

➤ pažní pleteň (*plexus brachialis*)

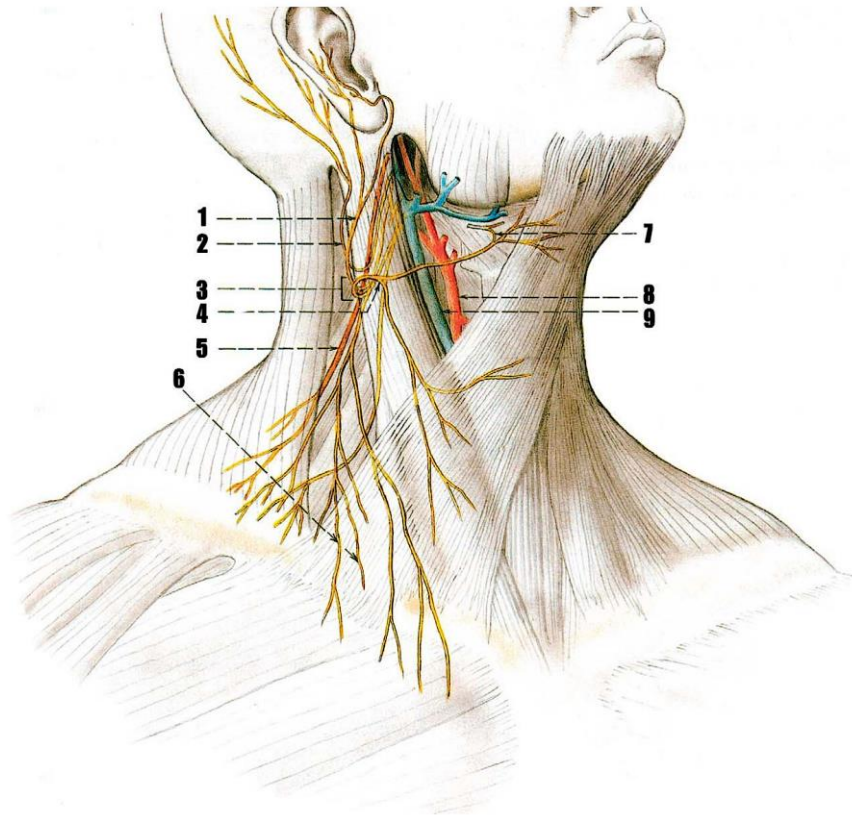
- C5-Th1
- **nadklíčková část** - *n. thoracicus longus* → svaly pažního pletence)
- **podklíčková část** - *n. axillaris, n. musculocutaneus, n. medianus, n. ulnaris, n. radialis* → inervace horní končetiny



Krční pleteň

(plexus cervicalis)

Obrázek č. 88



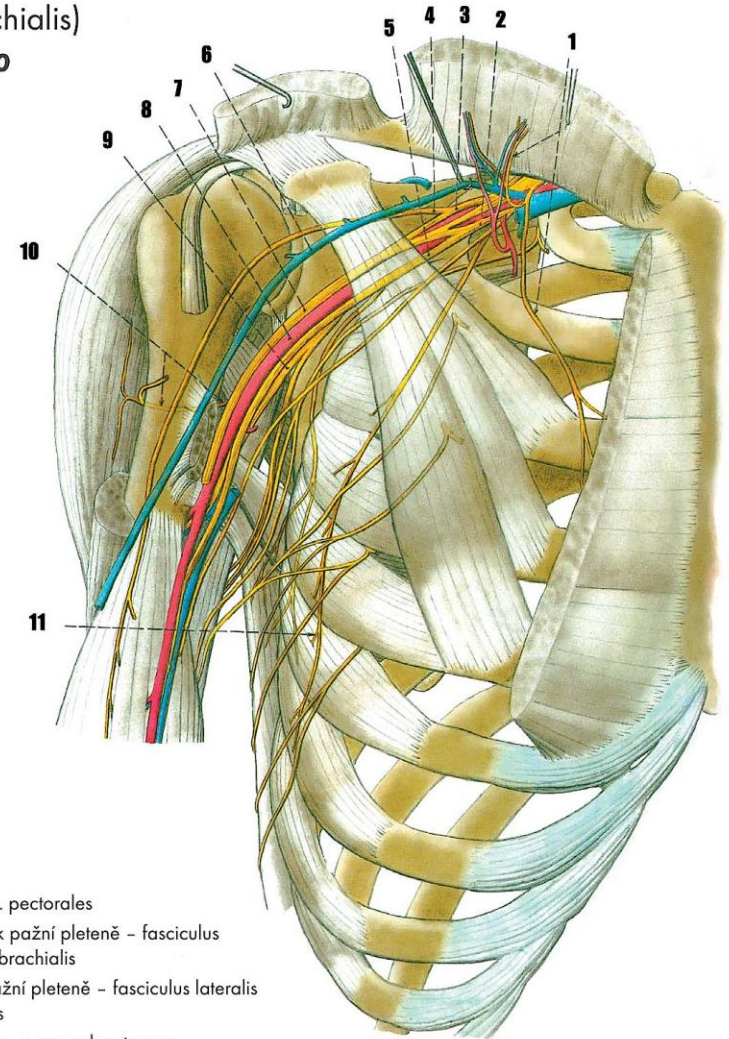
1. Velký boltový nerv – n. auricularis magnus
2. Malý týlní nerv – n. occipitalis minor
3. Nervový bod – punctum nervosum
4. Příčný krční nerv – n. transversus coll
5. Přídavný nerv (n. IX) – n. accessorius

6. Nadklíční nervy – nn. supraclaviculares
7. Povrchová krční smyčka – ansa colli superficialis (n. transversus colli r. colli nervi facialis (n. VII))
8. Vnější krkavice – a. carotis externa
9. Vnitřní hrdelní žíla – v. jugularis interna

Pažní pleteň

(plexus brachialis)

Obrázek č. 90



1. Prsní nervy – nn. pectorales
2. Břišřední svazek pažní pleteně – fasciculus medialis plexus brachialis
3. Boční svazek pažní pleteně – fasciculus lateralis plexus brachialis
4. Svalokožní nerv – n. musculocutaneus
5. Loketní nerv – n. ulnaris
6. Hrudníkohřbetní nerv – n. thoracodorsalis
7. Síředový nerv – n. medianus
8. Podpažní tepna – a. axillaris

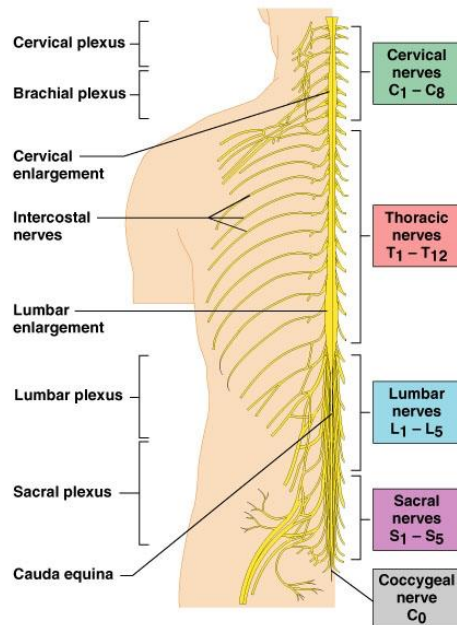
9. Vřetenní nerv – n. radialis
10. Podpažní nerv – n. axillaris
11. Dlouhý hrudní nerv – n. thoracicus longus

Míšní nervy (*nervi spinales*)

Členění míšních nervů

Hrudní nervy (*nervi thoracici*)

- 12 párů, vystupují mezi Th1-Th12
- inervace pro svaly & kůži hrudníku & zad
- zachovávají si původní segmentovanou úpravu
 - **rr. dorsales** – senzitivně inervují kůži zad & motoricky hluboké zádové svaly
 - **rr. ventrales** – smíšené mezižebří svaly (*nn. intercostales*), inervují břišní svaly, senzitivně kůži hrudníku & břicha

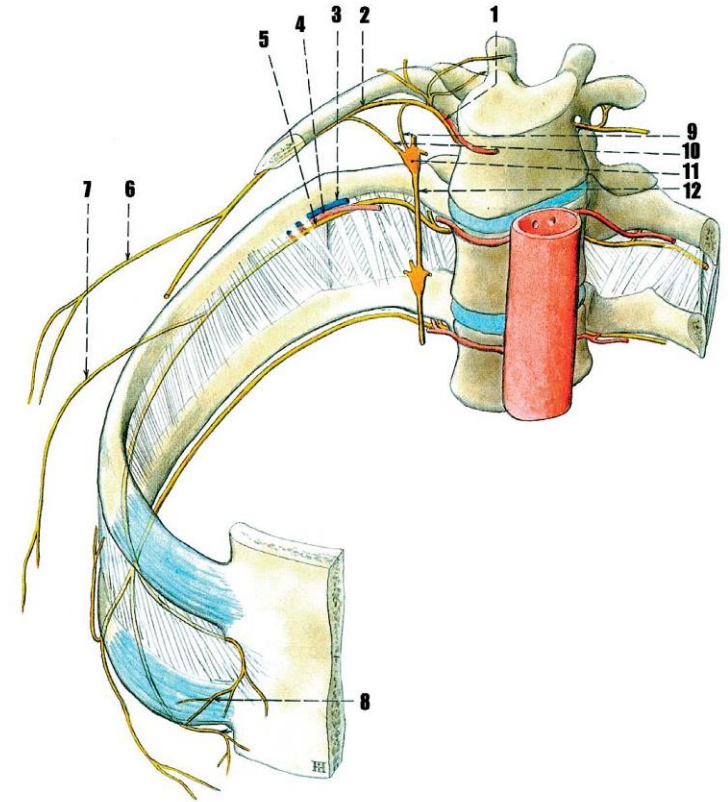


Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Hrudní nervy a jejich větve

(*nervi thoracici*)

Obrázek č. 95



1. Hrudní míšní nerv - n. spinalis thoracicus

2. Mezižebří nerv - n. intercostalis

3. Mezižebří žíla - vena intercostalis

4. Mezižebří tepna - arteria intercostalis

5. Mezižebří nerv - n. intercostalis

6. Mezižebří-pažní nerv - n. intercostobrachialis

7. Boční prsní větev - r. mammarius lateralis

8. Příměstřední prsní větev - r. mammarius medialis

9. Bílá spojující větev - r. communicans albus

10. Šedá spojující větev - r. communicans griseus

11. Nervová uzlina sympatického nervu - ganglion trunci sympathici

12. Sympatický kmen - truncus sympathicus

Míšní nervy (*nervi spinales*)

Členění míšních nervů

Bederní & křížové nervy (*nervi lumbales & sacrales*)

- 5+5 párů, vystupují mezi L1-L5, S1-S5
- bederní inervují oblast stehna, pánve & zevních pohlavních orgánů
- křížové inervují svaly & kůži dolní končetiny & hýžděové svaly

Pleteně:

➤ *plexus lumbosacralis*

- formována z *rr. ventrales* bederních i křížových nervů

• **bederní pletěň** (*plexus lumbalis*)

- Th12-L3
- *n. obturatorius, n. femoralis*
- inervace části břišních svalů, svaly na přední & vnitřní straně stehna, přilehající kožní oblasti, *m. quadratus lumborum, m. iliopsoas*

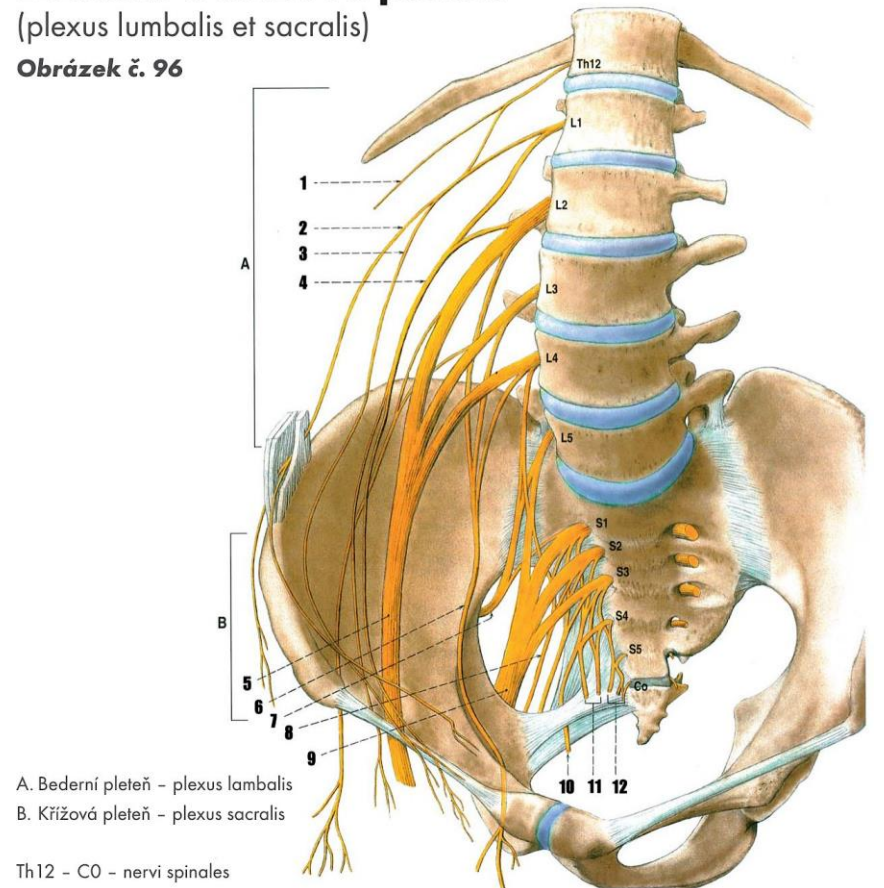
• **křížová pletěň** (*plexus sacralis*)

- L4-S5
- *n. glutaeus superior & inferior, n. pudendus, n. ischiadicus, n. tibialis, n. peroneus communis*
- inervace svaly pánevního dna, hráze, hýžděové svaly, svaly na zadní straně stehna, svaly bérce & nohy; kožní oblasti hýždí, dolní končetiny & hráze

Bederní a křížová pletěň

(plexus lumbalis et sacralis)

Obrázek č. 96



A. Bederní pletěň – plexus lumbalis

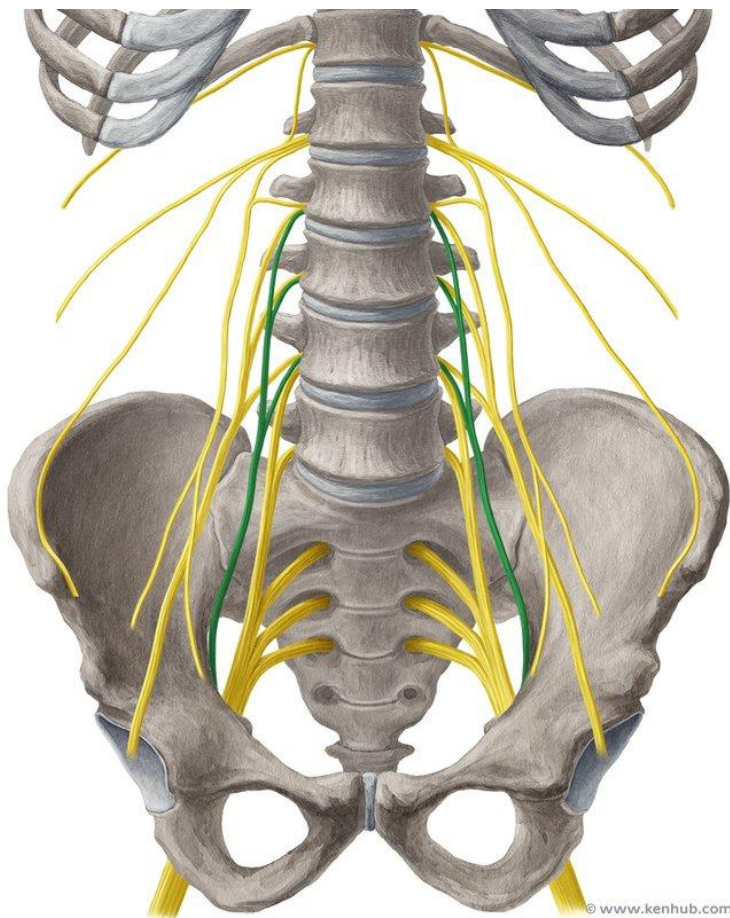
B. Křížová pletěň – plexus sacralis

Th12 – CO – nervi spinales

1. Podžeberní nerv – *n. subcostalis*
2. Kyčlopodbřišní nerv – *n. iliohypogastricus*
3. Kyčlotříselný nerv – *n. ilioinguinalis*
4. Stehнопohavní nerv – *n. ganitofemoralis*
5. Stehenní nerv – *n. femoralis*
6. Ucpávající nerv – *n. obturatorius*
7. Horní hýžděový nerv – *n. glutaeus superior*
8. Dolní hýžděový nerv – *n. glutaeus inferior*

9. Sedací nerv – *n. ischiadicus*
10. Ohanbový nerv – *n. pudendus*
11. Nervy pro řitný zdihač a kostrční sval – *n. levator ani et m. coccygeus*
12. Kostrční pletěň a řířokostrční nervy – *plexus coccygeus et nn. anococcygei*

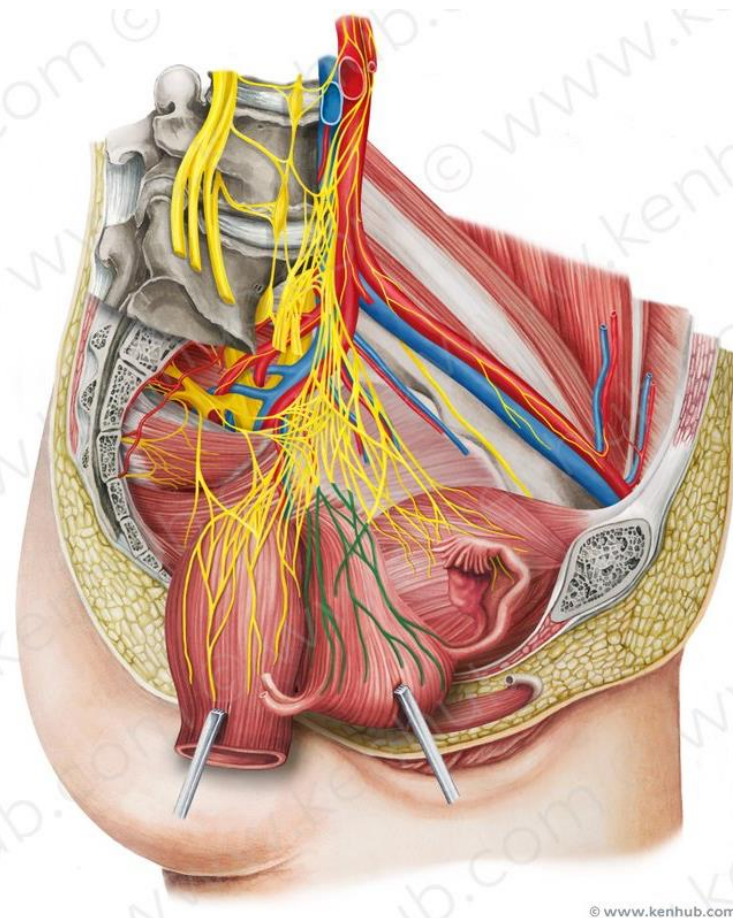
plexus lumbalis



© www.kenhub.com



plexus sacralis



© www.kenhub.com

