



# NERVOVÁ SOUSTAVA

MUDr. Jana Matějková

# NEURONY

Neuron je nervová buňka

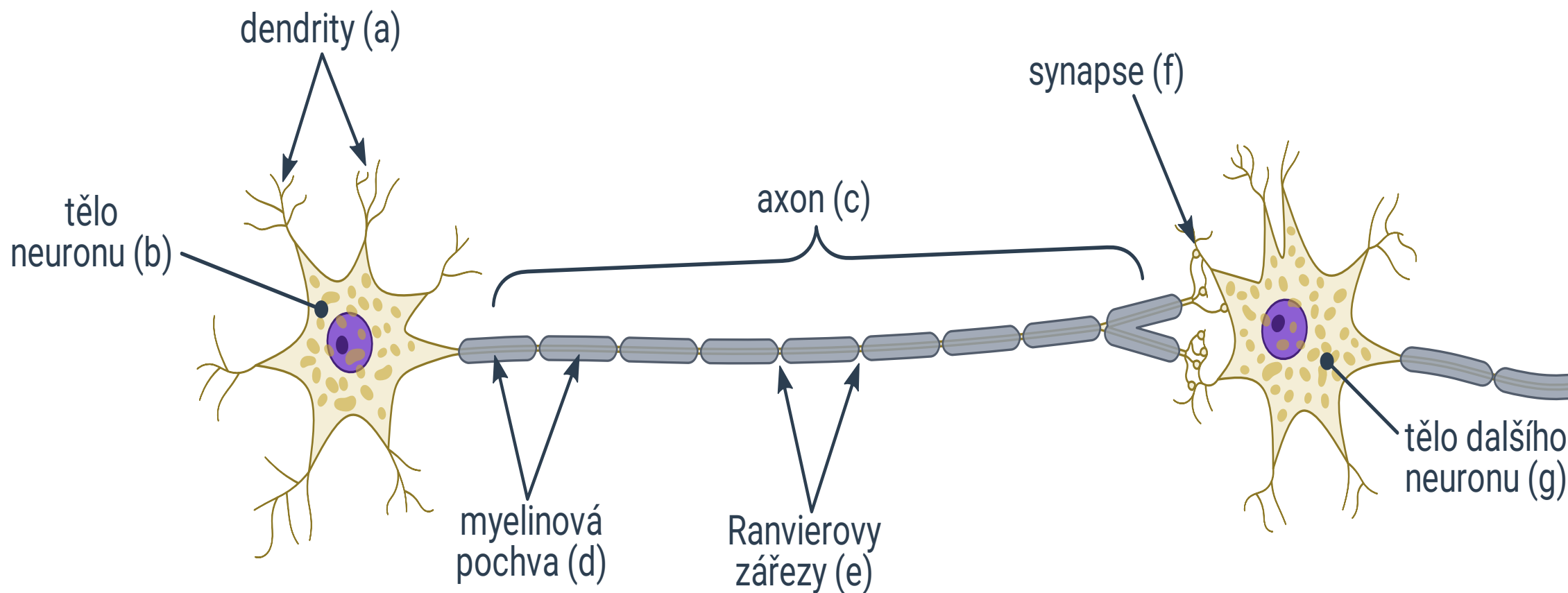
## **Stavba neuronů**

Ačkoliv existují rozmanité druhy neuronů, základními rysy každého neuronu je jeho stavba:

- tělo
- dendrity, výběžky vedoucí podněty směrem k neuronu
- axon, výběžek vedoucí podněty od neuronu

Některé neurony mají výběžky dlouhé mnoho desítek centimetrů, jiné pouze mikroskopické. Počet výběžků a jejich větvení se rovněž mohou podstatně lišit.

# NEURONY



# NEURONY

## Nervový vzruch a jeho vedení

Neurony jsou **elektricky aktivní buňky**, které mají nabitou membránu a mohou vytvářet i vést membránový akční potenciál. Jeho vznik a šíření jsou dány depolarizací membrány a průnikem kladných iontů dovnitř

Vnitřek buňky včetně nervových vláken je negativně nabit vůči vnějšku. Tento rozdíl je cca -50 až -90 mV (miliVoltů).

Toto napětí je dáno odlišným rozložením iontů v důsledku odlišné propustnosti membrány pro jednotlivé ionty. Hlavní roli hrají ionty sodíku, draslíku, chloridů a bílkovin (jsou obvykle negativně nabitý).

Jde o **klidový membránový potenciál**.

# NEURONY

Vzruch, čili **impulz**, vytvoří podráždění membrány a změní velikost potenciálu, který může dosáhnout prahové hodnoty, po níž následuje vznik **membránového akčního potenciálu (MAP)**.

Na jeho počátku dojde k prudkému zvýšení propustnosti pro kationty **sodíku** ( $\text{Na}^+$ ), tzn. otvírají se kanály pro sodík, který po elektrochemickém gradientu vstupuje do buňky (tzn. je-li kanál otevřen, „táhne“ sodík dovnitř jak koncentrační spád, tak fakt, že vnitřek buňky je mírně negativní, zatímco sodík je nabitý kladně).

Vzniká tak **depolarizace**, membrána ztrácí své napětí a dokonce dochází k **transpolarizaci**, tzv. „přestřelení“, kdy se vnitřek buňky stává kladným na cca +30 mV.

# NEURONY

Již během tohoto děje postupně klesá propustnost pro sodík a naopak se otvírají kanálky pro draslík ( $K^+$ ), jehož je nadbytek v buňce a který po otevření kanálků vystupuje z buňky do zevního prostředí po svém koncentračním gradientu (draslíku je v buňce mnohonásobně více než vně buňky).

Tím se postupně obnovuje polarizace membrány, vzniká tzv. **repolarizace**.

Po ní vzniká období mírné **hyperpolarizace**, kdy je negativita vnitřku buňky ještě vyšší.

Na rozdíl od akčního potenciálu v srdeční buňce zde chybí fáze plató a průběh potenciálu má charakter hrotu.

# NEURONY

V následné fázi jsou opět **sodíkovo-draselnou pumpou** (Na/K ATPázou) ionty sodíku a draslíku vyměněny zpět, tj. sodík opět vychází z buňky a draslík se do ní navrácí. Jde o ATPázu, tj. štěpí se přitom ATP, tzn. děj vyžaduje energii.

V průběhu hrotové části MAP nelze vyvolat další podráždění žádným podnětem, buňka je v **absolutně refrakterní fázi**.

Po jeho skončení lze vyvolat podnět působením silného impulzu, jde o fázi **relativně refrakterní**.

# NEURONY

Podstatou těchto změn jsou tedy **rozložení a přesuny iontů příslušnými iontovými kanály přes buněčnou membránu**. Porucha těchto dějů může nastat např. výraznější změnou koncentrace iontů, zejm. draslíku, z jiných příčin, např. při jeho velkých ztrátách či zadržení v těle.

Na různé iontové kanály působí rovněž léky, které se využívají k ovlivnění nervových dějů. Např. blokováním kanálků pro sodík se sníží vznik akčního potenciálu. Působí tak např. léky tlumící bolest (**místní anestetika**), která zablokují vedení podnětu nervovými vlákny.

Další příčinou selhávání těchto dějů je nedostatek **energie**, která je třeba pro správné rozložení iontů na membráně.



# NEURONY

Nervová vlákna vedou impulsy mnohem rychleji, jsou-li **myelinizovaná**. To znamená, že jsou obalena myelinovou pochvou tvořenou tuky (fosfolipidy), které mají izolační působení. Impuls pak „skáče“ mezi jednotlivými Ranvierovými zářezy, které jsou dány tím, že myelinová pochva nepokrývá vlákno zcela souvisle.

Myelinová pochva vzniká z **gliových buněk** (oligodendroglie v CNS a Schwannových buněk u periferních nervových vláken) a u mnoha vláken se vyvíjí až týdny a měsíce po narození, což umožňuje zásadní vývoj motoriky.

Naopak ztráta myelinu při tzv. **demyelinizačních nemocech** – typicky roztroušené skleróze (sclerosis multiplex) vede v dospělosti k závažným nervovým poruchám v oblasti motoricky i sensoriky.

# NEURONY

**Podnět** je jakákoliv změna, a to zevní či vnitřní, která působí na neuron.

Může jít o působení mechanické, chemické, tepelné, osmotické aj.

Aby podnět vyvolal reakci, musí být dostatečně intenzivní, musí mít **prahovou** hodnotu. Nemá-li, nevyvolá žádnou reakci, protože neurony se ve své reaktivitě řídí principem „**vše nebo nic**“.

Nadprahový podnět na samotném neuronu nevyvolá větší reakci, spíše působí i na další neurony. Dále musí podnět určitou dobu trvat, zejm. slabší podnět musí trvat déle, aby vyvolal reakci.

**Podráždění** je změna v napětí buněčné membrány daná přítomností a následnou změnou vlastností různých iontových kanálů. Je-li podráždění dostatečné, změní přiměřeně napětí na membráně a dojde k vzniku **vzruchu – impulzu**.

# SYNAPSE

Neurony komunikují navzájem mezi sebou a s cílovými tkáněmi (např. svalem či žlázou) pomocí synapsí. Jako synapse se označují kontakty mezi membránami dvou buněk, z nichž aspoň jedna je nervová.

Jde o spojení mezi neurony navzájem (může jít o spojení axon-tělo, dendrit-tělo, axon-dendrit a jiné), mezi neurony a efektoem (např. sval, žláza) a neurony a receptory.

Na synapsi dochází k přenosu elektrického impulzu pomocí chemické látky – **(neuro)transmitteru, (neuro)mediátoru.**

Ten je uvolněn na konci axonu a působí na receptory na membráně postsynaptické, kterou může být dendrit, tělo či axon jiného neuronu nebo membrána cílové buňky (svalové či žlázové buňky). Tyto synapse se tedy označují jako chemické.

# SYNAPSE

Mediátor se uvolní, poté co na příslušné místo dorazí depolarizace; uvolněný mediátor pak změní **propustnost postsynaptické membrány** pro některé ionty.

Pokud zvýší propustnost pro sodík, následně se postsynaptická membrána vstupem sodíku rovněž depolarizuje a **aktivuje**.

Naopak zvýšení propustnosti pro draslík (jeho výstup z buňky) či chlorid (vstup do buňky) vede k dalšímu zvýšení polarizace buňky, čili toto působení má efekt **inhibiční**.

Po uvolnění musí být mediátor zpět vychytán či metabolizován, aby bylo ukončeno jeho působení.

# SYNAPSE

Synapse se tedy dělí podle různých kritérií, a to

- typu spojení (viz výše),
- typu neurotransmiteru
- aktivačního či inhibičního působení

# SYNAPSE

Příkladem synapse je i neuromuskulární ploténka.

## **Neuromuskulární (nervosvalová) ploténka**

Jde o typ synapse, kde nervový systém (nervové zakončení) předává impuls kosternímu svalu, který se pak kontrahuje.

Axon se na samém konci rozvětňuje a tato větvení přicházejí do kontaktu se svalovou membránou, vzniká zde synapse a synaptická štěrbina.

Mediátorem je **acetylcholin**, který je uvolňován z nervových zakončení, putuje na receptory (**cholinergní receptory nikotinového** typu) na membráně svaloviny. Jejich aktivace se projeví na **sodíkových** kanálech, jejichž propustnost se zvýší a do svalových buněk tak proudí kladné sodíkové ionty, které ji **depolarizují**, což je předpoklad následné **kontrakce**.

Elektrický děj šíření z motorického neuronu axonem se tak prostřednictvím acetylcholinu přenesou na elektrický děj na membráně svalů, který následně způsobí svalový stah, čili aktivitu svalů vedoucí např. k pohybu.

# SYNAPSE

Acetylcholin je následně rozložen v synaptické štěrbině enzymem (**cholinesterázou**), aby nepokračovalo dráždění svalů, které by způsobovalo křeče.

Příkladem chorobných stavů, které ovlivňují nervosvalovou ploténku, je autoimunitní onemocnění **myasthenia gravis**, kdy nedochází k přenosu impulsu, protože autoprotilátky ničí acetylcholinové receptory. Projeví se závažnou svalovou slabostí a únavou.

Jiným stavem je působení chemických **látek tlumících cholinesterázu**. Pokračuje dráždění acetylcholinem a vznikají křeče. Tyto látky se používají někdy v zemědělství, patří k bojovým látkám a z logiky věci se v přiměřených dávkách naopak využívají k léčbě myasthenia gravis.

# NEUROTRASMITERY

Jde o látky, které zprostředkovávají přenos signálu na synapsi. Uplatňují se jak v centrálním, tak periferním a autonomním nervovém systému. Chemicky jde o různé látky, některé působí na synapsi aktivačně, jiné inhibičně.

K hlavním neurotransmitterům patří:

- **noradrenalin**: sympatický nervový systém (postsynaptická vlákna)
- **acetylcholin**: presynaptická vlákna vegetativního nervového systému, postsynaptická vlákna parasymptiku, nervosvalová ploténka, různé synapse v CNS
- **GABA, dopamin, serotonin, glutamát** – příklady neurotransmitterů v různých oblastech nervového systému vč. CNS



# VZTAHY MEZI NEURONY

Neurony mohou být navzájem propojeny (hovoří se o tzv. **neuronových sítích**), čímž dochází k mimořádně komplexitě nervového systému. K základním stavebním, anatomickým principům patří:

- **divergence:** neuron ovlivňuje více/mnoho jiných neuronů (jeho axon se větví a končí na mnoha buňkách)
- **konvergence:** na jednom neuronu se sbíhají podněty z více/mnoha jiných neuronů

# VZTAHY MEZI NEURONY

Na základě těchto propojení pak vznikají různé funkční děje:

- **sumace:** více/mnoho podnětů se sčítá a může tak dojít k tomu, že vyvolají podnět (samotný jeden je příliš slabý). Může jít o sumaci prostorovou (podněty ve stejném čase, ale z různých neuronů) či časovou (stimulace probíhá stejnou drahou, v rychlém časovém úseku za sebou)
- **facilitace:** druh prostorové sumace, kdy více podprahových podnětů umožňuje uplatnění impulzu z jiné dráhy
- **okluze:** naopak působí snížení výsledného efektu při současném dráždění více drahami
- **postetanicá potenciace:** stav, kdy je dráždivost zvýšena předchozím opakovaným a dlouhodobým drážděním, a to v důsledku zesílení dějů na synapsi

# NERVOVÁ VLÁKNA

Vlákna se dělí na myelinizovaná a nemyelinizovaná. Myelinová pochva je tvořena neuroglíí (Schwannovými buňkami), zrychluje vedení impulsu, vlákna bez myelinu vedou pomaleji.

V zásadě se vlákna dělí na typy A (nejtlustší a s nejrychlejším vedením), B a C (nejtenčí). K **A vláknům** patří tělesná hybnost (motorika) i vedení vjemů dotyku a tlaku ( $\alpha$ ), svalových vřetének ( $\gamma$ ) a chladu či bolesti ( $\delta$ ).

**Vlákna B** jsou pregangliová vlákna autonomních nervů

**vlákna C** jsou postgangliová vlákna sympatiku a dále jsou v zadních kořenech, kde vedou bolest a teplo.

Po přerušení axonu jeho vzdálená (distální) část degeneruje a je v podstatě odstraněna, naopak část proximální je schopna regenerace, která je postupná, nejprve je vlákno tenčí a nemyelinizované. Tyto děje se označují jako **Wallerova degenerace a regenerace**.

# NEUROGLIE

Neuroglie jsou další buňky v nervovém systému mimo neuronů.

Nemají vlastní elektrické funkce, ale plní jiné, rovněž závažné funkce. K těmto funkcím patří:

- podpůrná a „stavební“ funkce
- ochrana
- výživa nervového systému
- odstraňování mrtvých či poškozených buněk

# NEUROGLIE

1. **Astrocyty** – hvězdicové buňky s výběžky, tvoří podporu nervovým buňkám a jsou důležité pro jejich výživu. Výběžky se dotýkají neuronu a kapiláry. Jsou schopny také přispívat k hojení a tvorbě jizev v nervovém systému.

2. **Oligodendroglie** – buňky, které v CNS vytváří **myelinové** obaly nervových vláken (v bílé hmotě mozku či míchy), čímž podobně jako **Schwannovy buňky** na periferních nervech zrychlují vedení vzruchu.

3. **Mikroglie** – jsou fagocytující buňky (makrofágy), které se účastní obranných reakcí a jsou schopny „uklízet“ poškozenou tkáň, což je předpoklad jejího hojení.

4. **Ependym** – buňky, které tvoří výstelku dutin v centrálním nervovém systému, tj. mozkových komor a míšního kanálku. Přispívají k pohybu mozkomíšního moku (likvoru) a jsou schopny přenosu látek.

5. **Schwannovy buňky** – hlavní glie v periferním nervovém systému, podobně jako oligodendroglie jsou důležité pro myelinizaci periferních nervových vláken

# REFLEX

Jako reflex lze označit v základní podobě zákonitou, danou reakci organismu na podráždění. K reflexu je třeba těchto složek:

- receptor (vnímá podráždění – např. bolest, tlak, což vyvolá vzruch)
- aferentní vlákno a vedení vzruchu do centra (též centripetální)
- centrum v centrálním nervovém systému (CNS), např. v míše, kde je informace registrována a předána neuronu výkonnému
- eferentní vlákno, vedoucí vzruch z CNS k výkonnému aparátu
- výkonný aparát, efektor

# REFLEX

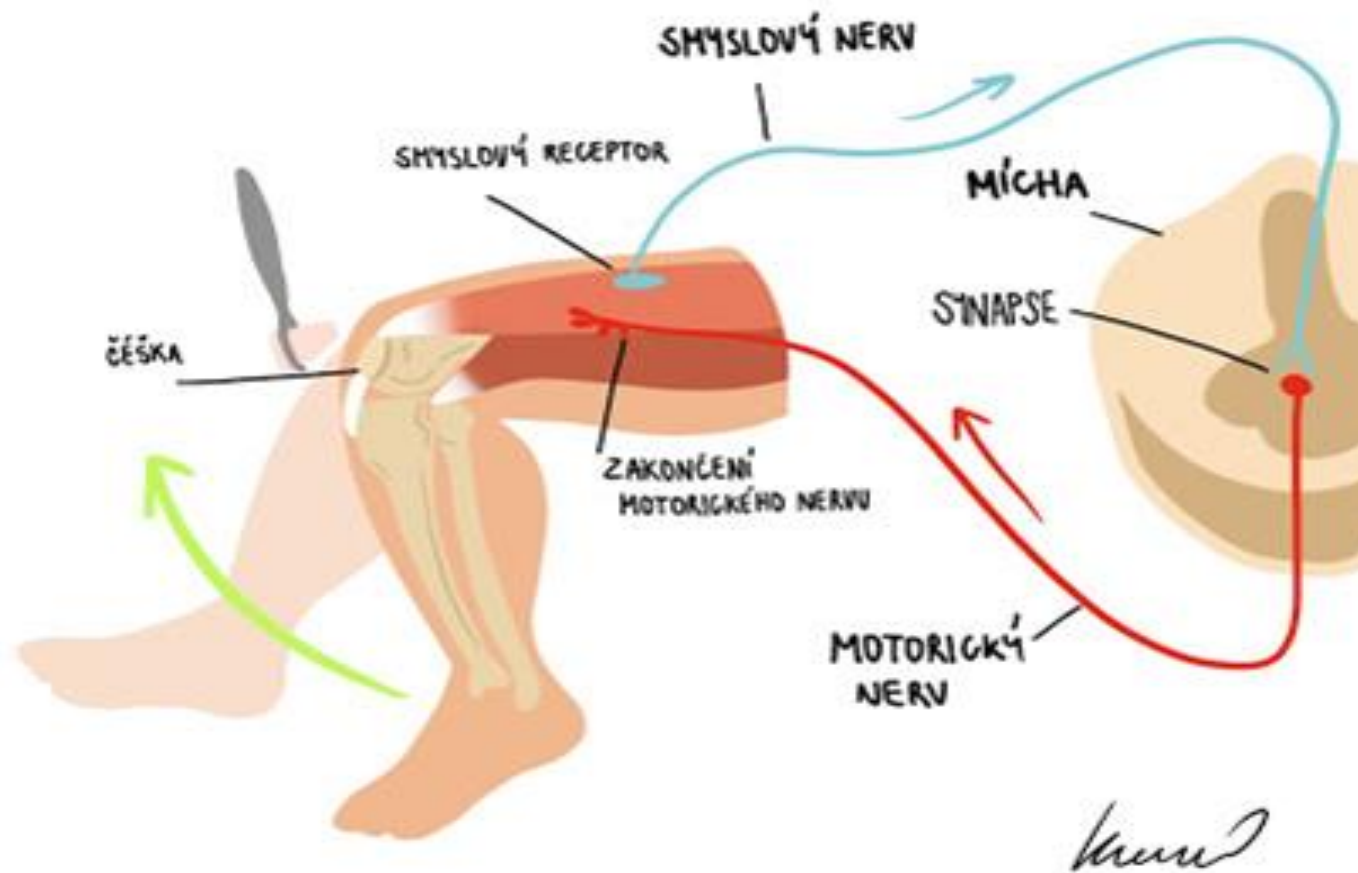
Jednoduchým reflexem je v podstatě **automatický reflex míšní**. Např. vjem bolesti vyvolá ucuknutí. Tento reflex je ještě rychlejší než je uvědomění si celé situace, k němuž je zapotřeba i vnímání, čili činnost mozkové kůry. K té informaci rovněž směřují, ale reflexní odpověď je podstatně rychlejší.

Řada reflexů je potom značně složitější, probíhá na více úrovních a je navíc ještě modulována (upravována) dalšími složkami nervového systému.

Jako **monosynaptický** reflex se označuje reflex daný jen jednou synapsí (mezi aferentním a eferentním neuronem)

časté jsou reflexy **polysynaptické**, kde různě zúčastněných neuronů mohou být až stovky či tisíce.

# REFLEX





# REFLEX

Reflexy se dělí podle typu receptoru (exteroreceptor, interoreceptor, proprioreceptor), centra (mozkové, míšní apod.) a efektoru (somatické, vegetativní).

**Výsledkem reflexu** je v případě pohybového ústrojí pohyb, ale reflexy fungují i u vnitřních funkcí (např. pokles tlaku krve ve specializovaném receptoru tlaku – baroreceptoru) vyvolá reflex vedoucí k aktivaci vegetativního nervového systému, zrychlení srdeční činnosti, zúžení cév apod.

# DĚLENÍ NERVOVÉHO SYSTÉMU

Nervový systém se dělí podle různých kritérií, zejm. na centrální a periferní. Další kritérium zohledňuje druhy funkcí (např. motorický pro pohyb, sensitivní pro vnímání), vegetativní pro mimovolní řízení tělesných funkcí atp.

**Centrální (CNS):** mozek a mícha

**Periferní (PNS):** představuje tu část nervového systému, která je umístěna mimo centrální nervovou soustavu. Zahrnuje zejm. hlavové a míšní nervy, jejich uzliny (ganglia); dále pak periferní část vegetativního nervového systému.

**Vegetativní či autonomní (VNS, resp. ANS):** řídí útrobní funkce.

**Aferentní a eferentní systém**

Toto označení dělí nervový systém na část, která vzruchy přijímá a vede do centra, tj. část **aferentní**, a na část výkonnou, která vede podněty z centra do periferie, kde mají vyvolat určitou reakci, tj. systém **eferentní**.

# NERVY

Nervy jsou svazky paralelních nervových vláken, tj. axonů či dendritů, s příslušnými obaly, které vytvářejí jasnou anatomickou strukturu (tj. jsou vidět a mají svůj anatomický název).

Těla těchto vláken, tj. vlastní neurony, jsou obsaženy v určitých oblastech CNS, obv. v míše, ale u hlavových nervů přímo v mozkových jádrech.

Vegetativní nervy mají své neurony ve vegetativních gangliích.

Nervy se dělí podle typu vláken a vedení vzruchu.

# NERVY

**Motorické** nervy vedou ke kosterním, příčně pruhovaným svalům a iniciují jejich pohyb. Jejich vlákna (axony) vycházejí z neuronů v předních rozích míšních, procházejí předním míšním kořenem a dostávají se pak do konkrétního nervu s anatomickým jménem, kterému přísluší určité svaly, které jsou nervem aktivovány pomocí nervosvalové ploténky.

**Senzitivní** nervy vedou z určitých oblastí vjemy citlivosti, dotyku, bolesti, vnímání tepla a chladu. Obsahují vlákna (dendrity) neuronů, které jsou obsaženy v nervových uzlinách (gangliích) v oblasti zadních kořenů míšních. Axony těchto neuronů vedou zadním kořenem míšním do zadních míšních rohů. Prochází jimi vjemy dotyku, bolesti, tepla, chladu apod.

# NERVY

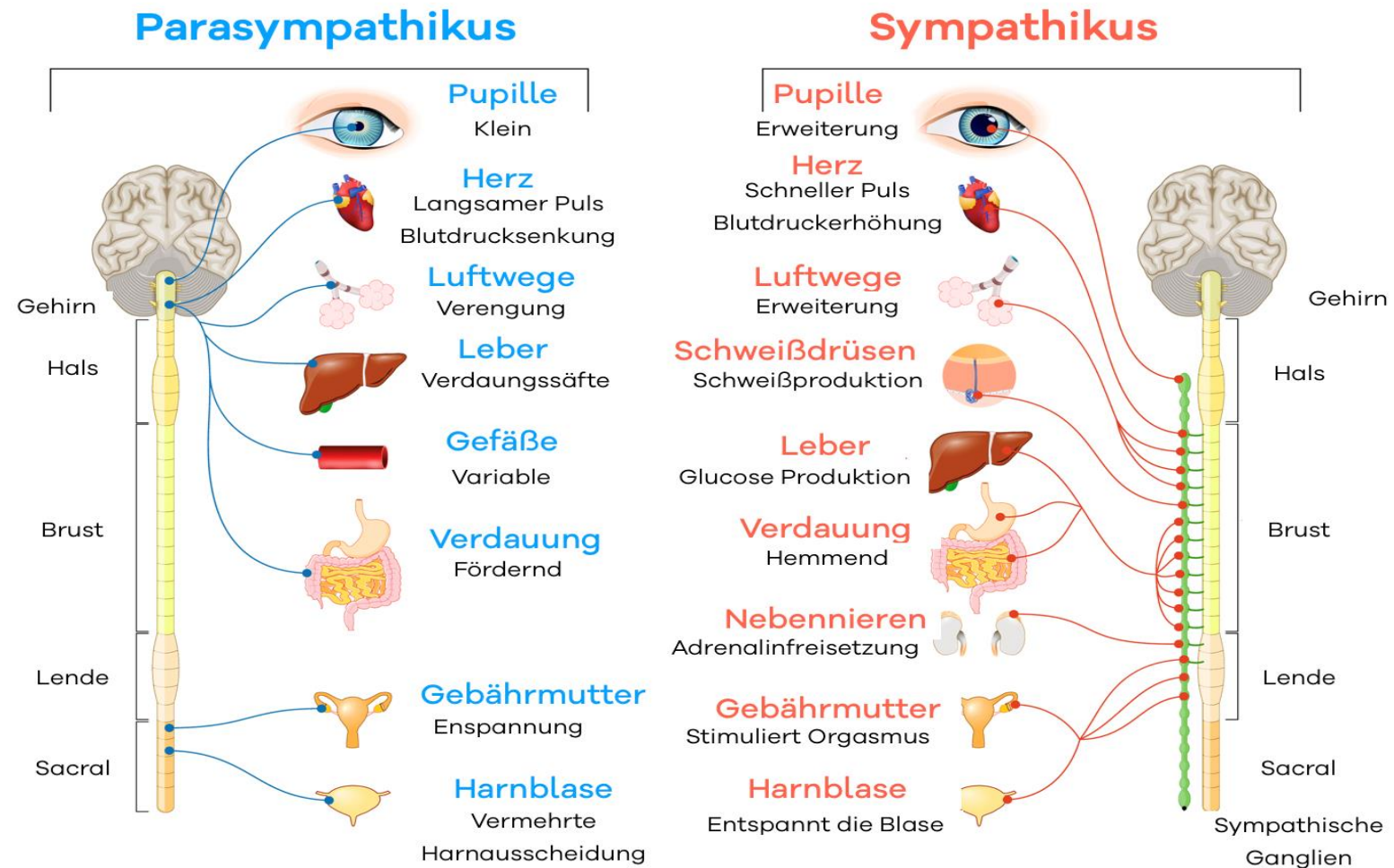
Kromě motorických a senzitivních nervů existují v periferních nervech ještě vlákna **proprioceptivní**, která slouží registraci pohybu a polohy těla, vedou tzv. hloubkovou (hlubokou) citlivost z oblasti svalů a šlach. Jde o informace o poloze kloubu, napětí svalu, provedení pohybu apod. – tyto informace slouží správné regulaci a koordinaci svalů.

**Vegetativní** nervy jsou sympatické či parasympatické. Jde o postgangliová vlákna, tj. jejich neurony se nacházejí v nervových uzlinách (gangliích).

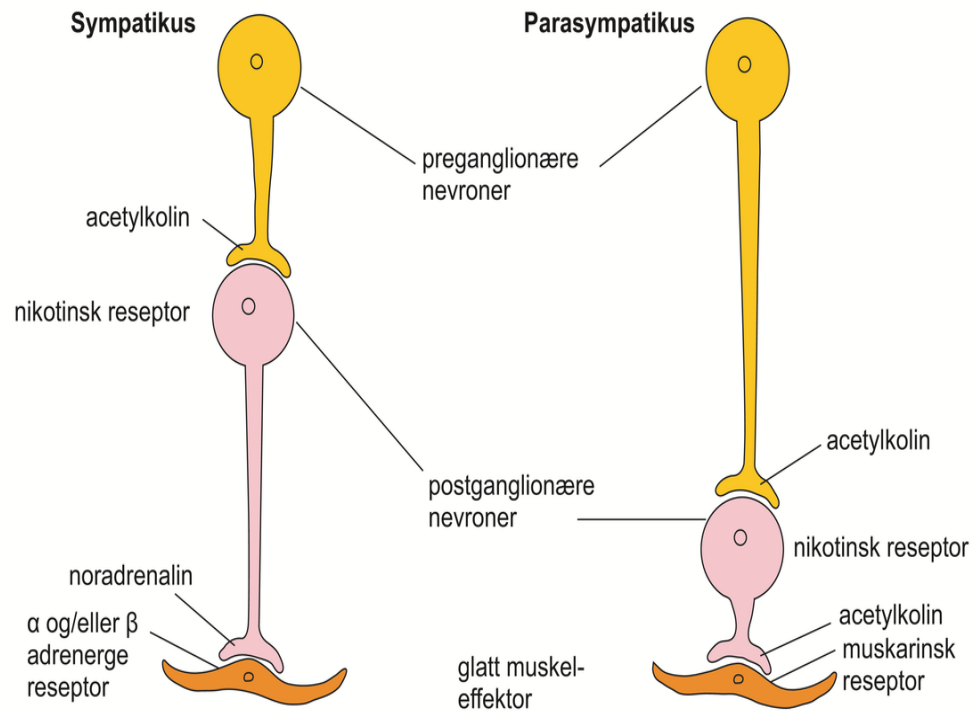
Většina nervů jsou z tohoto pohledu **smíšené**, tzn. probíhají v nich vlákna jak motorická, tak senzitivní, tak mohou mít i vlákna vegetativní.

Nervy se pak dělí na **míšní** (mají své neurony v míše) a **hlavové** (kterých je 12)

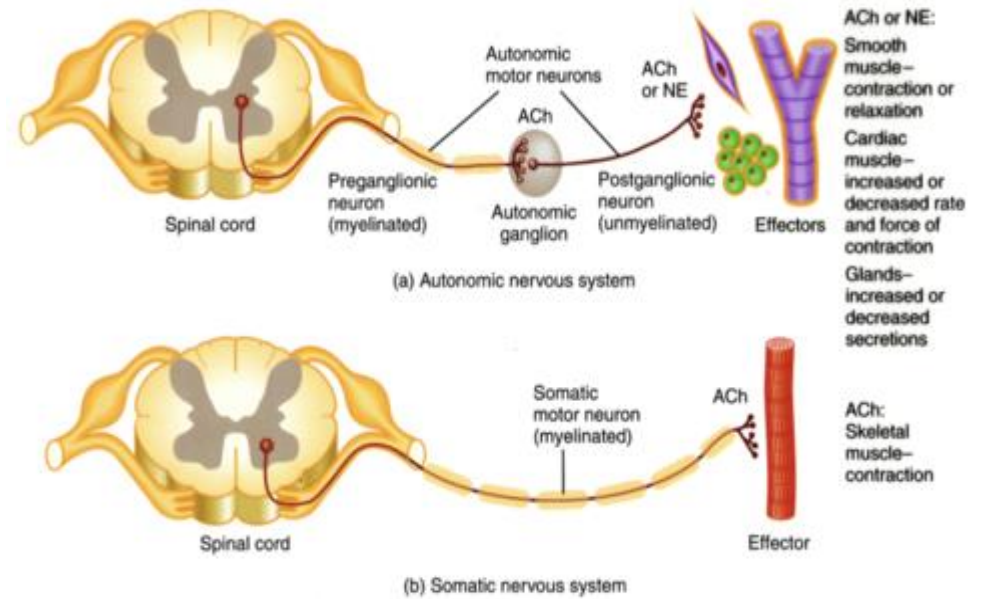
# NERVY



# NERVY



## Perifere autonome og somatiske nerver



# VEGETATIVNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Tento systém slouží řízení útrobních funkcí. Dělí se na systém sympatický a parasympatický.

**Sympatický nervový systém** (sympatikus) má své neurony v **míše hrudní a horní bederní**. Vlákná z nich vycházející končí v **sympatických gangliích** podél páteře či v břišních gangliích.

Z druhých neuronů v těchto gangliích vycházejí **postgangliová** vlákna, která prostřednictvím nervů (samostatných nebo smíšených) vedou k různým orgánům, hladkým svalům či žlázám.

Neurotransmitterem v gangliích, tj. v preganglionárních vláknech je acetylcholin, cílovým, tj. postganglionárním neurotransmitterem působícím přímo na daný orgán je **noradrenalin**.

Noradrenalin působí na tzv. **adrenergní receptory**, které se dělí na typ alfa 1 a 2 a na typ beta 1, 2 a 3.



# VEGETATIVNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

**Parasympatický nervový systém** (parasympatikus) má své neurony v **mozkovém kmeni a v sakrální (křížově) části míchy**.

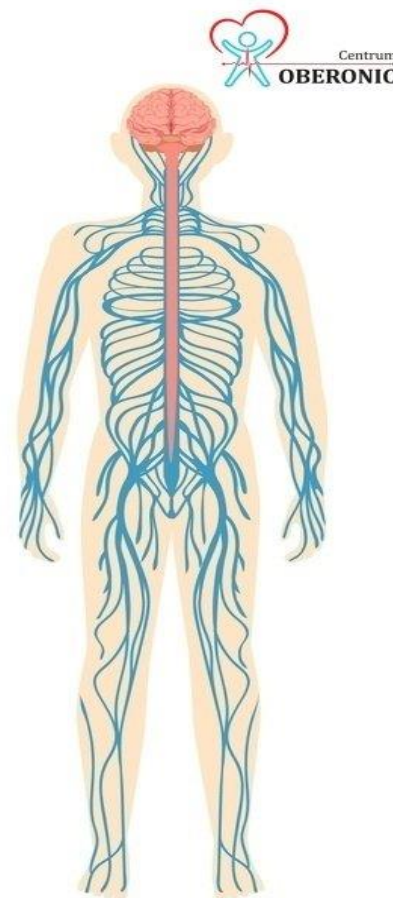
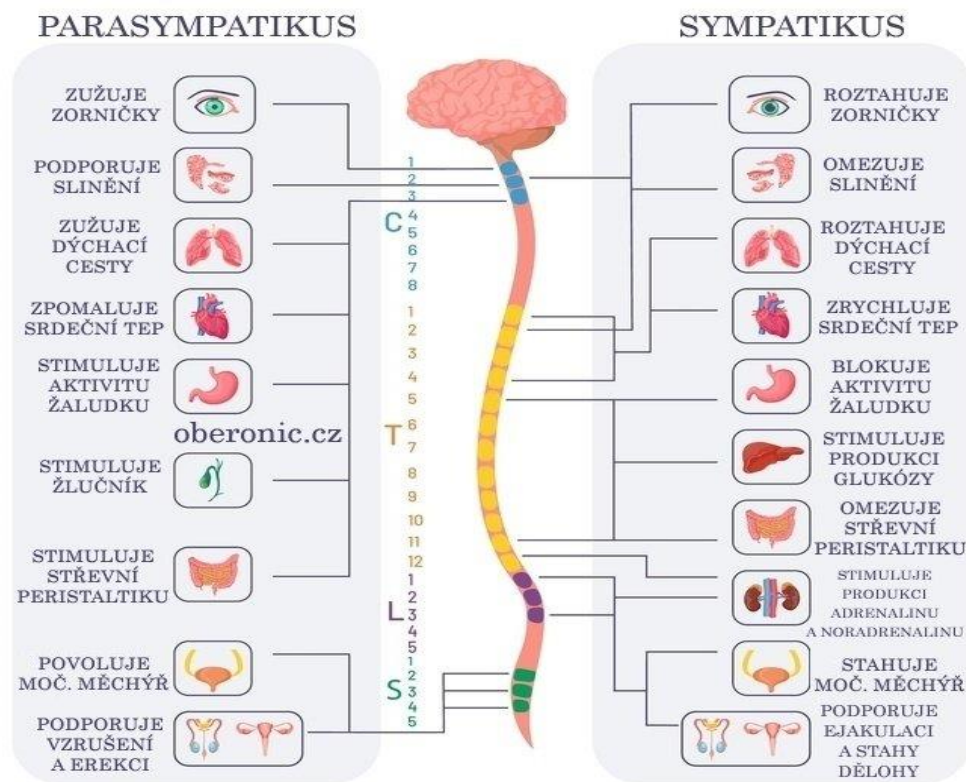
Vlákna z nich vedou do **parasympatických ganglií**, která jsou na rozdíl od sympatických uložena až v blízkosti cílových orgánů.

Neurotransmitterem jak v gangliích, tak v **postgangliových** vláknech, tj. v cílových orgánech je **acetylcholin**.

Receptory pro acetylcholin se nazývají **cholinerní**. Dělí se na **nikotinové a muskarinové** – v cílových orgánech působení parasympatiku jde o receptory muskarinové.

# VEGETATIVNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

## AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM



# BOLEST

Bolest je nepříjemný vjem, jehož hlavní funkcí je informovat o působení škodlivých podnětů a hrozícím poškození organismu.

Má nezastupitelnou roli, porucha vnímání bolesti může způsobit závažné poškození.

Na druhou stranu bolest silná a dlouhodobá (chronická) má na člověka velmi negativní až devastující účinky.

Kromě vnímání bolesti člověk pociťuje výrazný emoční doprovod a zároveň různé projevy vegetativní (změny pulzu, krevního tlaku, nevolnost až zvracení, pocení atp.).

# BOLEST

## Druhy bolesti

Vnímání poškození tkáně, resp. bolesti se označuje jako **nocicepce**.

### Somatická (tělesná) bolest

Tato bolest se dále dělí na **povrchní**, která vychází z kůže či sliznic, je dobře lokalizována a je rychle vedena myelinizovanými vlákny A $\delta$ . Po **rychlé** bolesti, která je rychle vedena a umožňuje tak rychlé únikové reakce (z dosahu nebezpečí), následuje hlubší bolest **pomalá**, vedená vlákny C, která nejsou myelinizována. Tato bolest je méně ostře lokalizována, tj. místo jejího působení je „rozostřeno“.

**Hluboká** somatická bolest vychází ze svalů, kloubů či šlach.

# BOLEST

## Viscerální (útrobní) bolest

Bolestivost útroeb se liší od bolestivosti kůže, sliznic či pohybového aparátu. U **parenchymatózních orgánů** (játra, ledviny, plíce) není vlastní tkáň k bolesti vůbec vnímavá. Bolí obvykle **pouzdra** těchto orgánů (jaterní či ledvinné pouzdro) a bolí parietální seróza (tj. **pohrudnice** či **parietální pobřišnice**). Rovněž vlastní **mozková tkáň** nebolí, ale bolí **mozkové pleny** (meningy). Tyto bolesti mají ráz tzv. nepravé viscerální bolesti, která je silná, ostrá, lokalizovaná a připomíná spíše bolest somatickou.

**Vlastní bolest viscerální** je hůře lokalizovaná, je spíše tupá a je charakteristická pro nadměrné protažení či křečovitě stahy dutých či trubicovitých útroeb, jako jsou **střeva, žlučovody, močové cesty**. Jejich příkladem je kolísavá bolest typu **koliky** (žlučnicková či ledvinová, obv. při překážce v těchto vývodech, jakou je nejčastěji kámen).

# BOLEST

## Centrální bolest

Tato bolest vzniká nikoliv drážděním vlastních receptorů bolesti přímo v dané oblasti, nýbrž podrážděním dané dráhy centrálněji, např. **nervových kořenů** – v takovém případě, např. při výhřezu meziobratlové ploténky, pociťuje nemocný bolest v určité oblasti dolní končetiny, odkud vedou příslušné nervy z daného míšního kořene (kořenová, radikulární bolest, „vystřelování“ bolesti). Jiným případem je **fantomová** bolest, vnímaná jako bolest již neexistující končetiny (např. po její amputaci). Kruté bolesti vznikají při poškození části mozku – talamu či při poškození některých jiných oblastí CNS.

K dalším speciálním typům bolesti patří:

- **neuralgie**: ostrá a palčivá bolest v průběhu nervu, např. v oblasti trojklaného nervu či mezižeberních nervů
- **kauzalgie**: intenzivní stálá bolest, někdy zesilující v záchvatech, bývá s pocením a poruchou prokrvení. Vzniká při poškození nervu, někdy po chirurgickém zákroku.

# BOLEST

## Receptory bolesti

Receptory bolesti se označují jako nociceptory, je jich několik druhů. Některá jsou pouze volná nervová zakončení (např. v kůži), některé jsou schopny vnímat i podněty např. tepelné, některé vnímají mechanické podněty, jejichž vysoká aktivita může pak mít ráz bolesti. Na receptory bolesti působí různé chemické látky, které se při poškození tkáně uvolňují – např. bradykinin, histamin či substance P.

## Vedení bolesti

Bolest je vedena vlákny **A $\delta$  a C**. Vlákna vedou **nervy** do zadních rohů míšních, poté míšními provazci do mozku. Hlavní dráhou je dráha **spinotalamická** (tj. z míchy do **talamu**) a poté do mozkové **kůry**, což umožňuje vnímání bolesti. Část vjemů je vedena do **retikulární formace**, kde dalšími spojeními působí bolest i na složku emoční a vegetativní.

# BOLEST

## **Hlavní poruchy vnímání bolesti**

Poruchy vnímání bolesti mohou být jak ve smyslu plus (větší bolest) či minus (menší vnímání bolesti až ztráta vnímání bolesti). Může jít o příznaky poškození a onemocnění nervového systému na různých úrovních od nervů až po části CNS; příkladem je roztroušená skleróza nebo některé nemoci nervů – neuropatie, např. diabetická.

**Hyperalgezie** – zvýšené vnímání bolesti.

**Hypanalgezie** – snížené vnímání bolesti.

**Analgezie** – ztráta vnímání bolesti. Je úmyslně navozená analgetiky, ale může být i příznakem poškození nervového systému.



# ZÁKLADNÍ VYŠETŘENÍ

Tab. 1 Typy vláken v periferních nervech

Typ vláken	Inervované struktury	Vyšetření
A-alfa	Kosterní svalová vlákna	Svalový test
A-beta	Taktilní cití Vibrace Polohocit, pohybcit	Filamenta, vata, štětec Graduovaná ladička (64 Hz či 128 Hz)
A-gama	Motorická inervace intrafuzálních vláken	Testování svalového tonu, spasticity
A-delta	Ostrá bolest Chlad	Píchnutí (neurotipsy), hrot Zkumavka se studenou vodou (20 °C)
C	Teplo	Zkumavka s teplou vodou (40 °C)

# STAVBA CNS

CNS zahrnuje **mozek** a **páteřní míchu**.

makroskopicky jsou patrné **hmota šedá** (tvořená především buňkami) a **hmota bílá** (tvořená vlákny, nervovými dráhami). V mozku je šedá hmota na povrchu (**mozková kůra**) a jako **jádra** uvnitř mozku (např. bazální ganglia, talamus, hypotalamus). Naopak v míše je šedá hmota uvnitř, zatímco bílá hmota je na povrchu.

Mikroskopicky se rozlišují **neurony** a jejich myelinizovaná **vlákna** a **(neuro)glie**. Neurony mají různý charakter a vzhled v různých oblastech mozku. Existují mezi nimi četná spojení, která vytvářejí tzv. **neuronovou síť**, která představuje mimořádně komplexní funkční strukturu, jež je podstatou řídicí a integrační funkce CNS.

Podstatným rysem nervového systému je jeho segmentální uspořádání

# STAVBA CNS

## Hematoencefalická bariéra

Jde o uspořádání mozkových kapilár a přilehlé neuroglie, které vytváří speciální bariéru výrazně regulující prostup látek z krve do mozku, ale i opačným směrem. Její existence je příčinou, proč např. některé léky či jiné látky do mozku nedokážou proniknout.

**Endotelové** buňky kapilár v mozku jsou k sobě **velmi těsně spojené**, nejsou mezi nimi (např. na rozdíl od jater) velké mezery (fenestrace) a mají skutečné těsné mezibuněčné spoje (tzv. tight junction). Vykazují malou transportní aktivitu a navíc k nim ze strany zevní (tj. mozkové) často přiléhají buňky **neuroglie** (astrocytů).

# STAVBA CNS

**Odlišná stavba** je v oblasti **plexus chorioideus**, kde se v oblasti mozkových komor tvoří mozkomíšní mok (likvor). Zde je naopak propustnost mnohem vyšší. Vyšší propustnost mají kapiláry ještě v některých oblastech mozku (např. kolem hypofýzy), kde je tak umožněn prostup některých specifických látek vč. hormonů.

## **Mozkomíšní mok (likvor)**

Likvor je tekutina, která vyplňuje komorový systém v CNS a subarachnoidální prostor mezi pavoučnicí a měkkou plenou mozkovou pokrývající přímo mozek a míchu. Tento prostor komunikuje s komorovým systémem.

Likvor se **tvoří** v tzv. chorioidálním plexu, a to zejm. ve třetí komoře a v postranních komorách. Tvoří se denně cca 0,7 litru, jeho **množství** je asi 120 ml a proto se likvor za den několikrát vymění. **Cirkuluje** z postranních komor přes III. a IV. komoru a pak do subarachnoidálního prostoru v rámci celého CNS, tj. i do páteřního kanálu. Zde je možné jej **odebrat** k vyšetření (tzv. lumbální punkce mezi 4. a 5. bederním obratlem, kde již není mícha); ve stejném místě lze rovněž aplikovat látky do CNS vč. znecitlivění. Likvor se vstřebává zpět do žil (krve) v oblasti žil na povrchu mozku.

# STAVBA CNS

**Složení** likvoru je odlišné od krevní plasmy:

- velmi malé množství bílkovin a tuků
- malé množství buněk, především lymfocyty
- pH mírně kyslejší než plasma (7,33)
- další odchylky jsou i v obsahu glukózy a iontů

**Funkce** likvoru je

- mechanická (nadnáší mozek, tlumí nárazy)
- vyrovnává změny objemu mozku a mozkových cév
- význam pro vnitřní prostředí v CNS

**Hydrocefalus** je chorobně zvýšené množství likvoru v CNS vlivem jeho zvýšené tvorby nebo snížené zpětné resorpce. V dětství, dokud se švy lebky neuzavřou, může dojít k zvětšení celé lebky a hlavy, v dospělosti se likvor hromadí na úkor mozkové tkáně, která atrofuje).

# MOTORICKÉ FUNKCE

V motorické oblasti můžeme rozlišovat dva typy motoriky:

- **opěrnou**, která slouží zajištění polohy těla a je řízená převážně reflexně
- **cílenou**, která představuje úmyslné pohyby včetně např. řeči

Na motorice se podílejí motorické nervy (periferní nervový systém), páteřní mícha, mozkový kmen a retikulární formace, mozeček a rovnovážné ústrojí, podkorové oblasti (thalamus, bazální ganglia) a mozková kůra.

Jednotlivé části CNS se podílejí na opěrné i cílené motorice.

# MOTORICKÉ FUNKCE

## Míšní motorika – míšní reflexy

Opěrná motorika je převážně řízena z oblastí mozkového kmene, kde jsou koordinovány příslušné reflexy – polohové, postojové, vzpřimovací.

Informace získává z oblasti proprioreceptorů, exteroceptorů a statokinetického (rovnovážného) ústrojí – tzv. **somatosenzorika**.

V míše (v šedé hmotě, v předních rozích) se nacházejí **alfa-motoneurony**, jejich axony vedou **periferními nervy** přímo ke svalům (na nervosvalovou ploténku). Končí na nich vlákna vedoucí informace z vyšších center (pyramidová dráha aj.), ale zároveň na nich končí vlákna jednoduchých, monosynaptických míšních reflexů, které zajišťují napětí svalů.

# MOTORICKÉ FUNKCE

## **Proprioreceptivní (napínací) reflexy**

Jde o reflexy vycházející a končící ve stejném svalu. Ve svalu jsou příslušné receptory – gama vřeténka a šlachová tělíska – z nichž vedou impulzy nervy do zadních kořenů míšních a z nich přímo k příslušným alfa-motoneuronům inervujícím daný sval.

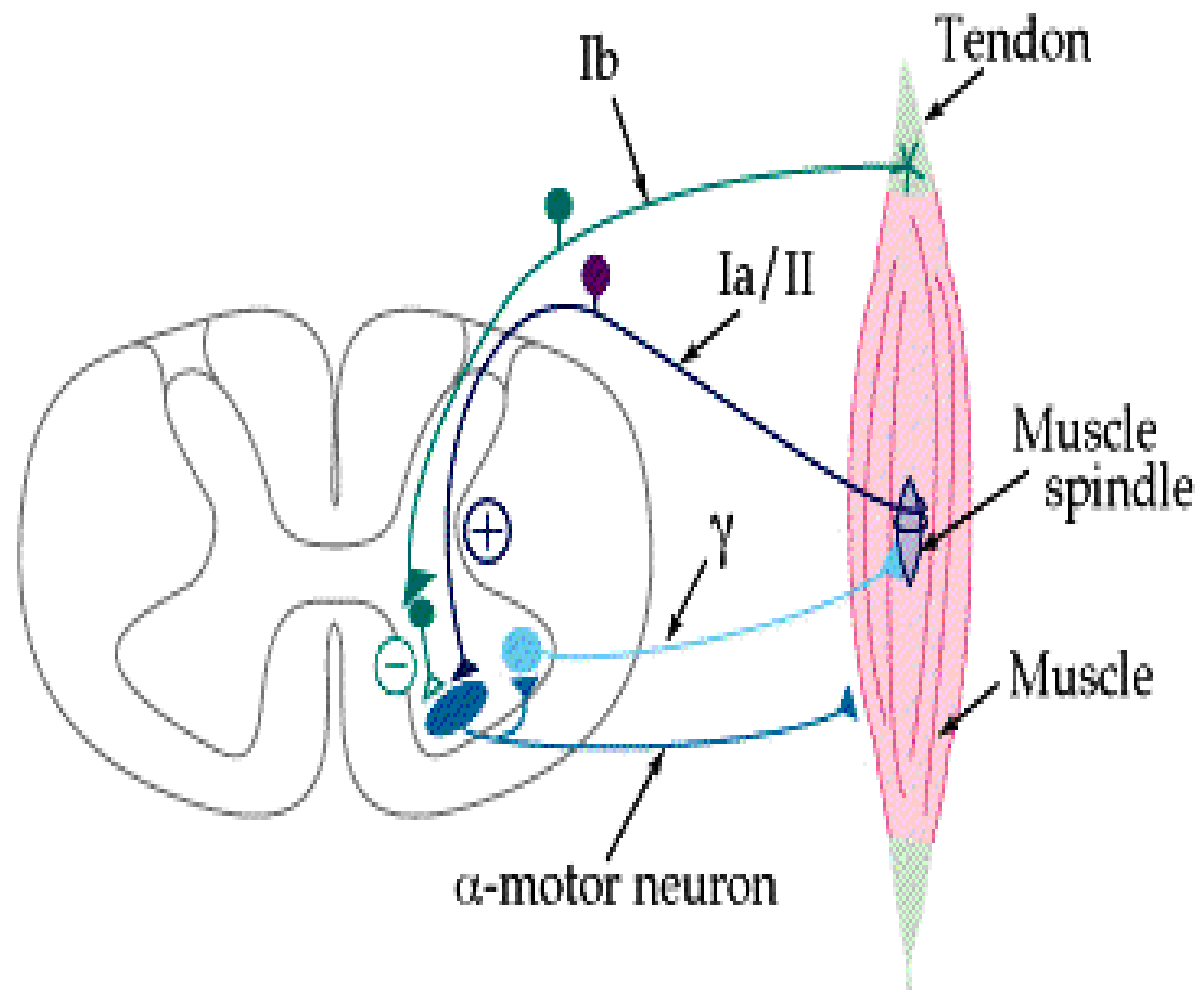
**Svalová vřeténka** jsou umístěna přímo mezi svalovými vlákny (tedy paralelně). Jsou tedy podrážděna protažením svalu a aktivují následně alfa-motoneurony, které vyvolávají reakci, tj. zkrácení svalu.

**Šlachová tělíska** jsou ve šlaše (tedy sériově, „za svalem“), jsou aktivována napnutím šlachy při svalovém stahu. Působí naopak útlum alfa-motoneuronů (tlumí kontrakci).



# MOTORICKÉ FUNKCE

Svalová vřeténka se mohou protahovat nejen pasivně (s protažením celého svalu), ale mají vlastní motorickou inervaci prostřednictvím gama-neuronů – **gama systém**. Gama neurony jsou rovněž v šedé hmotě míšní. Tímto systémem může být nastavena dráždivost svalových vřetének a tudíž i následně alfa-motoneuronů. Svalový stah lze tak vyvolat přímo přes alfa-motoneurony nebo nepřímo, reflexně přes gama systém. Podílejí se na napětí svalů.



# MOTORICKÉ FUNKCE

## Exteroreceptivní reflexy

Jde o reakci svalů (kontrakci), kde spouštěčem je mechanický podnět na kůži. Např. může dojít k napnutí svalů extenzorů (natahovačů) při tlaku na chodidlo (to je důležité pro udržení vzpřímeného stoje).

Naopak bolestivé podněty stimulují odtažení, tj. činnost převážně ohýbačů (flexorů).

Tyto reflexy jsou složitější než proprioreceptivní, vyžadují obvykle zapojení i vmezeřených neuronů (**interneuronů**) a aktivaci více segmentů míchy.

# MOTORICKÉ FUNKCE

Je zřejmé, že kromě jednoduchých reflexů napínacích, je projevem ostatních reflexů složitější děj, který se netýká jen jednoho svalu, ale více svalů či svalových skupin. Navíc aktivace jedné skupiny svalů je obvykle doprovázena inaktivací svalů antagonistických (např. aktivace extenzorů je provázena ochabnutím flexorů tak, aby nebránily tomuto pohybu).

To se pak týká ne pouze jedné končetiny, ale souhry obou končetin. Příkladem je **reciproční (vzájemná) inervace**. U tzv. zkříženého extenzorového reflexu je při flexi jedné končetiny (vyvolané bolestivým podnětem) naopak aktivována extenze končetiny druhé – lze si to představit jako šlápnutí na ostrý předmět, poraněná končetina se ohne, aby se přerušilo další poškozování, druhá končetina se napne, aby poskytla oporu tělu.

# MOTORICKÉ FUNKCE

Alfa-motoneurony jsou místem, kde se sbíhá velké množství informací (z vyšších částí CNS, z reflexů míšních, na jednom neuronu je až několik tisíc synapsí) a představují určitou **konečnou společnou dráhu**, jimiž se tyto vlivy podílejí na tvorbě konkrétního pohybu.

# MOTORICKÉ FUNKCE

## Řízení motoriky mozkovým kmenem

V mozkovém kmeni se nacházejí jádra některých hlavových nervů a rovněž retikulární formace. Ta ovlivňuje vyšší část CNS, ale zároveň má výrazný vliv i na míchu, tj. na systém alfa- i gama-motoneuronů. Jde o vlivy zesilující (facilitační) i tlumivé (inhibiční).

Retikulární formace je zásadní pro řízení postoje a příslušné postojové reflexy. Zásadní je udržení tonu svalstva udržujícího vzpřímenou polohu (tzv. antigravitační svalstvo).

Tato oblast získává informace i ze starších oblastí mozečku (vestibulárního a spinálního).

# MOTORICKÉ FUNKCE

## **Cílená motorika**

Cílená motorika představuje cílené pohyby včetně řeči a práce. Na řízení této motoriky se podílejí:

- bazální ganglia
- talamus
- mozeček
- mozková kůra

# MOTORICKÉ FUNKCE

## **Bazální ganlia (BG)**

Jde o několik navzájem složitě propojených jader v podkorové oblasti mozku. Mají četná propojení navzájem, ale získávají informace i z mozkové kůry, z talamu a mozkového kmene. Tyto informace vedou do striata (putamen a nucleus caudatus), odkud vedou dále do pallida (globus pallidus) a substantia nigra.

Výstupní části pak vedou jak do talamu, z něj do motorických i asociačních oblastí mozkové kůry (což umožňuje zpětnovazebnou kontrolu), tak do oblasti retikulární formace, jejíž sestupná inhibiční část dále vede k alfa-motoneuronům míchy.

Podstatné je, že BG mají tlumivý vliv na motoriku, tlumí a zejména modulují informaci, která vede k výslednému efektoru pohybu, kterým jsou míšní alfa-motoneurony.

# MOTORICKÉ FUNKCE

- **přímou drahou:** putamen inhibuje pomocí GABA globus pallidus medialis. Globus pallidus medialis je také inhibiční, svou vysokou spontánní aktivitou tlumí thalamus (GABA). Je-li samo inhibováno, tlumení thalamu je sníženo a ten excitačně (pomocí glutamátu) působí na mozkovou kůru (především suplementární motorickou oblast). Zvýšená aktivita v této dráze má tedy za následek vyšší pohybovou aktivitu. Její funkcí je proto **podpora pohybů**.
- **nepřímou drahou:** putamen inhibuje pomocí GABA globus pallidus lateralis. Tím je utlumen jeho inhibiční vliv na ncl. subthalamicus, které tak excituje přes glutamát globus pallidus medialis. Inhibice thalamu jeho prostřednictvím vzrůstá a excitační vliv na mozkovou kůru je utlumen. Nepřímá dráha slouží především k potlačení nechtěných pohybů. V případě její zvýšené aktivity dochází k **potlačení pohybů**.

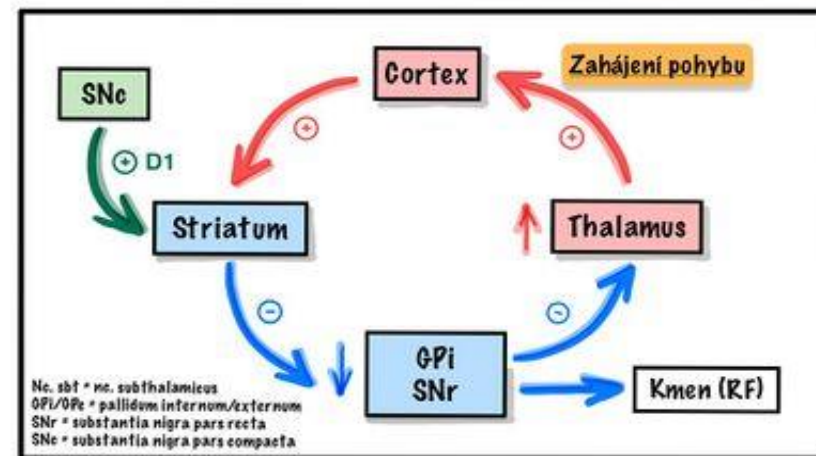


# MOTORICKÉ FUNKCE

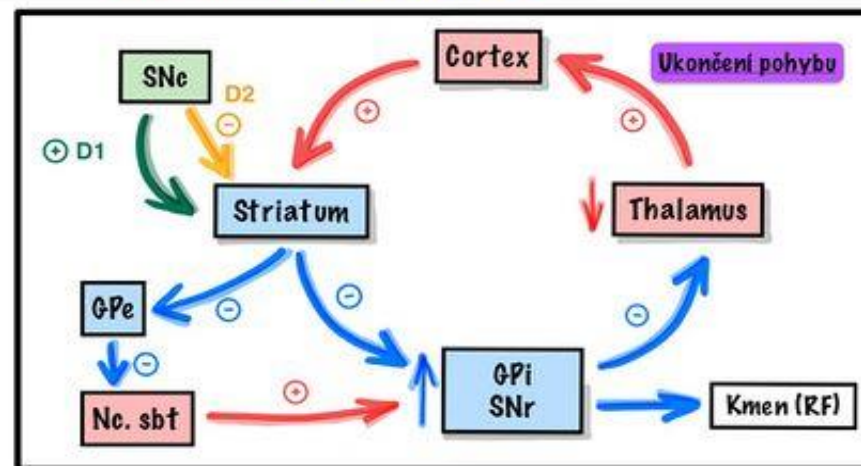


shutterstock.com · 458102530

**Přímá dráha (excitační):** Aktivované **striatum** tlumí funkci **GPI/SNr**  
nedochází k inhibici signálu v **thalamu/RF** → **zahájení pohybu**



**Nepřímá dráha (inhibiční):** Ze **striata** pokračuje signál do **GPe** a  
následně do **nc. sbt.**, které zvýší aktivitu **GPI/SNr**, což utlumí přenos  
signálu do **thalamu** → **ukončení pohybu**



# MOTORICKÉ FUNKCE

Důležité je uplatnění i některých významných neuromediátorů v bazálních gangliích, zejm. drah s dopaminem (dopaminergní) a acetylcholinem (cholinergní), jejichž nerovnováha způsobuje některé závažné poruchy pohybu.

S poruchou BG jsou spojeny dva chorobné syndromy:

- **hyperkineticko-hypotonický** (zvýšené nepřírozené a neúčelné pohyby a nízký svalový tonus, např. chorea)
- **hypokineticko-hypertonický** (ochuzená hybnost včetně mimiky a navíc zvýšené svalové napětí), což je přítomno u Parkinsonovy nemoci či parkinsonismu – příčinami je zde nedostatek dopaminu v oblasti subst. nigra a převaha acetylcholinu. Nápadný je rovněž klidový třes.

**Talamus** (součást mezimozku důležitá pro senzorické funkce – viz dále), resp. jeho některá jádra hraje důležitou roli i v regulaci motoriky. Je určitou přepojovací stanicí mezi bazálními ganglii, mozkovou kůrou, mozečkem a retikulární formací.

# MOTORICKÉ FUNKCE

**Mozeček**, resp. jeho korová část, slouží i regulaci cílené motoriky. Mozeček získává informace z dalších oblastí (kůry, retikulární formace, vestibulárního ústrojí, ale i z oblasti propriorepce) a výsledně moduluje a koriguje informaci z mozkové kůry. Jako celek pak mozeček řídí svalové napětí, má význam pro polohovou i cílenou motoriku. Umožňuje plynulé, cílené a přiměřené pohyby, jeho směr, trvání i sílu, s níž jsou vykonávány.

Poruchy mozečku způsobují poruchy rovnováhy, stoje, chůze (starší oblasti mozečku), špatným odhadem intenzity a míry pohybů, jejich přestřelováním a výrazným třesem na počátku pohybu (tzv. intenčním třesem). Tyto změny mohou být dočasně patrné např. při opilosti.

# MOTORICKÉ FUNKCE

**Mozková motorická kůra** je nejvyšším centrem řízení cílených pohybů. Nachází se v **precentrálním závitu** (gyrus praecentralis), kde začíná tzv. **pyramidová dráha**, která vede skrz capsula interna, kříží se většinou na rozhraní prodloužené a páteřní míchy a zkřížená část potom vede postranními míšními provazci k alfa-motoneuronům míchy (tzv. tractus corticospinalis).

Část vláken končí v mozkovém kmeni u jader okohybných nervů. Oblast mozkové kůry má somatotopické uspořádání, tj. určitým oblastem kůry přesně přísluší určitá oblast. V okolí jsou ještě oblasti premotorické a asociační kůry, z nichž vycházejí podněty pro pohyb.

# MOTORICKÉ FUNKCE

## Pyramidový a extrapyramidový systém

Pyramidový systém je představován pyramidovou drahou, tedy přímým spojením mozkové kůry a páteřní míchy.

Extrapyramidový systém nevede přímo z mozkové kůry do míchy, ale je cestou přepojován v různých dalších oblastech (podkorových centrech), od nichž teprve vedou dráhy do páteřní míchy. Jde např. o dráhu z retikulární formace (tractus reticulospinalis), ale též z jader vestibulárních, z ncl. ruber (červeného jádra) aj. Důležitou součástí extrapyramidového systému je mozeček a bazální ganglia a na úrovni míchy a periferie pak gama-systém (tj. končí u gama-motoneuronů).

Pyramidový systém do jisté míry pohyb iniciuje, je důležitý pro „úmysl“, ale extrapyramidový systém je nezbytný pro jeho efektivitu, pohybové vzorce, automatizaci.

Ve výsledku se dá shrnout, že pohyb má složku plánu (podnětu a návrhu pohybu), programu a realizace. Podílí se na nich oblasti od mozkové kůry až po motorické jednotky a celý systém je vzájemně propojen, obsahuje četné zpětné vazby a korekční mechanismy.

# MOTORICKÉ FUNKCE

## Poruchy motoriky

K hlavním **poruchám motoriky** patří **parézy** a **plegie** – tj. částečné či úplné ochrnutí. Mohou být centrální (tj. nad periferním motoneuronem, např. v mozku či mozkomíšních drahách) nebo periferní, tj. týkající se alfa-motoneuronu či vlastního nervu.

**Centrální** paréza je tzv. spastická, protože periferní reflexy a tonus nejsou narušeny, chybí však tlumivý a regulační vliv CNS. **Periferní** paréza díky chybění periferních reflexů je tzv. chabá.

Místo, kde se paréza či plegie projeví je dáno místem poškození a souvisí se segmentálním uspořádáním nervového systému a v potaz je nutné vzít rovněž zkříženost či nezkříženost určitých drah v dané oblasti. Např. krvácení do mozku poškozující pyramidovou dráhu vyvolá ochrnutí na opačné straně těla (typické pro cévní mozkovou příhodu), naopak porušení této dráhy v míše po jejím zkřížení vyvolá poruchu na stejné straně).

# SENZORICKÉ FUNKCE

Jako senzorické funkce se označuje v podstatě smyslové vnímání a příslušné procesy v nervovém systému.

Základem je existence **receptorů**, které jsou schopny po příslušném podnětu vytvořit elektrický vzruch, který je následně veden příslušnými nervovými vlákny do určitých oblastí CNS, kde je dále zpracováván.

Receptory se dělí podle různých kritérií, může jít jen o volná nervová zakončení nebo jde o vysoce specializované buňky. Receptory jsou schopny vnímat mechanické změny, teplotu, chemické látky, světlo, změny napětí apod.

# SENZORICKÉ FUNKCE

**Somatoviscerální citlivost** zahrnuje kožní citlivost (dotyk, tlak, lechtání, vibrace, teplotní cití), vnímání bolesti povrchové i hluboké, hluboká citlivost (propriorecepce).

Dostředivá ( aferentní) vlákna v periferních nervech jsou dendrity buněk (neuronů), které sídlí v míšních nervových uzlinách (**gangliích**). Z nich vedou axony těchto neuronů **zadními míšními kořeny** do **míchy**.

Jemné dotykové cití a propriorecepce je vedena přímo do **zadních míšních provazců**, která vedou do jader v prodloužené míše (z nich vystupuje další část dráhy, která se zde kříží).

Vjemy bolesti, teplotních změn vedou do jader v šedé hmotě míšní a kříží se již zde – odtud vede dráhy do části CNS (talamu) – tzv. **dráha spinotalamická**.



# SENZORICKÉ FUNKCE

Význam křížení je patrný např. při přerušení poloviny míchy: porucha vnímání tepla a bolesti se objeví na druhé straně, než je mícha přerušena, zatímco jemná citlivost je porušena na téže straně.

**Talamus** je rozsáhlý útvar v zadním mezimozku (diencefalu) tvořen mnoha nervovými jádry. Slouží k převodu podnětů do vyšších částí CNS, ale zároveň v něm probíhá i integrace řady funkcí, a to nejen senzitivních a sensorických, ale též motorických či autonomních (vegetativních). Část podnětů jde tzv. drahou **spinoretikulární** do **retikulární formace** mozku a je součástí tzv. nespecifického aktivačního systému, který přispívá k trvalé aktivitě retikulární formace, která pak stimuluje vyšší centra mozku vč. kůry. Z talamu vedou dráhy přímo do somatosenzorické části mozkové kůry (postcentrální závit, gyrus postcentralis), kde jsou uspořádány podle jednotlivých částí těla (somatotopicky). Největší část přitom zauímají části těla, které jsou nejcitlivější, tj. především obličej (rty) či prsty rukou.

# SENZORICKÉ FUNKCE

Orgánem **zraku** je oko, kde na rohovce a čočce dochází k **refrakci** (zlomu paprsků) tak, aby po průchodu sklivcem dopadaly na **sítnici**, v níž se nacházejí vlastní receptory, tj. buňky, které jsou schopny reagovat na světlo.

Tyto receptory se dělí na **tyčinky** a čípky. **Čípky** jsou schopny barevného vidění a jsou umístěny v místě nejostřejšího vidění, tj. do centrální jamky, v níž se nachází **žlutá skvrna**. V sítnici jsou podněty přepojeny přes další buňky až po buňky gangliové, z nichž vycházejí vlákna, ze kterých se na sítnici v oblasti tzv. **slepé skvrny** (zde nejsou receptorové buňky) sbíhá **zrakový (optický) nerv**. Vlákna pokračují zrakovým nervem, přičemž v tzv. **chiasma opticum** v blízkosti hypofýzy dochází k částečnému křížení vláken (kříží se vlákna z vnitřních, tj. nosních polovin sítnice, která vedou vjemy ze zevních polovin zorného pole, tj. spánkových). Zraková kůra se nachází v oblasti **týlního laloku** velkého mozku.

# SENZORICKÉ FUNKCE

Refrakce oka je ovlivněná **čočkou**, resp. svaly, které mění její optickou mohutnost.

Množství světla pronikající do oka je ovlivněno velikostí **zornice** (svaly nacházejícími se v duhovce), která se zužuje ve světle a rozšiřuje ve tmě. Protože tyto reakce jsou ovlivněny nervy a vegetativními vlákny, může být velikost zornice ovlivněna i jimi, resp. látkami či léky (popř. drogami), které s činností těchto nervů interferují.

# SENZORICKÉ FUNKCE

Orgánem **sluchu** je ucho. Bubínek a kůstky středního ucha přenášejí kmity (zvukové vlny) ze zevního prostředí a zevního ucha na tekutinu vnitřního ucha (perilymfu) ve spánkové kosti.

Ve vnitřním uchu se nachází v **hlemýždi** (labyrintu) **Cortiho orgán**, v němž jsou buňky, které rozkmit přenesený do vnitřního ucha jsou schopny přeměnit na elektrickou aktivitu, která je pak dále vedena sluchovým nervem. Zakončení sluchové dráhy je ve **spánkovém laloku** mozku.

# SENZORICKÉ FUNKCE

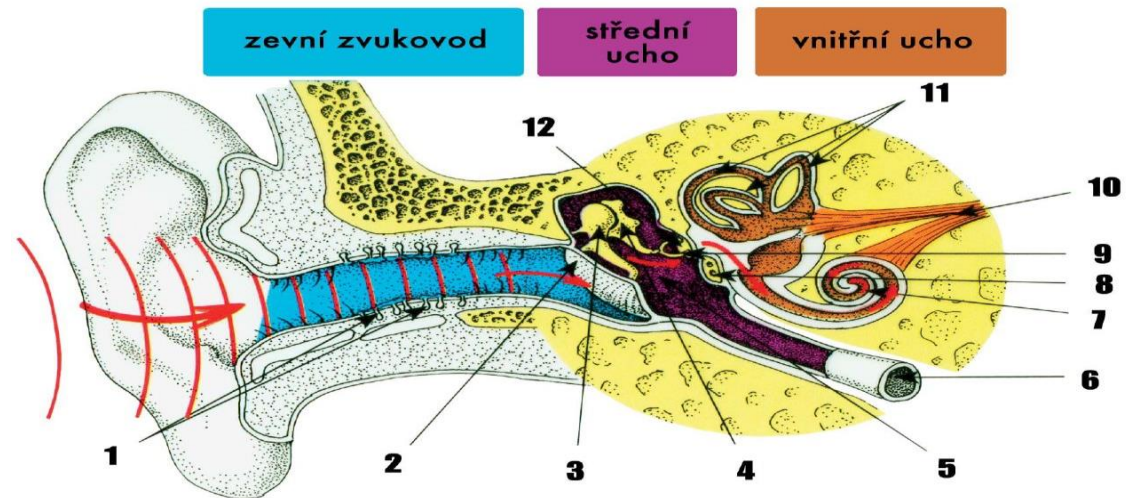
Sluchový orgán je v blízkosti **ústrojí vestibulárního**, které je schopno registrovat úhlové i lineární zrychlení hlavy.

Jde tedy o ústrojí **rovnovážné, statokinetické**. Je tvořeno dvěma váčky v kosti spánkové (sakulus, utrikulus) a třemi na sebe kolmými polokruhovými (semicirkulárními) kanálky. Uvnitř je opět tekutina (endolymfa) a vláskové buňky s jemnými výběžky (stereociliemi), které se ohnou při pohybech hlavy. Tento ohyb vyvolá opět elektrické děje (depolarizaci) a přenos signálu do vestibulárního ganglia, z něhož vedou vlákna do vestibulárního nervu, který se anatomicky přidává k nervu akustickému jako tzv. osmý hlavový nerv. Vlákna této vestibulární části končí v několika vestibulárních jádrech, která mají četné spoje s oblastí zrakovou, s mozečkem, talamem aj. Proto poruchy rovnováhy souvisejí se zrakem (např. čtení v autě může snáze vyvolat nevolnost než pohled do dálky – řidiči nevolností netrpí) a poruchami rovnováhy, které souvisejí i s činností mozečku.

# SENZORICKÉ FUNKCE

## Schéma sluchověrovnovážného ústrojí

Obrázek č. 141



1. Ušní mazové žlázy
2. Bubínek – membrana tympani
3. Kladívko – malleolus
4. Kovadlinka – incus
5. Bubínková dutina – cavum tympani
6. Sluchová trubice – tuba auditiva Eustachi

7. Hlemýžď – cochlea
8. Kulaté okénko – fenestra rotunda (cochleae)
9. Třímínek – stapes
10. Sluchověrovnovážný nerv – n. vestibulocochlearis
11. Polokruhové kanálky – canales semicirculares

# SENZORICKÉ FUNKCE

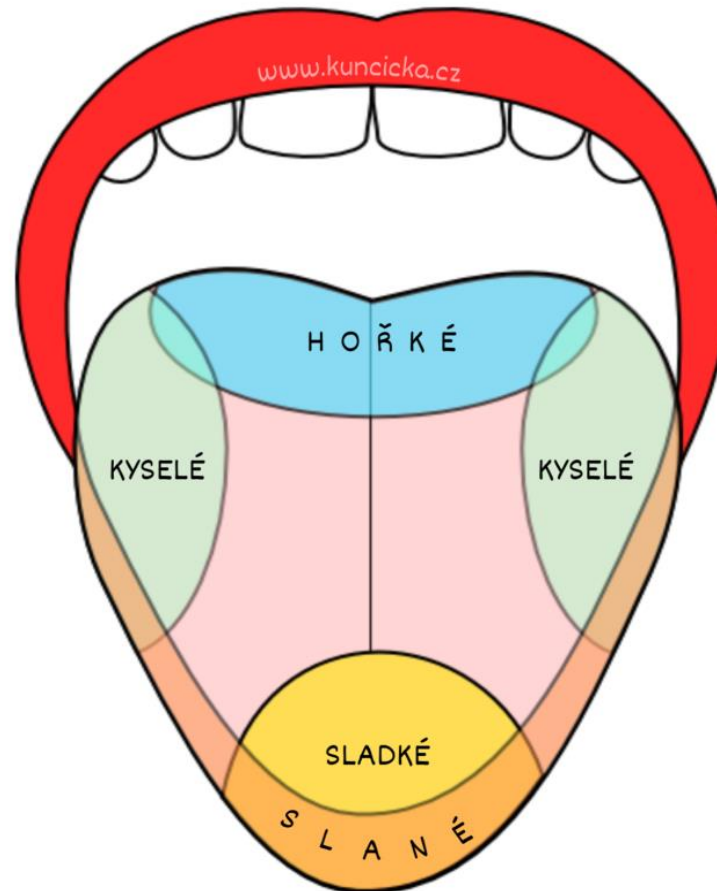
Oblast **čichu** je ve sliznici nosní, kam vedou přímo nervová vlákna ze spodiny čelního laloku.

**Chuť** je registrována receptory na jazyku, vnímáme sladkou, slanou, kyselou a hořkou chuť, nověji se popisuje samostatné vnímání chuti glutamátu. Chuťovou drahou jsou vlákna hlavových nervů.

Pro kvalitu vnímání chuti jídla je kromě chuti důležitý i čich, bez něj se chuť výrazně omezuje (např. při rýmě).

# SENZORICKÉ FUNKCE

## JAZYK A CHUŤ





# SENZORICKÉ FUNKCE

**Poruchy senzorických funkcí** mohou být v zásadě

- periferní, tj. narušen je příslušný receptor (poškození dané buňky vnímající smyslovou modalitu) či orgán jemu sloužící (např. zákal oční čočky, poškození středního ucha)
- centrální, tj. narušení dráhy vedoucí od receptoru do CNS nebo přímo narušení dané oblasti v CNS (např. poškození zrakové dráhy u jejího křížení či přímo poškození zrakové kůry v týlním laloku)

# BDĚNÍ A SPÁNEK

**Bdělý** stav je zajišťován působením ARAS (ascendentní retikulární aktivační systém). Ten přijímá podněty z různých oblastí CNS a ze smyslového vnímání a celkově uplatňuje svůj aktivační vliv na mozkovou kůru.

**Spánek** se dělí na dvě základní fáze:

nonREM (NREM) a REM.

**NonREM** spánek je synchronizovaný, postupně se prohlubuje, zhoršuje se možnost probuzení. Na elektroencefalogramu (EEG) se zpomalují elektrické vlny. Nicméně je zachován svalový tonus. Dýchání je pomalé a pravidelné, klesá srdeční frekvence.

# BDĚNÍ A SPÁNEK

**REM** (z angl. rapid eye movement, rychlé oční pohyby, též paradoxní) je aktivita kůry patrná, nicméně naopak klesá napětí šíjových svalů, tlumí se některé reflexy, kromě očních pohybů mohou být i záškuby jiných částí těla. Klesá tlak krve, mění se dechová frekvence, bývají přítomny sny.

K **poruchám spánku** patří např. insomnie (nespavost), hypersomnie (nadměrná spavost), nutkavé usínání (narkolepsie), spánková apnoe (opakovaná zástava dechu během spánku) a různé stavy jako somnambulismus (náměsíčnost), noční děsy apod.

# INTEGRAČNÍ FUNKCE

Integrační funkce jsou nejvyšší funkce mozku a zahrnují i takové děje jako jsou emoce, paměť, motivace apod.

K hlavním oblastem patří:

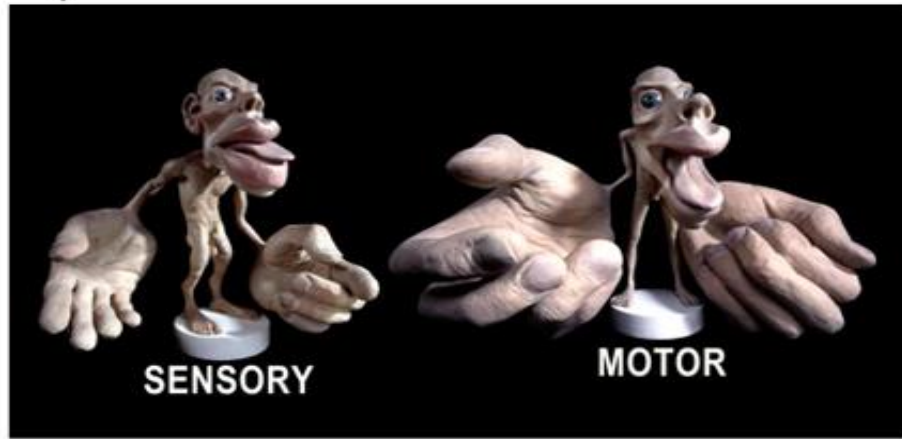
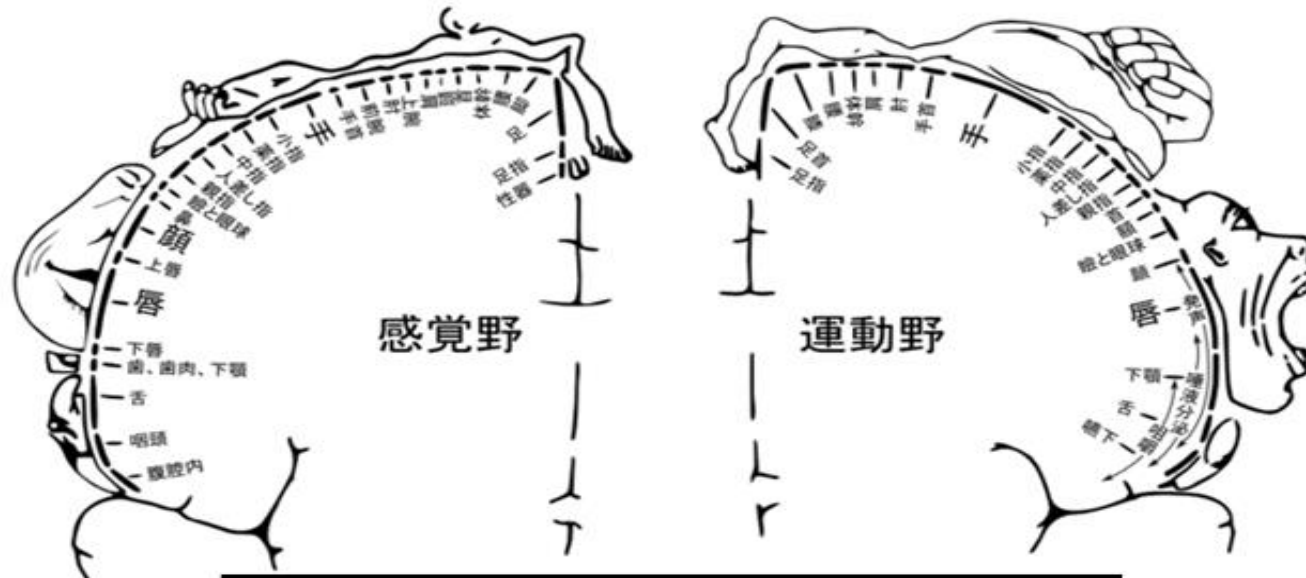
- mozková kůra
- limbický systém
- další oblasti CNS (hypotalamus, talamus...)

**Mozková kůra** se dělí do oblastí podle lokalizace na povrchu mozku (mozkové laloky a závitě), resp. do očíslovaných tzv. **Brodmanových** areí, kterým je přisuzována určitá role; nicméně mozková kůra je velmi propojena a funkce jednotlivých areí se překrývají či se mohou nahrazovat.

Kromě uvedených oblastí motoriky a sensoriky jsou důležitými oblastmi týlní lalok (zrakové centrum), spánkový lalok (řečová centra), prefrontální kůra (výrazně ovlivňuje chování a jeho etické parametry), korová část limbického systému atd.



# INTEGRAČNÍ FUNKCE



# INTEGRAČNÍ FUNKCE

**Limbický systém** (LS) je funkční systém, který je spojen s citovou, subjektivní složkou prožívání, pamětí a je propojen se složkami vegetativními a hormonálními. K LS patří:

- hipokampus: původně zejm. čichová oblast mozkové kůry s velkým významem pro tvorbu paměti
- některé další oblasti mozkové kůry
- amygdala (mozkové jádro, „mandle“), s výraznými vlivy senzorickými a se „schopností“ přiřadit jim citový náboj a rovněž se schopností se podílet na vzniku paměti
- k LS se funkčně částečně rovněž řadí některá jádra talamu, hypotalamus (centra potavy, sexuální centra, řídicí orgán pro endokrinní systém).

# INTEGRAČNÍ FUNKCE

## Chování a paměť

K chování a paměti patří koncepce podmíněných a nepodmíněných reflexů.

**Nepodmíněné reflexy** existují bez předchozí zkušenosti, jsou málo variabilní, probíhají mezi jednotlivci v podstatě stejně. Patří k nim jak jednoduché somatické a autonomní reflexy, tak komplexní reflexy, v podstatě **instinkt**.

**Podmíněné reflexy** jsou pak základem učení. Nepodmíněný reflexní děj se váže na nový podnět, který pak může být signálem pro spuštění děje. Je typické, že tyto reflexy se obvykle navozují opakováním situace (podmiňováním, jak pozitivním, tak negativním) a mohou časem zeslabovat. Klasicky jsou známy z pokusů ruského fyziologa I. P. Pavlova (slinění psů po zazvonění, kterým doprovázel jejich krmení a které převzalo roli podnětu).



# INTEGRAČNÍ FUNKCE

**Paměť** je schopnost uložit, uchovat a vybavit si informaci. Paměť ve smyslu nervovém se dělí na krátkodobou (max. minuty), střednědobou (až hodiny) a dlouhodobou. První dvě mají omezenou kapacitu, informace se buď vymažou, nebo přesunou do jiného druhu paměti.

Dále se paměť dělí podle typu uložené informace (např. deklarativní, dějová, rozpoznávací, pohybová apod.).

Podkladem paměti jsou změny na synapsích neuronů, nervové vzruchy a v dlouhodobé paměti i změny na úrovni molekulární, syntézy bílkovin, modulace synapsí a neuronálních spojů.

Poruchy paměti, resp. její chybění, - se označují jako **amnézie**.

# INTEGRAČNÍ FUNKCE

## Jazykové schopnosti a řeč

Jde o funkce typicky lidské, i když vyšší savci mohou určitému počtu slov rovněž rozumět.

Ve spánkovém laloku existují centra řeči, a to **Brockovo** motorické a **Wernickeovo** senzorické. Znamená to, že mohou existovat dva typy poruch – **afázie**. Jedna je neschopnost mluvit (motorická), druhá je neschopnost řeči rozumět (senzorická).

Tyto poruchy je třeba odlišovat od poruch řečového ústrojí (hlasivky, jazyk apod.) či od poruch sluchového ústrojí.

# INTEGRAČNÍ FUNKCE

## **Kognitivní funkce**

Kognitivní, čili poznávací, funkce zahrnují zejména vnímání a myšlení, patří k nim dále paměť, orientace, jazykové dovednosti, úsudek, soustředění, schopnost plánovat.

## **Demence**

je stav závažného trvalého úbytku duševních a kognitivních funkcí. Nejč. příčinou je Alzheimerova choroba, jiné příčiny jsou např. cévní, Parkinsonova nemoc, alkoholismus, těžká onemocnění CNS.