

Funkční anatomie

Nervový systém I.

Systema nervosum

MVDr. Kateřina Jirků, Ph.D.

Katedra medicínské biologie

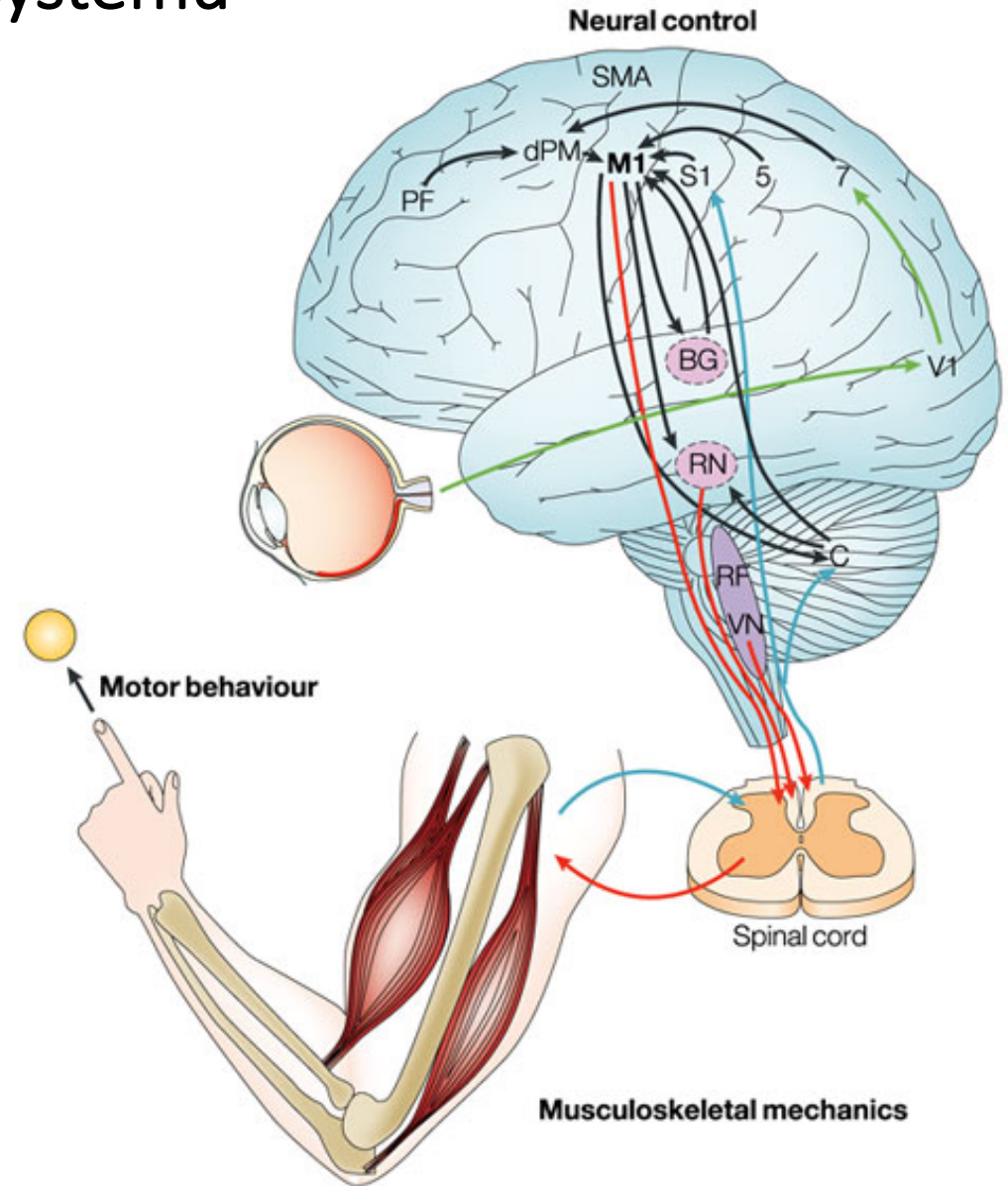
Obecné principy nervového systému

Hlavní funkce nervového systému:

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

Lékařský obor:

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



Obecné principy nervového systému

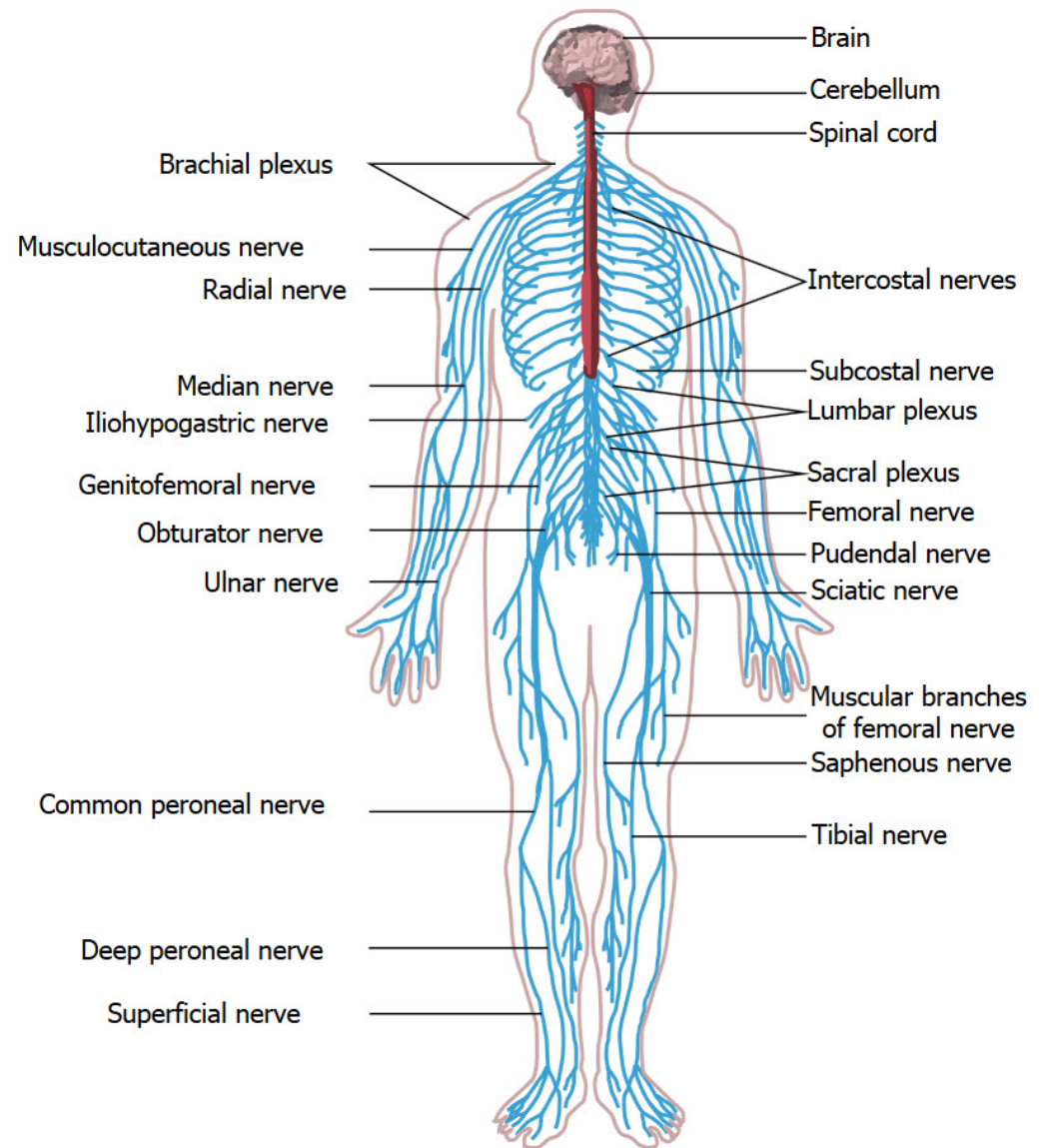
Centrální nervový systém (CNS):

- **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 (*hemisphaerium cerebri*)
 - bazální ganglia (*nuclei basales*)

Periferní nervový systém (PNS):

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

Základní a 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 organely jsou výraznější (např. endoplazmatické retikulum = Nisslova substance)
 - obsahuje receptory & iontové kanály

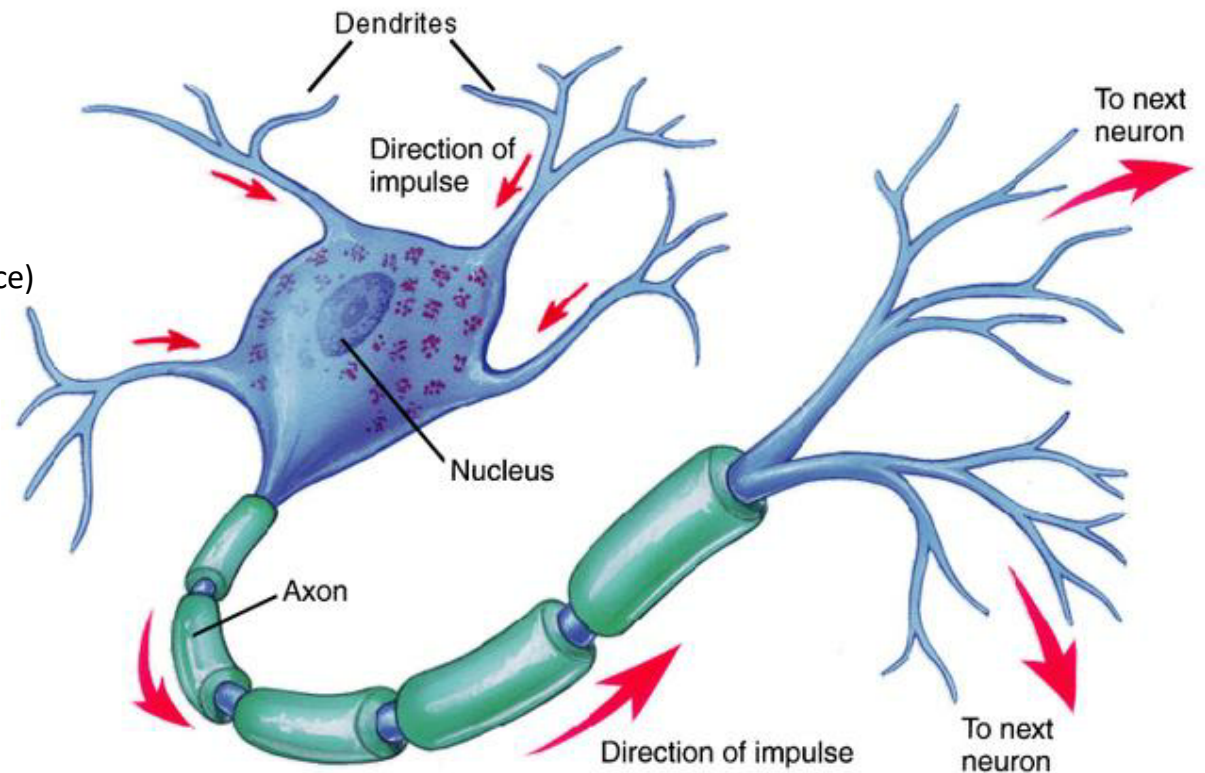
- **výběžky:**

- **dendrit**

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

- Stavba:**

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



Obecná stavba nervového systému

Stavba neuronu:

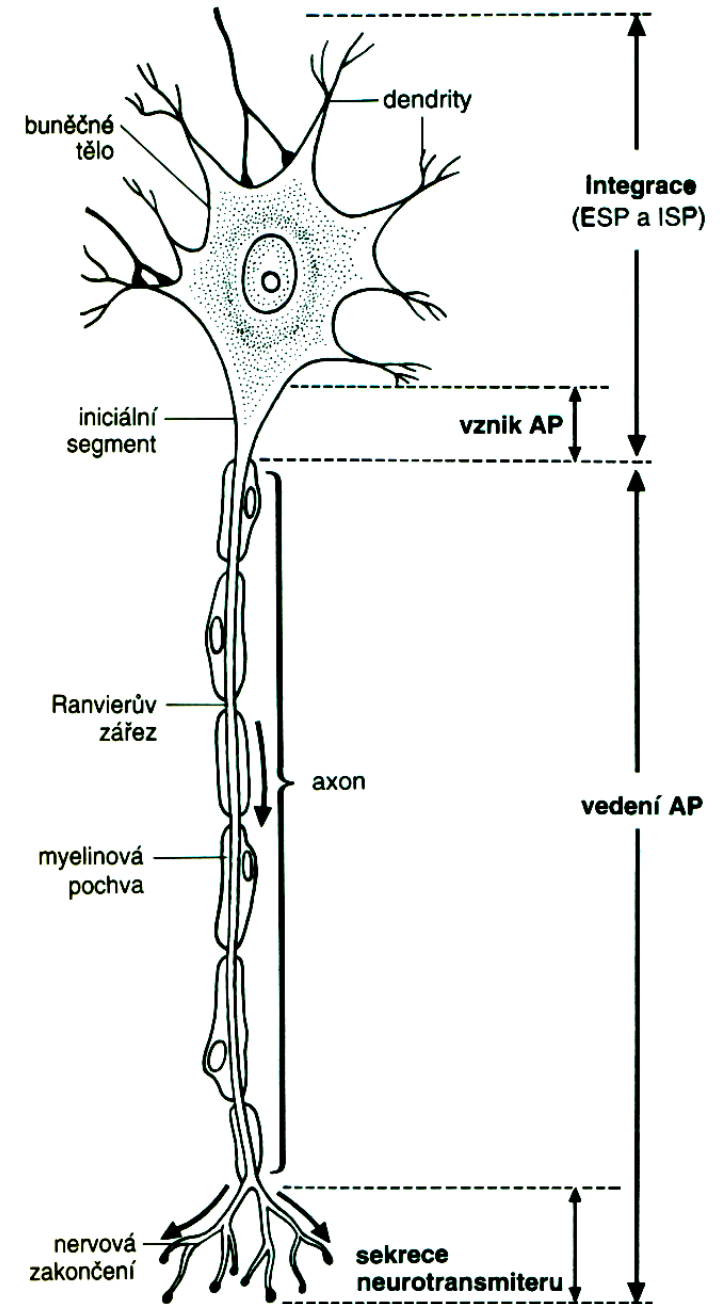
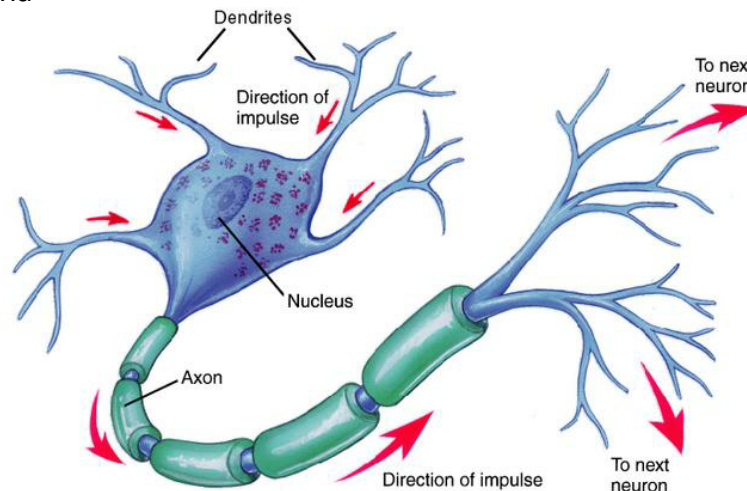
- **výběžky:**

- **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 napětově řízené iontové kanály

Stavba:

- axonový hrbolík - místo odstupu, 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

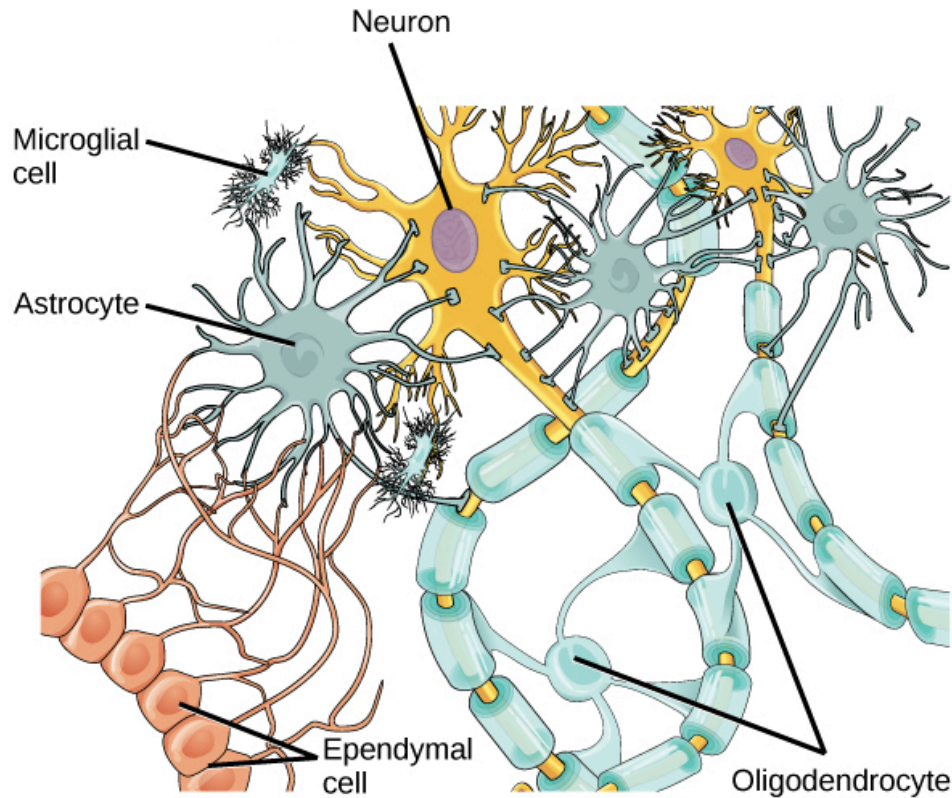
typy axonů:

- **myelinizovaný axon**

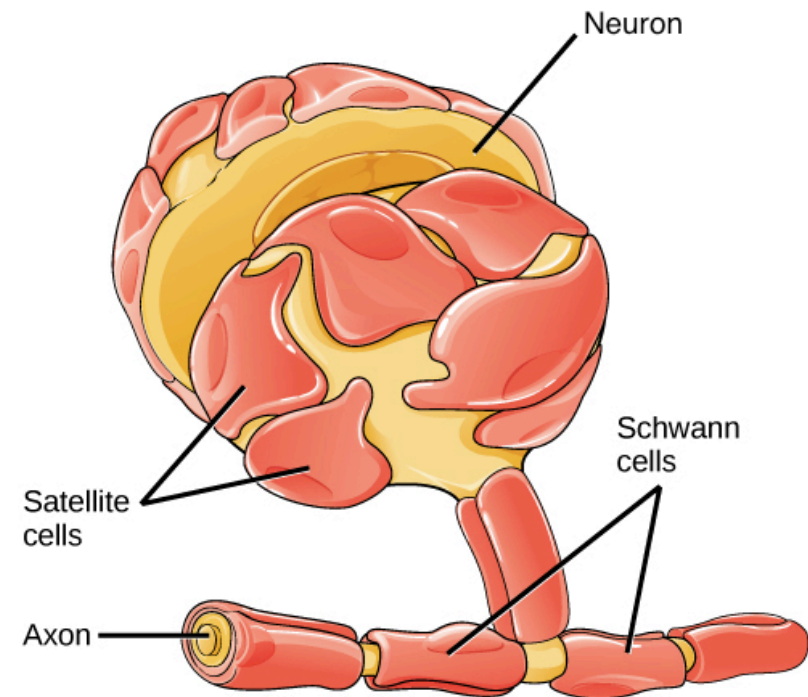
- tzv. A- & B-vlákna (A-propriocepce, nocicepce, dotyk, hmat, apod.; B-pregangliová autonomní)
- vede rychleji akční potenciál
- obaly – 2 vrstvy:
 - vnitřní - myelinová pochva
 - vnější – Schwannovy bb. (PNS); oligodendrocyty (CNS)

- **nemyelinizovaný axon**

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



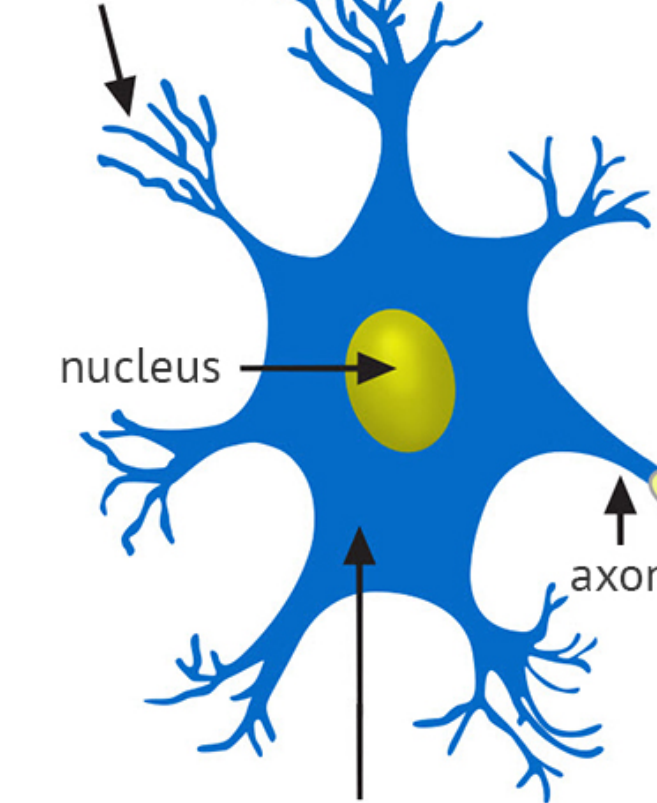
Central nervous system



Peripheral nervous system

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

dendrite



nucleus

cell body (soma)

axon

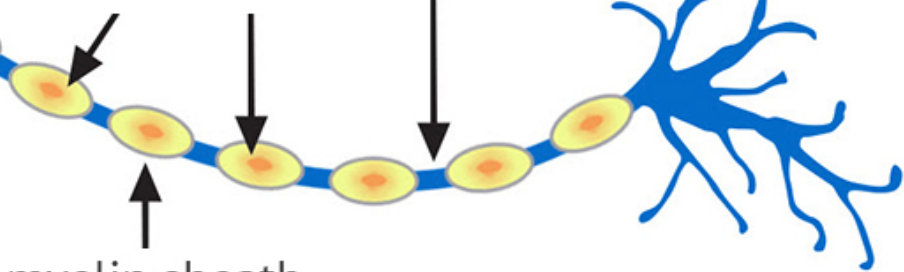
**pre-synaptic, or
signal releasing end**

schwann cell

myelin sheath

node of
ranvier

axon terminal



direction of transmission



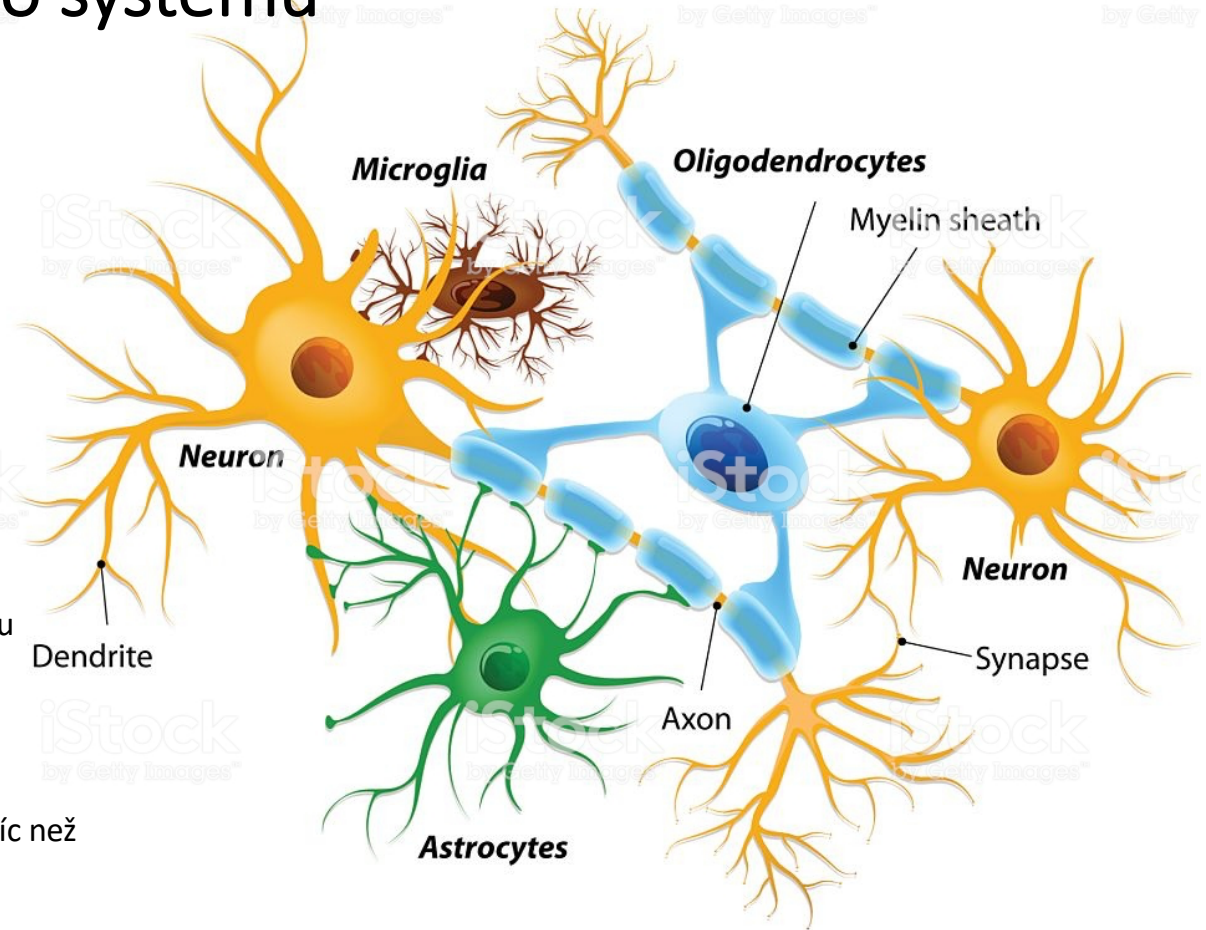
Obecná stavba nervového systému

Glie (neuroglie)

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

Neuroglie CNS

- **astrocyty**
 - hvězdicovité bb., dlouhé výběžky
 - uloženy mezi stěnou kapiláry & neuronem
 - schopnost regenerace
 - **funkce:** podpůrná, izolují neurony od vnitřního prostředí organismu, zprostředkovávají látkovou výměnu neuronu
- **oligodendroglie**
 - obklopují axony v CNS
 - obdoba Schwannových buněk, ale myelinizují víc než 1 vlákno
 - **funkce:** opora neuronu, produkce myelinu
- **mikroglie**
 - schopnost amébovního pohybu fagocytózy
 - **funkce:** úklidové reakce v CNS → tvoří makrofágový systém CNS
- **ependymální buňky**
 - vystylají dutiny CNS (mozkové komory & míšní kanál)
 - kubický až cylindrický, cílie & mikrokly
 - **funkce:** tvoří *plexus chorioideus* v mozkových komorách → tvorba mozkomíšního moku



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

Obecná stavba nervového systému

Glíe (neuroglie)

Neuroglie PNS

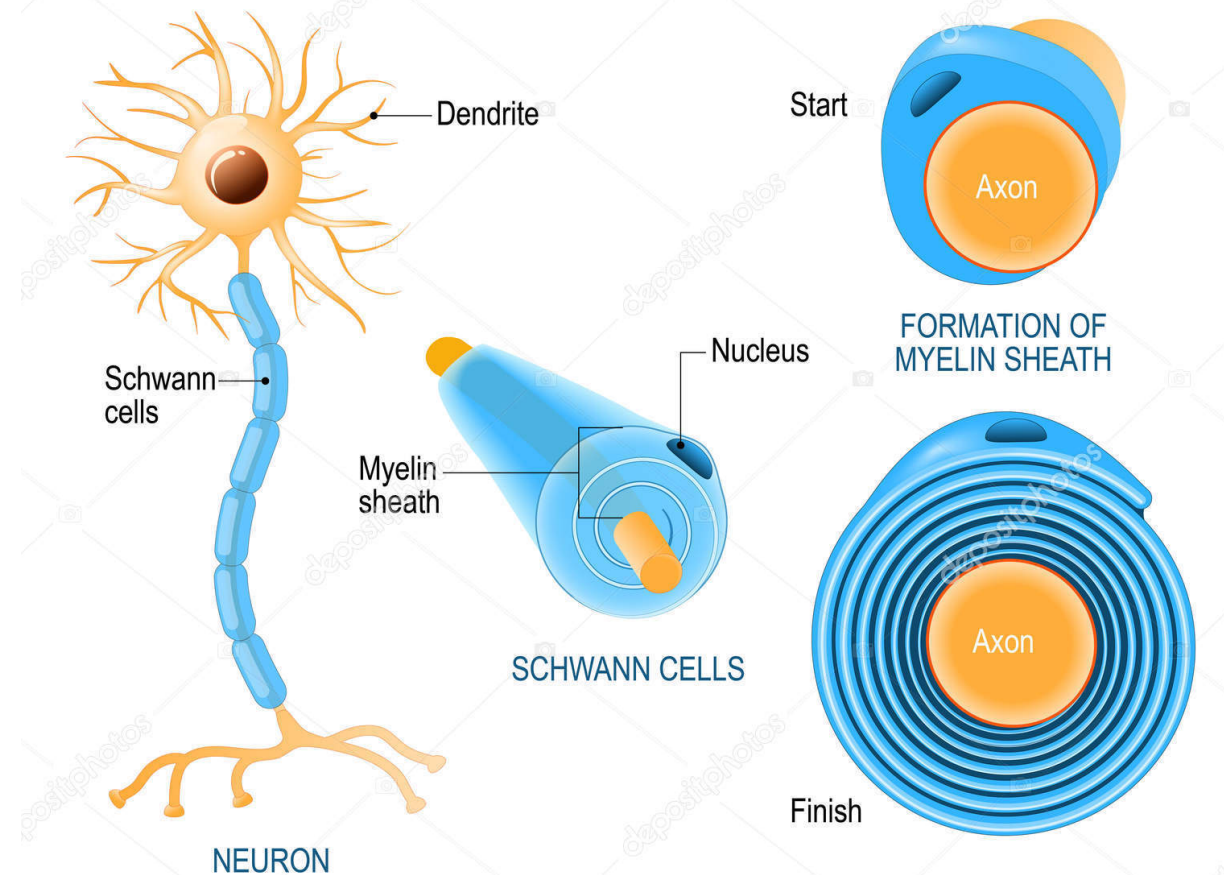
- **Schwannovy bb.**

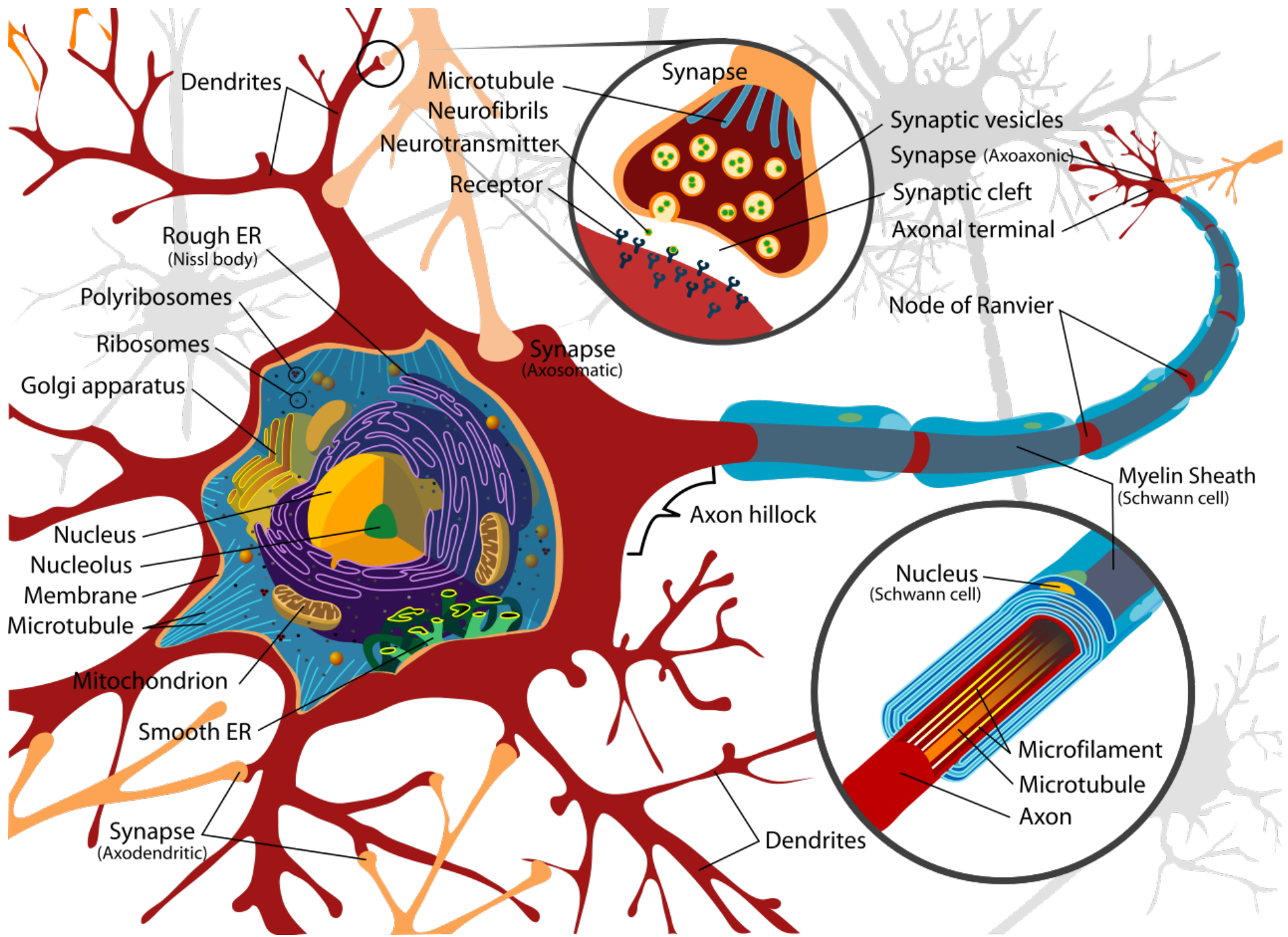
- obdoba oligodendrocytů
- tvorba myelinové pochvy
- myelinizuje pouze 1 axon
- Ranvierovy zářezy, internodia
- **funkce:** mechanická & metabolická podpora axonů, izolace od endoneuria → zajišťuje rychlé šíření akčního potenciálu

- **satelitní buňky**

- krátké výběžky
- obklopují těla neuronů v senzitivních a vegetativních gangliích
- **funkce:** metabolická podpora

SCHWANN CELL





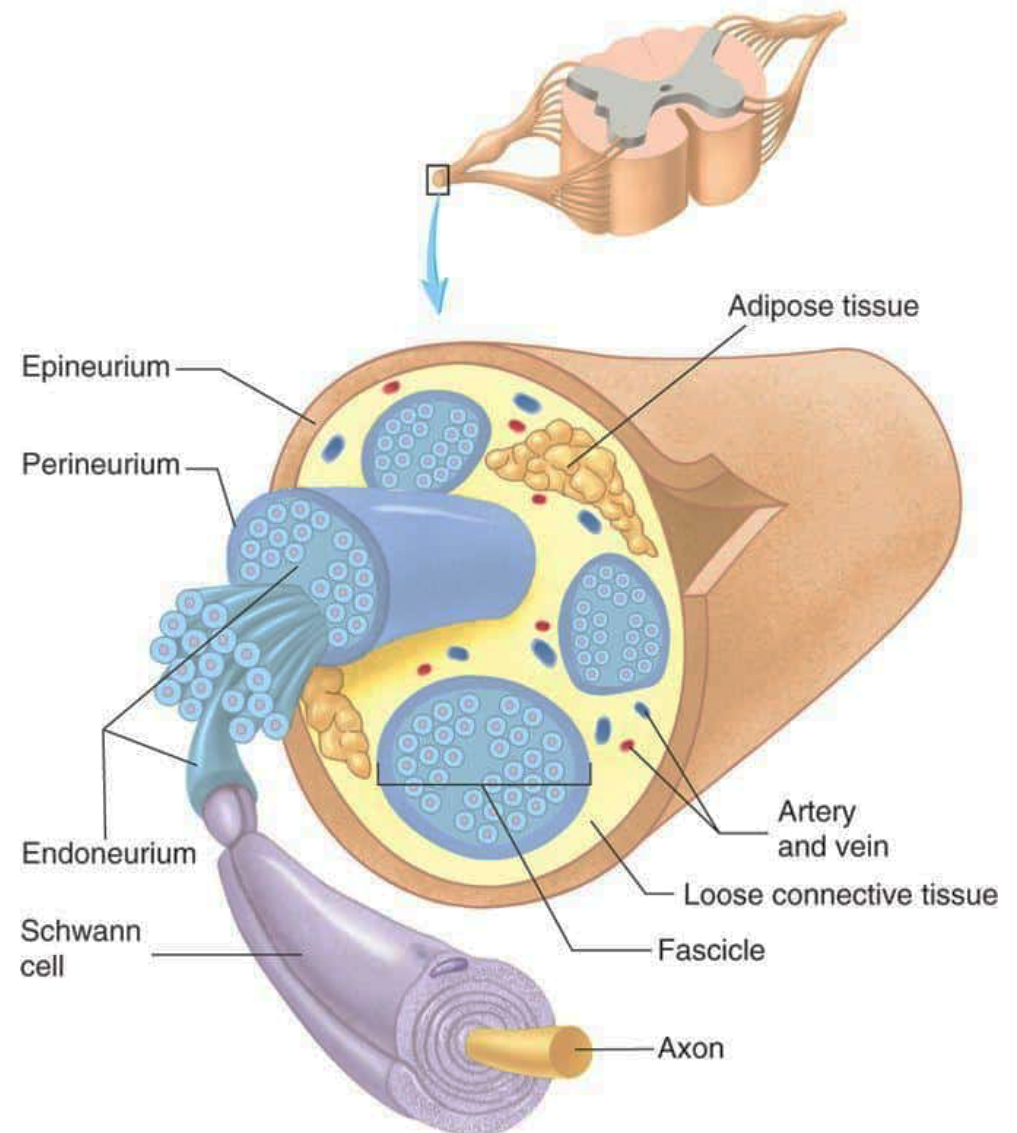
Obecná stavba nervového systému

Periferní (obvodový) nerv

- **funkční element** = axon neuronu (tělo leží v míše, ganglionu nebo v jádrech mozkového kmene)
- **svazky nervových vláken mimo CNS**
- svazky o síle 0,3-1 mm obsahují 10 tis nervových vláken
- 2 typy – mozkomíšní & 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 kmeni
 - Schwannova pochva (izolace axonu, rychlejší šíření akčního potenciálu)
 - vazivová tkáň, cévky
- **epineurium**
 - obaluje celý nerv na povrchu
 - elastická & kolagenní vlákna
 - tukové bb., cévky, nervy
- **perineurium**
 - obaluje skupiny nervových vláken
- **endoneurium**
 - obaluje každý axon zevně od jeho myelinové pochvy
 - zajišťuje regeneraci nervu



Obecná stavba nervového systému

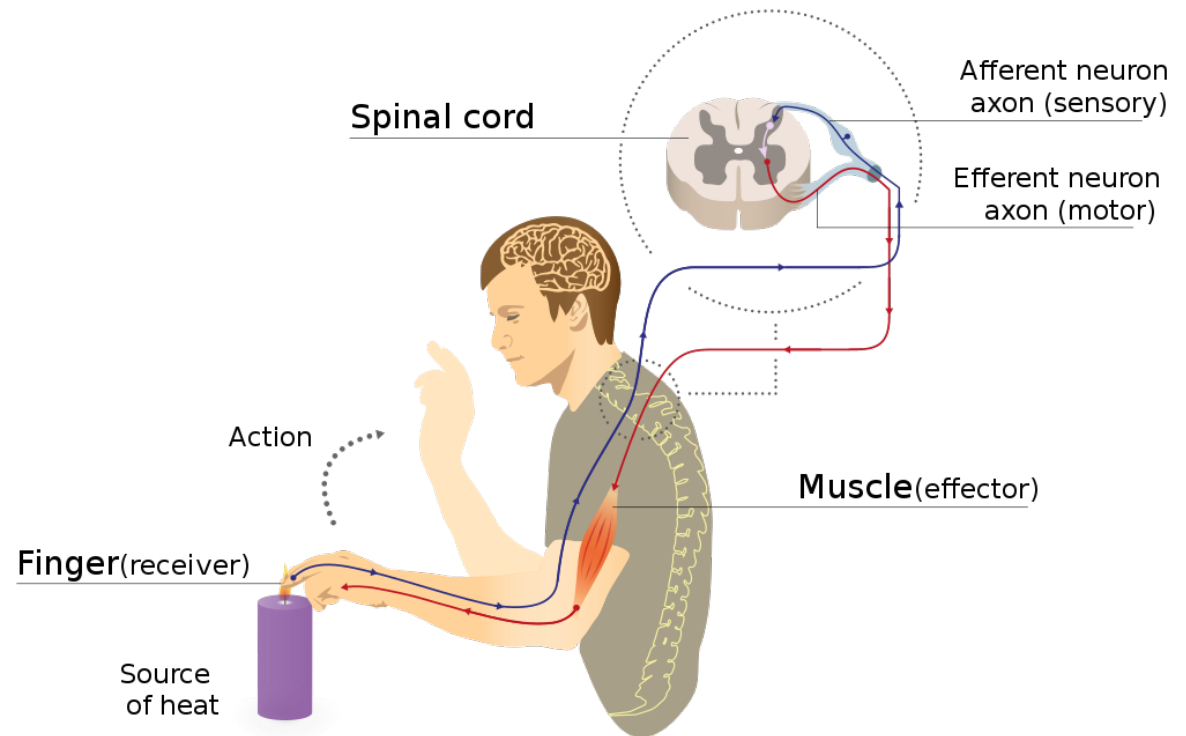
Periferní (obvodový) nerv

Typy vláken dle vedení

- **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**
 - ovládají svalovou činnost
 - končí na motorických ploténkách svalů
 - motorická jednotka – soubor svalových vláken inervovaný 1 motoneuronem, nervosvalová ploténka
- **autonomní vlákna**



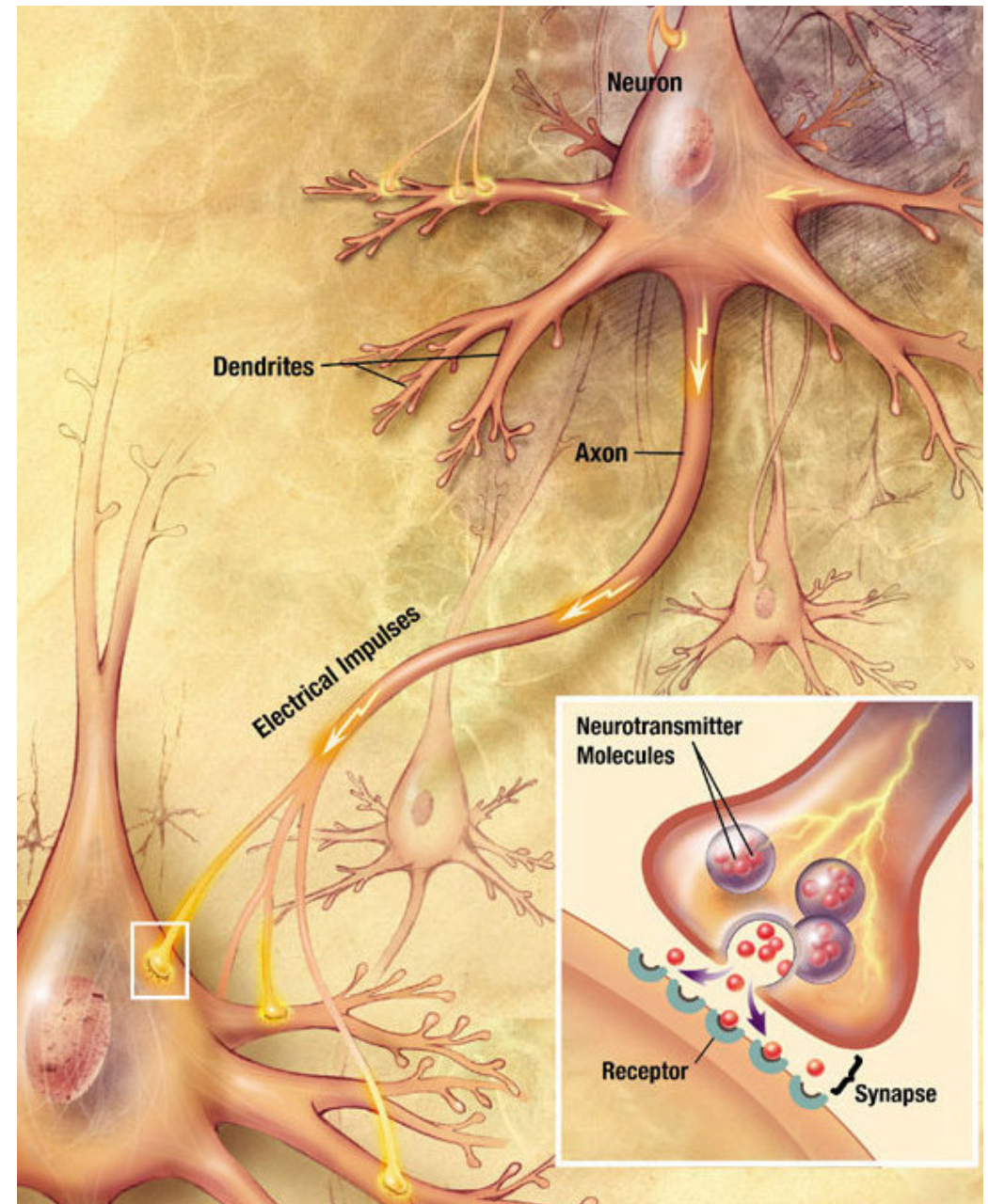
Obecná stavba nervového systému

Synapse

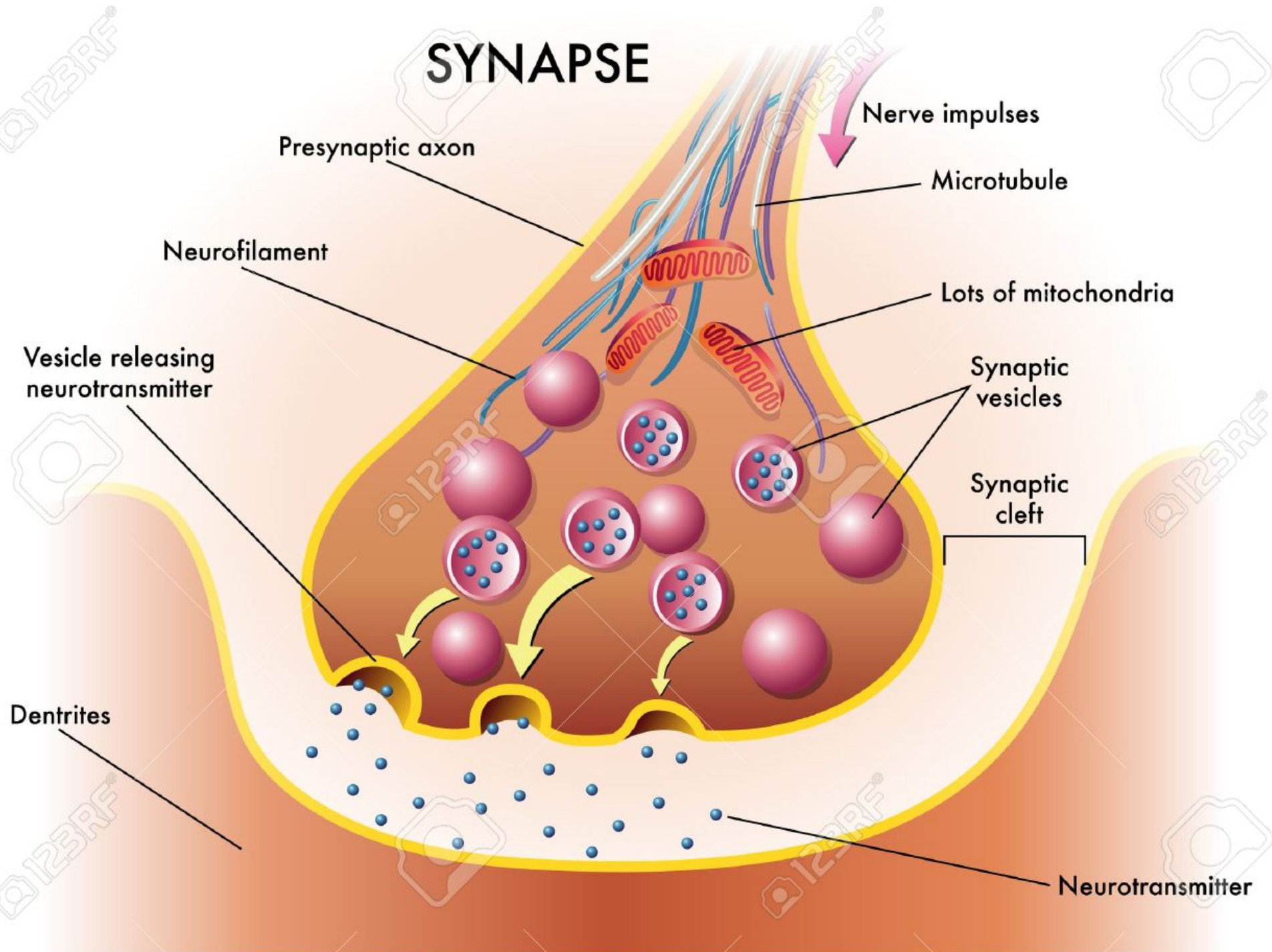
- místo **dotyku 2 buněk**, z nichž alespoň 1 je **neuron**:
 - mezi 2 neurony
 - mezi receptorem & neuronem
 - mezi neuronem & svalem = motorická ploténka
- tvoří prostorové neurální sítě
- umístění na různých místech neuronu
- průměrný počet synapsí 1 neuronu je 5000 (mozeček - 1 neuron může mít až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

Obecná stavba synapsí:

- **presynaptická terminál** – membrána 1 neuronu, uvolnění a vycytávání neurotransmiterů
- **synaptická štěrbin** (20-40 nm) – difúze neurotransmiteru
- **postsynaptická membrána** – receptory na membráně další b., které jsou aktivovány neurotransmiterem



SYNAPSE



Obecná stavba nervového systému

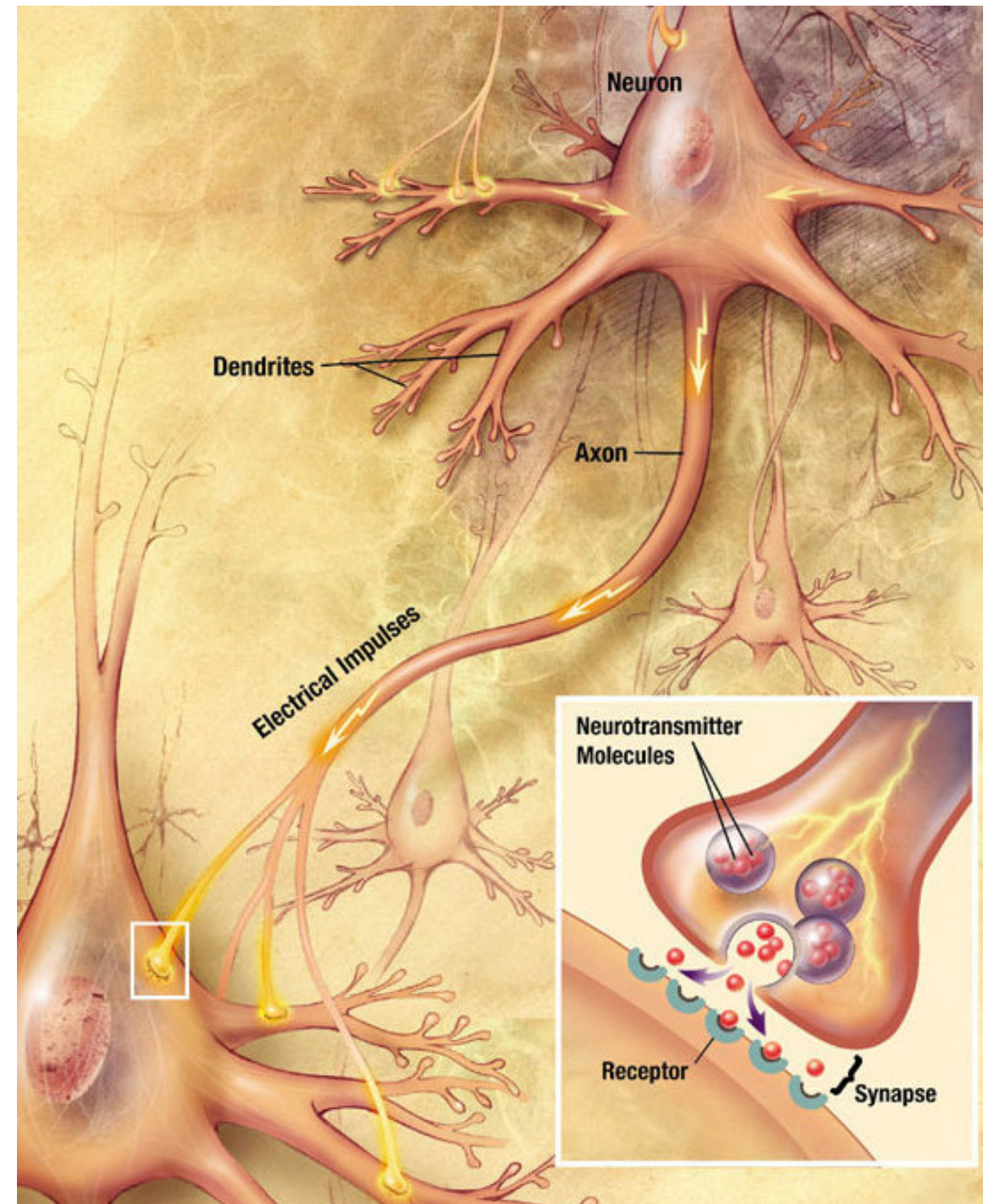
Synapse

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
 - neurotransmitery – noradrenalin, acetylcholin, další v CNS - kys. glutamová, GABA, adrenalin, dopamin, etc.
 - postsynaptické receptory & membrána – změna propustnosti pro sodíkové ionty
 - příklad - nervosvalová (motorická ploténka) ploténka
- **elektrická synapse (gap junction)**
 - rychlá synchronizace & koordinace neurální aktivity
 - kanály jimiž jsou spojeny cytoplazmy obou buněk (konexiny)
 - tok elektrického náboje

Typy synapsí dle funkce:

- **vzrušivé**
 - silná depolarizace na postsynaptické membráně
- **tlumivé**
 - stabilizace postsynaptické membrány



Obecná stavba nervového systému

Receptory

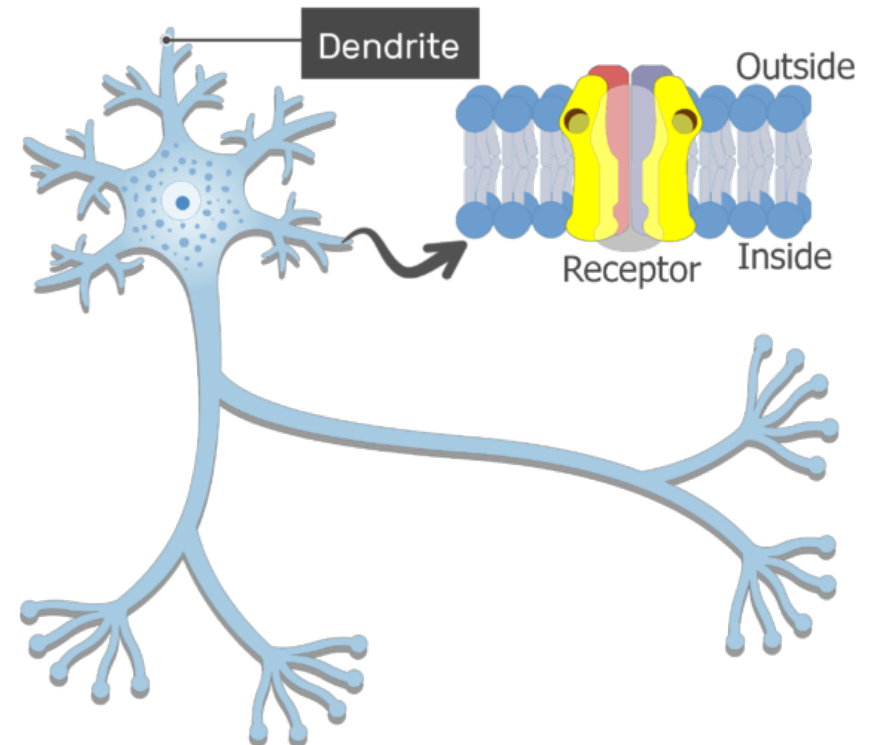
- bílkovina umístěna v cytoplazmatické membráně, cytoplasmě či v buněčném jádře, která se váže na specifické molekuly (neurotransmitery, hormony), a spouští buněčnou odezvu
- **funkce:** přijímají & vysílají informace → reaguje na vjem z vnějšího nebo vnitřního prostředí

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

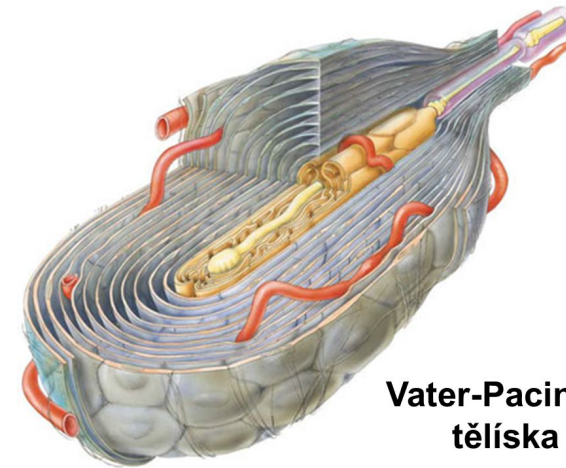
- mechanoreceptor
- podkožní vazivo, škára

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

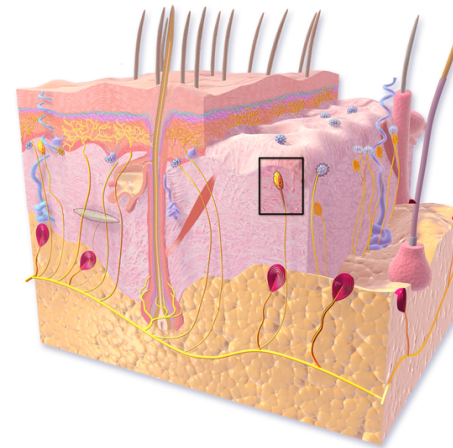
- mechanoreceptor

Funkce:

- hmat na prstech & rtech
- lehké povrchové vibrace

Stavba:

- zapouzdřená nemyelinizovaný nervová zakončení, lamely



Tactile Corpuscle
(Meissner's Corpuscle)

Smyslová ústrojí

Svalová vřeténka

- proprioreceptory
- 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

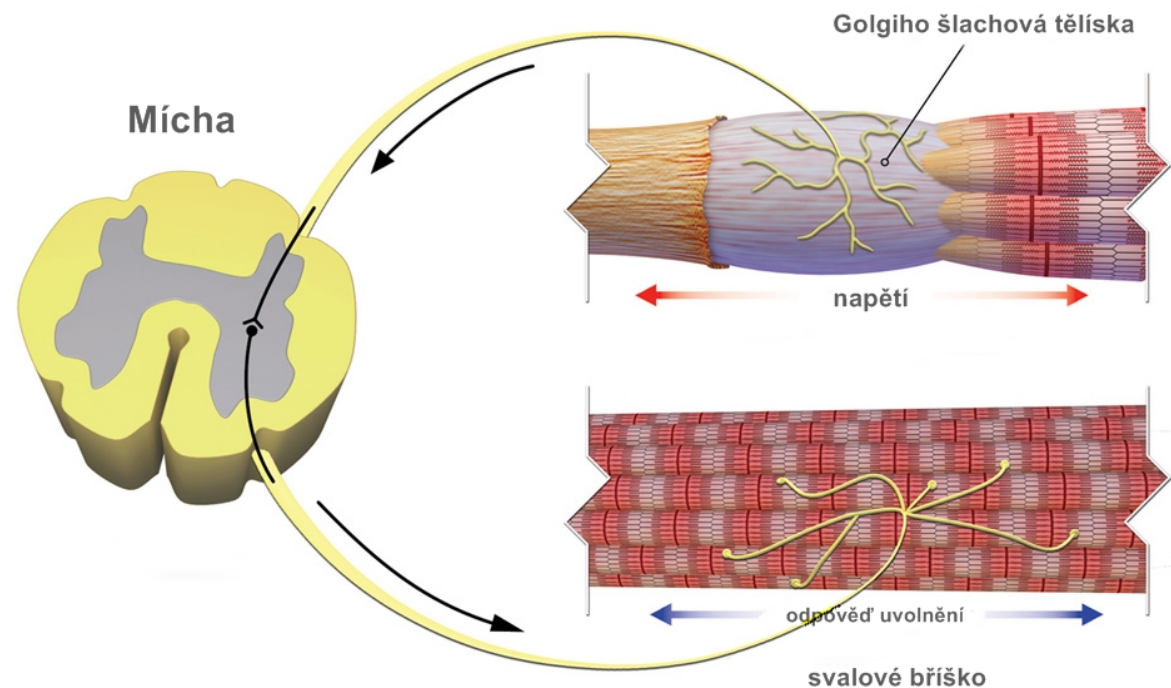
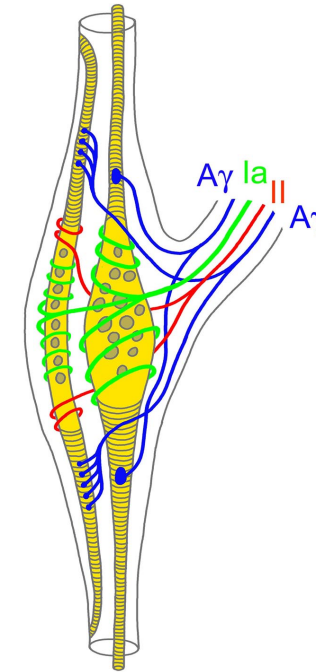
- proprioreceptory
- šlachy (blízko přechodu šlacha-sval)

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

Krauseho & Ruffiniho tělíska

- termoreceptory
- kůže, škára

Funkce:

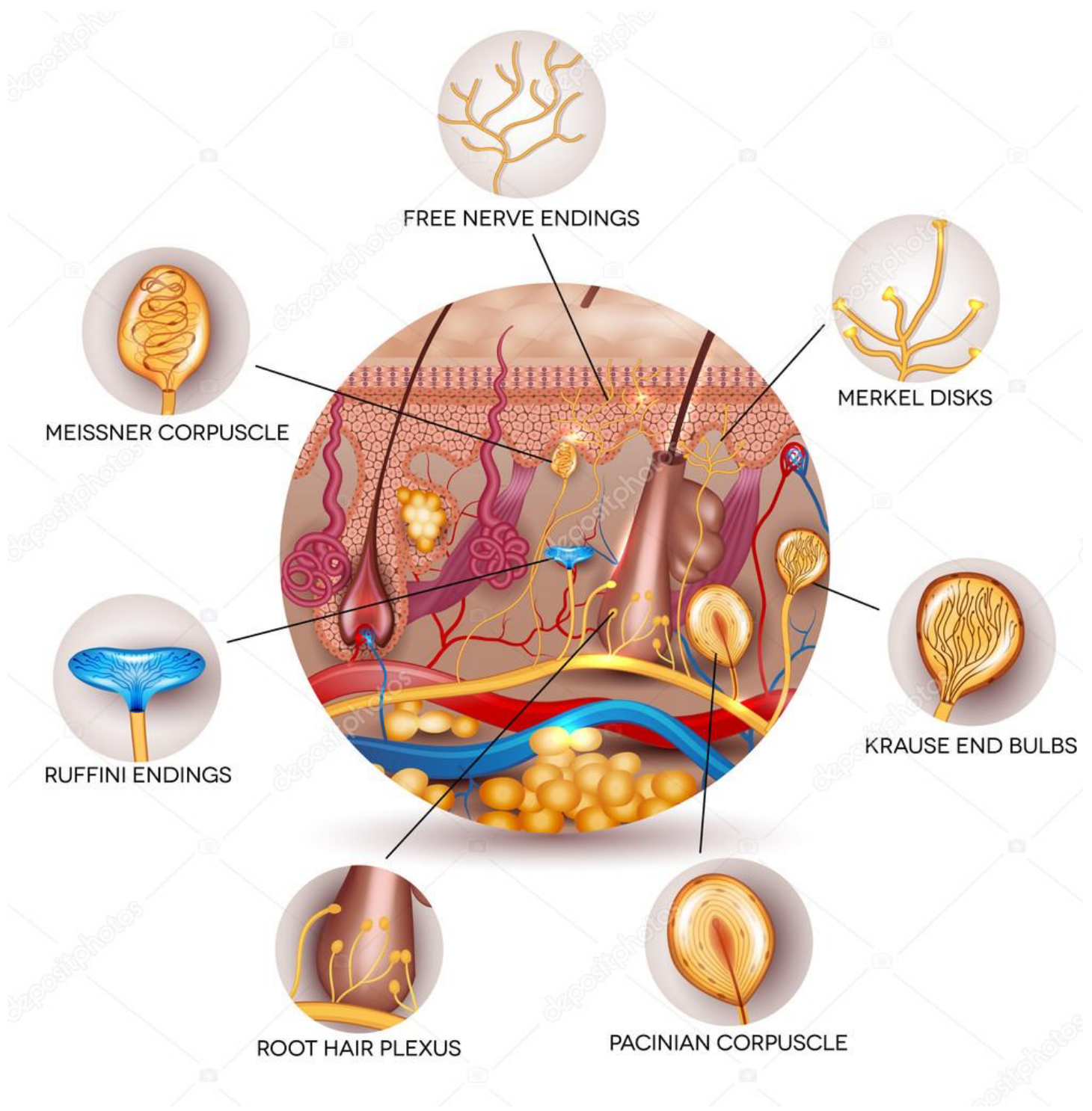
- Krauseho tělíska – chlad
- Ruffiniho tělíska – teplo
- C nociceptory – bolestivé teplo & chlad



Ruffiniho tělísko
(teplo)



Krauseho tělísko
(chlad)



FREE NERVE ENDINGS

MERKEL DISKS

MEISSNER CORPUSCLE

KRAUSE END BULBS

RUFFINI ENDINGS

PACINIAN CORPUSCLE

ROOT HAIR PLEXUS

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 – sladké, kyselé; kořen jazyka – hořké látky

Čichové receptory

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

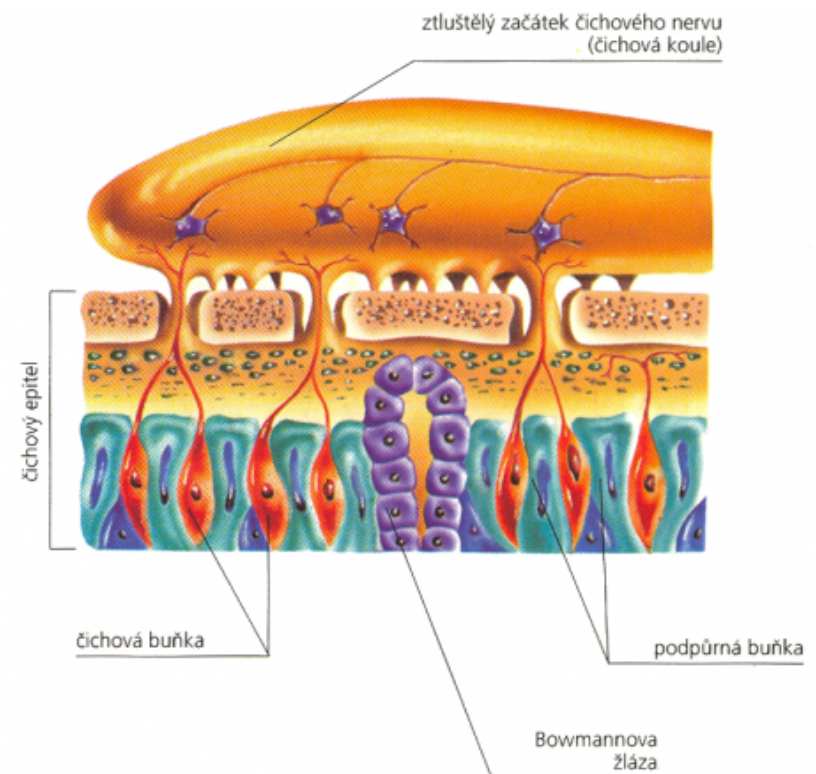
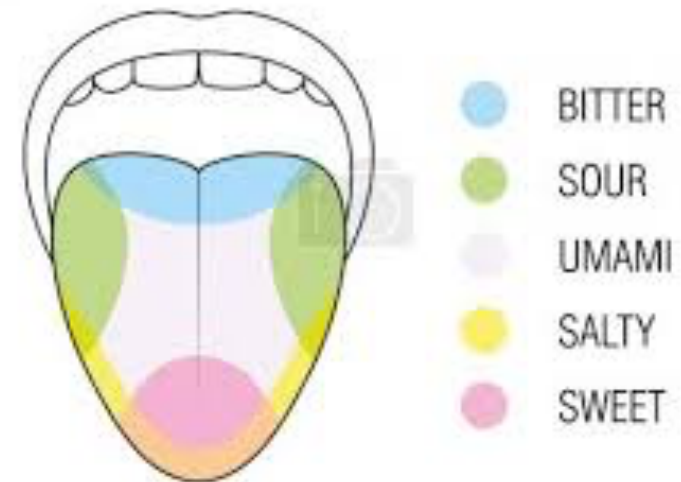
Receptory bolesti (algosenzory)

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

Další chemoreceptory

- karotidová & aortální tělíska – záznam změny pH krve, změny ve složení dýchacích plynů, pO₂

TASTE AREAS on the HUMAN TONGUE

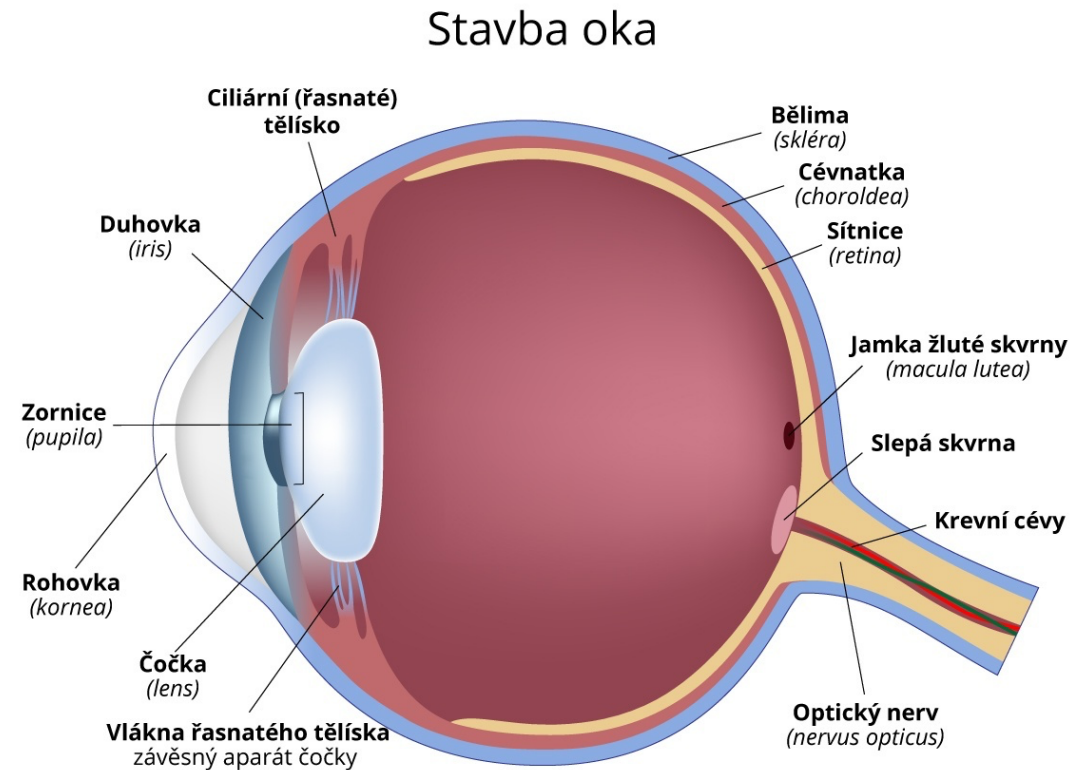


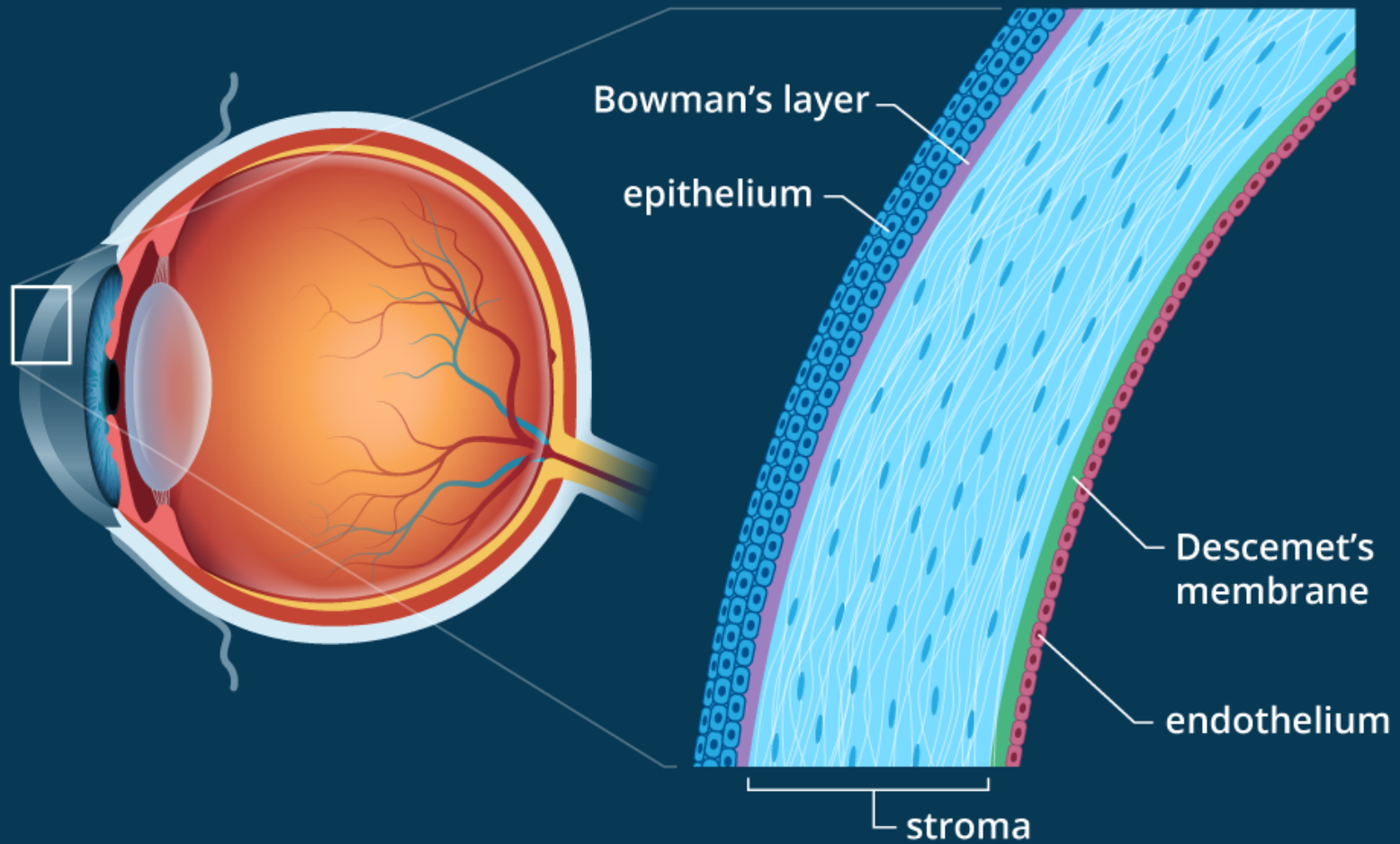
Zrakové ústrojí

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:** 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



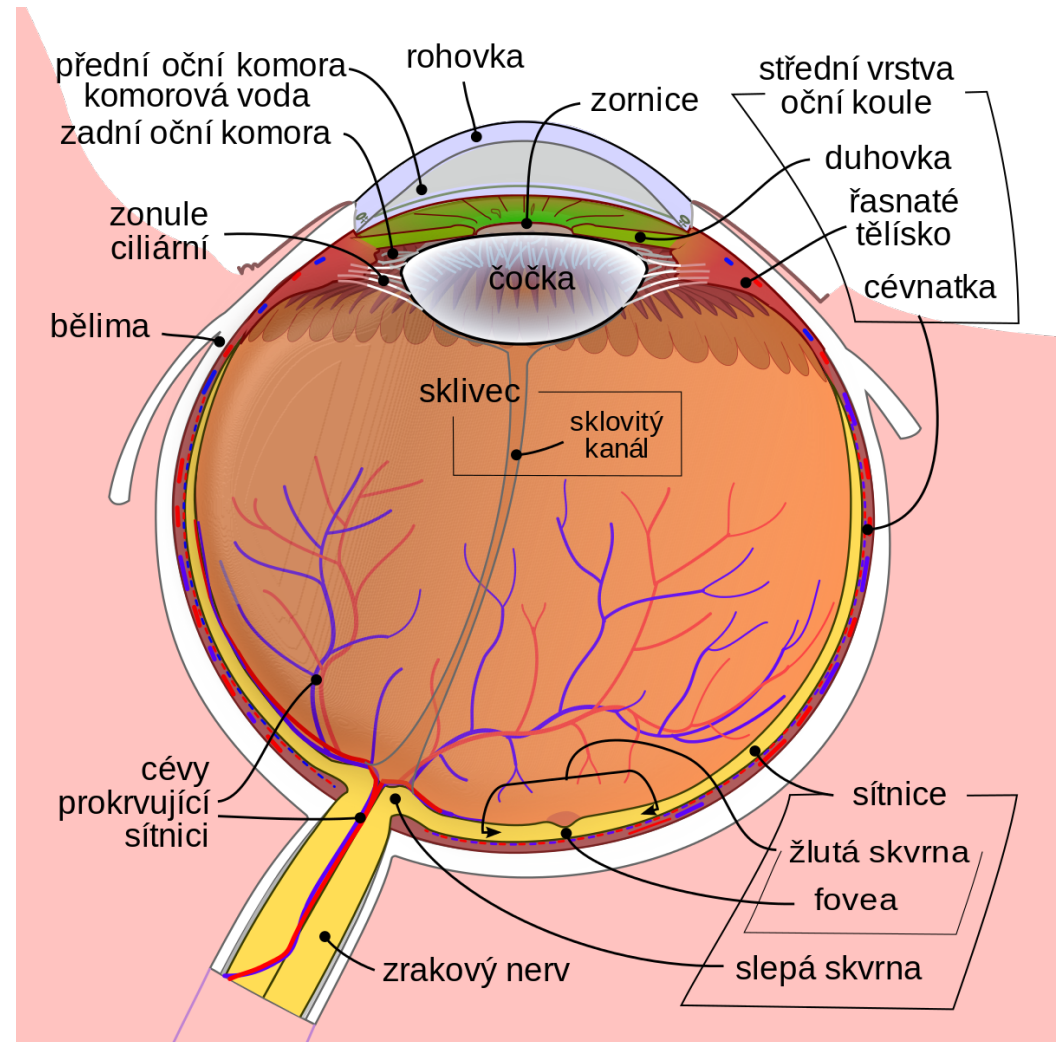


Zrakové ústrojí

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 výbězcích
- **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 & přední plochou čočky
 - **zadní oční komora** – mezi zadními plochami duhovky, čočky a sklivcem
 - **tekutina** - obdobné složení jako mozkomíšní mok, odvádí metabolity, udržuje nitrooční tlak



Zrakové ústrojí

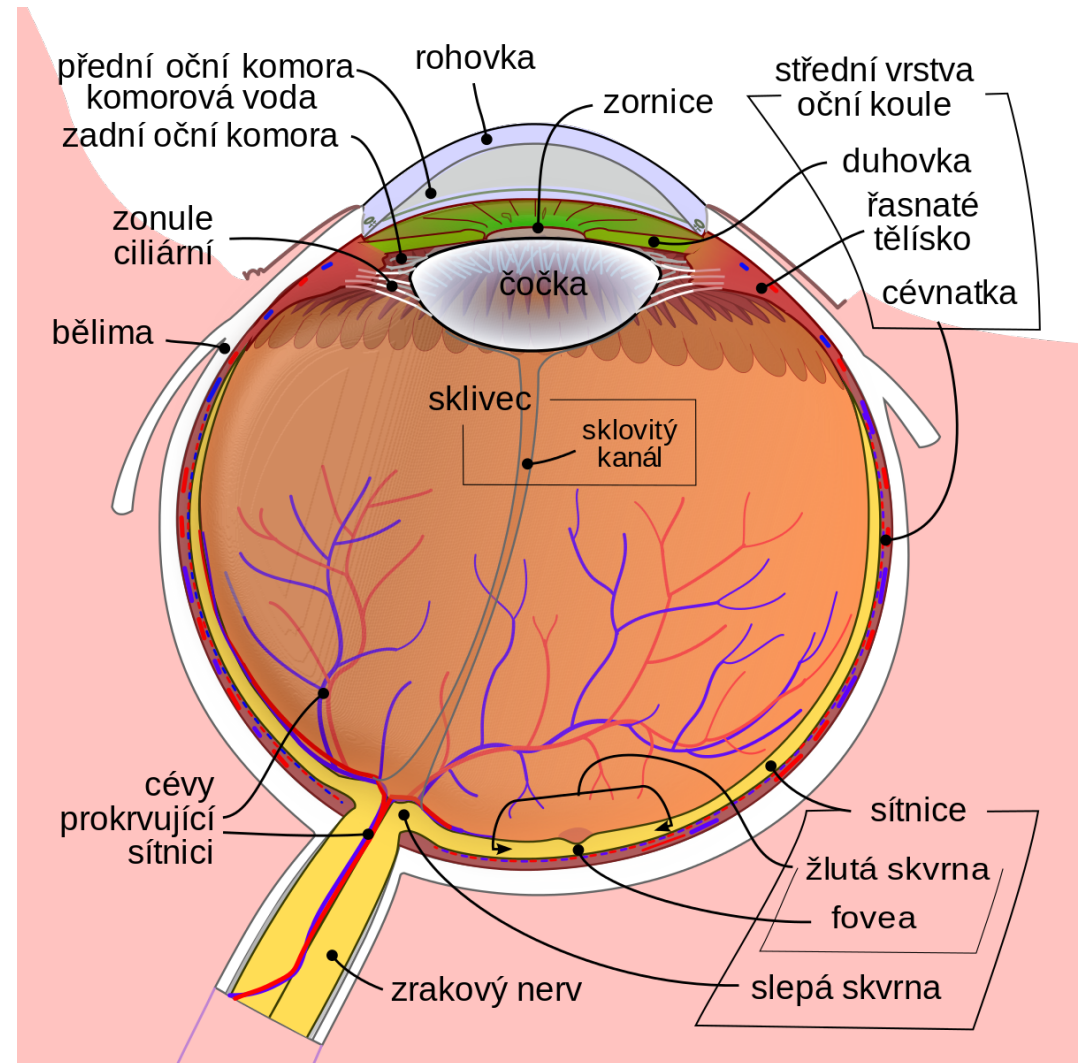
Zrakový orgán – oční koule (*bulbus oculi*)

Stavba očního bulbu:

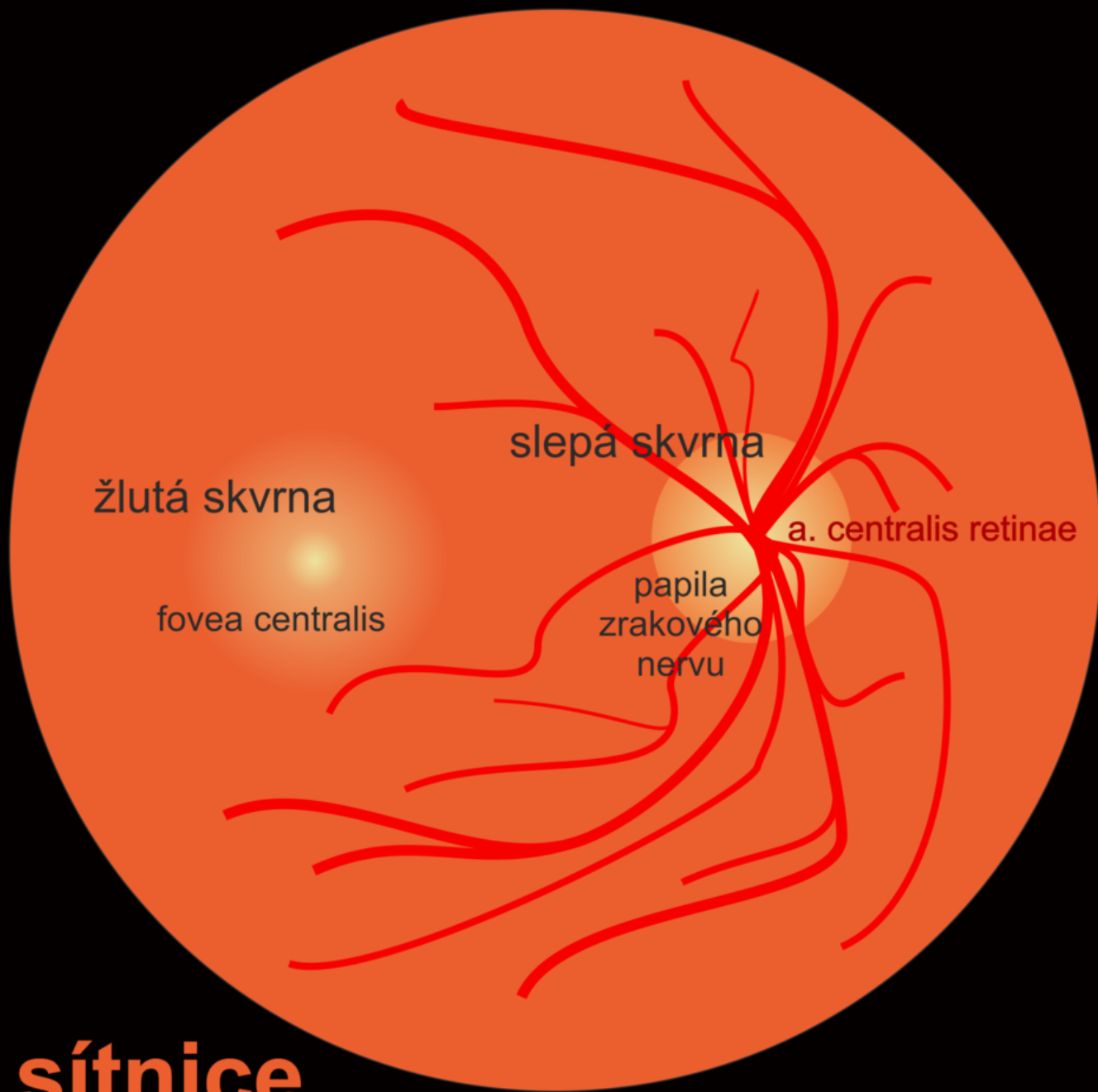
- **sklivec** (*corpus vitreum*)
 - průhledná, rosolovitá hmota
 - vyplňuje zadní segment oka, lne k sítnici
 - **stavba:** amorfnní hmota, kolagenní vlákna
- **sítnice** (*retina*)
 - jemná membrána tvořící vnitřní vrstvu oka
 - vlastní smyslový orgán oka
 - optická část sítnice – zadní část (v místě, kde zraková osa protíná zadní stěnu oka)

Stavba:

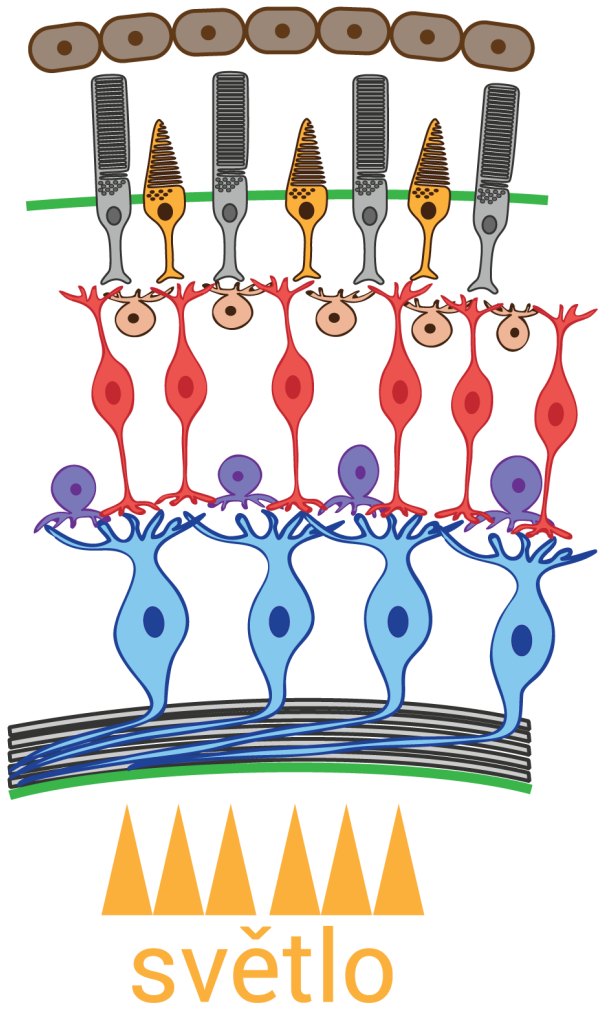
- *pars caeca retinae* – epitel, pokrývá zadní stranu řasnatého tělíska obráceného směrem ke sklivci
- *pars iridica retinae* – povrch duhovky směrem ke sklivci
- *pars optica retinae* - zadní část oka:
 - pigmentový epitel
 - **vlastní nervová vrstva** – tyčinky & čípky, neurony zrakové dráhy (bipolární), 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*



sítnice



vrstvy sítnice



pigmentový epitel

fotoreceptory - tyčinky a čípky

vnitřní limitující membrána

zevní jádrová vrstva

zevní plexiformní vrstva

vnitřní jádrová vrstva

vnitřní plexiformní vrstva

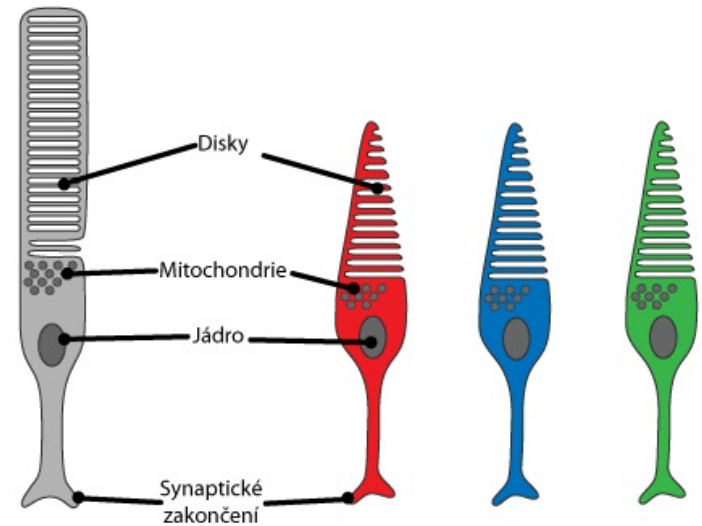
vrstva gangliových buněk

vrstva nervových vláken

vnitřní limitující membrána

Tyčinka

Čípky



Zrakové ústrojí

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

- párový nerv

Stavba:

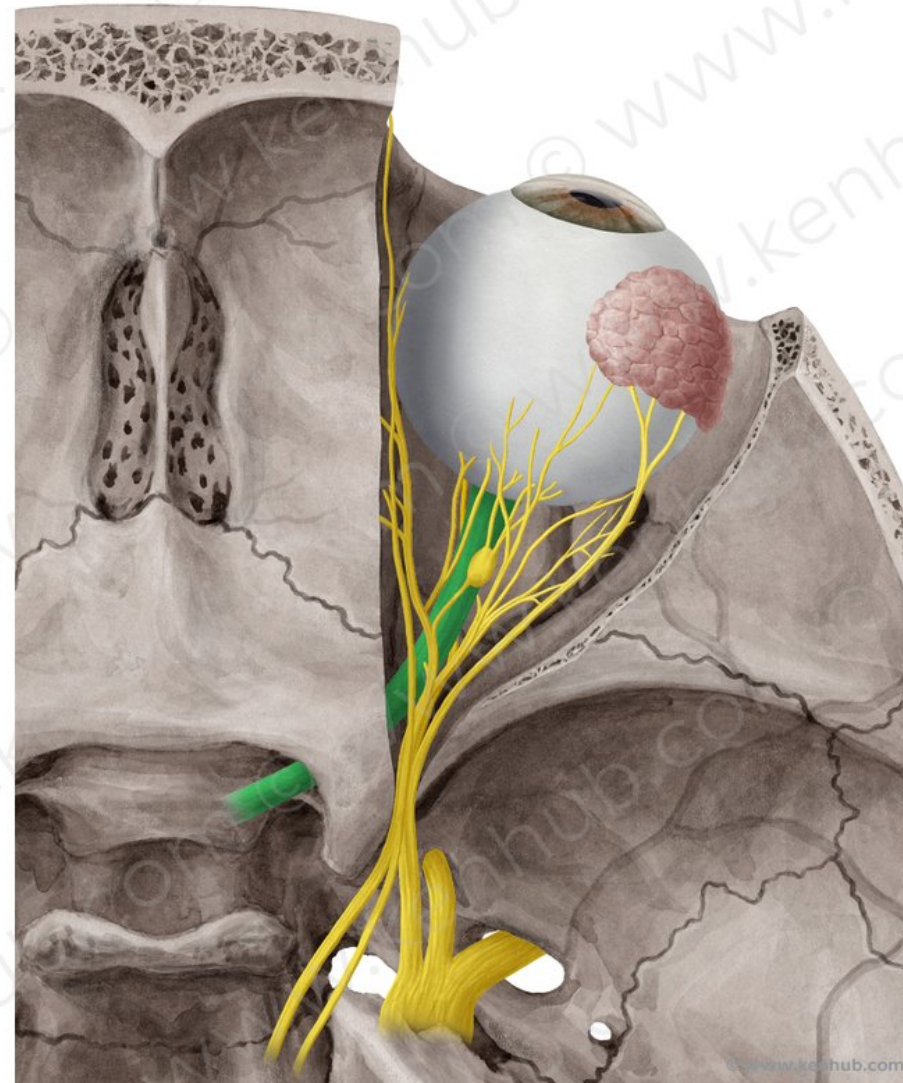
- soubor axonů gangliových buněk sbíhajících se ze sítnice → senzorický nerv
- na povrchu mozkové pleny (dáno embryonálním vývojem oka)

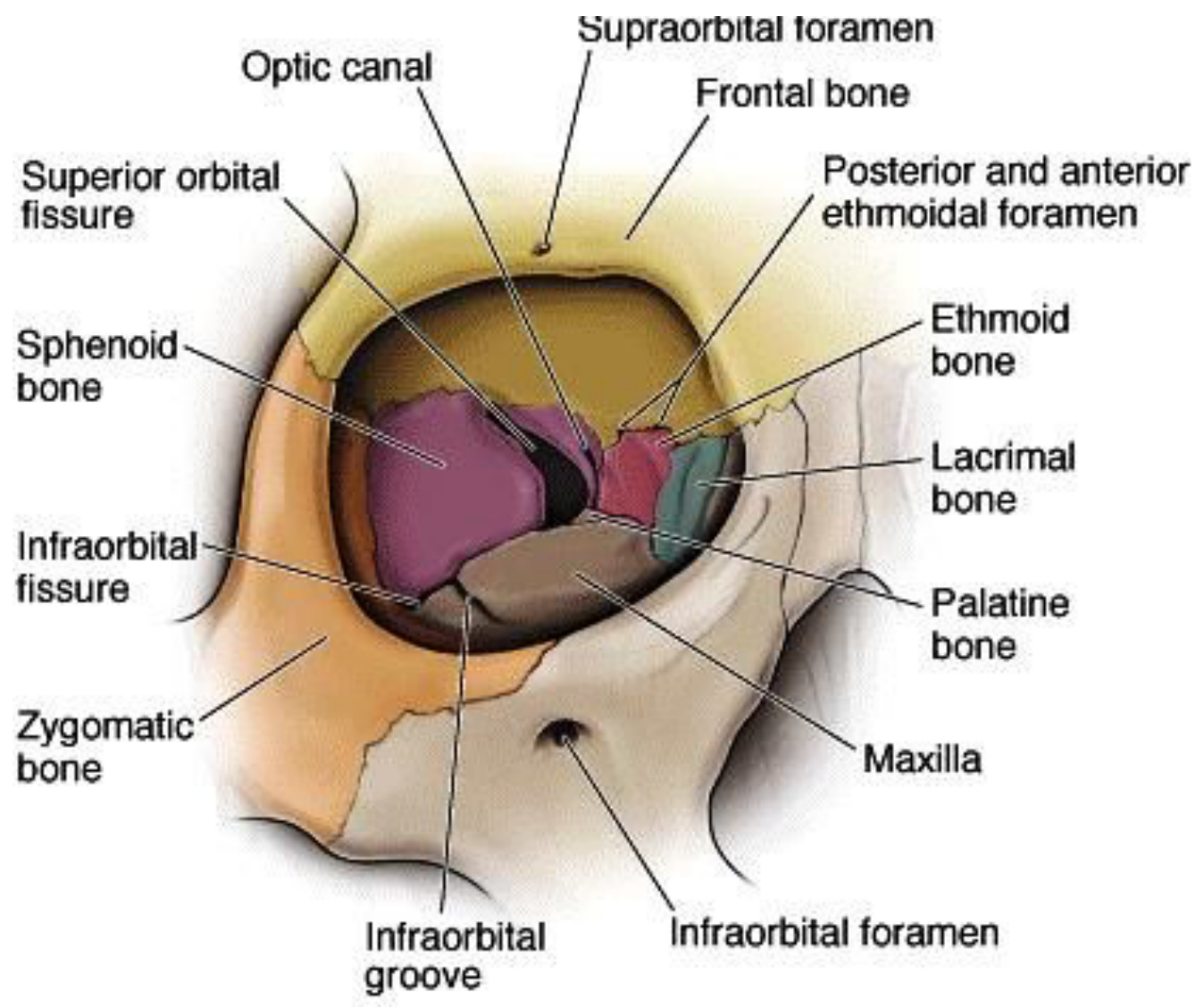
Funkce:

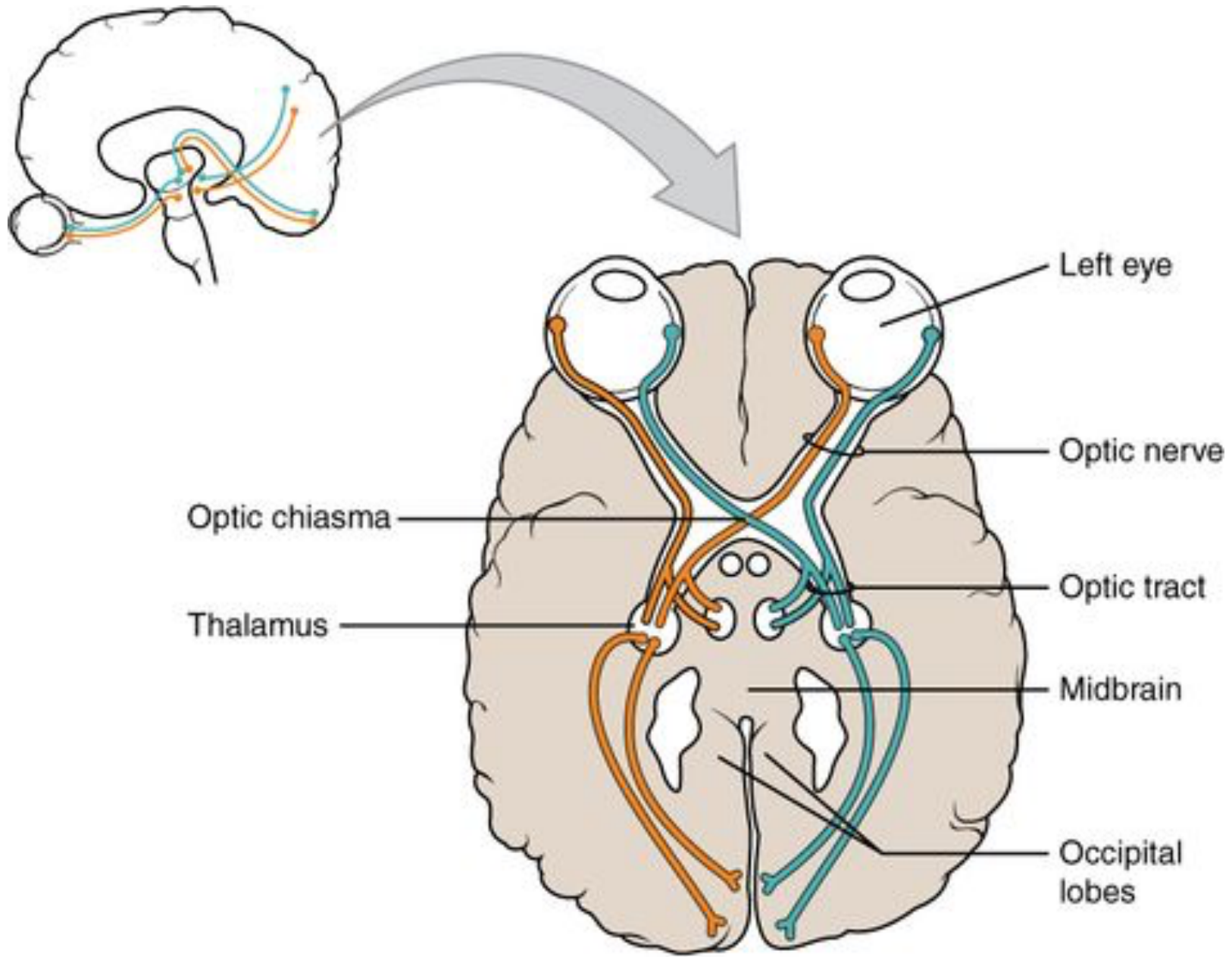
- přenáší informace ze sítnice do Brodmannových okrsků (17-19) uložených v týlním laloku mozkové kůry

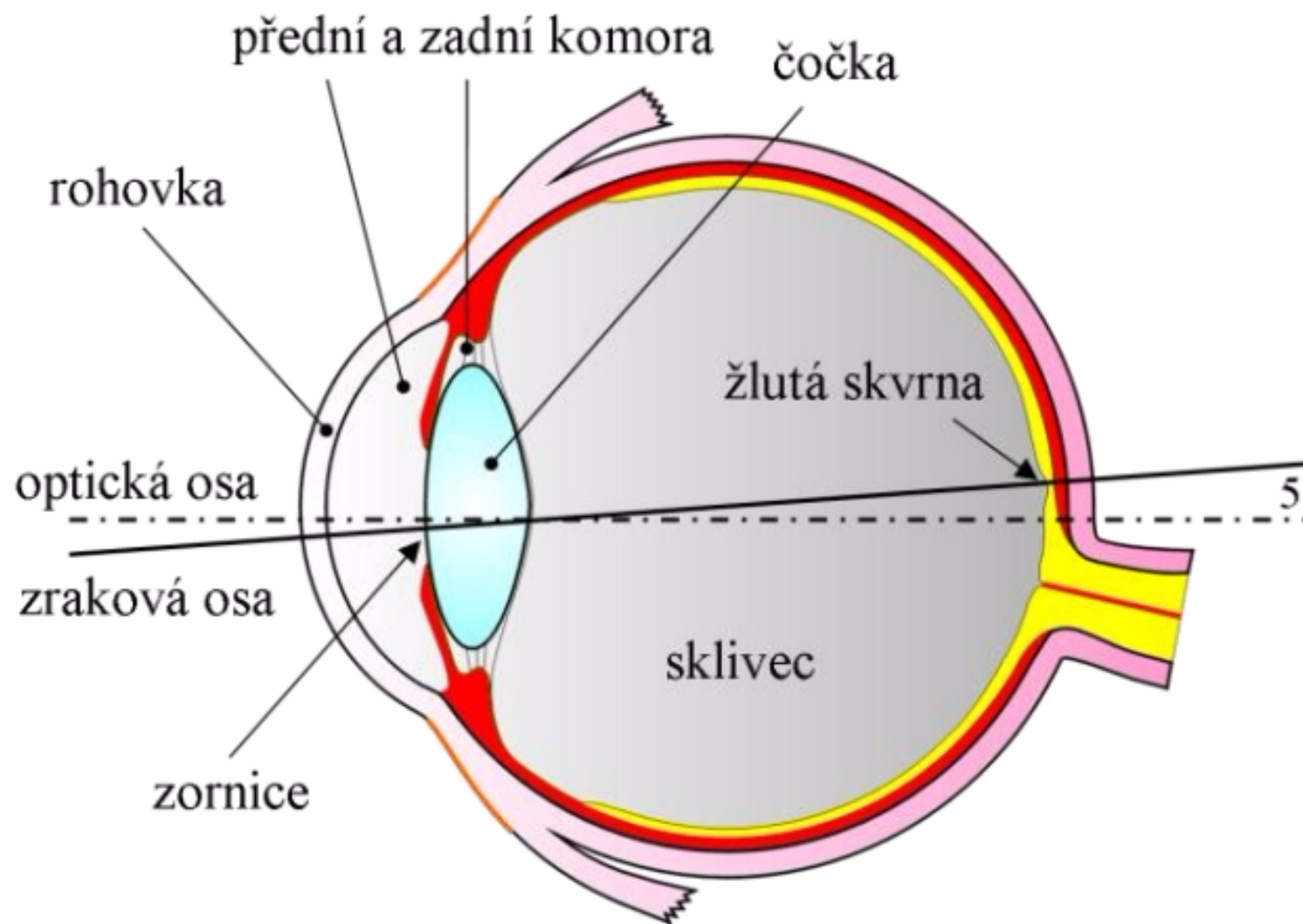
Průběh:

- 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







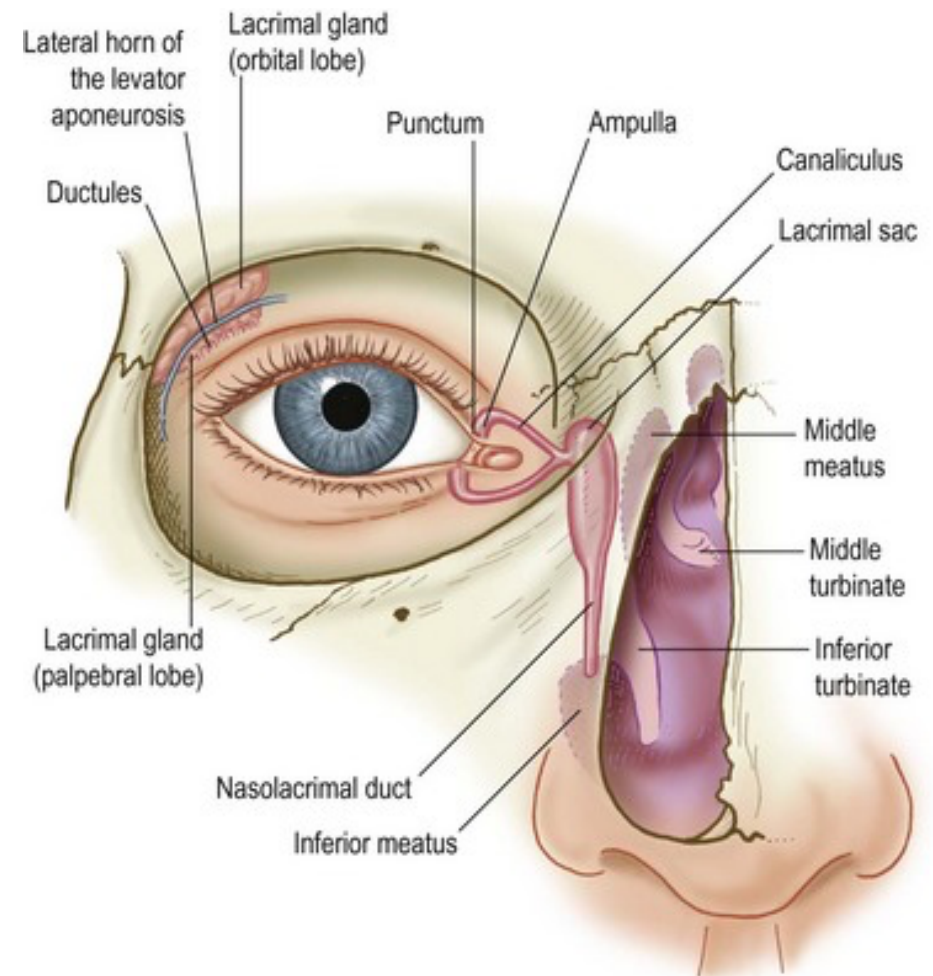


Zrakové ústrojí

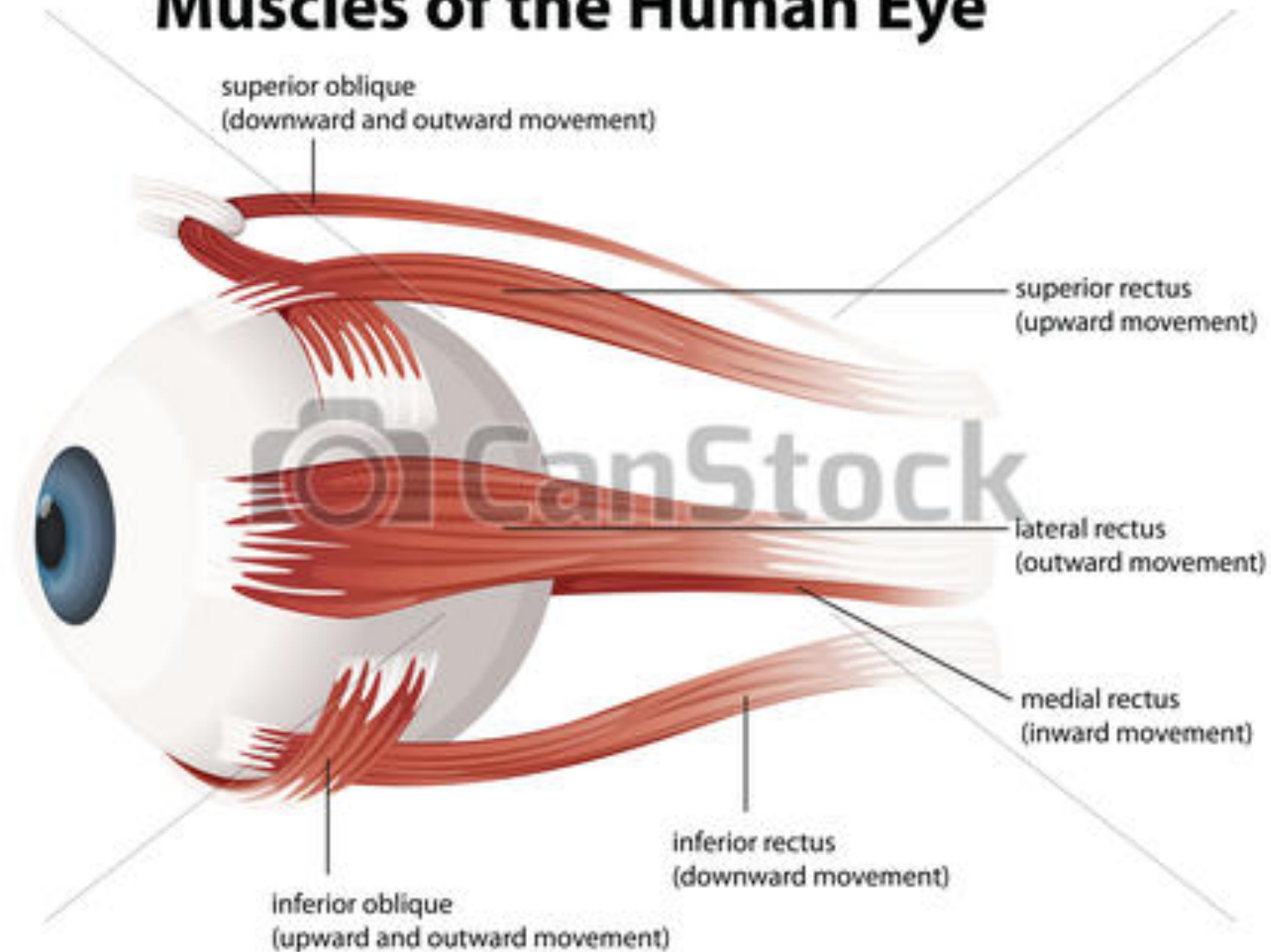
Přídavné orgány oka

Funkce:

- mechanicky & chemicky chrání oko před poškozením
 - zajišťují postavení & pohyb
 - regulace světla dopadajícího na sítnici
- **okohybné svaly**
 - zajišťují pohyby – abdukce, addukce, elevace, deprese
 - 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 (*sacculus lacrimalis*), slzovod (*ductus lacrimalis*)



Muscles of the Human Eye



Sluchové & rovnovážné ústrojí

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

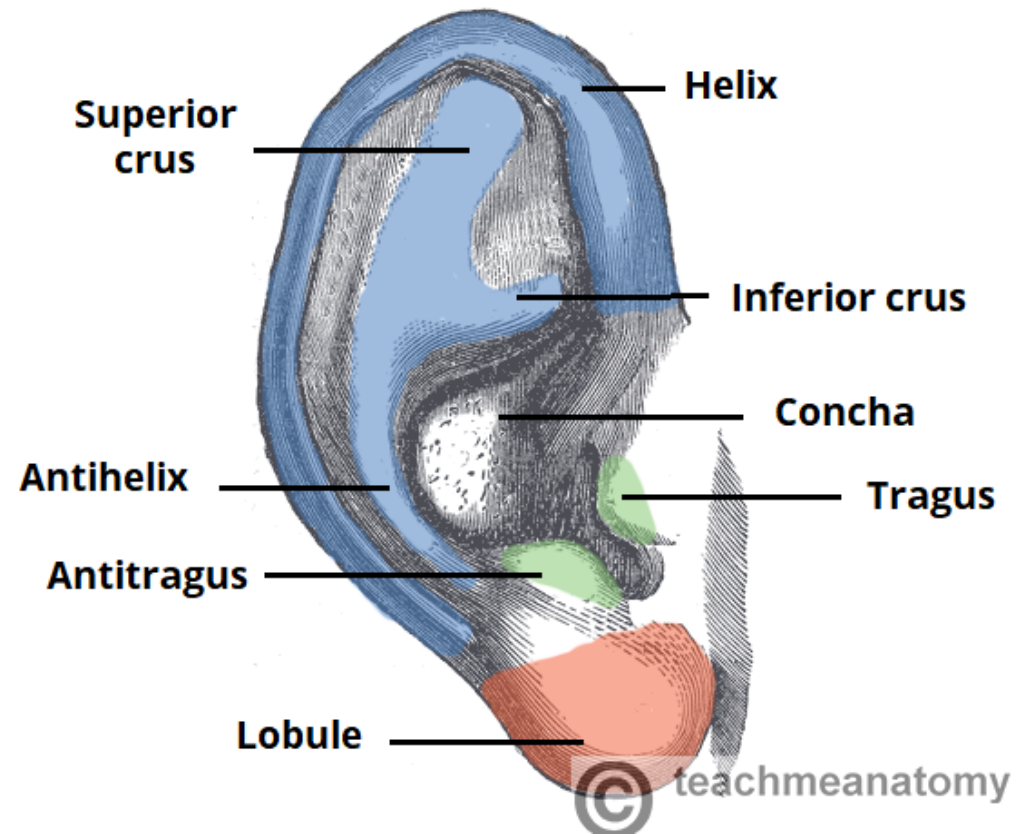
Části sluchového ústrojí:

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 přivracen 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



Sluchové & rovnovážné ústrojí

- **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:

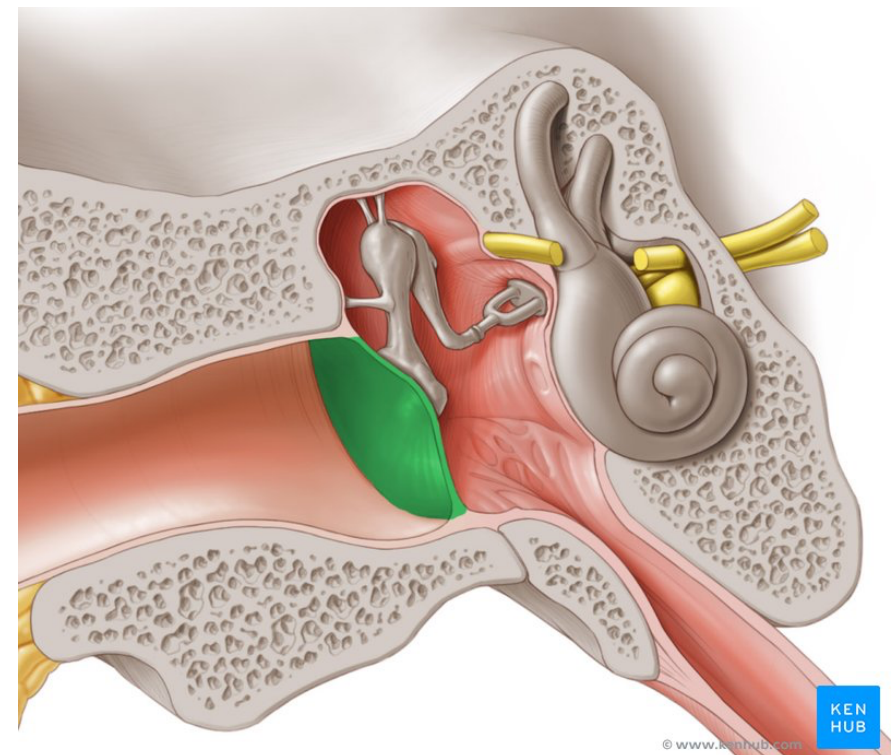
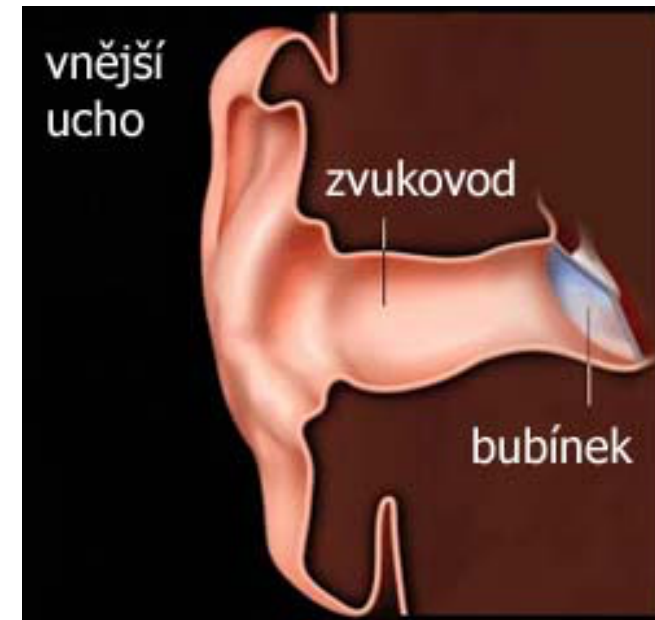
- zevní oddíl zvukovodu má chrupavčitý podklad
- vnitřní oddíl má kostěný podklad (*os temporale*)
- kůže je pevně připojena ke kostěnému povrchu
- mnoho mazových žláz – produkují ušní maz (*cerumen*), ochranná funkce

- **bubínek** (*membrána 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 & svalem (*m. tensor tympani*)

Stavba:

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



Sluchové & rovnovážné ústrojí

Střední ucho (*auris media*)

- zesiluje & přenáší **chvění** k vnitřnímu uchu
- **středoušní dutina** (*cavitas tympani*)
 - prostor v *os temporale*
 - laterální stranu tvoří bubínek (*membrána 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*)

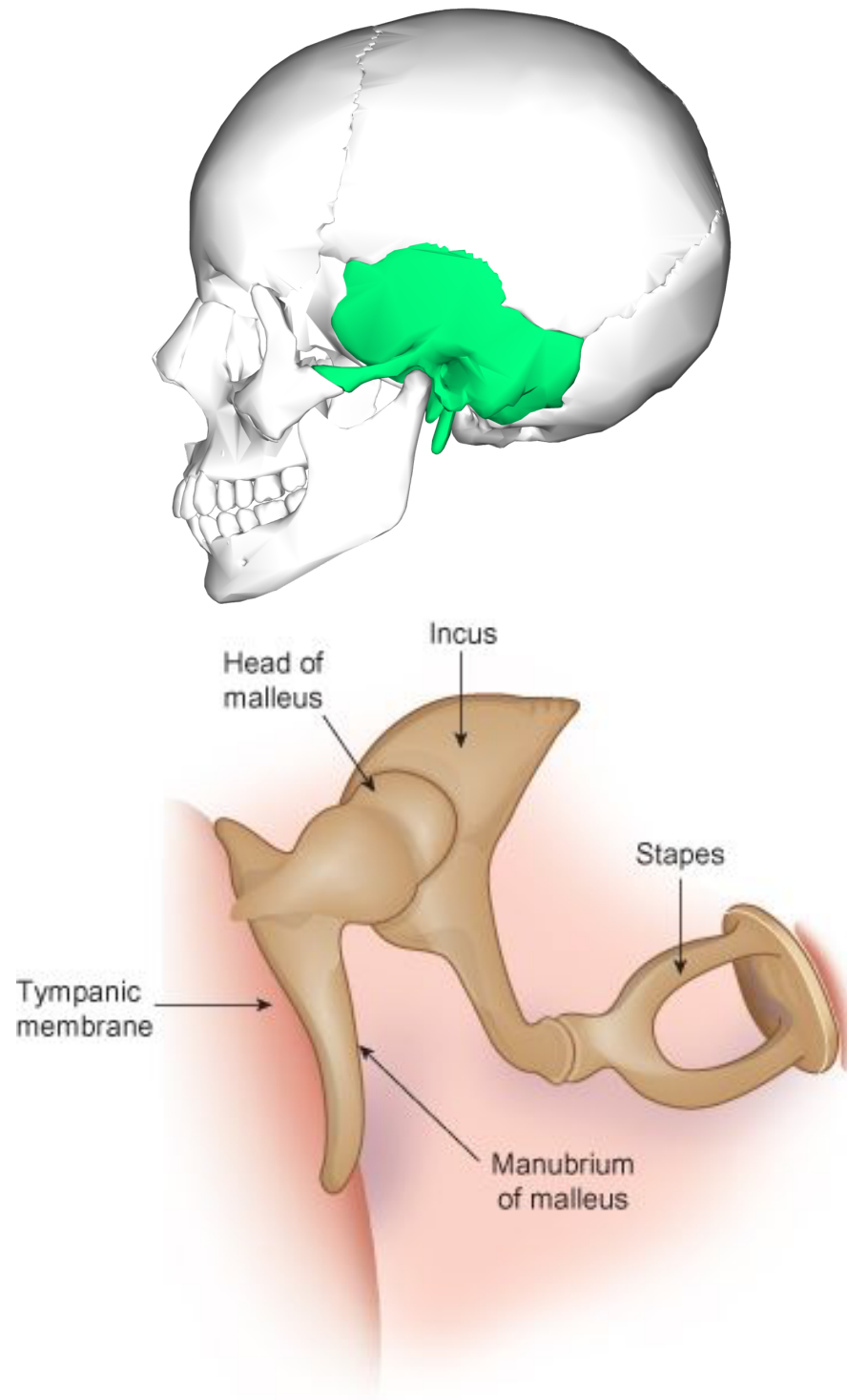
- **kladívko** (*malleus*)
 - rukojeť přirůstá k bubínku, hlavička se kloubně spojuje s kovádlíčkou
- **kovádlíčka** (*incus*)
 - kloubní spojení s třmínkem
- **třmínek** (*stapes*)
 - báze přirůstá k oválnému okénku kostní přepážky mezi středoušní dutinou & vnitřním uchem

Středoušní svaly:

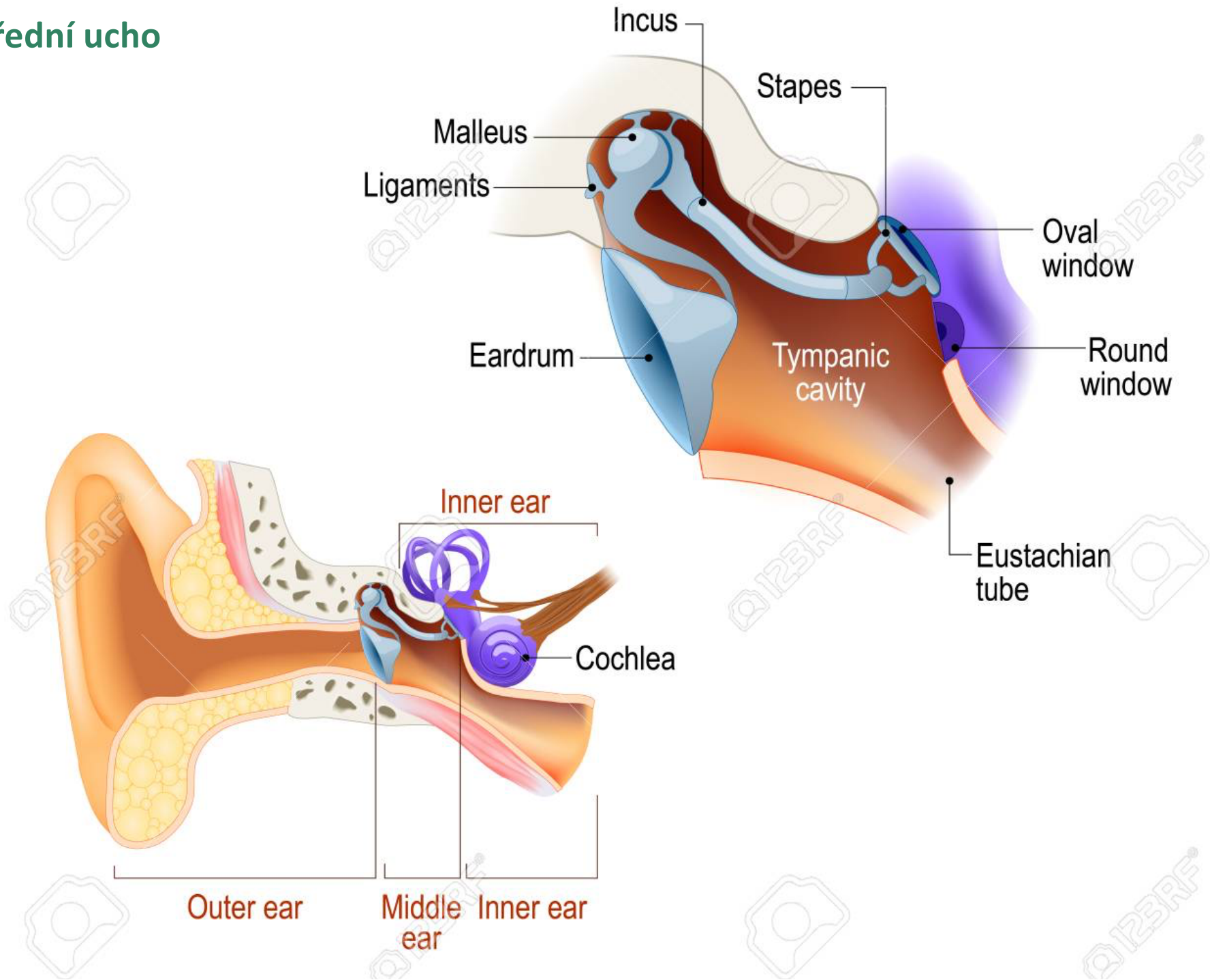
- ***m. tensor tympani*** – začíná u ústí Eustachovy trubice, upíná se na rukojeť kladívka
- ***m. stapedius*** – mezi kostěnou vyvýšeninou zadní strany středoušní dutiny & rameny třmínku

Stavba:

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

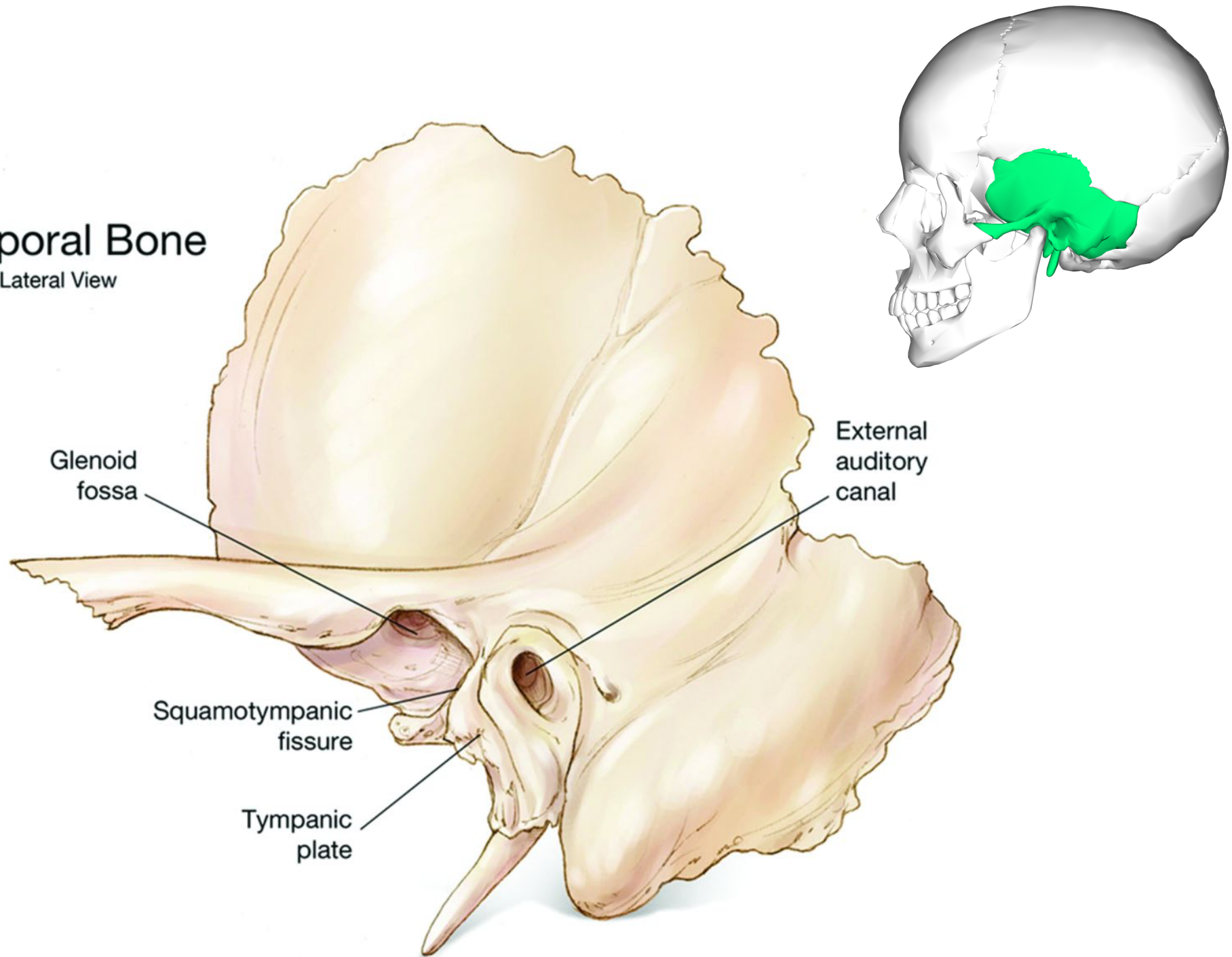


Střední ucho



Temporal Bone

Lateral View



Glenoid
fossa

External
auditory
canal

Squamotympanic
fissure

Tympanic
plate

Sluchové & rovnovážné ústrojí

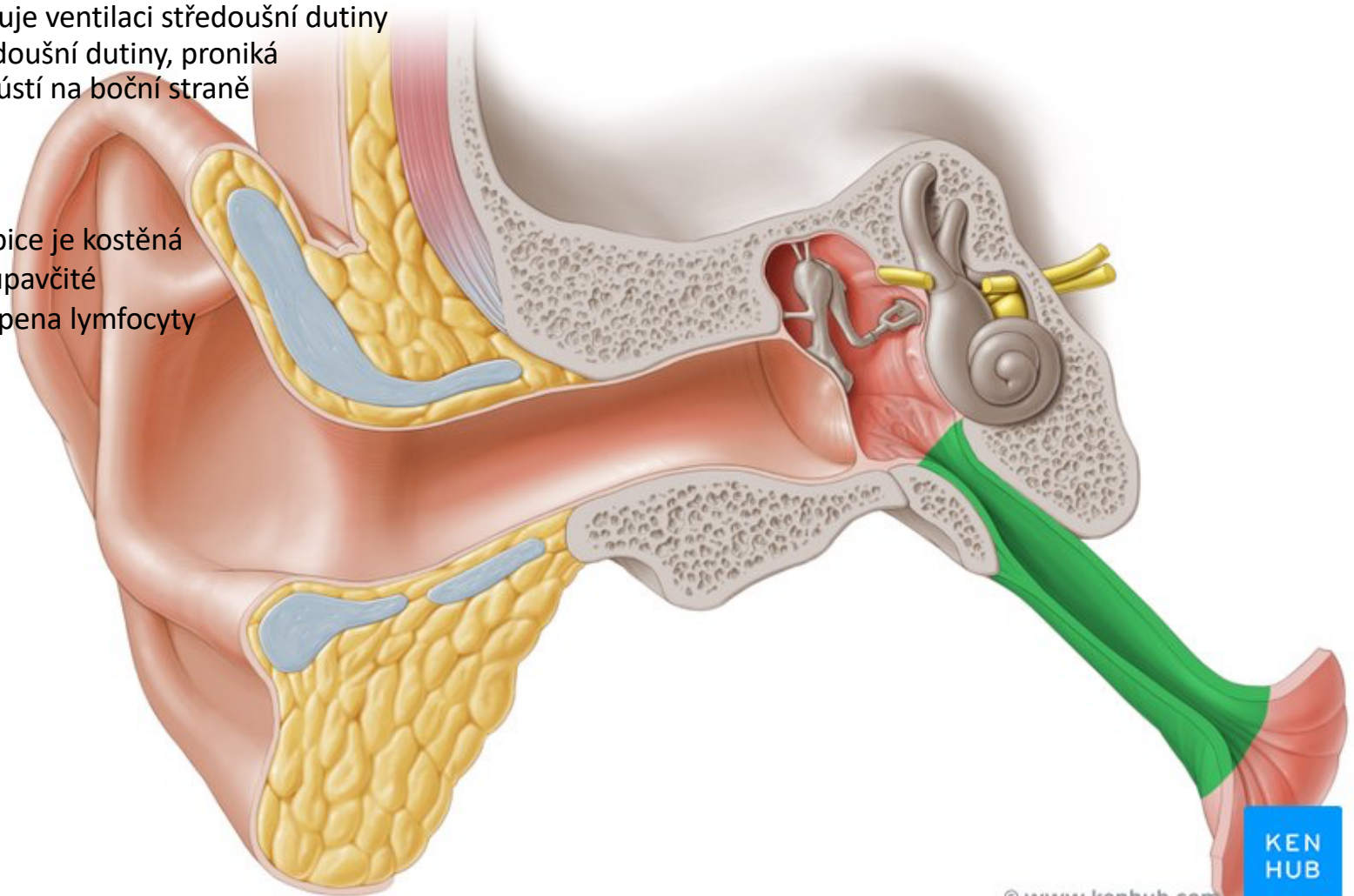
Střední ucho (*auris media*)

- **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



Sluchové & rovnovážné ústrojí

Vnitřní ucho (*auris interna*)

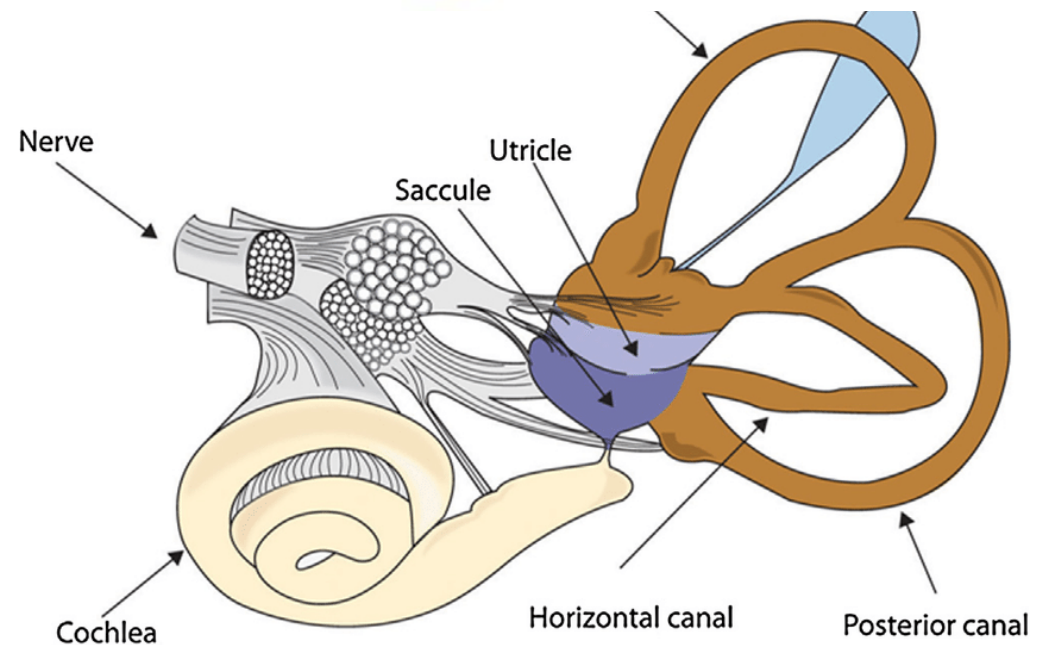
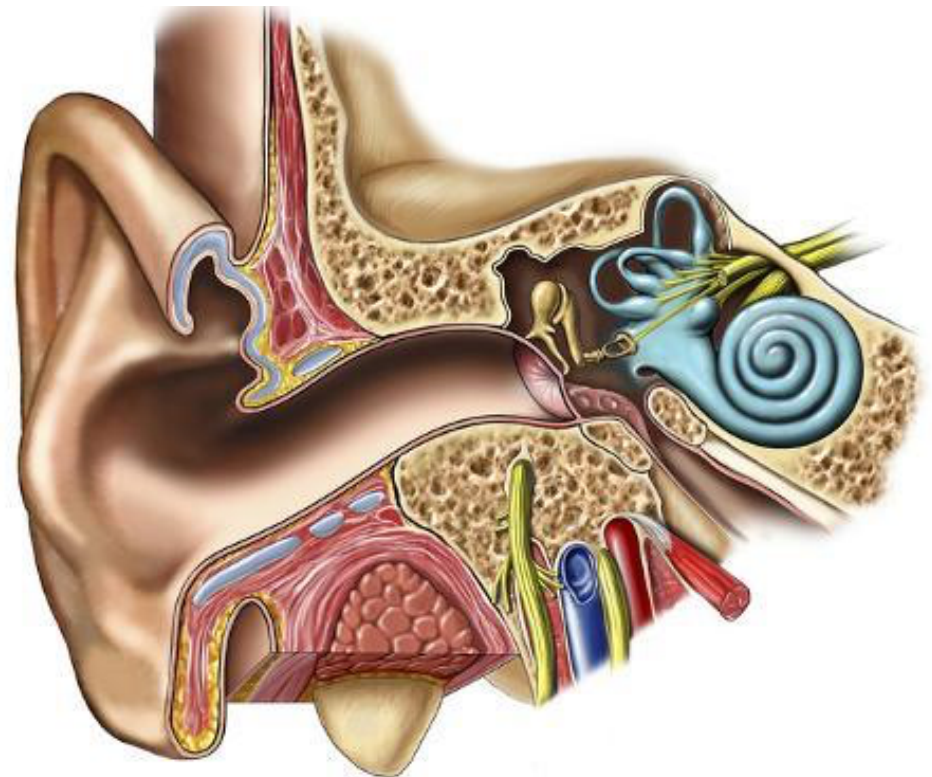
- převádí **došlé zvuky & mechanické kmity na specifické nervové impulzy** → sluchový analyzátor v mozkové kůře
- orgány pro udržování rovnováhy

• kostěný & blanitý labyrint

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

Rovnovážný (vestibulární) orgán:

- **centrální dutina (*vestibulum*)** – detekuje polohu
 - **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**



Sluchové & rovnovážné ústrojí

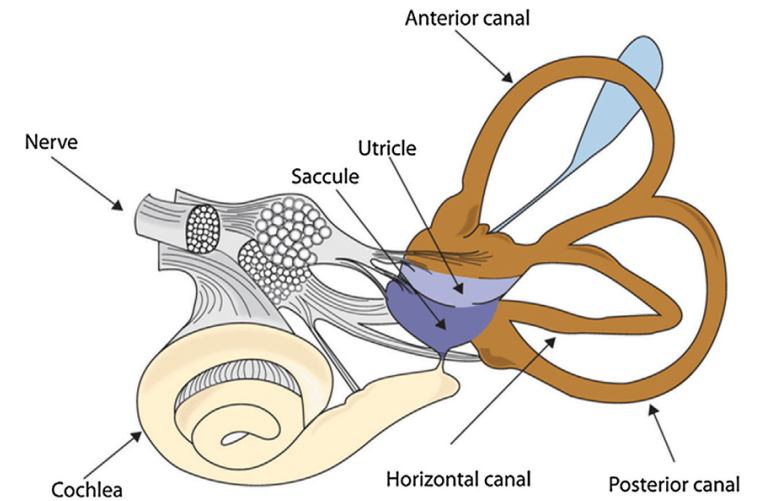
Vnitřní ucho (*auris interna*)

Rovnovážný (vestibulární) orgán:

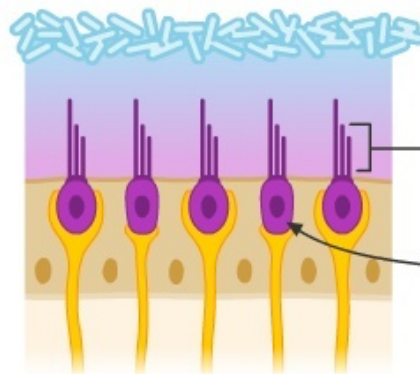
- **centrální dutina** (*vestibulum*) – detekuje polohu

Stavba:

- vazivová membrána
- vnitřní povrch je vystlán plochým epitelem
- recepční políčka (*maculae*)
 - podpůrné
 - smyslové bb.
 - stereocilie
 - krystaly uhličitanu vápenatého → detekují pohyb dle nasedání na cíle
- vyplněný endolymfou (pohybuje se)

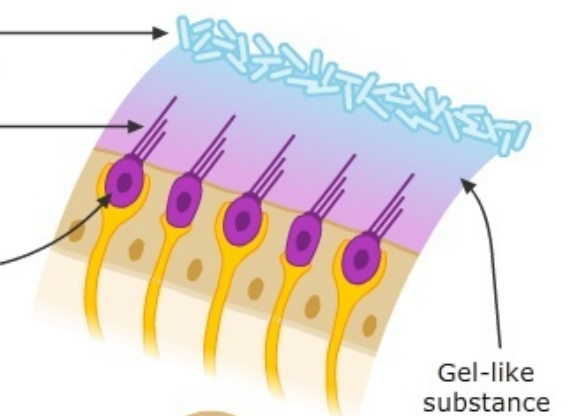


Upright section of the utricular macula

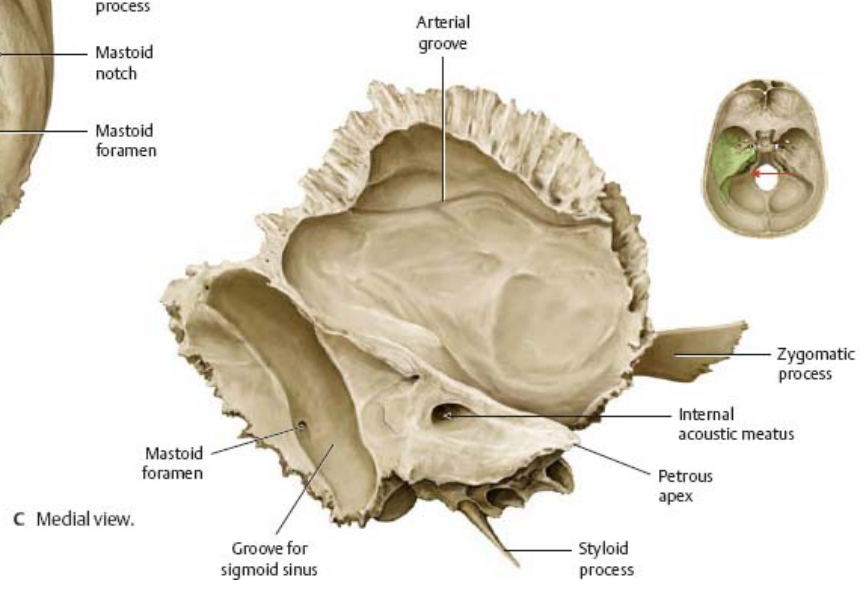
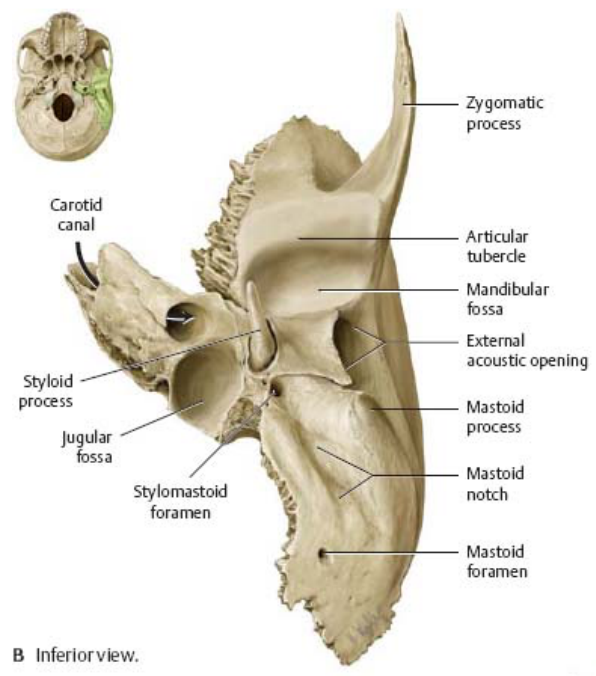
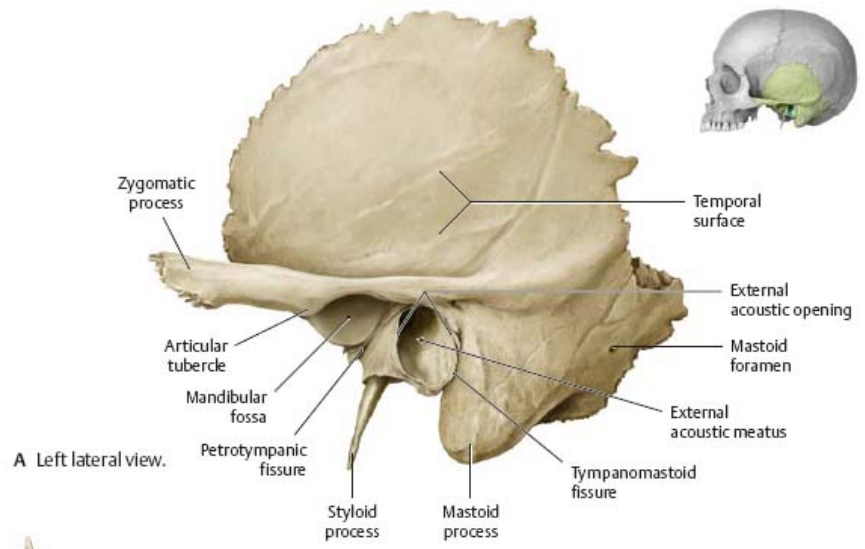


Head upright

Displaced section of the utricular macula



Head bent forward



Sluchové & rovnovážné ústrojí

Vnitřní ucho (*auris interna*)

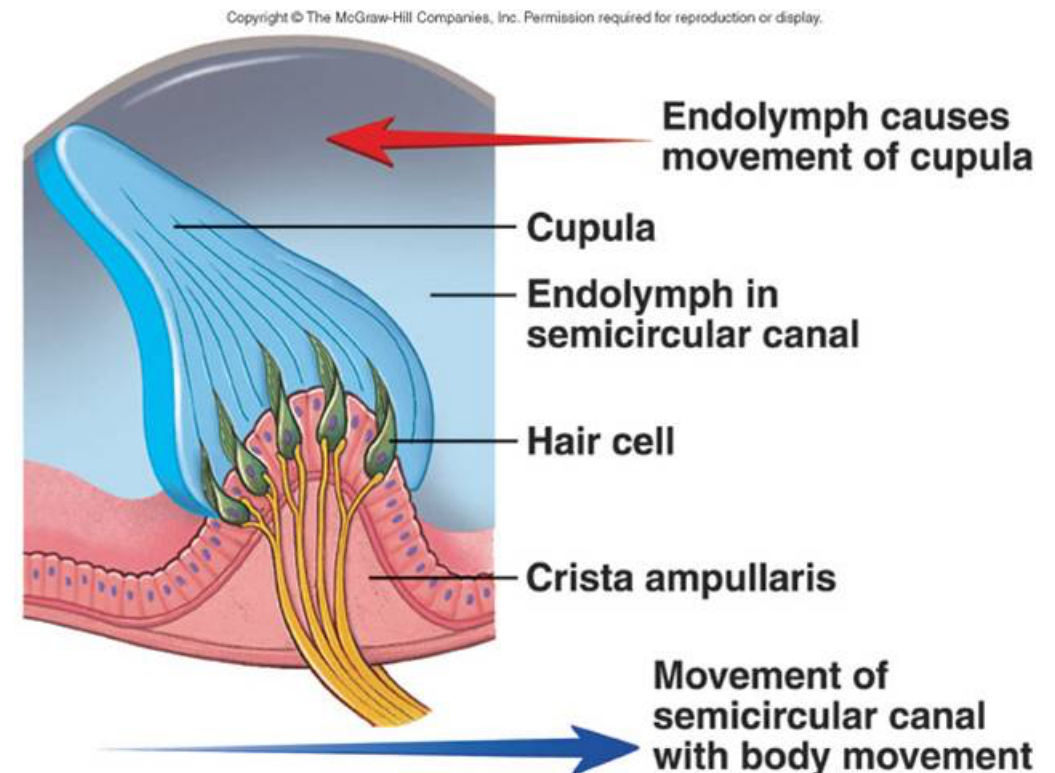
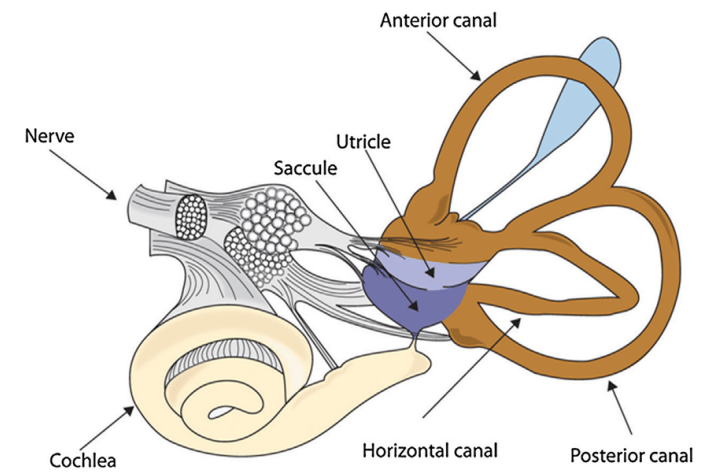
• kostěný & blanitý labyrint

➤ polokruhové kanálky (*ductus semicircularis*)

- 3 kanálky vycházející z utrikulu
- na začátku jsou rozšířeny (ampuly) – obsahují smyslové bb & stereocílie
- pohyb je detekován s pohybem endolymfy → dráždí smyslové bb. v ampulách
- receptory jsou drážděny **při rotačních pohybech hlavy**

Stavba:

- obdobná stavba jako u vestibula, endolymfa



Sluchové & rovnovážné ústrojí

Vnitřní ucho (*auris interna*)

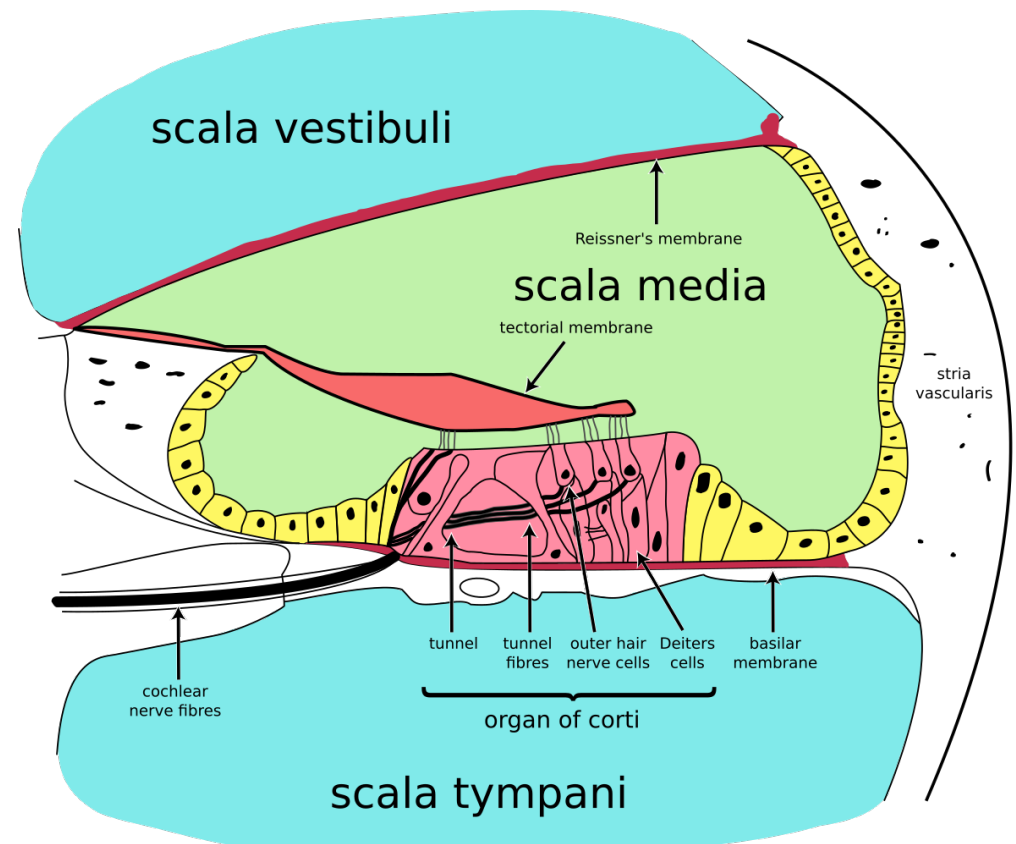
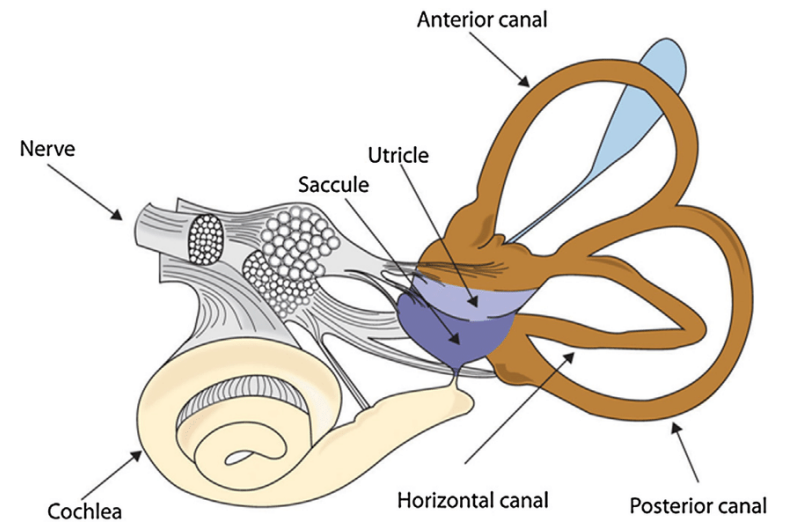
- **kostěný & blanitý labyrint**

- **blanitý hlemýžď (*cochlea*)**

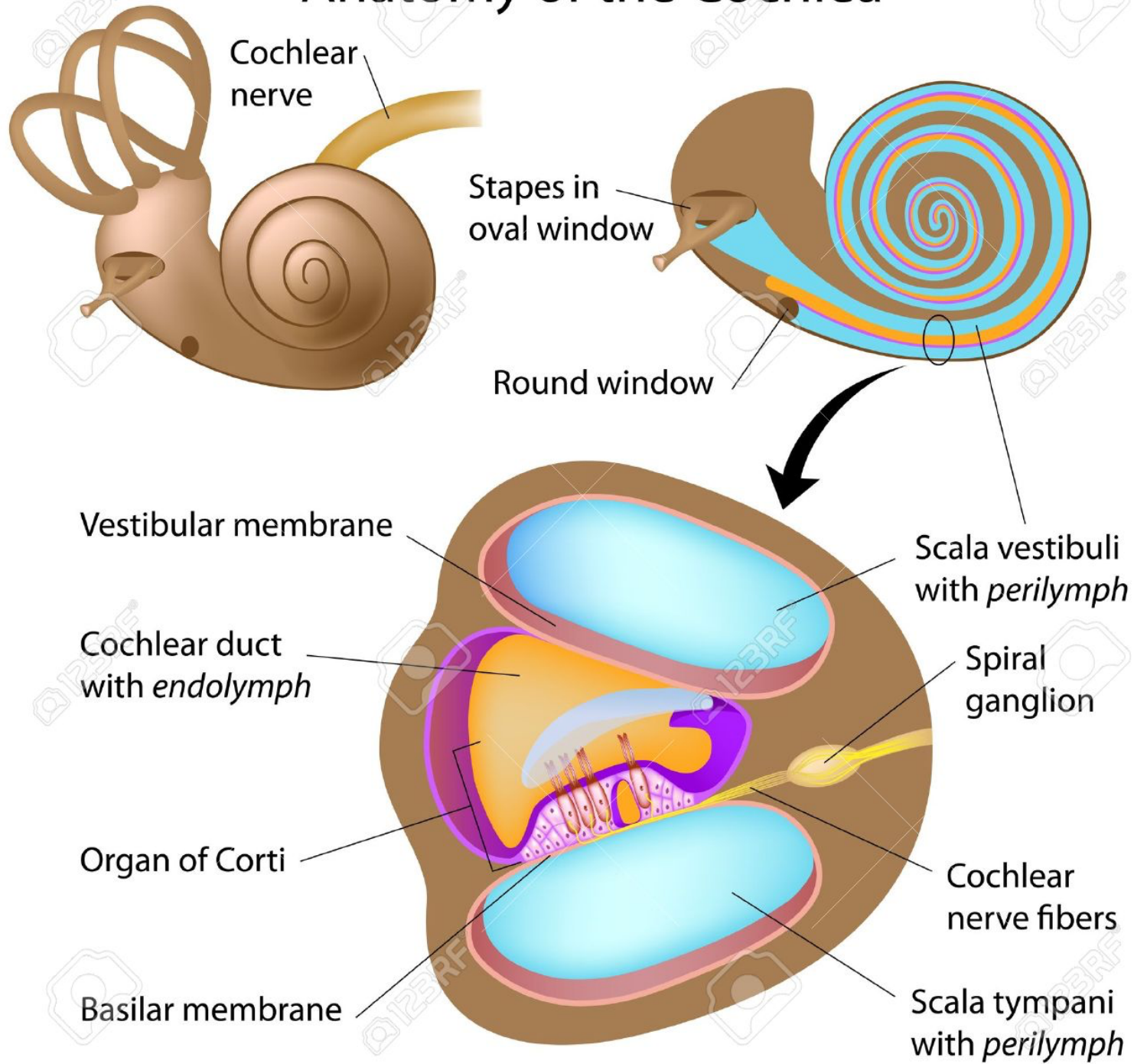
- 25 mm dlouhá, spirálně stočená trubice
- hlemýžď je rozdělen na 3 patra:
 - *scala vestibuli* - perilymfa
 - *scala media* - umístěn sluchový receptor (*Cortiho organ*) – útvar složený z membrán a z receptorových buněk, jejichž vláskové výběžky jsou drážděny posuny endolymfy & deformacemi membrán → převáděny do mozku
 - *scala tympani* - perilymfa

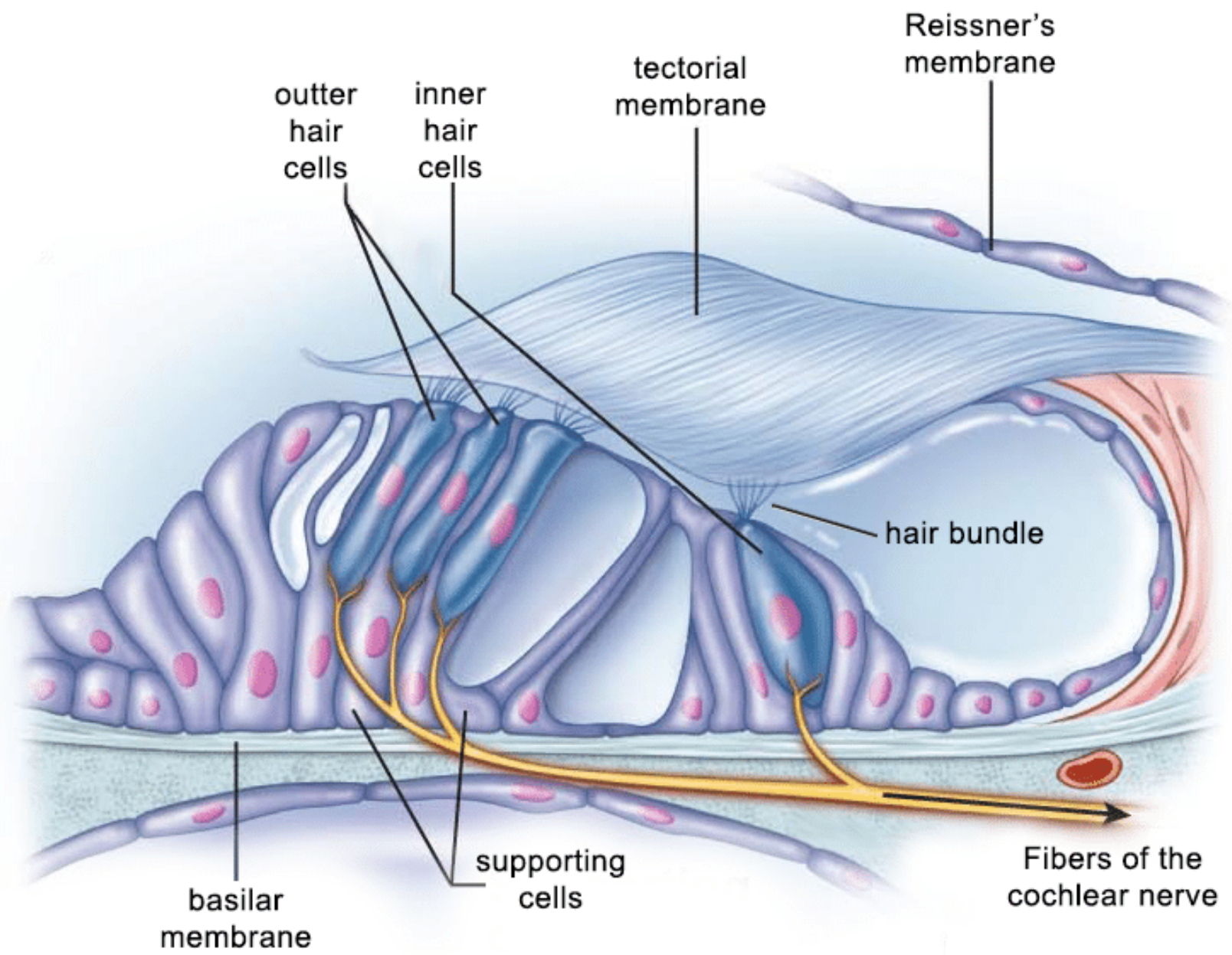
Stavba Cortiho orgánu:

- **nosné bb.** – výztuže, zpevnění proti tlaku & ohybu způsobených zvukovými vlnami
- **smyslové bb.** – specializované sluchové receptory, smyslové vlásky
- **obkladové bb.** – utěšňují prostory mezi ostatními bb., endolymfa



Anatomy of the Cochlea

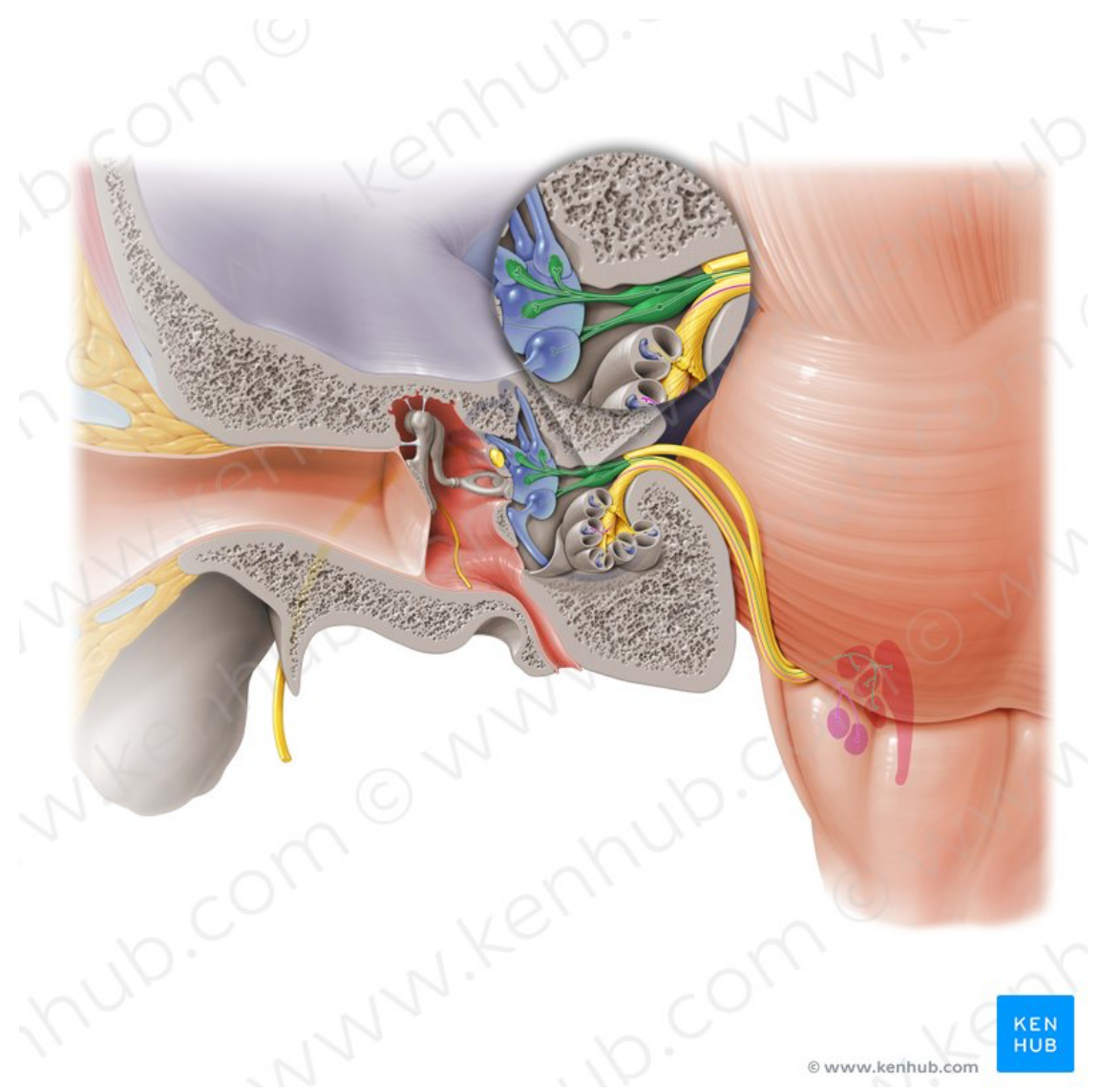


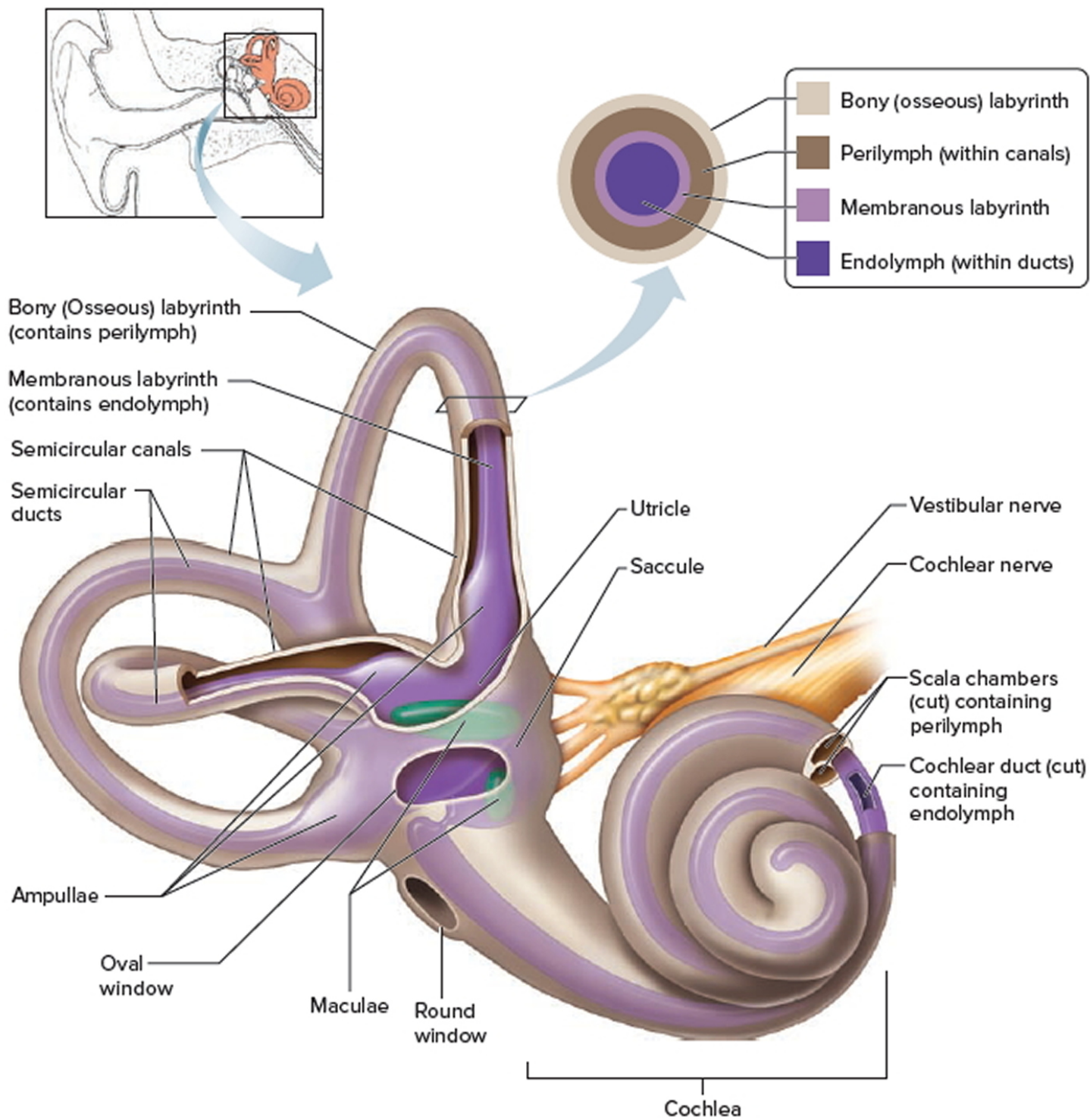


Sluchové & rovnovážné ústrojí

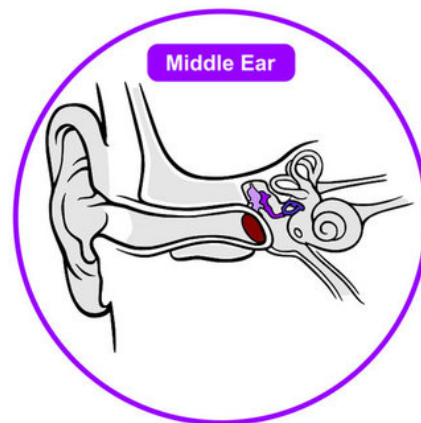
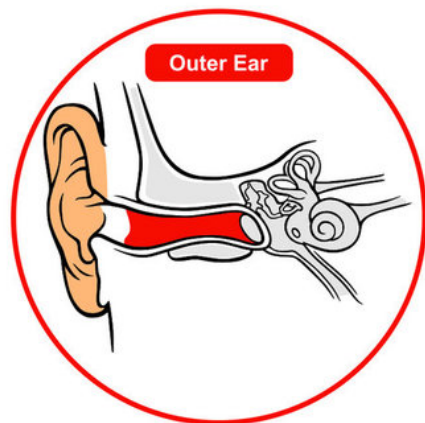
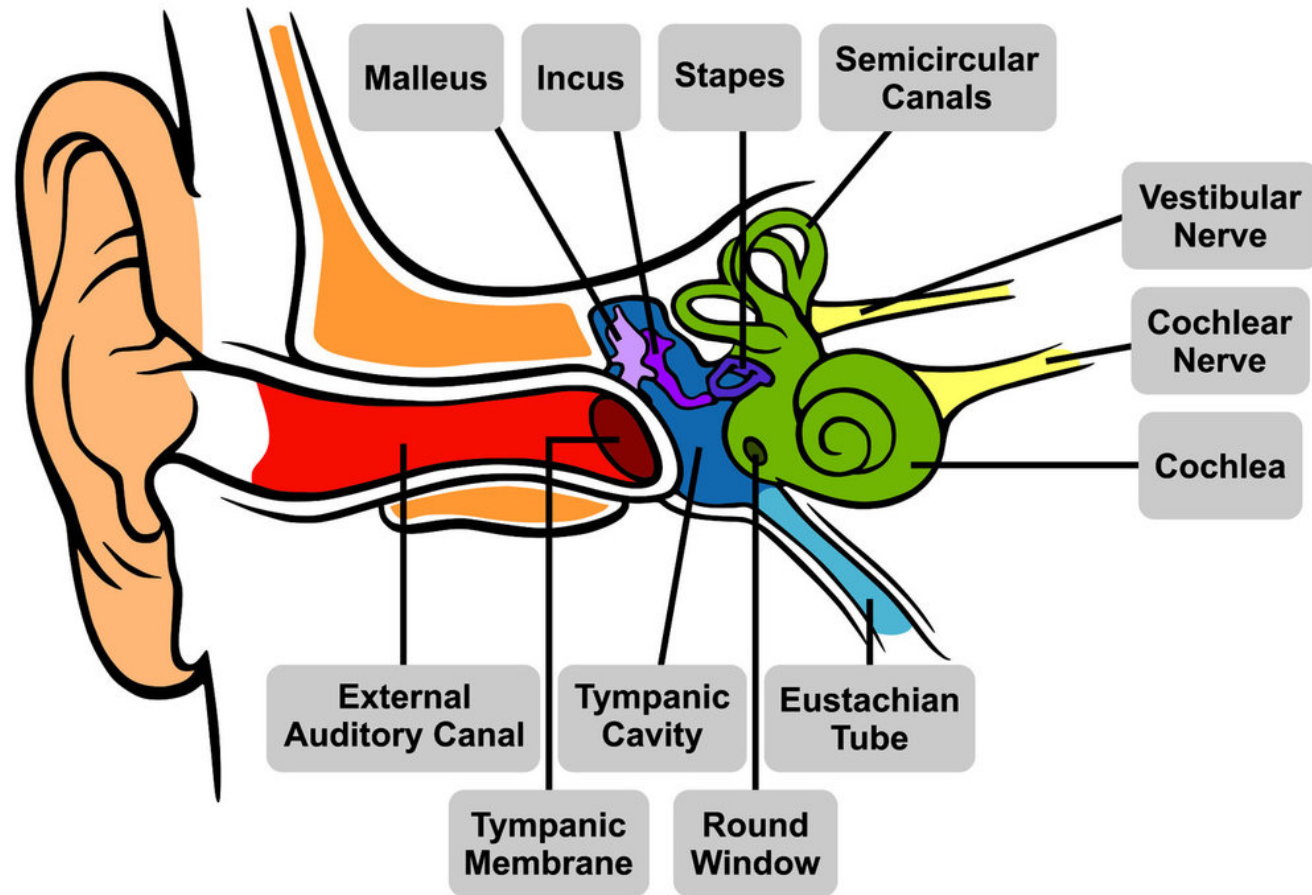
Sluchově-rovnovážný nerv (*n. vestibulocochlearis*)

- VIII. hlavový nerv
- senzitivní nerv → přivádí do mozku zvukové vjemy & vjemy o rovnováze/poloze těla
- 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 mícha
- v lebeční dutině navazuje na mozkový kmen (prodloužená mícha)
- obsahuje smíšená vlákna (motorická & senzitivní) & vegetativní vlákna

Funkce:

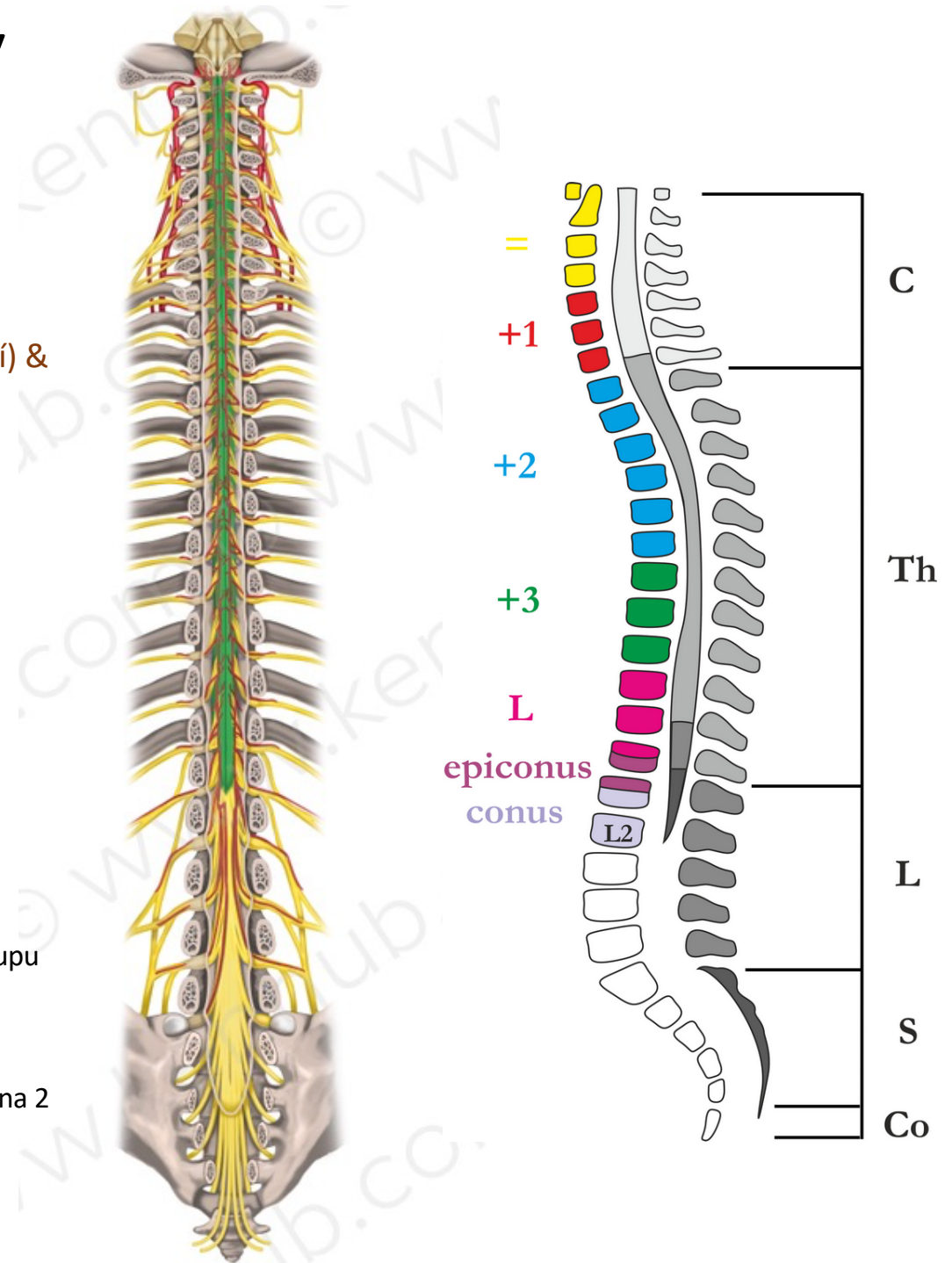
- plní převodní & reflexní funkce

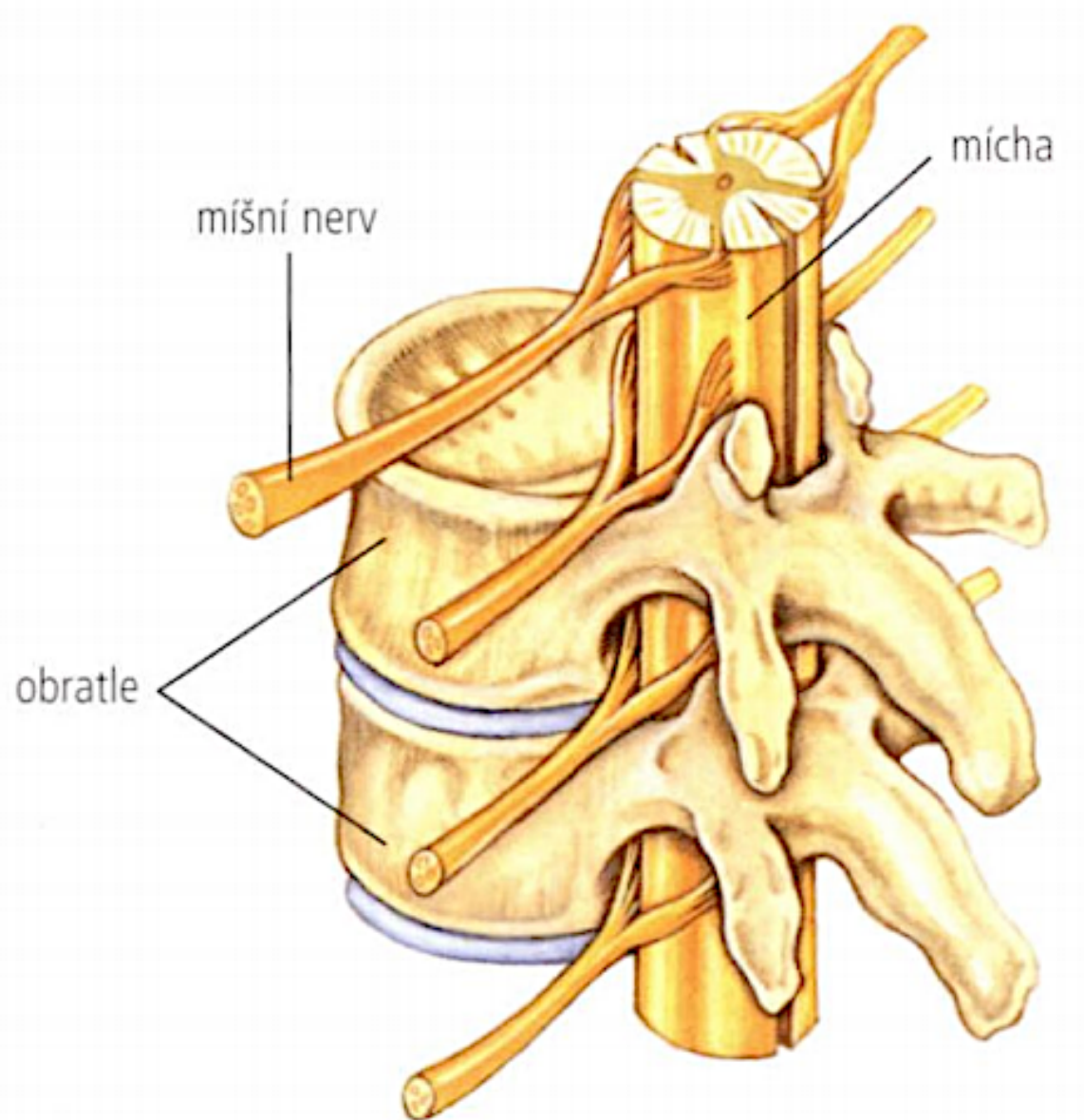
Průběh:

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

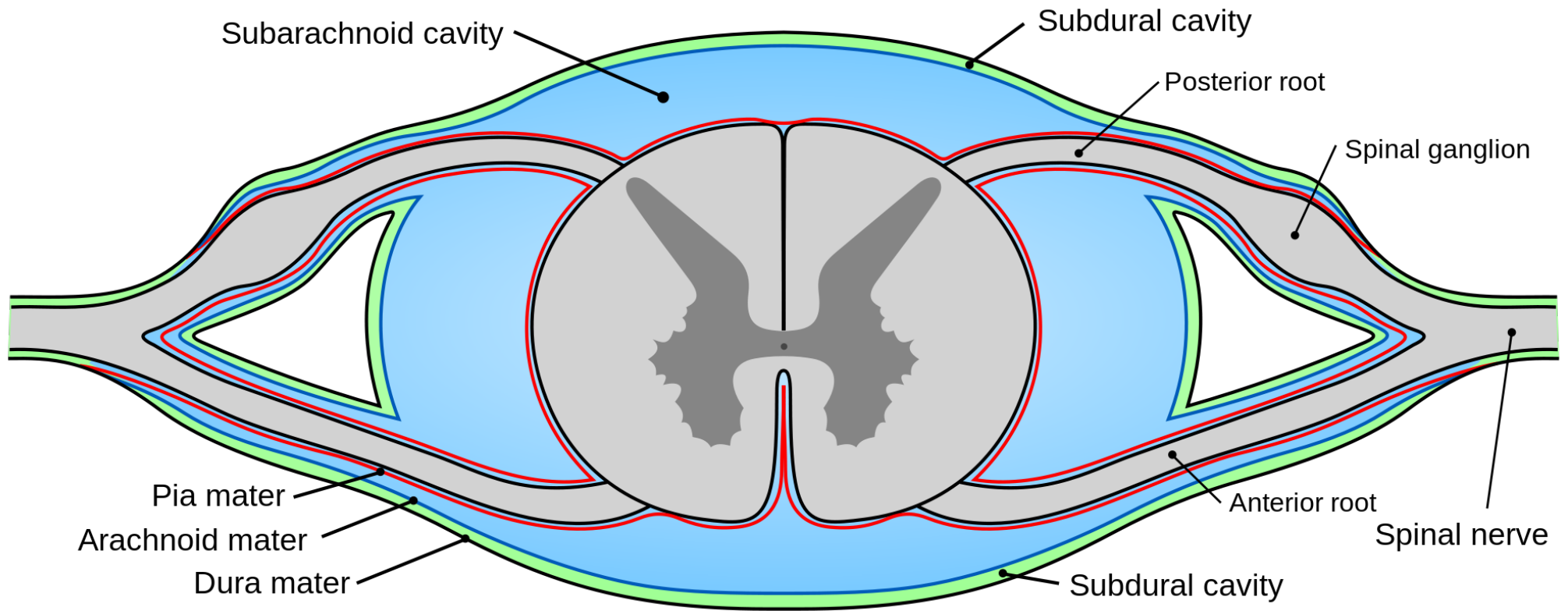
Stavba:

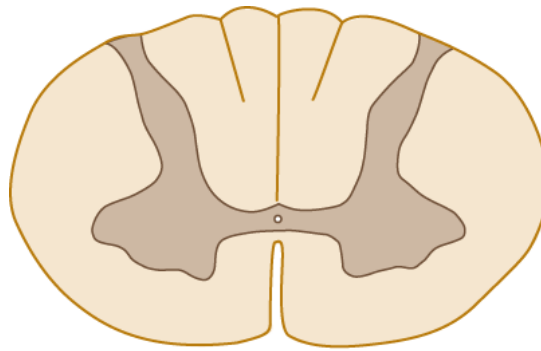
- obalena míšními obaly:
 - tvrdá plena – *dura mater spinalis*
 - pavučnice – *arachnoidea spinalis*
 - měkká plena – *pia mater spinalis*
- vystupují míšní nervy → míšní segmenty (odpovídá výstupu 1 páru míšních nervů)
- krční & bederní míšní intumescence – rozšíření
- 2 hluboké zářezy (dorsálně, ventrálně)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



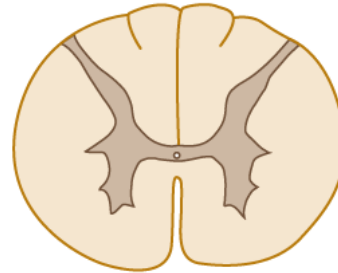


Uložení míchy v páteřním kanálu

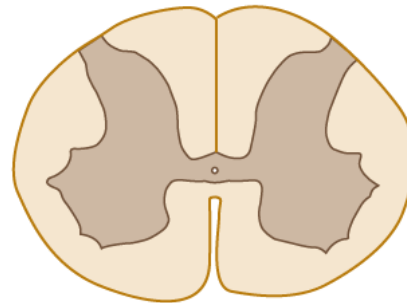




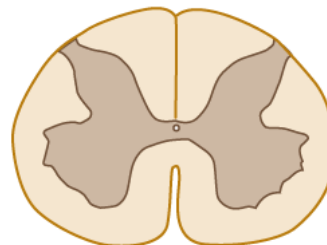
Cervical



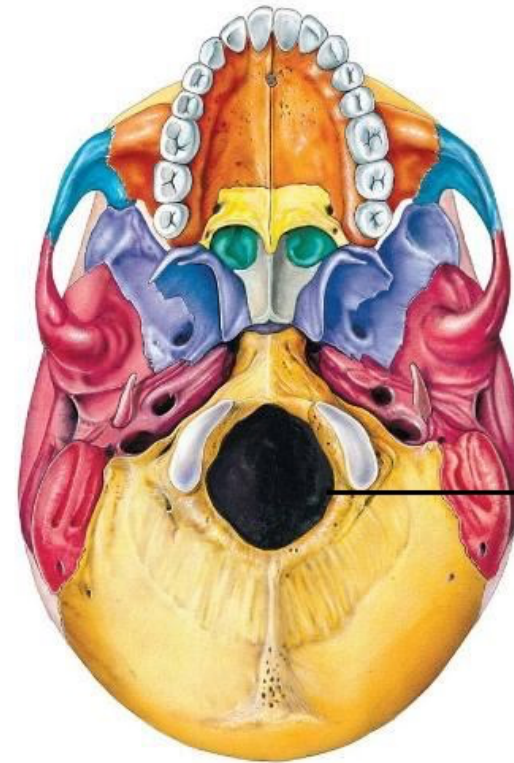
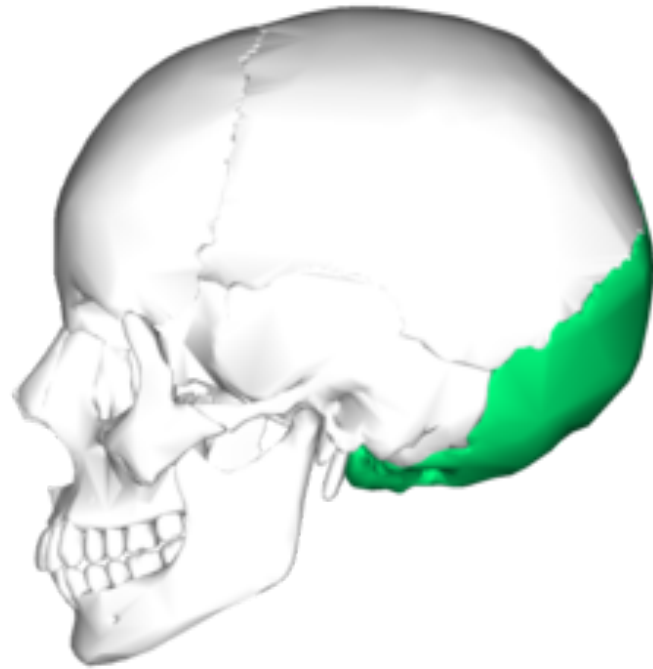
Thoracic



Lumbar



Sacral



Foramen
Magnum

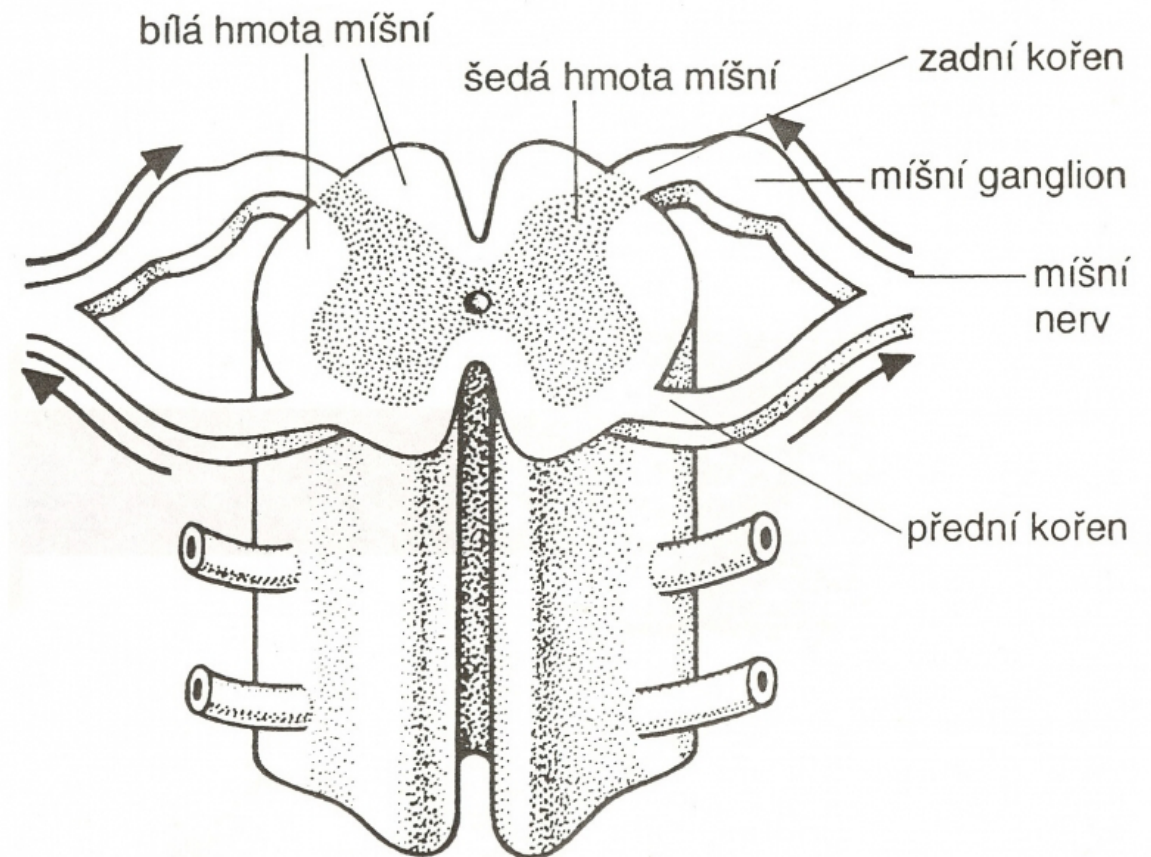
Páteřní mícha & míšní nervy

Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

Stavba:

- míšní kořeny:
 - **přední míšní kořeny** (*radices anteriores*) – vystupují motorická vlákna
 - **zadní míšní 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 & míšní nervy

Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

Vnitřní stavba:

Šedá míšňí hmota (*substantia grisea*)

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

Míšňí rohy:

➤ přední míšňí rohy (PMR)

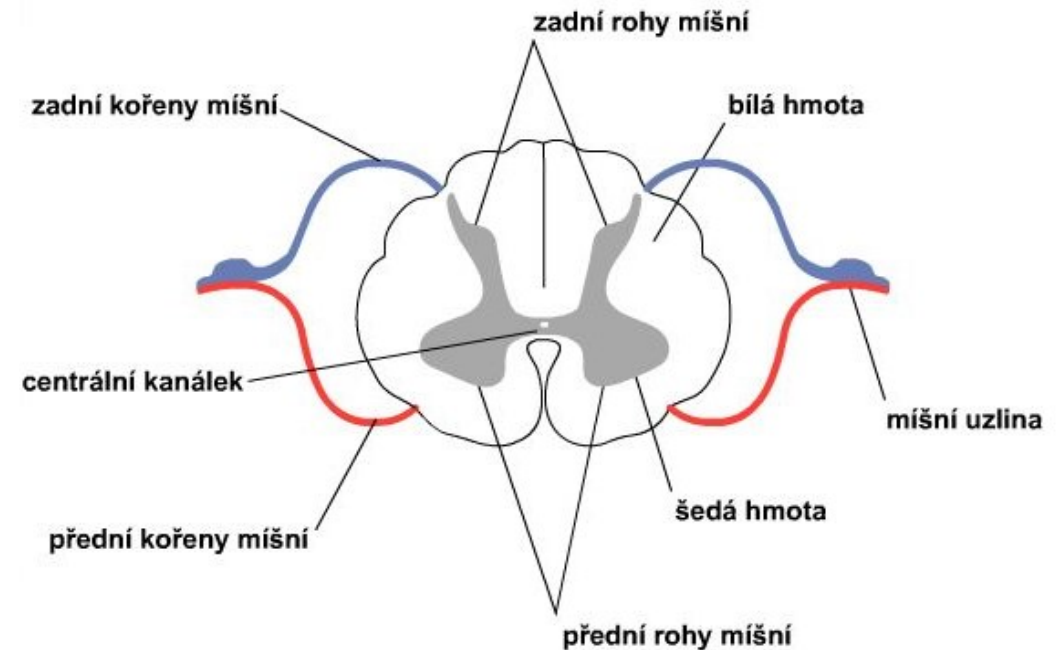
- složeny z **motoneuronů** (jádra neuronů, jejichž axony jsou motorickými vlákny míšňích nervů)
- typy – alfa (kosterní svaly) & gama (svalová vřetenka)

➤ zadní míšňí rohy (ZMR)

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

Postranní úseky

- neurony i nervující hladkou svalovinu & žlázy (vlákna autonomní)



Páteřní mícha & míšní nervy

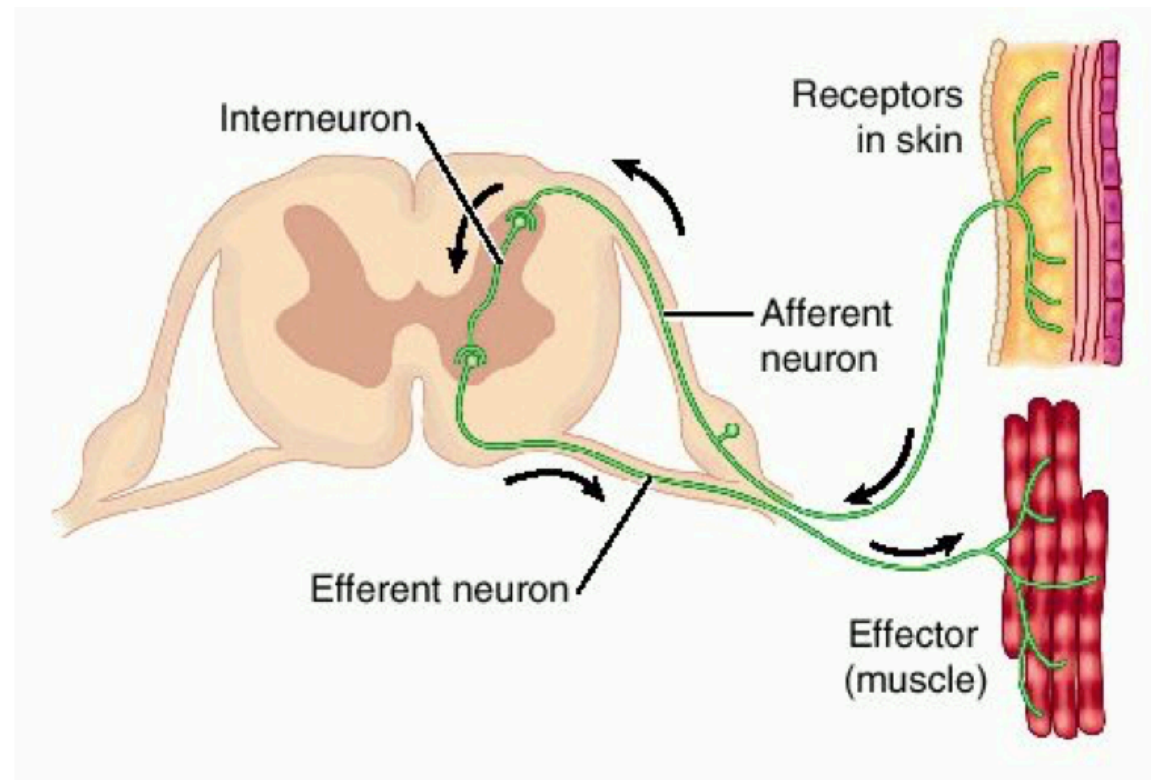
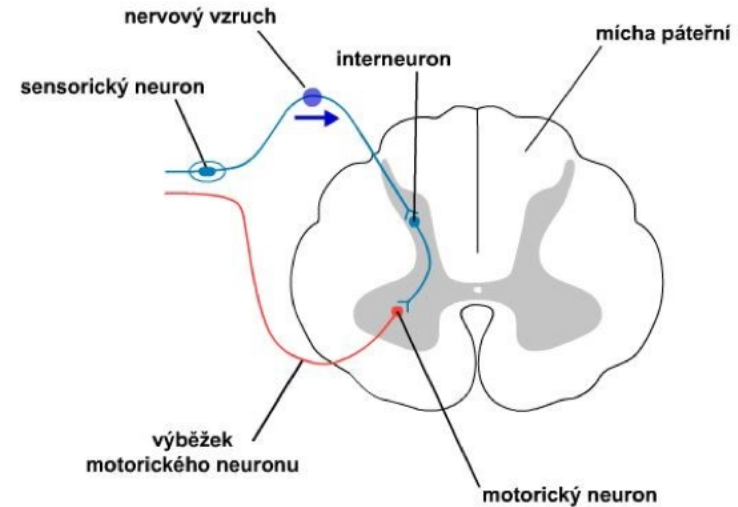
Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

Vnitřní stavba:

Šedá míšň hmot (*substantia grisea*)

Interneurony

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



Páteřní mícha & míšní nervy

Páteřní mícha (*medulla spinalis*)

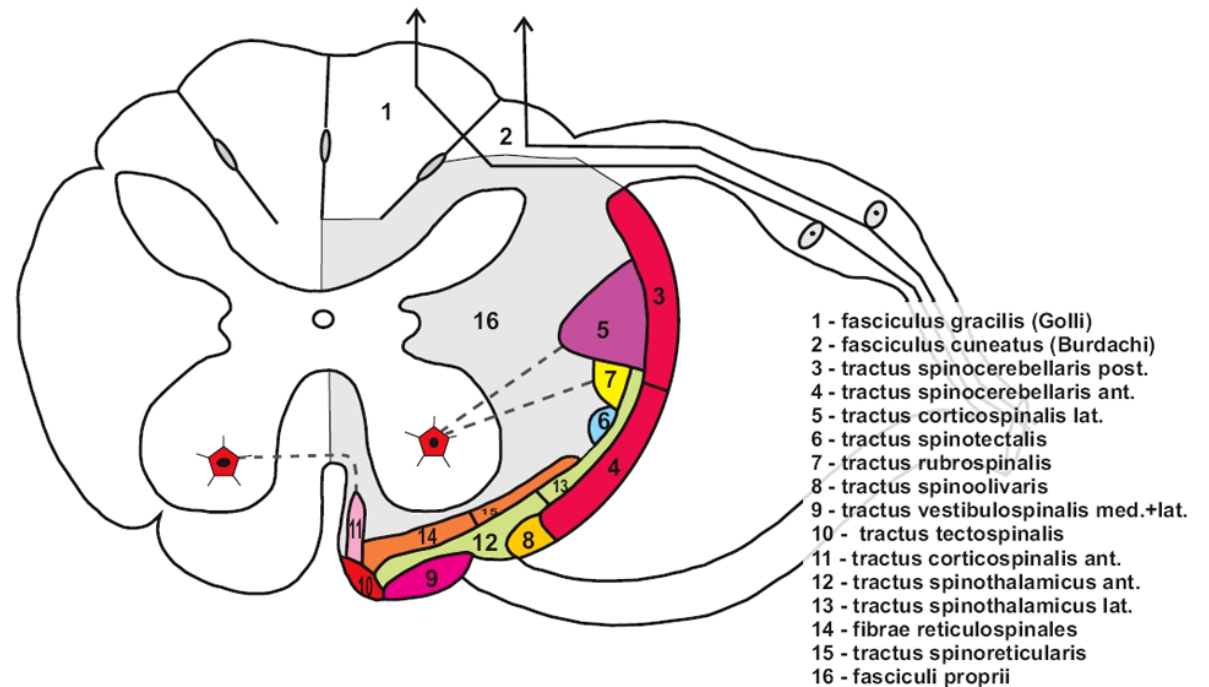
Vnitřní stavba:

Bílá míšň hmotá (*substantia alba*)

- složena z nervových vláken – axony, dendrity, & glie

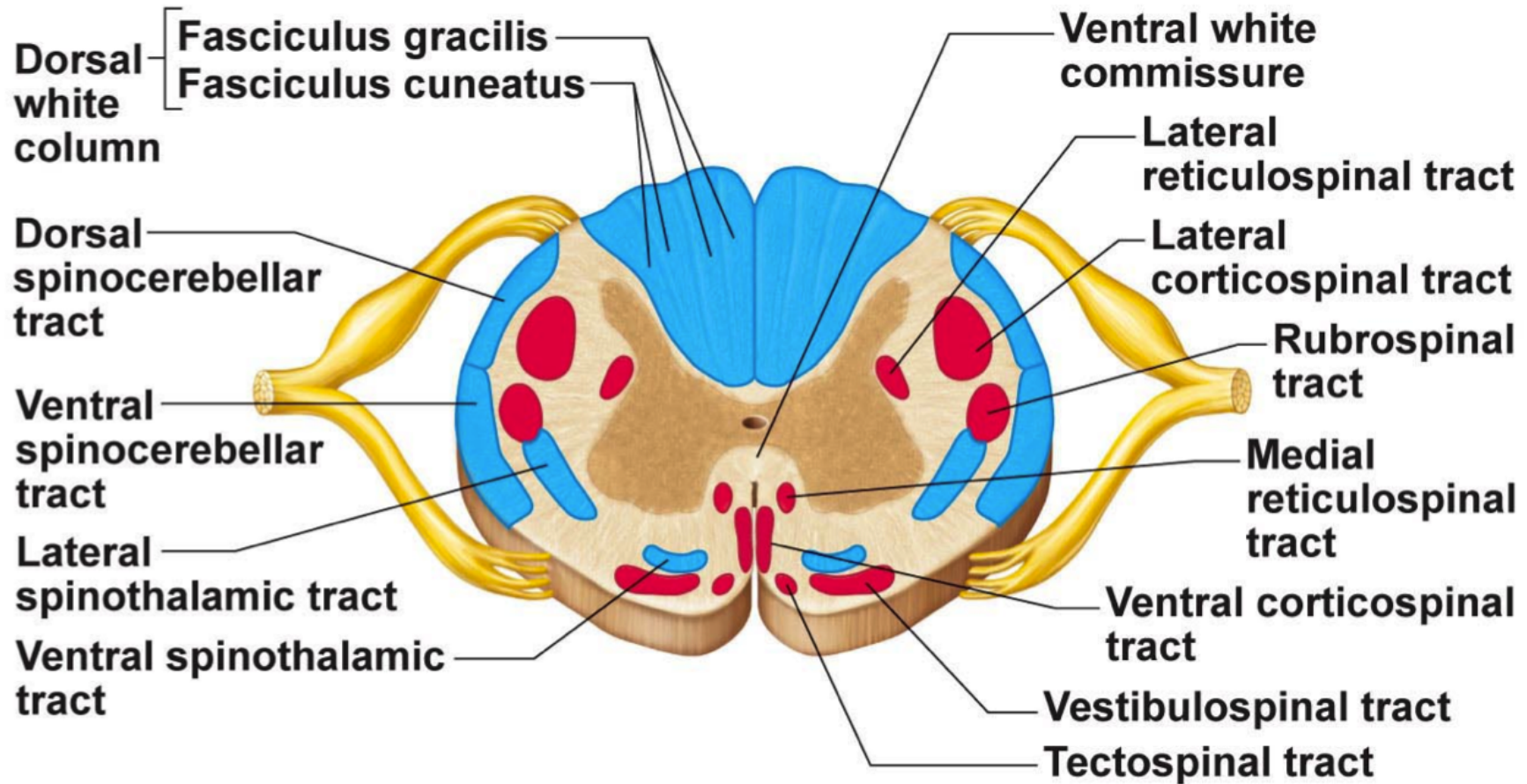
Typy míšňích svazků = míšňí dráhy (*sg. tractus*):

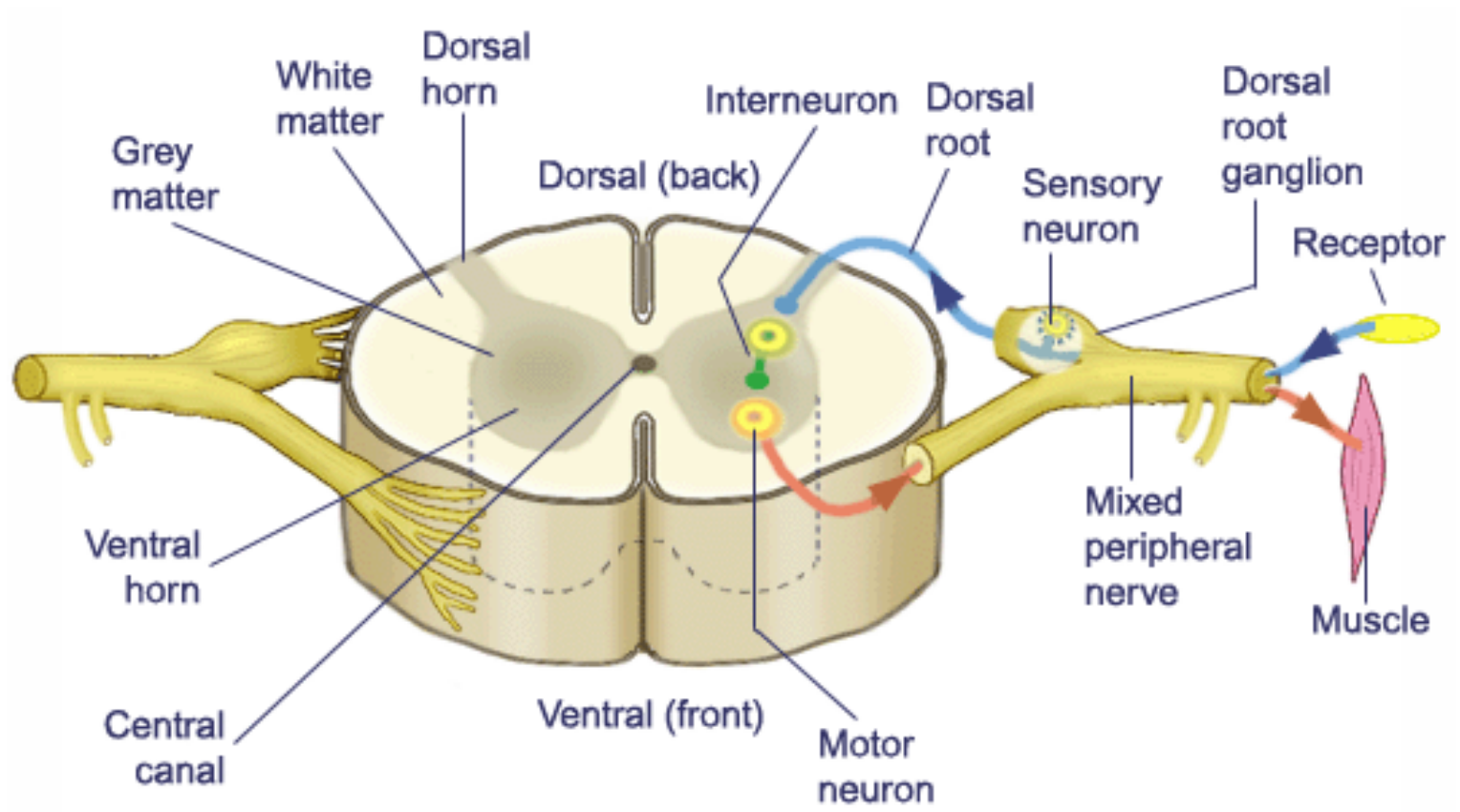
- **přední míšňí provazce = descendentní**
 - dráhy přivádějí impulzy z CNS
 - řídí vědomé pohyby končetin & trupu (motorické impulzy)
- **zadní míšňí provazce = ascendentní**
 - převádějí informace z receptorů (senzitivní) do CNS (mozkové kůry)
- **postranní míšňí provazce**
 - obsahují obojí typ drah



Ascending tracts

Descending tracts





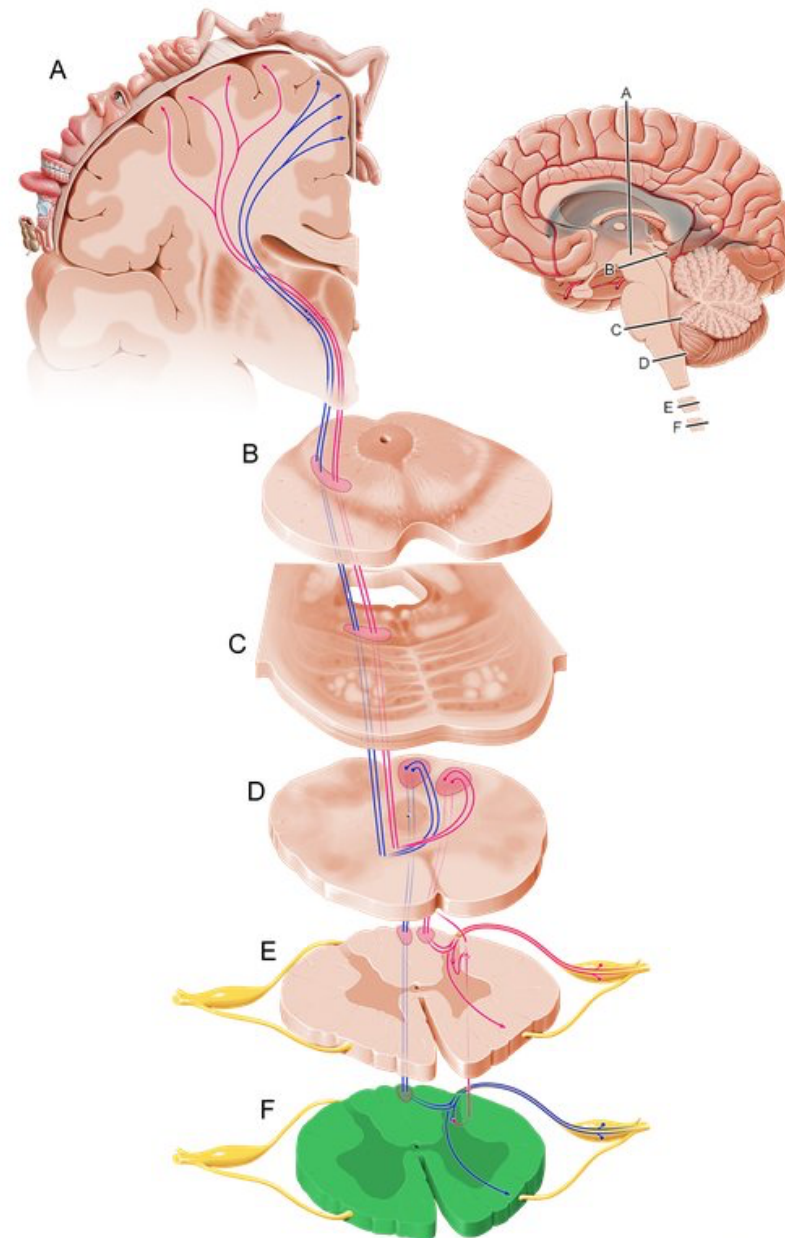
Páteřní mícha & míšní nervy

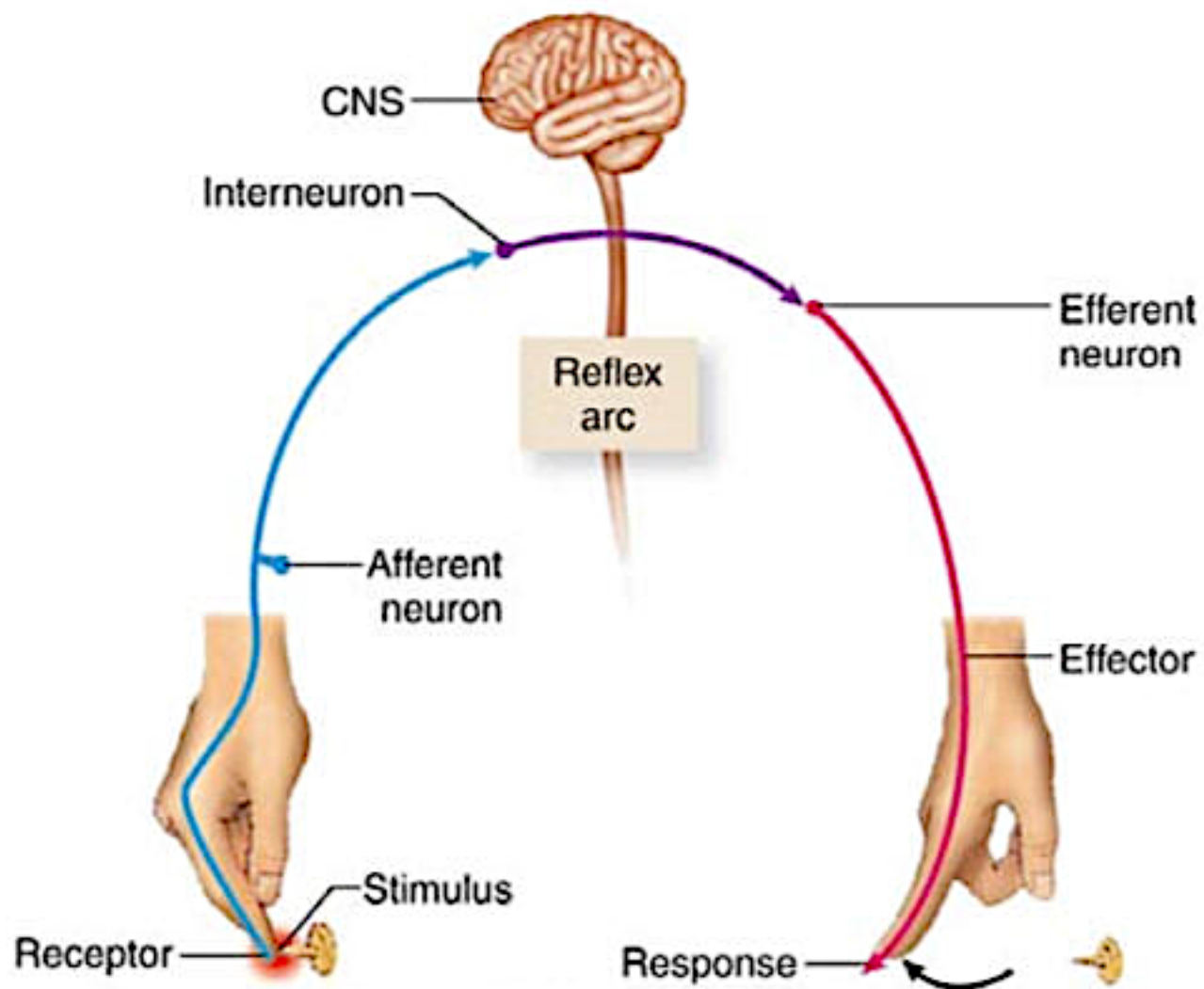
Míšní reflexy

- 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
- CNS
- eferentní (motorická) dráha
- efektor





Páteřní mícha & míšní nervy

Míšní nervy (*nervi spinales*)

- zprostředkovávají spojení mezi míchou & ostatními částmi těla

Složení:

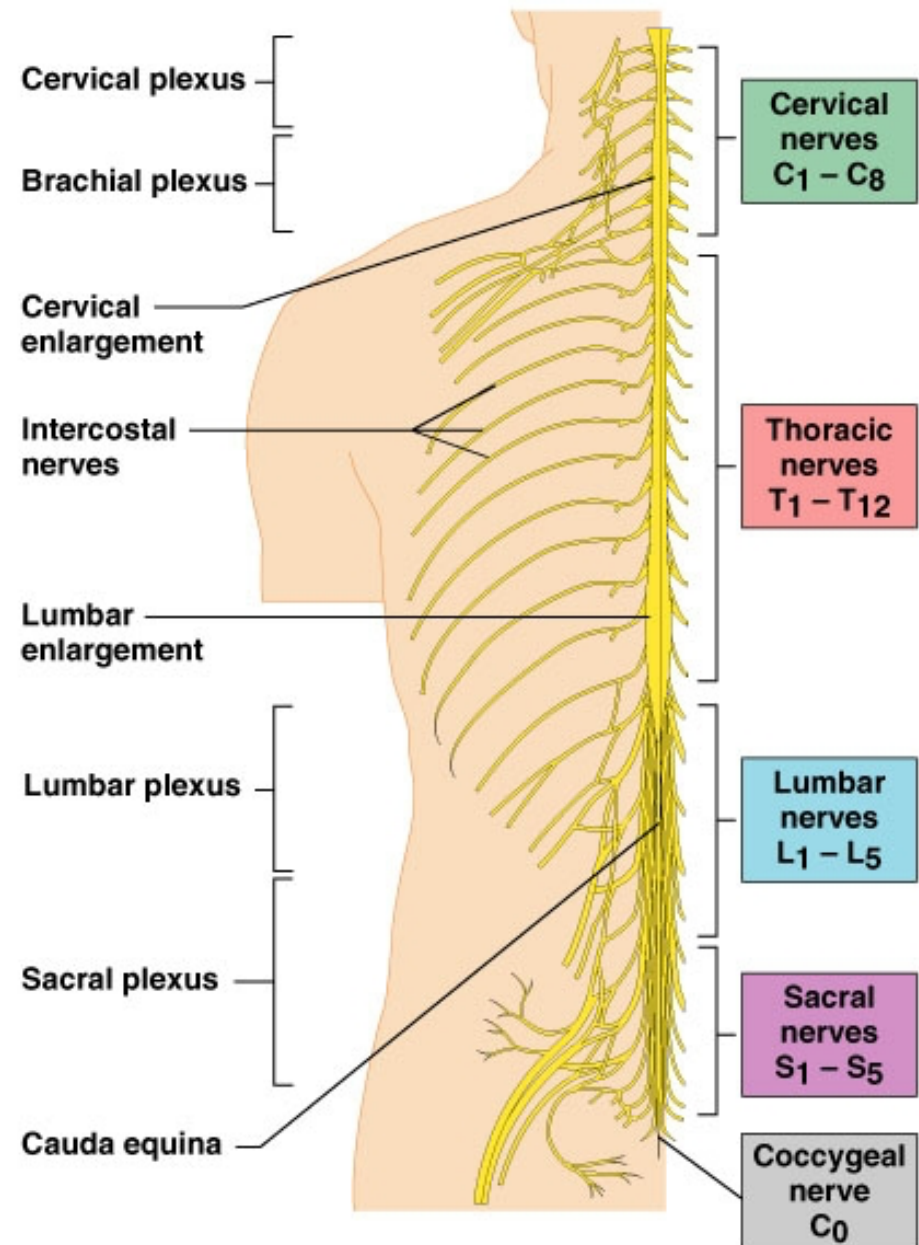
- **smíšené nervy** – obsahují motorická (hybná), senzitivní (citlivá) & sympatická (autonomní) vlákna (axony)
- vzhledem k poměru mezi délkami míchy & páteřního kanálu dochází k postupnému sklánění nervů kaudálně (lumbální & sakrální tvoří svazek *cauda equina*)

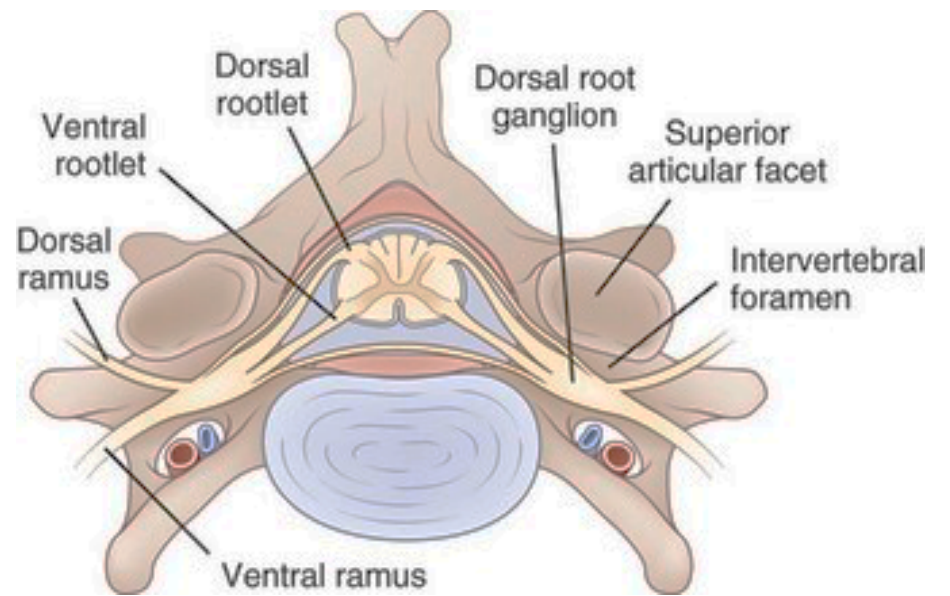
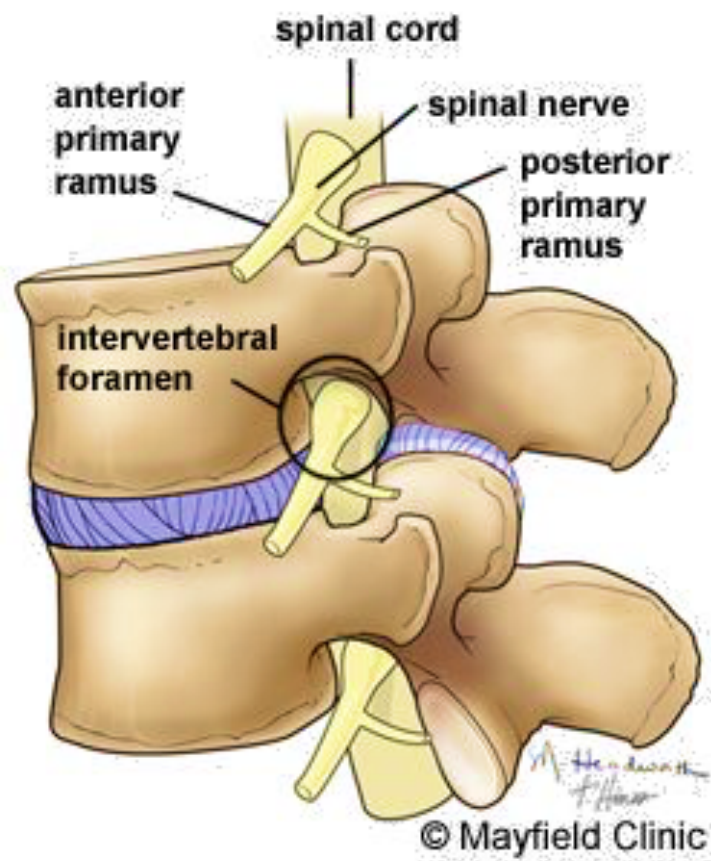
Průběh:

- axony – vystupují z míchy
- *fila radicularia* – na povrchu míchy
- míšní nerv – prostupuje přes *foramen intervertebrale*
- nervové pleteně – po výstupu si vyměňují vlákna z páteřního kanálu
- periferní nervy – jdoucí na končetiny a trup

Celkem **31 párů** míšních nervů:

- 8 krčních
- 12 hrudních
- 5 bederních
- 5 křížových
- 1 kostrční





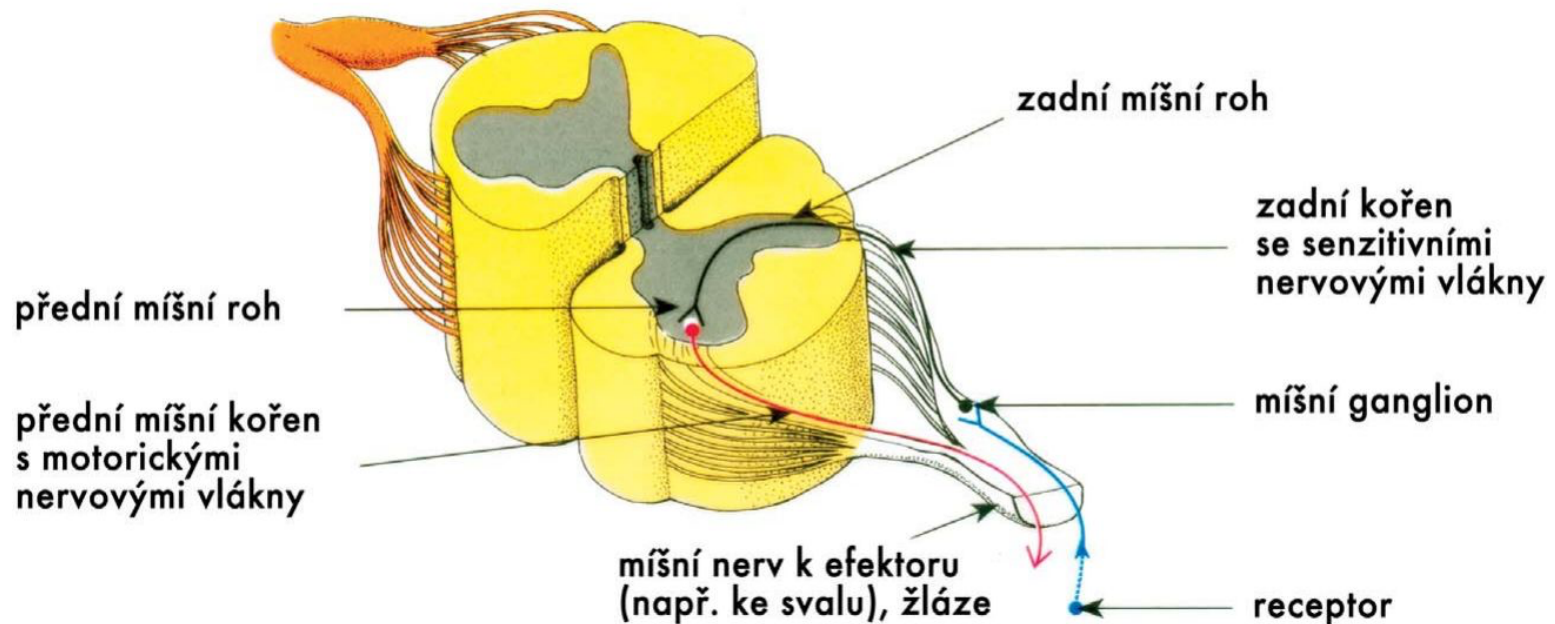
Páteřní mícha & míšní nervy

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 vláknem (1 nervové vlákno inervuje od 6 do 500 svalových vláken)



Páteřní mícha & míšní nervy

Míšní nervy (*nervi spinales*)

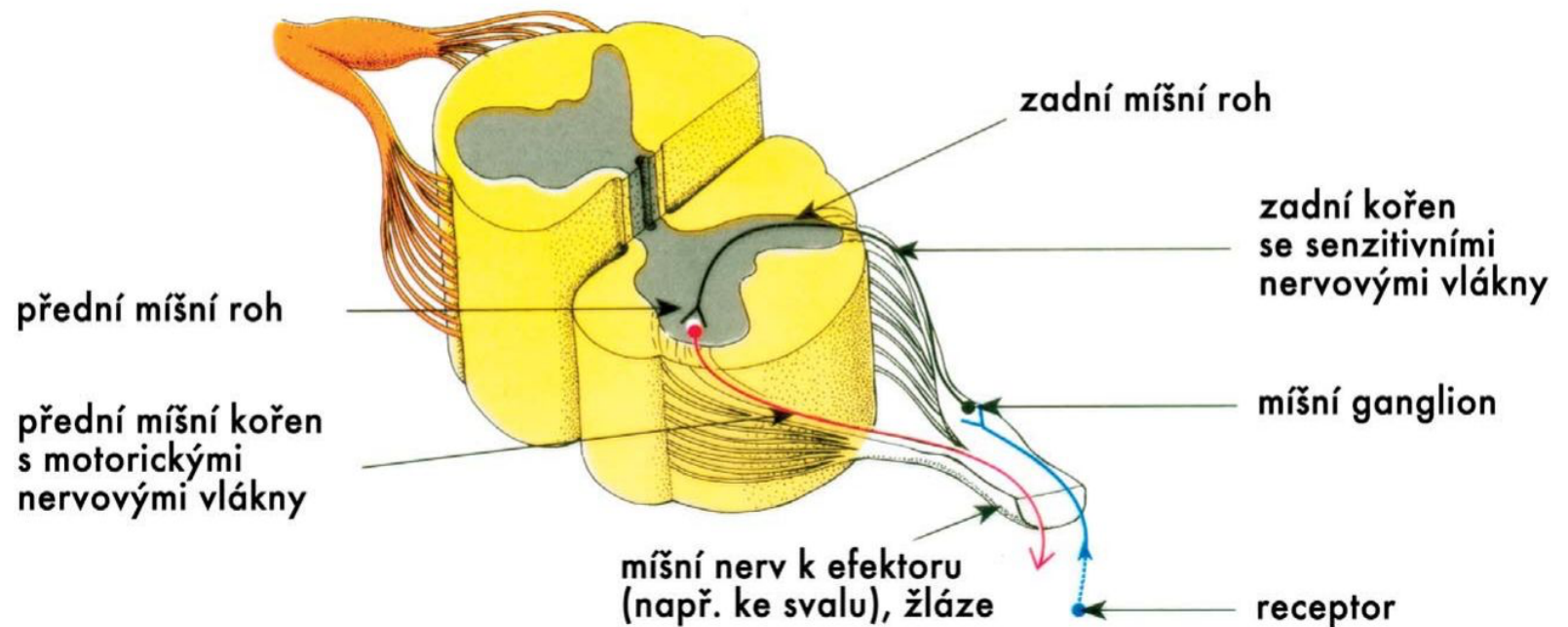
Typy vláken v míšních nervech:

➤ 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



Páteřní mícha & míšní nervy

Míšní nervy (*nervi spinales*)

Typy vláken v míšních nervech:

➤ **sympatická vlákna**

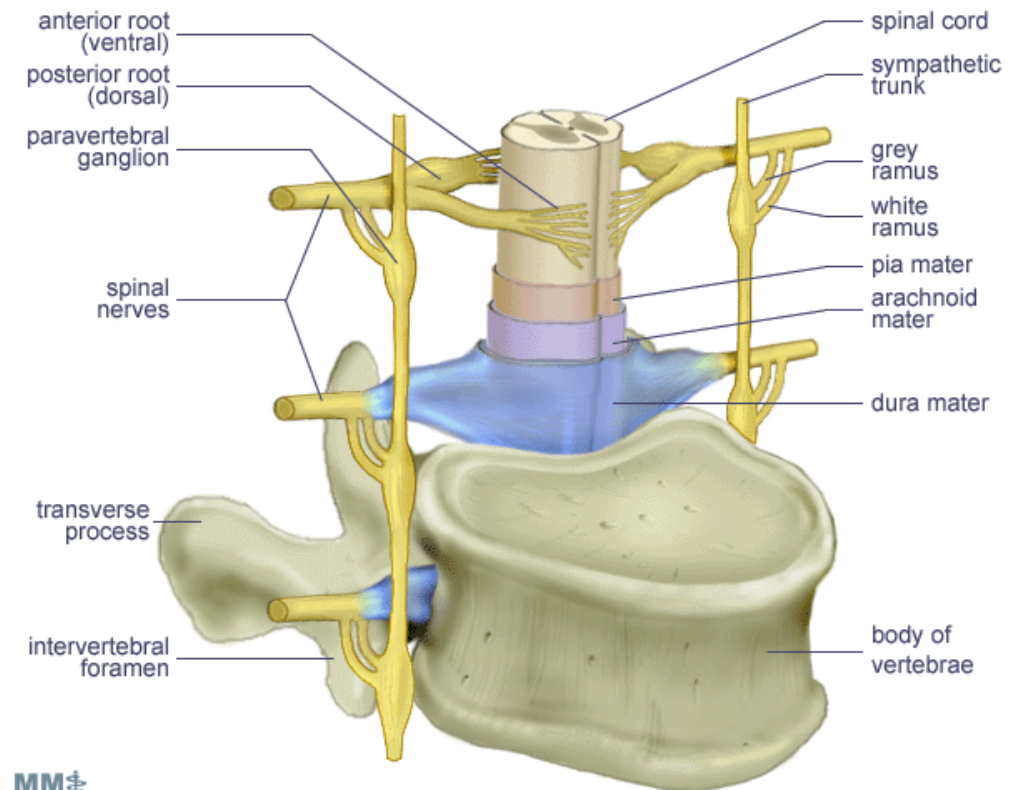
- autonomní (vegetativní) vlákna
- vystupují z míchy (eferentní)
- jádra jsou v postranních & spojovacích úsecích šedé hmoty
- inervují hladké svaly
- za meziobratlovými otvory odbočují do provazců nervové tkáně ležící podél páteře (= sympatické provazce)

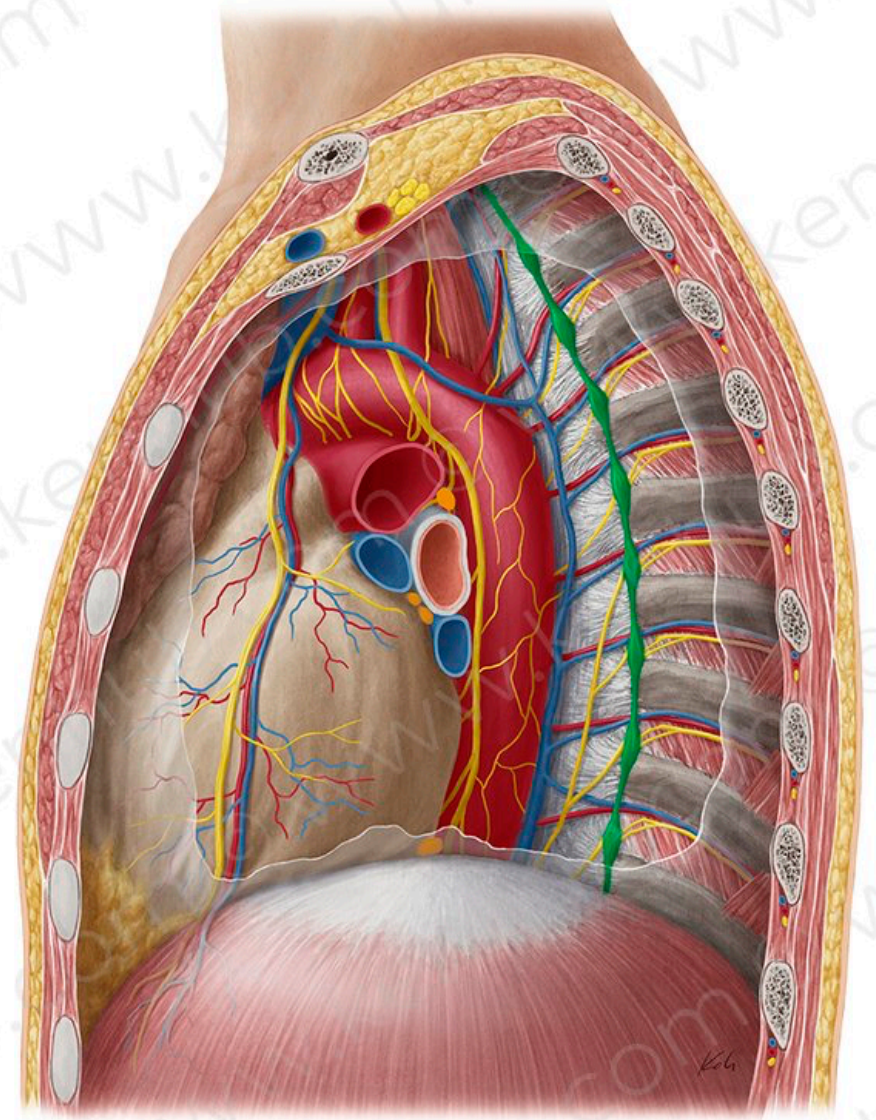
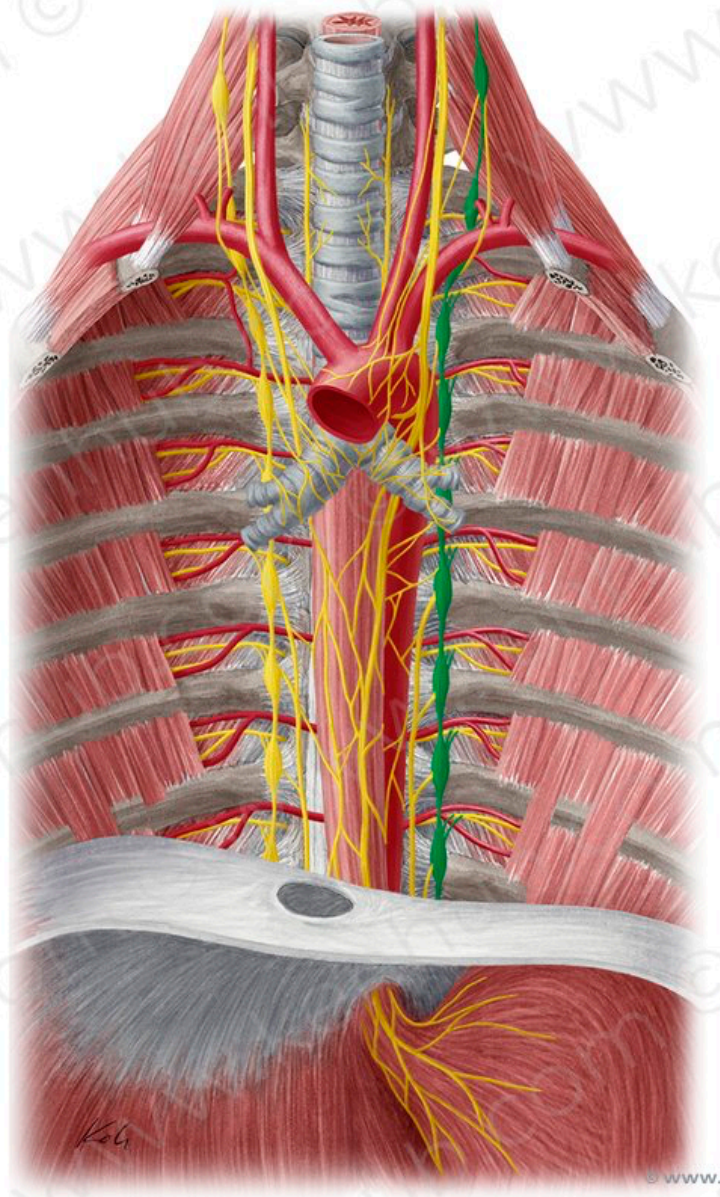
Sympatické provazce (*trunci sympatici*)

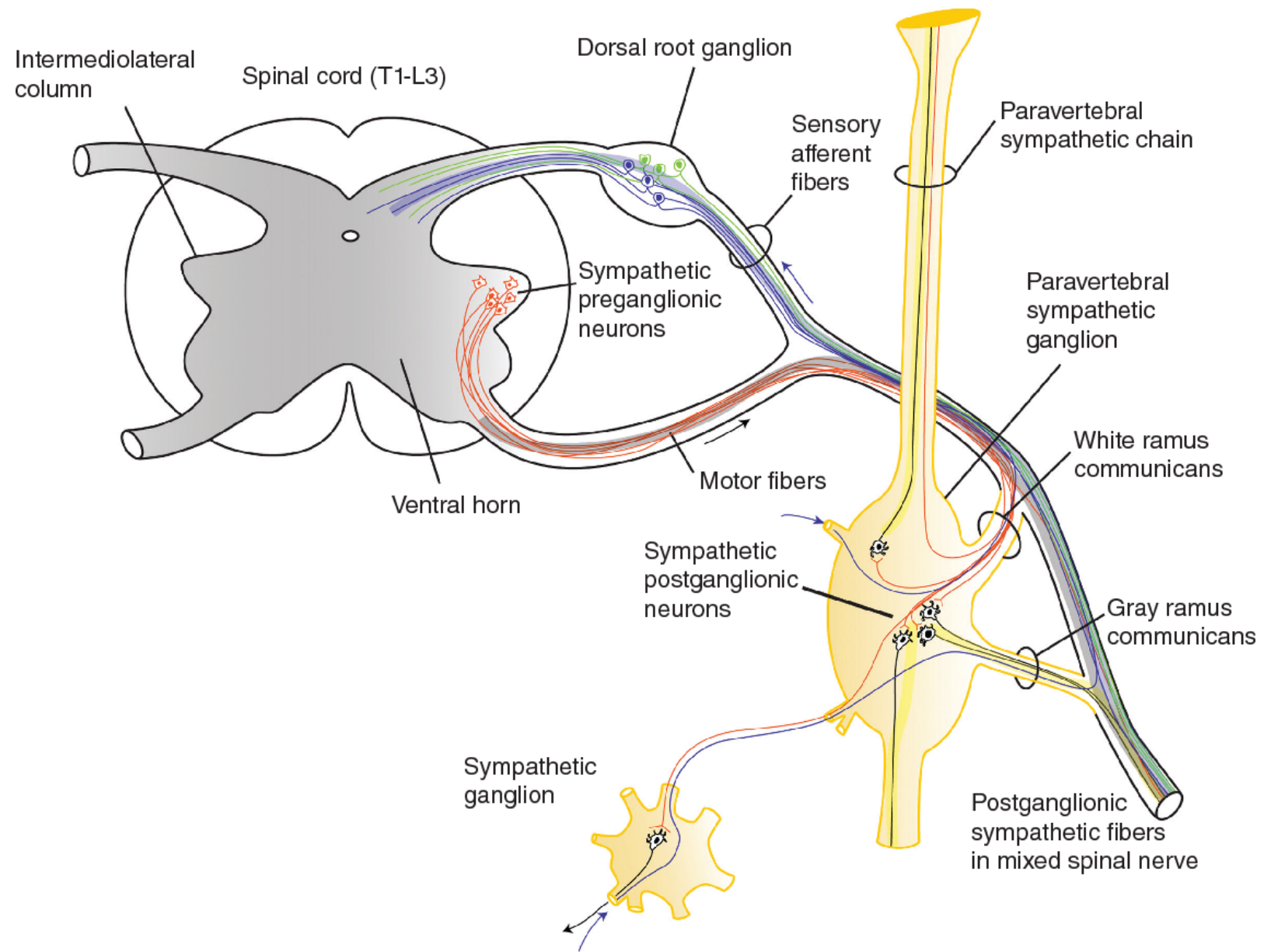
- řada vzájemně spojených ganglií

Sympatická (paravertebrální) ganglia

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



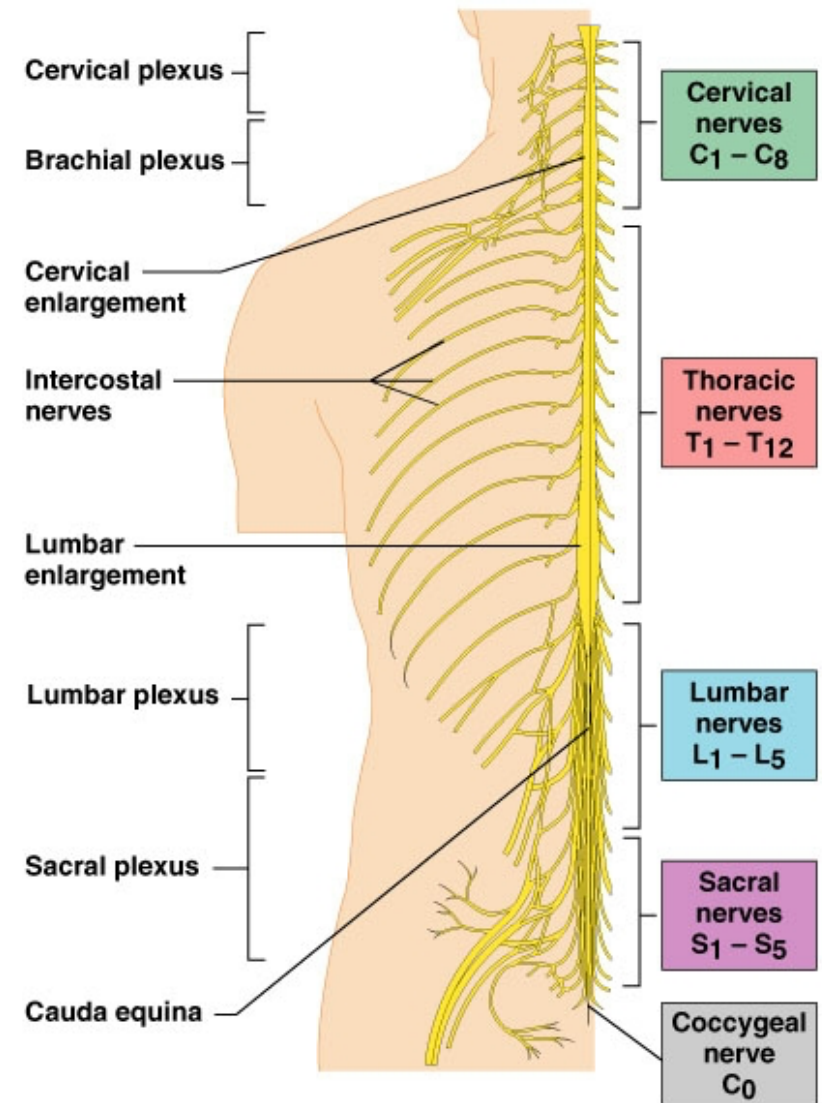
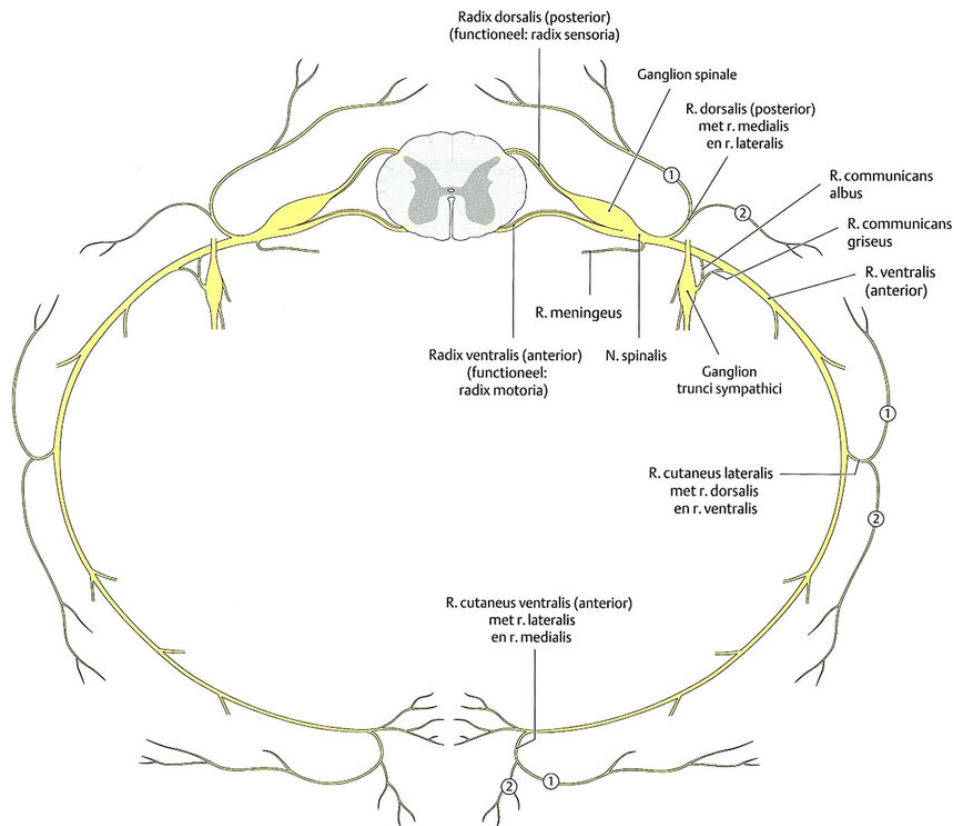




Páteřní mícha & míšní nervy

Členění míšních nervů

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



Páteřní mícha & míšní nervy

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

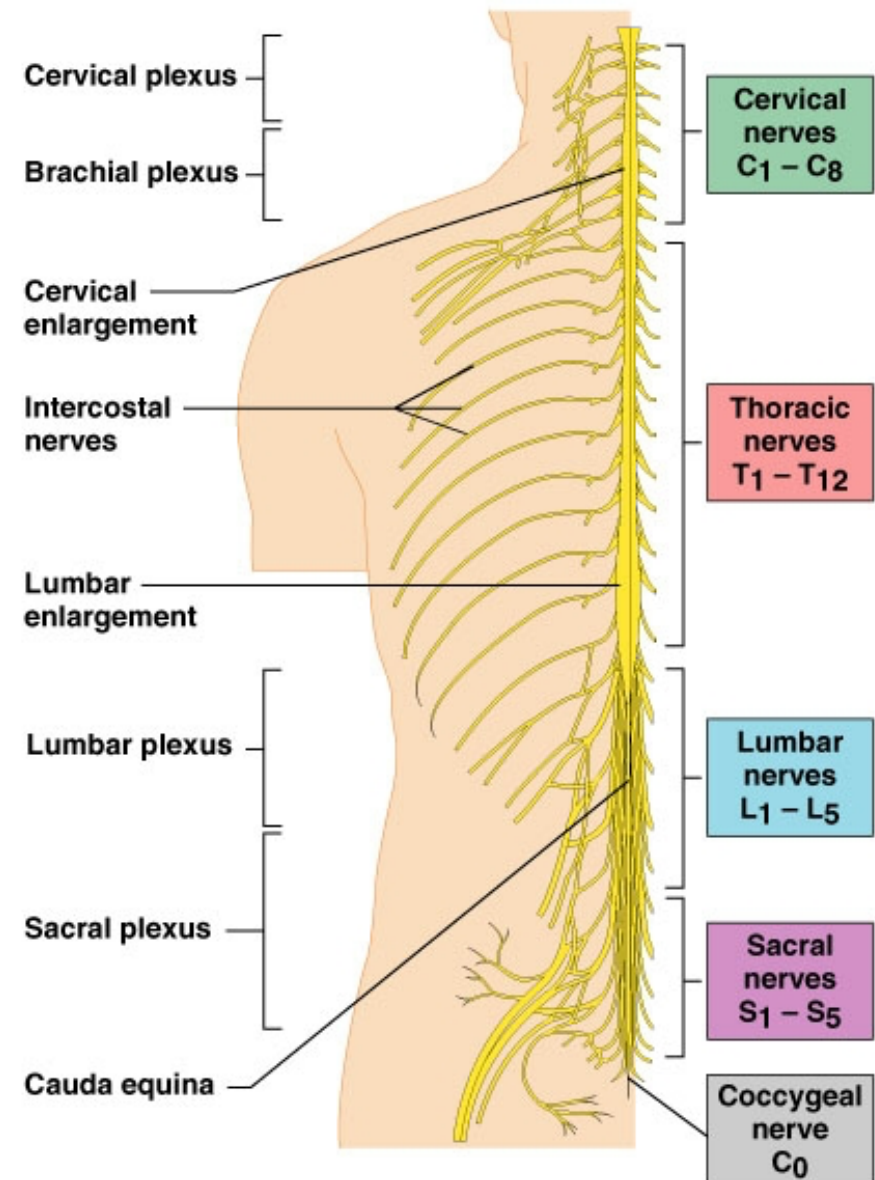
Pleteně:

➤ 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*)

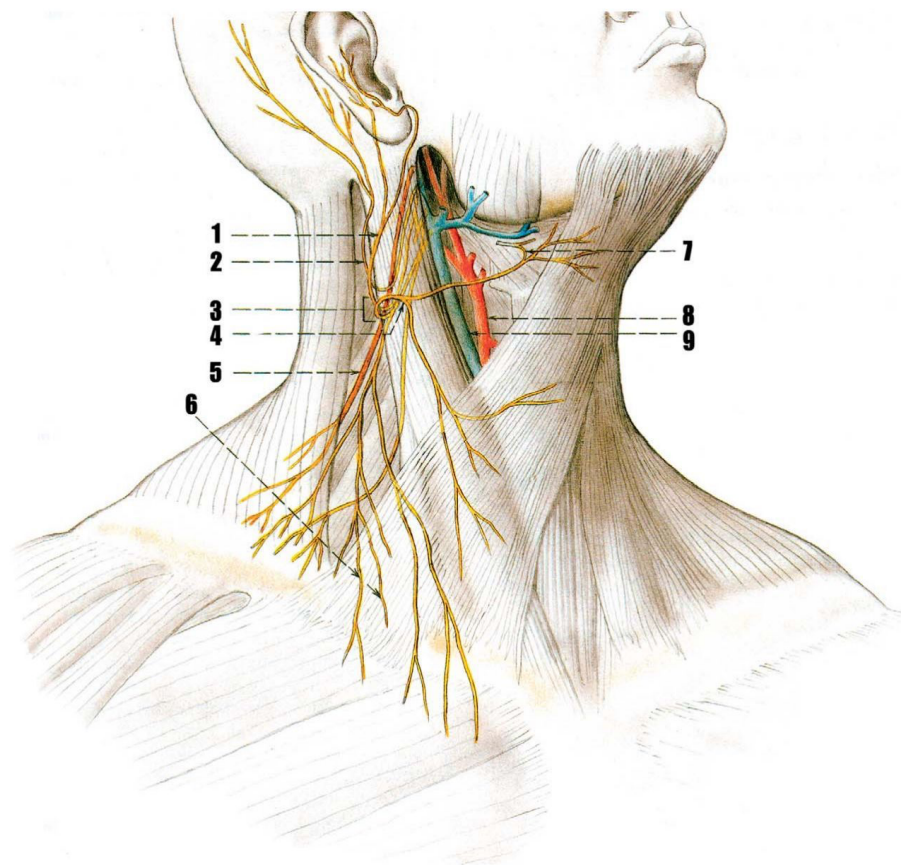
- C5-Th1
- **nadklíčková část** - *n. thoracicus longus* → svaly pažního pletence)
- **podklíčková část** - *n. axillaris*, *n. musculocutaneus*, *n. medianus*, *n. ulnaris*, *n. radialis* → inervace horní končetiny



Krční pleteň

(plexus cervicalis)

Obrázek č. 88



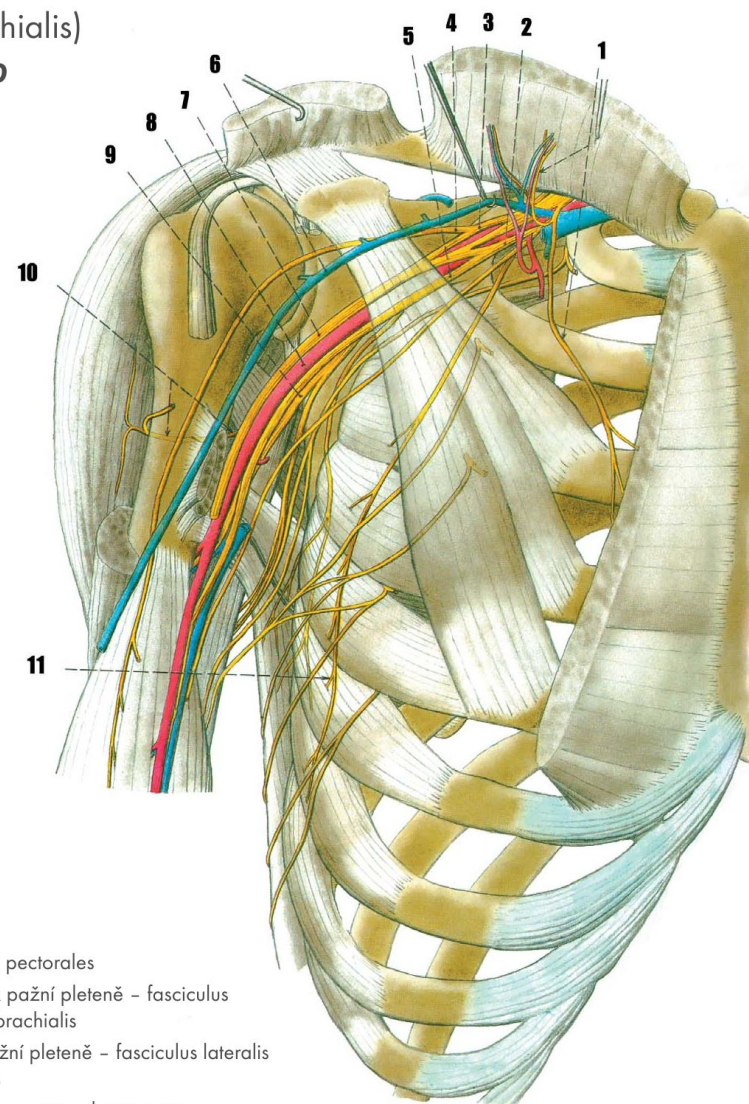
1. Velký boltový nerv – n. auricularis magnus
2. Malý týlní nerv – n. occipitalis minor
3. Nervový bod – punctum nervosum
4. Příčný krční nerv – n. transversus coll
5. Přídavný nerv (n. IX) – n. accessorius

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. Břístřední 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. Středový nerv – n. medianus
8. Podpažní tepna – a. axillaris

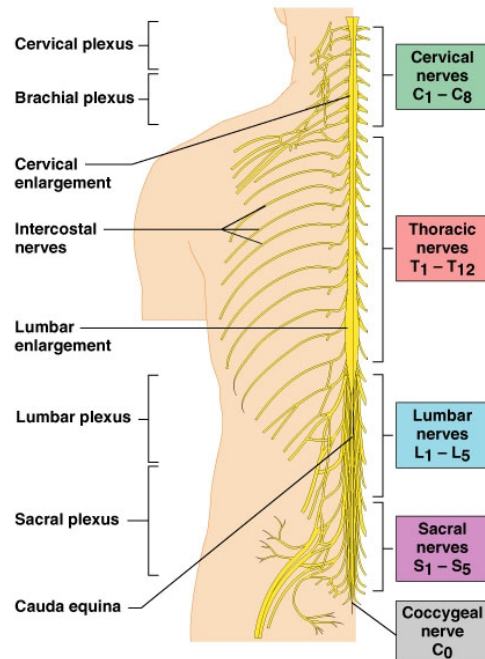
9. Vřetenní nerv – n. radialis
10. Podpažní nerv – n. axillaris
11. Dlouhý hrudní nerv – n. thoracicus longus

Páteřní mícha & míšní nervy

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 mezižeburní svaly (*nn. intercostales*), inervují břišní svaly, senzitivně kůži hrudníku & břicha

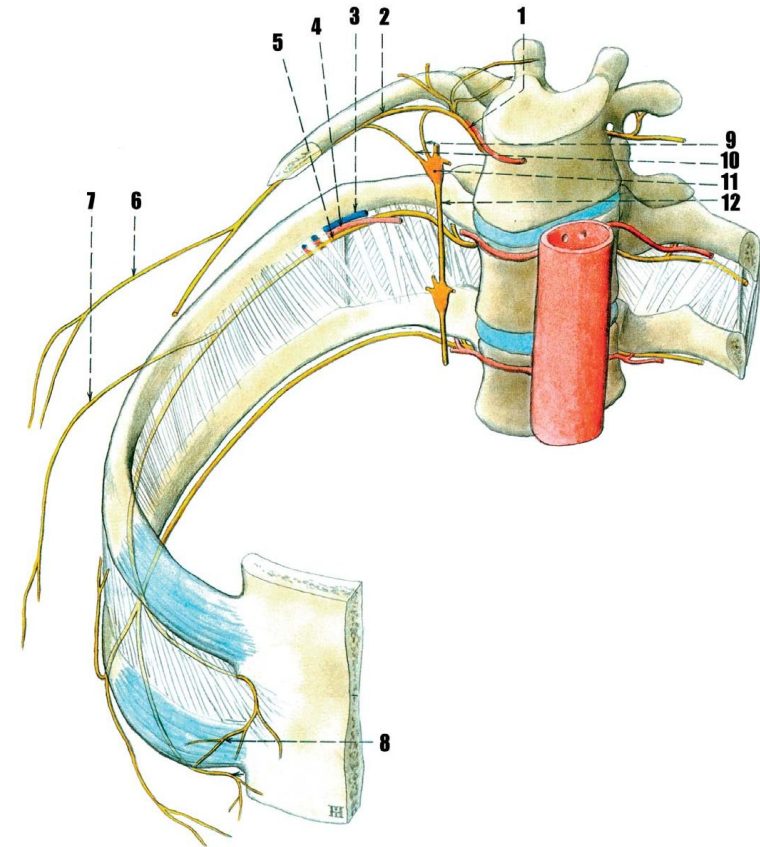


Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Hrudní nervy a jejich větve

(*nervi thoracici*)

Obrázek č. 95



1. Hrudní míšní nerv – *n. spinalis thoracicus*
2. Mezižeburní nerv – *n. intercostalis*
3. Mezižeburní žíla – *vena intercostalis*
4. Mezižeburní tepna – *arteria intercostalis*
5. Mezižeburní nerv – *n. intercostalis*
6. Mezižeburní-pažní nerv – *n. intercostobrachialis*
7. Boční prsní větev – *r. mammarius lateralis*
8. Příostřední 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*

Páteřní mícha & míšní nervy

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*

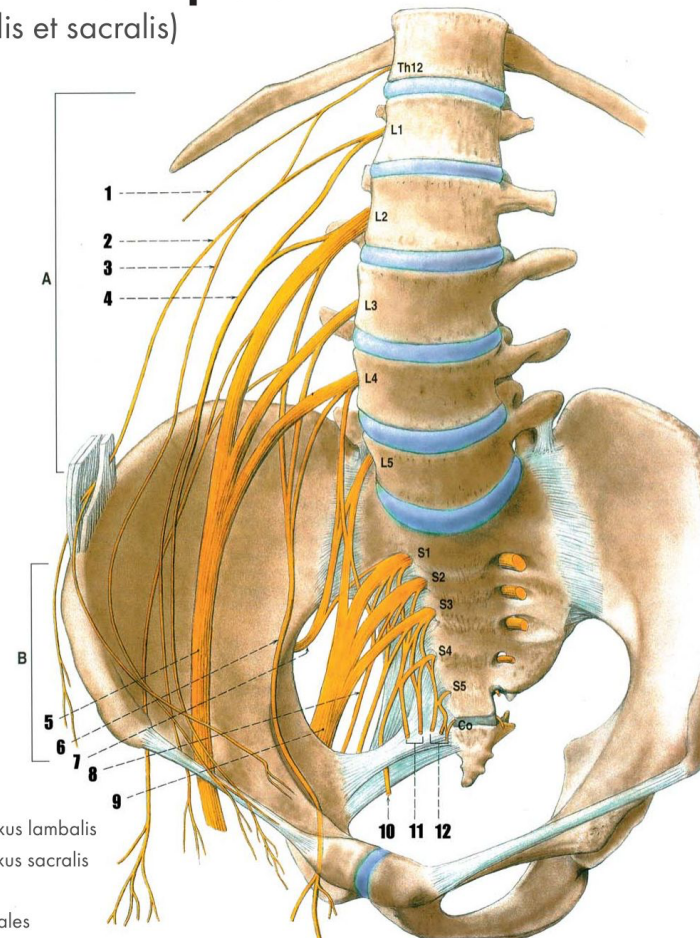
• **křížová pletěň** (*plexus sacralis*)

- L4-S5
- *n. gluteus 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

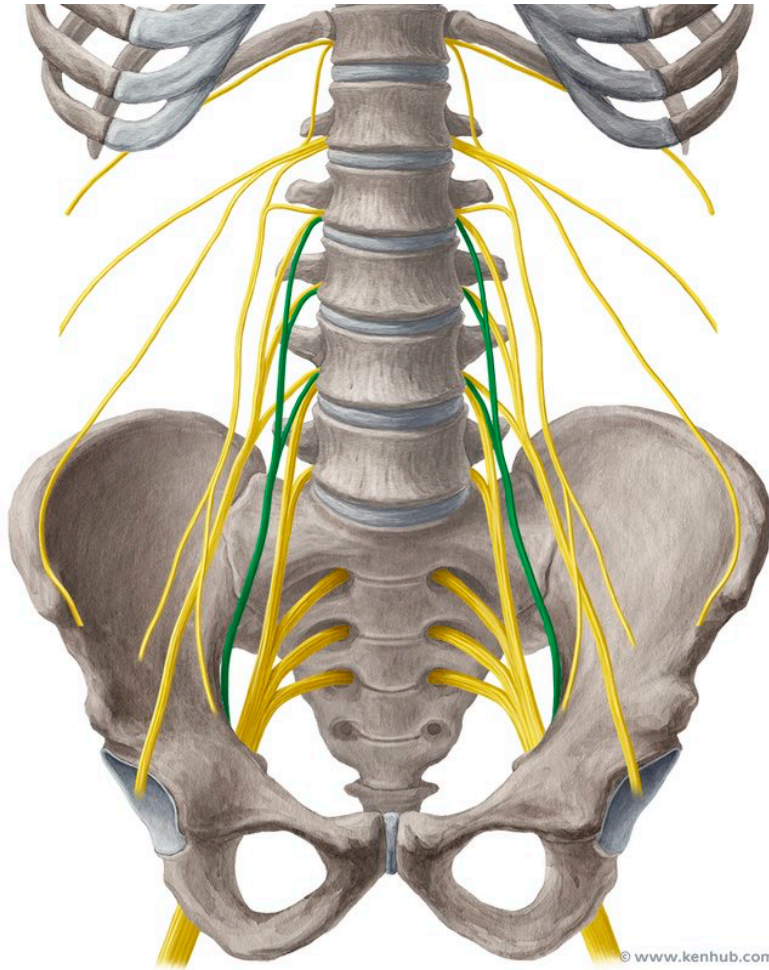
B. Křížová pletěň – plexus sacralis

Th12 – C0 – nervi spinales

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

9. Sedačací 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 řířokostřní nervy – *plexus coccygeus et nn. anococcygei*

plexus lumbalis



plexus sacralis

