

Fyziologie nervového systému

MUDr. Kateřina Kapounková

Řízení organismu

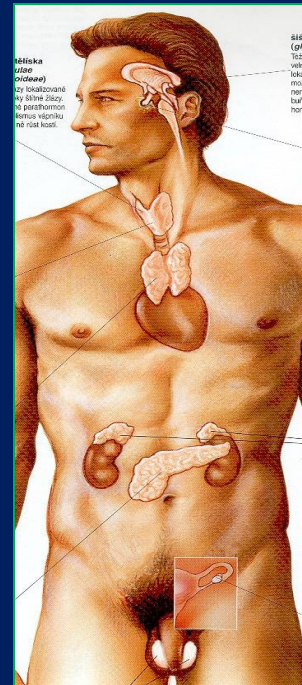
Vztah mezi CNS a hormony je velice blízký
protože některé hormony přímo ovlivňují CNS(melatonin-spánek)
a naopak,
některé transmitéry CNS mají hormonální povahu

CNS

(pohyb, čítí, smysly,
analýza všeho)

HORMONY

metabolismus, stres, spánek
oploďnění a kojení, růst
hospodaření s cukrem, H₂O, Ca



Základy fyziologie nervového systému (NS)

Základní funkce:

- Senzorické - smysly
- Analýza – vjemy, počítky
- Asociační (nové + minulé informace - paměť)
- Výstupní informace – výkonná funkce :
 - somatická
 - autonomní

Buňky NS:

- **Receptory, senzory** (příjem podnětů)
- **Interneurony** (zpracování přijatých informací, zajištění kontaktu a odevzdání informací v síti NS)
- **Nervové buňky** (vydávají příkaz)
- **Podpůrné nebo jinak funkčně specializované buňky** (glie, satelitní buňky)

Nervový systém

Je hlavním řídicím a integrujícím systémem v organismu

Plasticita nervového systému

- nervová centra **mají více neuronů** a dráhy více nervových vláken, než je nutné k uskutečnění jejich funkcí
- funkce **poškozeného** nebo eliminovaného centra přejímá jiná struktura
- **zastupující funkce** = přebírá úlohu vyřazené nervové struktury jinými fyziologickými mechanismy (zrak – hmat)
- **vyřazení funkce** proto, že se nemůže uplatnit, ačkoliv není změněná nebo poškozená odpovídající nervová struktura

Glie jako další buňky nervového systému

- **nemají povahu neuronů**

V centrálním nervovém systému

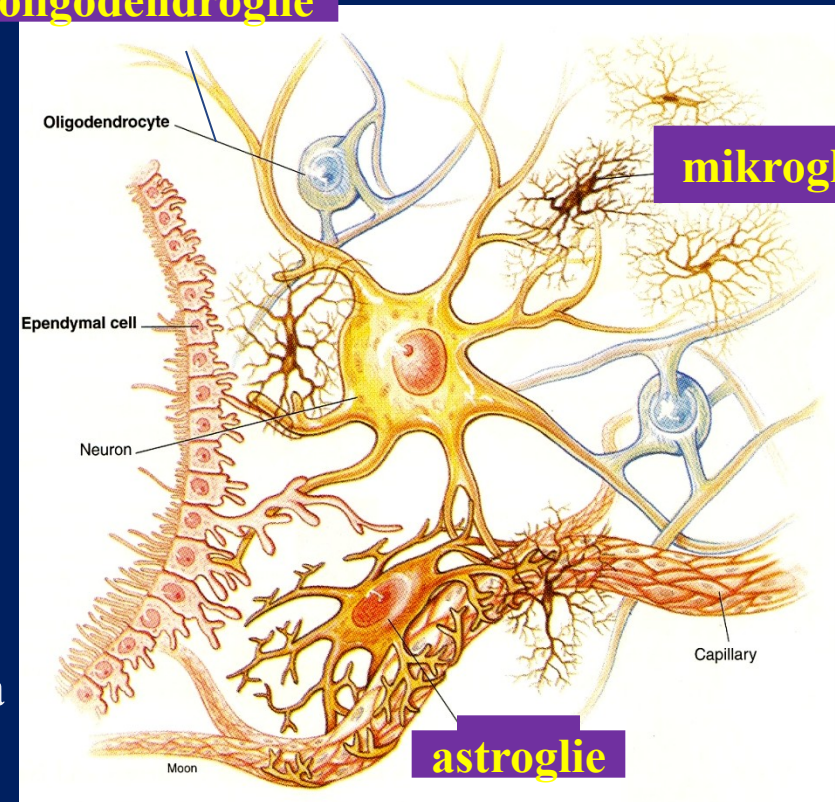
- je jich až 10x více než neuronů
- jedná se *neuroglie* (jsou považovány za hlavní kostru nervové sítě) a *mikroglie* (mají výraznou pohyblivost, schopnost fagocytózy – jsou to „úklidové“ buňky)

V periferním nervovém systému

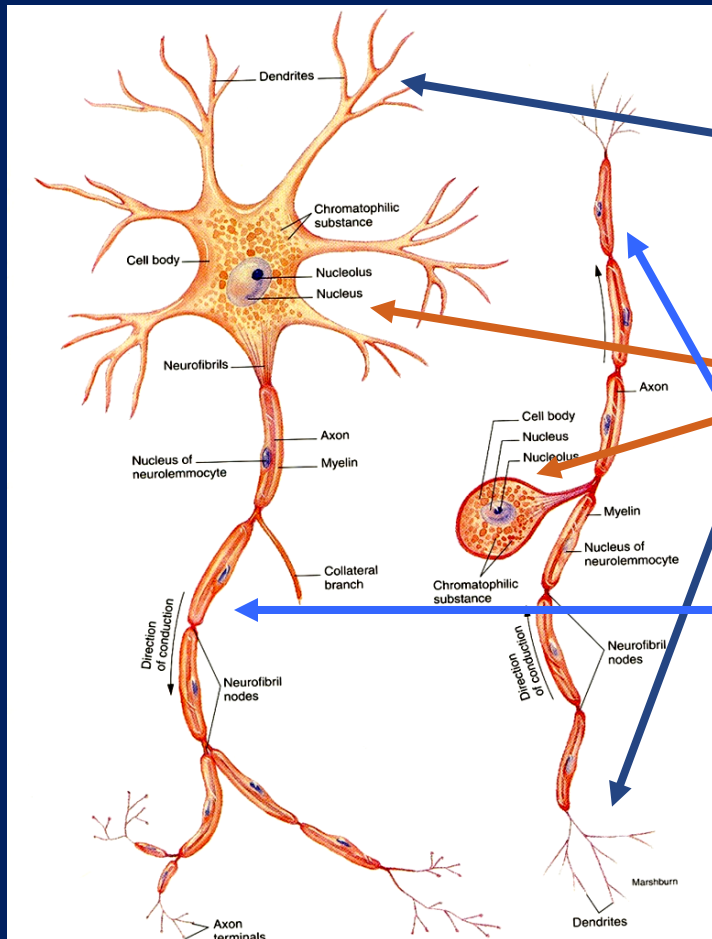
(periferní nervy)

- jedná se o *Schwannovy buňky* (tvorba myelinu)

oligodendroglie



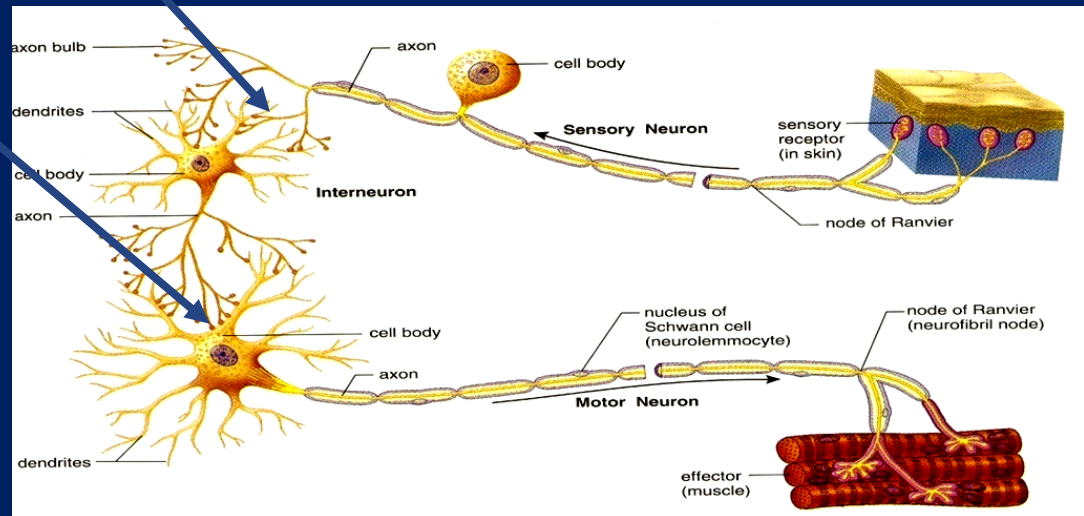
Nervová buňka - neuron



- **Dendrity = recepční část – přijímá informace a převádí je do dalších částí nervové buňky**
- **Tělo – nervové buňky (tvoří se v něm například mediátor, důležitý pro přenos informace v synapsi)**
- **Axon (neurit) - část převodní, končí v synaptickém zakončení**
 - obalen *Schwannovou buňkou* a myelinovou pochvou

Synapse

- = funkční kontakty mezi membránami dvou buněk, z nichž alespoň jedna je nervového původu
- zajišťují přenos nervových vzruchů
- k přenosu vzruchu dochází obvykle z axonu na dendrit (= *synapse axo-dendritická*), nebo z axonu na tělo nervové buňky (= *synapse axo-somatická*)

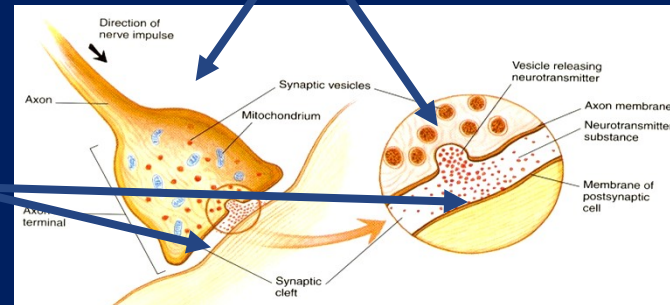


Chemická synapse

- synaptický přenos je zprostředkován chemickou cestou prostřednictvím *mediátoru*

Synapsi tvoří:

- ✓ presynaptický útvar = vakovité rozšíření axonu s mitochondriemi a váčky s mediátorem
- ✓ synaptická štěrбина
- ✓ postsynaptický útvar = mediátor se váže na receptory



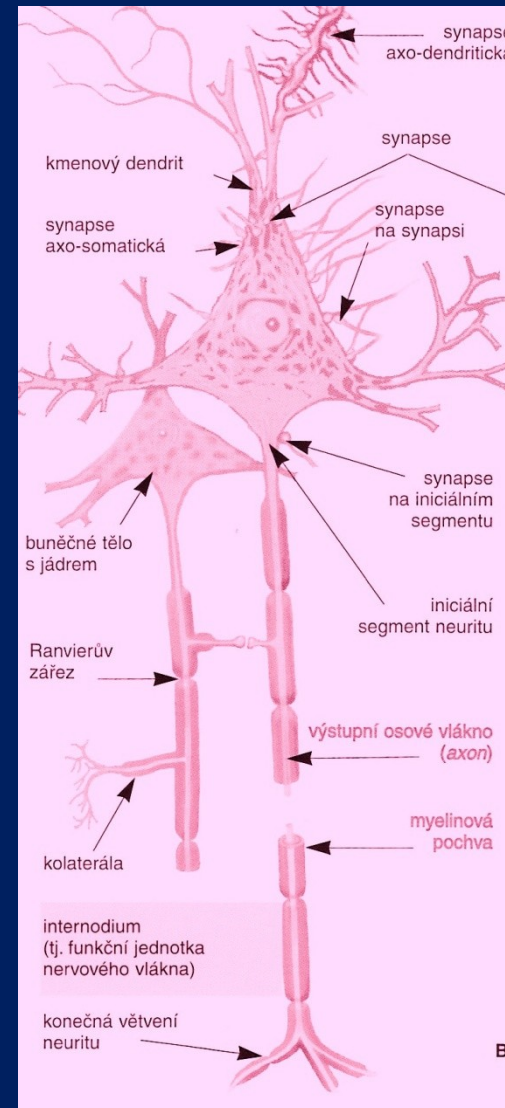
Dělení synapsí:

- *excitační*
- *inhibiční*

Mediátory: acetylcholin, noradrenalin, dopamin, serotonin, kyselina gama-aminomáselná (GABA), glycin, ...

VZRUCH - impuls

- Je projevem činnosti nervové buňky
- Vzruch se tvoří v nervové buňce a je odváděn neuritem k dendritům nebo k tělu jiné nervové buňky



Vzruch- jeho šíření

Podprahové podněty:

- nevyvolávají zjevnou odpověď nervové tkáně

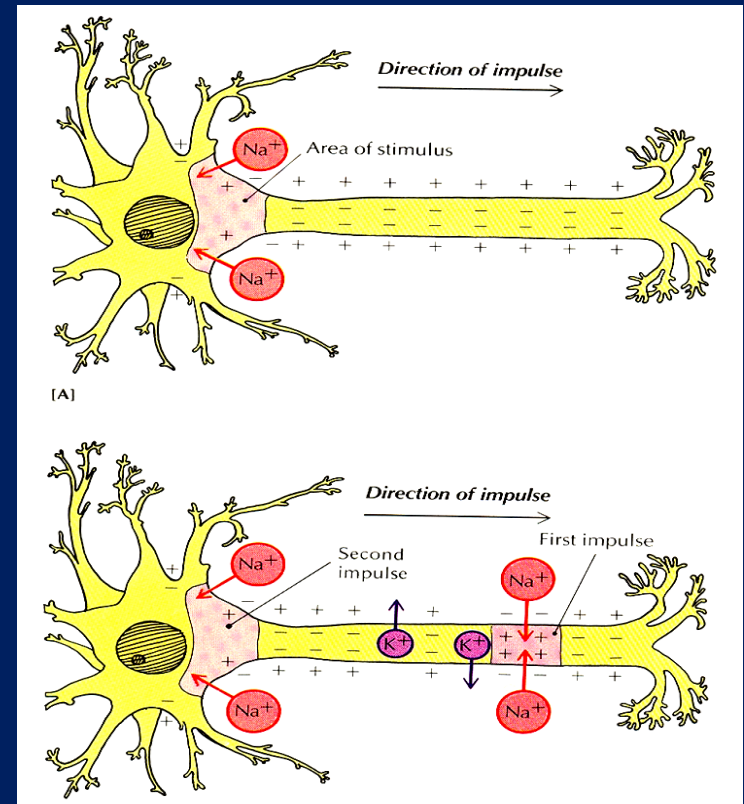
Vzruch = děj způsobený aktivními změnami v membráně (vznik akčního potenciálu)

1. Na počátku (= aktivace) – otevření sodíkových kanálů = \uparrow propustnosti membrány pro $\text{Na}^+ = \text{Na}^+$ do buňky podle koncentračního gradientu

➡ obrácená polarizace

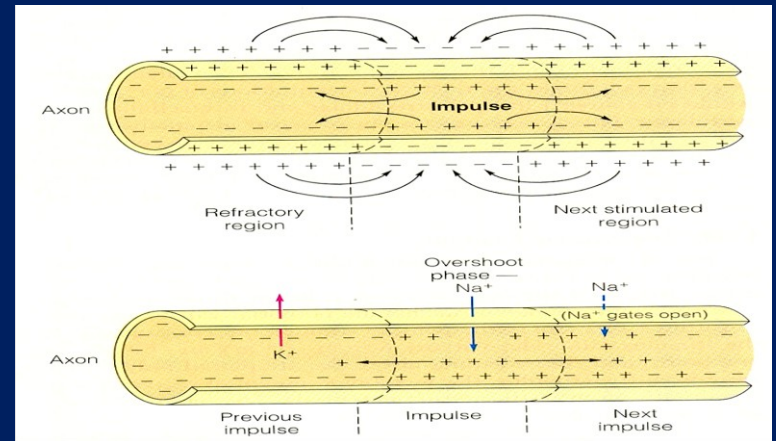
2. Otevření draslíkových kanálů = \uparrow K^+ vodivosti z buňky ➡ elektrochemický gradient se dostává téměř do původního stavu

3. Původní rovnováha $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ se nastavuje *působením sodíko-draslíkové pumpy*



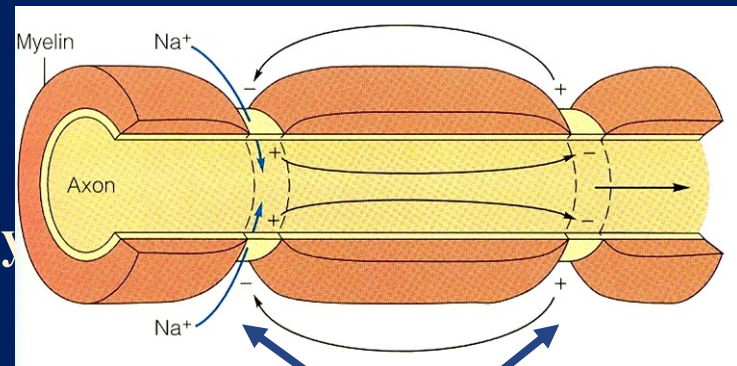
1. Vedení vzruchu axonem *nemyelinizovaným*

- axon je pokryt pouze tenkou vrstvou Schwannových buněk
- vzruch se šíří relativně pomalu



2. Vedení vzruchu axonem *myelinizovaným*

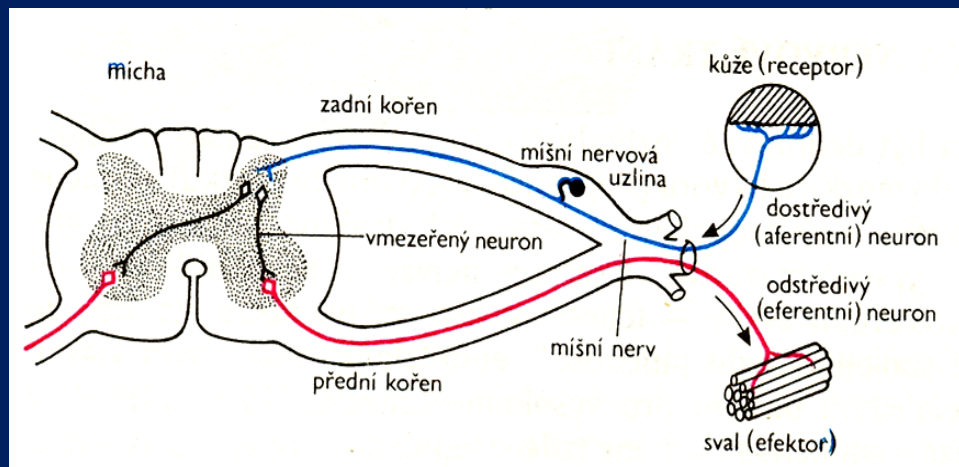
- tyto axony jsou kryty **myelinovou pochvou**
- tato pochva je přerušována Ranvierovými zářezy
- vždy je drážděna najednou celá oblast mezi dvěma těmito zářezy = saltatorní vedení vzruchu
- vzruch se šíří rychleji



Ranvierovy zářezy

Reflex

- = funkční jednotka nervové soustavy
- = odpověď organismu na dráždění čidel, zprostředkovaná nervovým systémem
- je determinován podnětem (zevním, vnitřním)
- je určen reflexním obloukem (receptor, aferentní = dostředivá dráha, centrum v míše – eferentní = odstředivá dráha)



Klasifikace reflexů

1. Podle receptoru

- exteroceptivní
- interoceptivní
- propioceptivní

2. Podle centra

- extracentrální (axonové a gangliové)
- centrální (míšní a mozkové)

3. Podle efektoru

- somatické
- autonomní

4. Podle podmínek a pevnosti

- nepodmíněné (vrozené)
- podmíněné (získané)

Metabolismus nervové tkáně

Pro nervovou tkáň je typické:

1. Velká intenzita metabolismu (mozek váží jen 2% tělesné hmotnosti, ale energetický obrat činí 20% základní přeměny)
2. Hlavním energetickým substrátem je glukóza
3. Výrazná proteosyntéza (je spojena se zajištěním a obnovou struktur nervové buňky a přenos vzruchů)
4. Mimořádná citlivost na zásobení kyslíkem
5. Kontrola přísunu i odsunu metabolitů (**hematoencefalická bariéra**)

Energetický metabolismus CNS

- získávání energie v mozku je přímo závislé na přívodu **glukózy**
- **spotřeba** glukózy je **vyšší než v jiných orgánech**
- na mozek (2% tělesné hmotnosti) připadá **20% celkové spotřeby O₂**

<u>Oddíly CNS</u>	<u>Spotřeba O₂ (μl/mg/hod)</u>
Mozková kůra	1,16
Bazální ganglia n.caudatus	1,36
Mozeček	1,07
Talamus	1,01
Střední mozek	0,92
Prodloužená mícha	0,52
Mícha	0,50

Nervový systém

```
graph TD; NS[Nervový systém] --> CNS[CNS]; NS --> PNS[PNS (periferní NS)]; CNS --> mozek[mozek]; CNS --> mícha[mícha]; PNS --> MN[Mozkomíšňní nervy]; PNS --> AN[Autonomní nervy (vegetativní)]; MN --> hlavové[hlavové]; MN --> míšňní[míšňní];
```

CNS

mozek

mícha

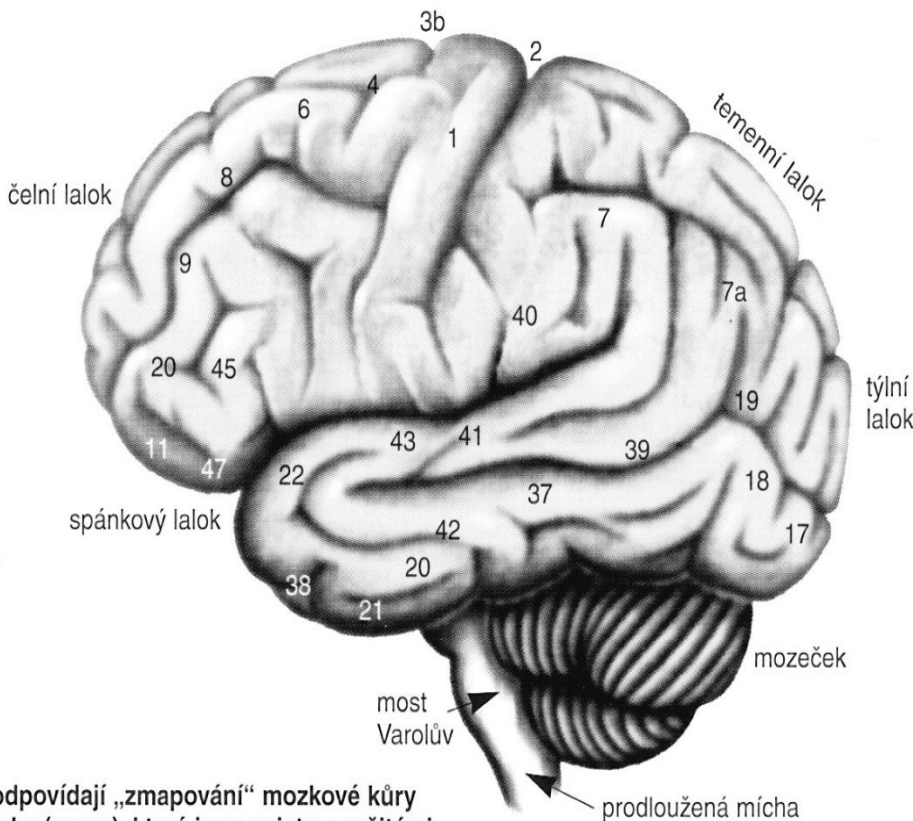
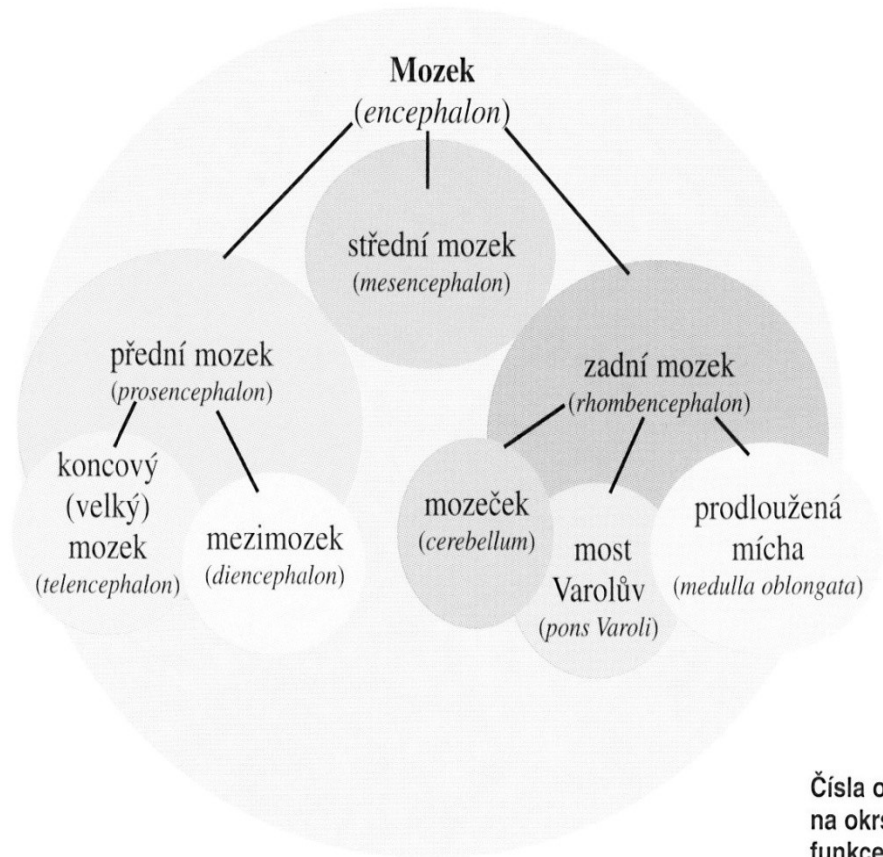
PNS(periferní NS)

Mozkomíšňní
nervy

Autonomní
nervy
(vegetativní)

hlavové

míšňní



Čísla odpovídají „zmapování“ mozkové kůry na okrsky (areae), které jsou spjaty s určitými funkcemi.

mezimozeK : talamus a hypothalamus

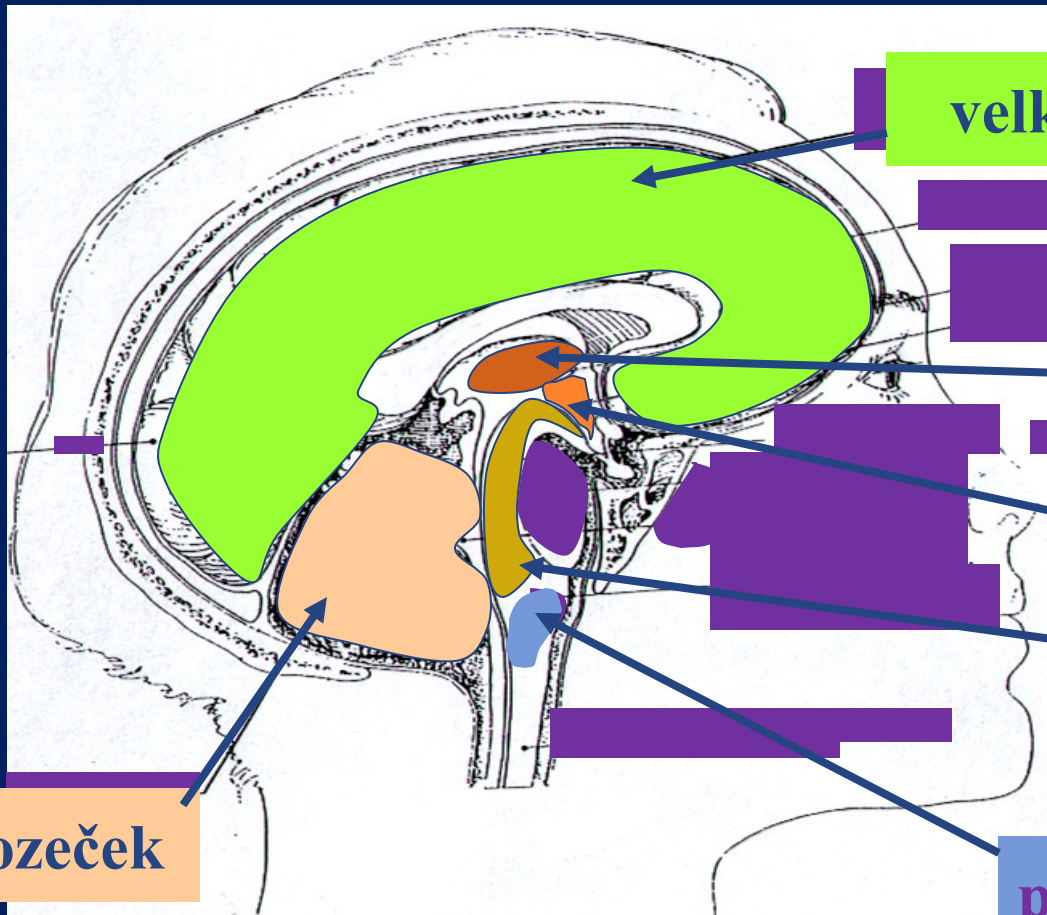
střední mozeK : význam pro udržení vzpřímeného postoje (jádra III. a IV. hlavového nervu, ústředí zrakových a sluchových reflexů

mozeček : svalové napětí, rovnováha, koordinace

Varolův most : místo, kde procházejí nervové dráhy, propojení mozečku, míchy,..

prodloužená mícha : průchozí a přepojovací stanice, uložení jader IX. A XII. Hlavového nervu – mluvení, životně důležité ústředí nepodmíněných reflexů- dýchací, srdeční

Mozek - anatomie



velký mozek

talamus

hypotalamus

střední mozek

mozeček

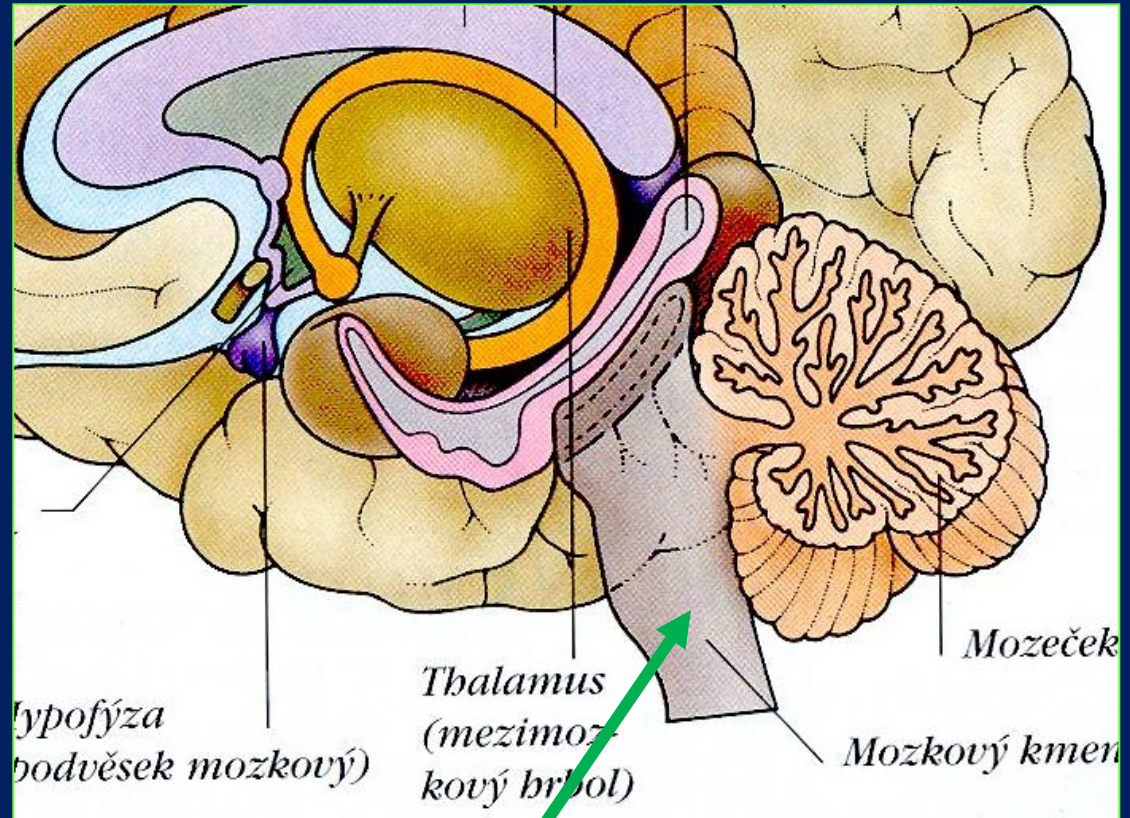
prodloužená mícha

Mozkový kmen

- Medulla oblongata
- Varolův most

Centra pro:

- dýchání,
- srdeční činnost,
- bdělost
- ostražitost



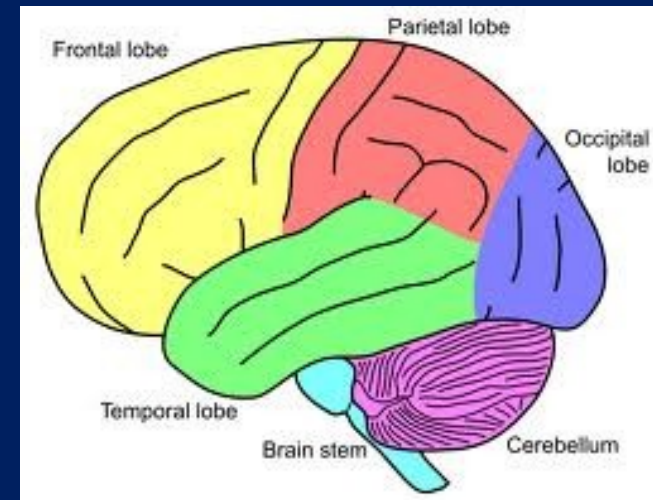
Mozkový kmen

MOZEČEK

- hmotnost mozečku = 1/10 hmotnosti velkého mozku
- povrch mozečku je velký jako 3/4 plochy povrchu velkého mozku
- snad lze žít i bez mozečku
- neuropřenašeči: kyselina glutamová, kyselina asparagová, acetylcholin, GABA (kyselina gama-aminomáselná), taurin, glycin

Funkce:

- a) udržování stoje a rovnováhy (archicerebellum)
- b) tonus kosterního svalstva (paleocerebellum)
- c) koordinace pohybů (neocerebellum)
- d) účast na psychických, kognitivních funkcích



Mesencephalon – střední mozek

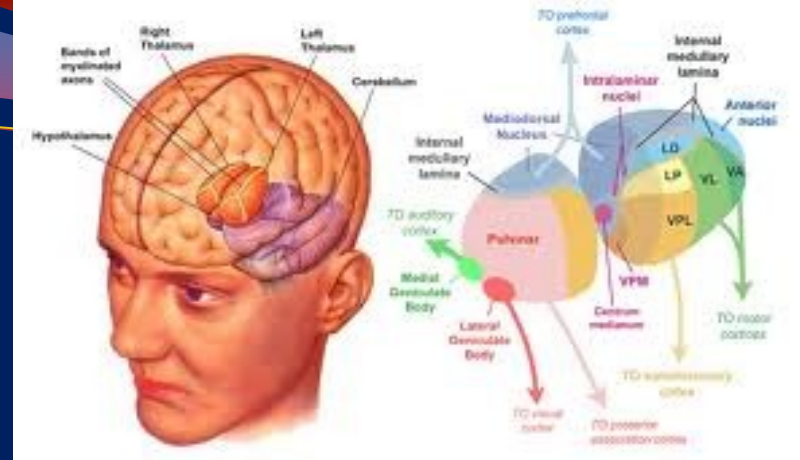
Tvořen : corpora quadrigemina

(kraniální – zraková, kaudální – sluchová)

Funkce :

- Motorická
- Centrum hlavových nervů III a IV
- Senzitivní (sluchová a zraková dráha)

TALAMUS



Spolu s epitalamem tvoří část **diencefala**

= je souborem senzorických, asociačních a nespecifických jader

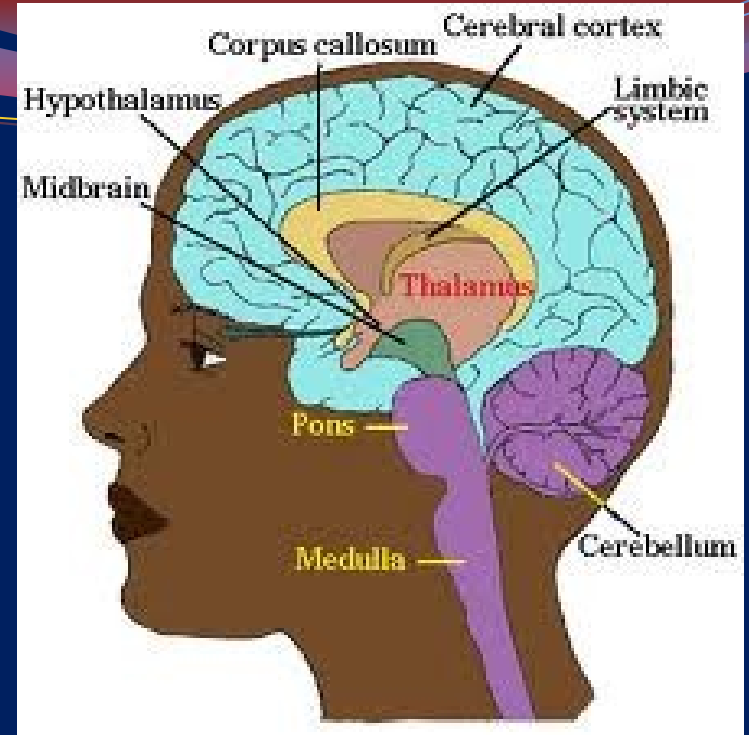
Význam:

- přepojování **aferentace**, směřující do mozkové kůry (**senzitivní, zrakové, sluchové, chuťové**) – při poruchách talamu je snížený práh pro bolest = talamická bolest (není lékově zvládnutelná)
- mozková kůra spolu s talamem ovlivňují **stav bdělosti**
- podílí se na některých **vegetativních reakcích** (zblednutí nebo zčervenání v obličeji, změny SF, změny nálady - veselost, smutek, zlost, rozmrzelost – v dospělosti je tato tlumena mozkovou kůrou)
- spolu s mozečkem ovlivňuje stoj a chůzi

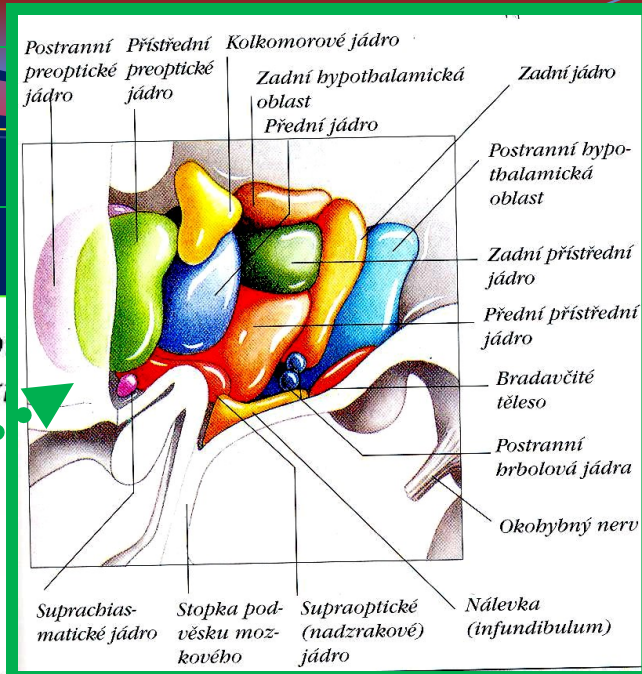
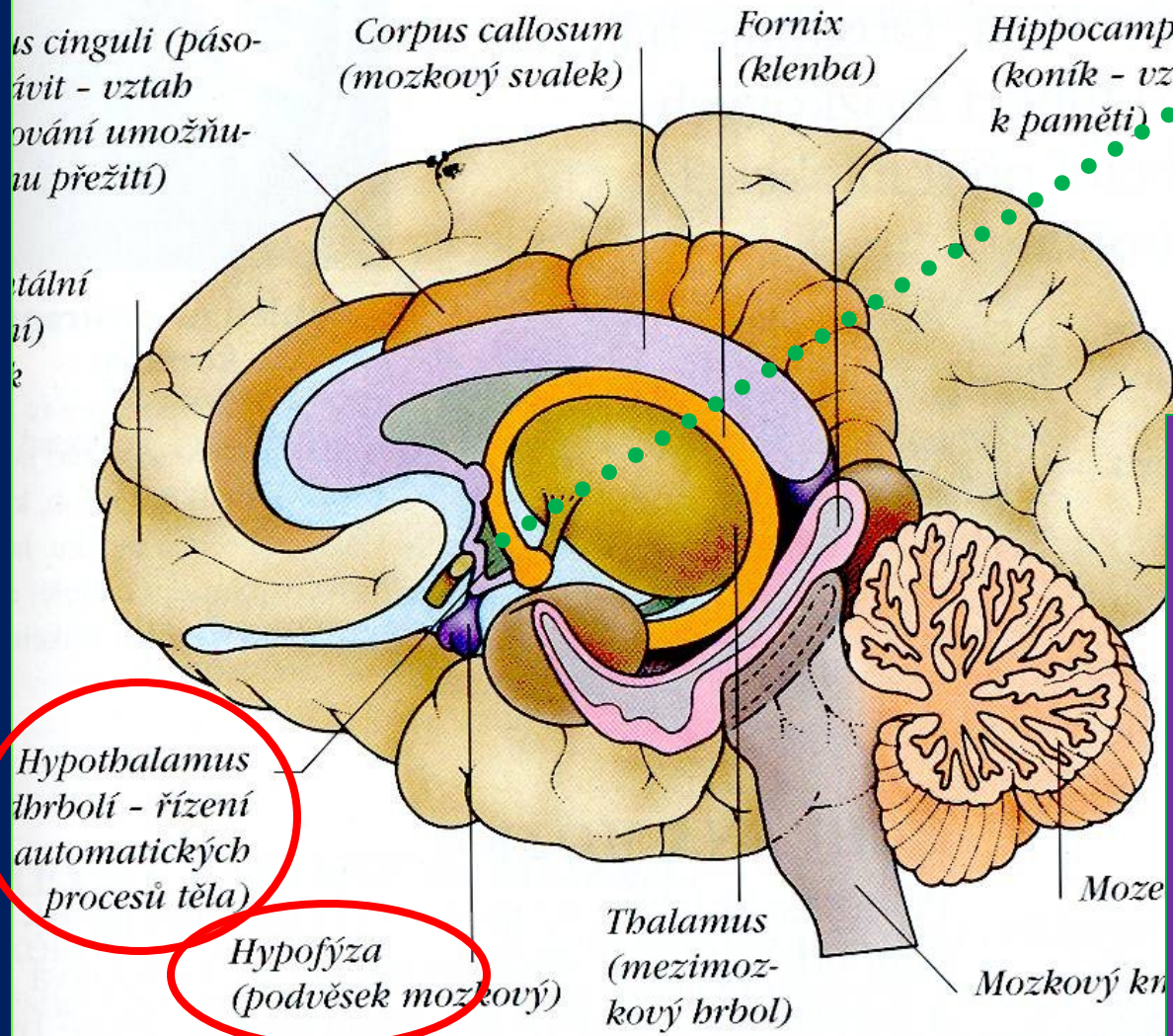
HYPOTALAMUS

Význam:

- řízení **hladu** a příjmu potravy
- řízení **objemu vody, solí** a dalších látek v krvi
- **žízeň**
- **sexuální funkce**
- sekrece **ADH, oxytocinu** a liberinů uvolňujících faktorů
- řízení funkcí vegetativního nervstva
- **termoregulace**



Hypotalamus, hypofýza



Centra pro:

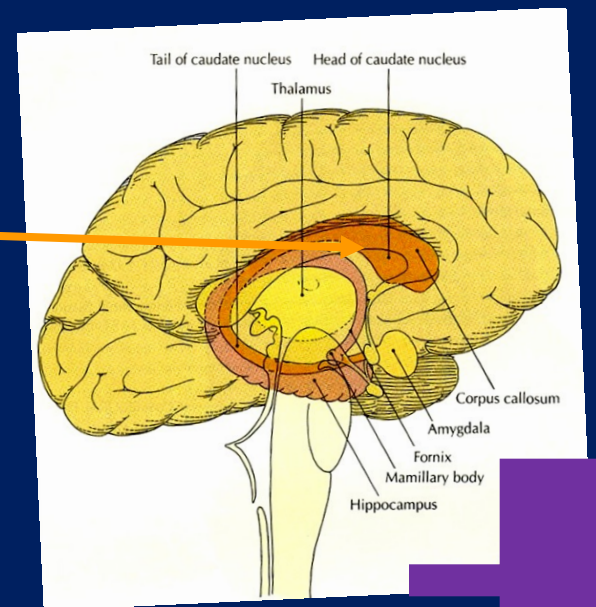
- teplotu,
- příjem potravy (hladu a sytosti)
- vodu a minerály
- krevní tlak,
- cyklus spánku-bdění
- činnost hormonů

VELKÝ MOZEK

- anatomicky: mozková kůra, corpus callosum, bazální ganglia, čichový mozek

a) Bazální ganglia

- jsou součástí extrapyramidového systému
- Funkce:
 - tvoří ústředí koordinace úmyslných a neúmyslných pohybů (spolu s mozkovou kůrou)
 - startují pohyb, modulují tlumivým efektem informace z mozkové kůry



b) Limbický systém (viscerální mozek)

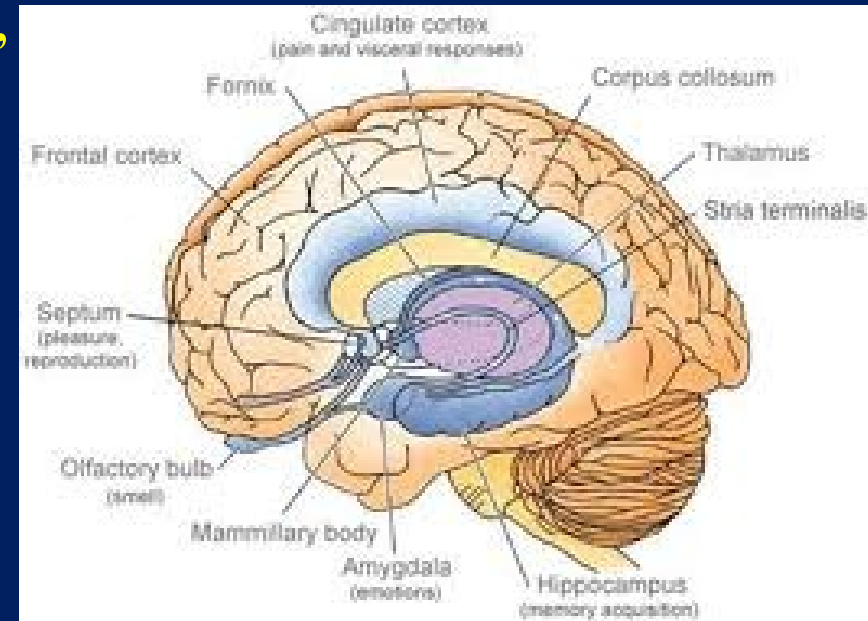
= čichový mozek a některé podkorové oblasti (**septum, corpus amygdaloideum, epitalamus, hippocampus**)

Význam:

= podílí se na **reakcích na zachování jedince a rodů** a motivačních projevů chování:

Zachování jedince :příjem potravy, instinktivní chování spojené s jejím získáním a s bojem o místo v přírodě a společnosti

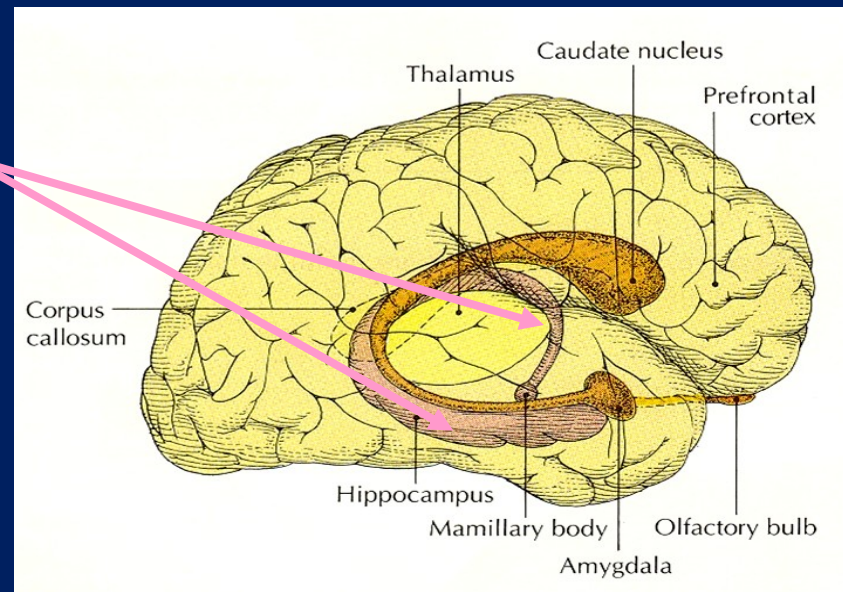
Zachování rodu :vyhledávání jedince druhého pohlaví, zvýšená hravost, přítulnost



Funkce:

- koordinace somatických funkcí (žvýkání, slinění, dýchání, polykání, mikce, defekace, sexuální aktivita)
- vztah k emočním projevům
- **hippokampus** – vztah k pozornosti, tvorbě paměťových stop (podmíněných reflexů), vznik „map“ pro organizaci chování v prostoru

Limbecký systém



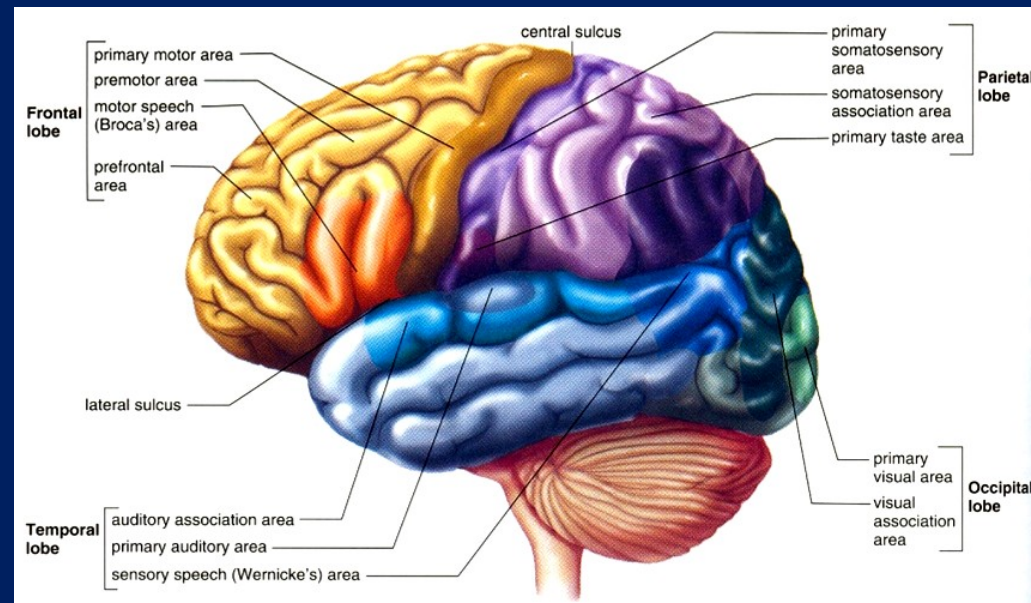
c) Kůra velkého mozku

- vývojově nejmladší oddíl CNS

- **aferentace** ze specifického talamu vede do níže položených korových vrstev tzv. **senzorické kůry**
- aferentace z nespécifického talamu vysílá kolaterály do všech vrstev kůry
- **aferentace korového původu** (končí u pyramidových buněk)

Podle funkce se dělí mozková kůra na:

1. primární
2. asociační
3. efektorovou



Mozek jako analyzátor

Mozek jako řídicí centrum a analyzátor

Asociační oblasti: - motorická
- senzorická
- smyslová

-Pre-frontální oblast – **chování** jedince

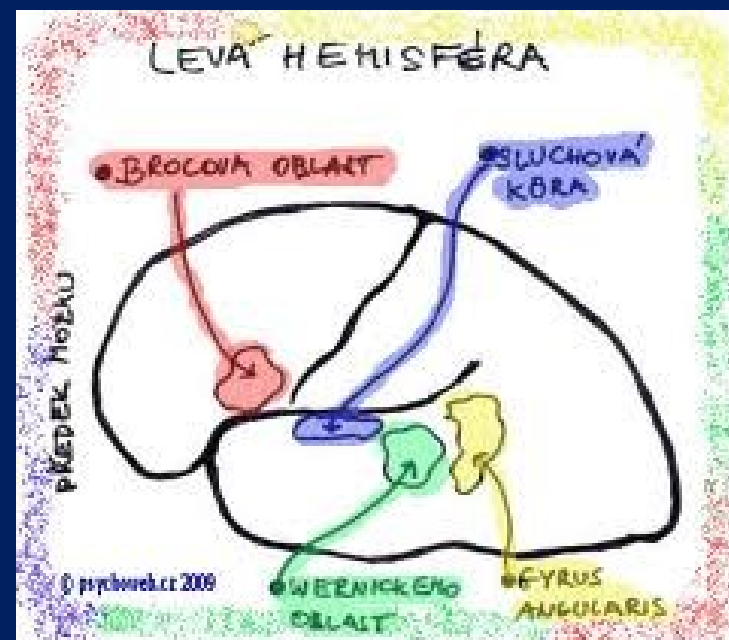
-Temporální oblasti (fronto-occipito...) **učení, paměť**

-Centra **řeči** :

motorické Brocovo (Brocova - expresivní, motorická – afázie: rozumí řeči, ale nemůže mluvit)

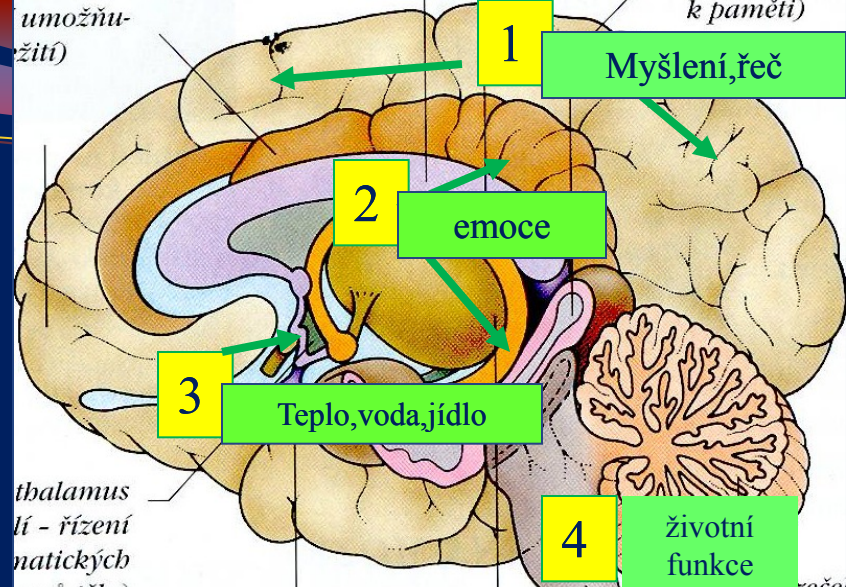
senzorické Wernickeovo (Wernickeho - receptivní, senzorická – afázie: nerozumí slovům, mluví plynule, ale nesmysly)

-**psaní** – asociace centra occipito-temporálního



Mozkové etáže

Možek má svoje centra a schopnost analyzovat složité činnosti



1	2	3	4
Šedá kůra hemisfér	Šedá kůra limbického systému	Šedá kůra hypotalamu	Šedá kůra mostu a PM
<p>myšlení řeč cílený pohyb číst, psát trvalá paměť</p> <p>centra pohybu čítí, smyslu</p>	<p>emoce, zlost pudy, instinkt zuřivost, vztek strach dočasná paměť</p>	<p>teplota příjem potravy H₂O, minerály, TK hormony cyklus spánek</p>	<p>srdce, plice ostrážitost bdělost</p>

Paměť

Lokalizace : amygdala, hippocampus, spodina čelních laloků, hypotalamus, talamus (představy)

Paměťové stopy nazýváme **engramy**

- **krátkodobá**
- **dlouhodobá**

retrográdní amnézie

Podle obsahu :

A, deklarativní :

- **pojmová** – porušená při amnézii (při demencích, po úrazech, CMP, u alkoholiků)
- **dějová** (epizodická)
- **rozpoznávací** (neschopnost poznat známý předmět)

B, procedurální (dovednostní)

- **motorická**
- **senzorická** (vizuální, akustická, hudební)

Spánek a jeho funkce

vigilita

= základní fyziologická potřeba

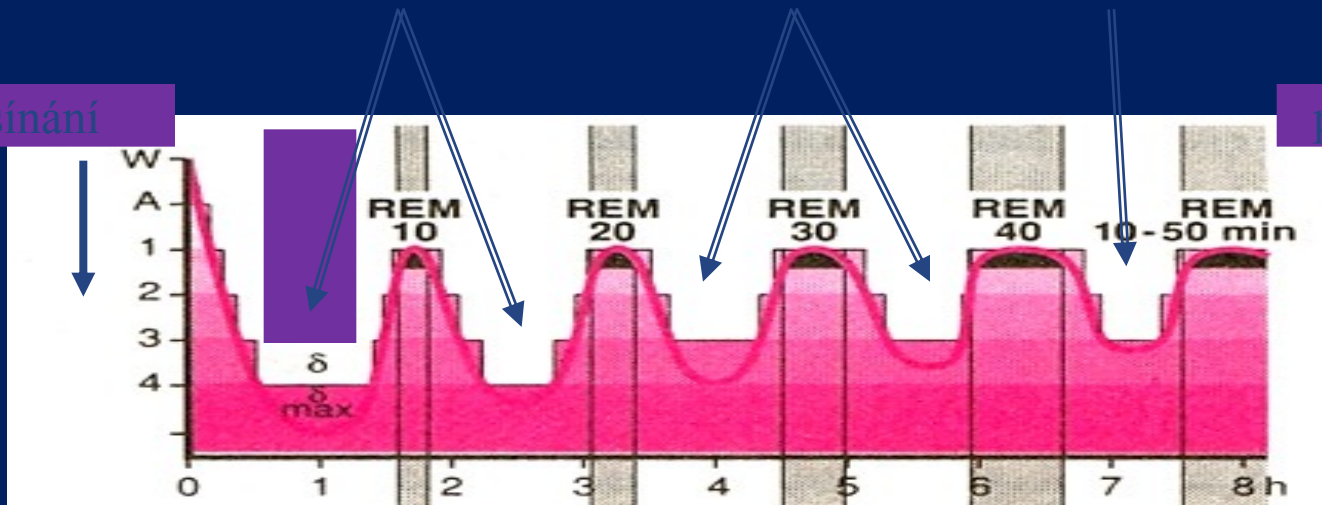
- dospělý člověk spí denně 7-8 hodin (je to velmi individuální)

REM = na EEG pomalé vlny s vysokou amplitudou

- rychlé pohyby očí, sny, záškuby obličeje prstů, erekce
(rapid eye movements)

Všechna ostatní stadia označena jako non-REM

usínání



probouzení

Autonomní nervstvo

- Vegetativní nervstvo – řídí činnost všech vnitřních orgánů
- všechny vlákna vedoucí k žlázám, k hladkým svalům útrob, kůži, myokardu

Dělí se na:

Centrální část : hypothalamus

Periferní část :

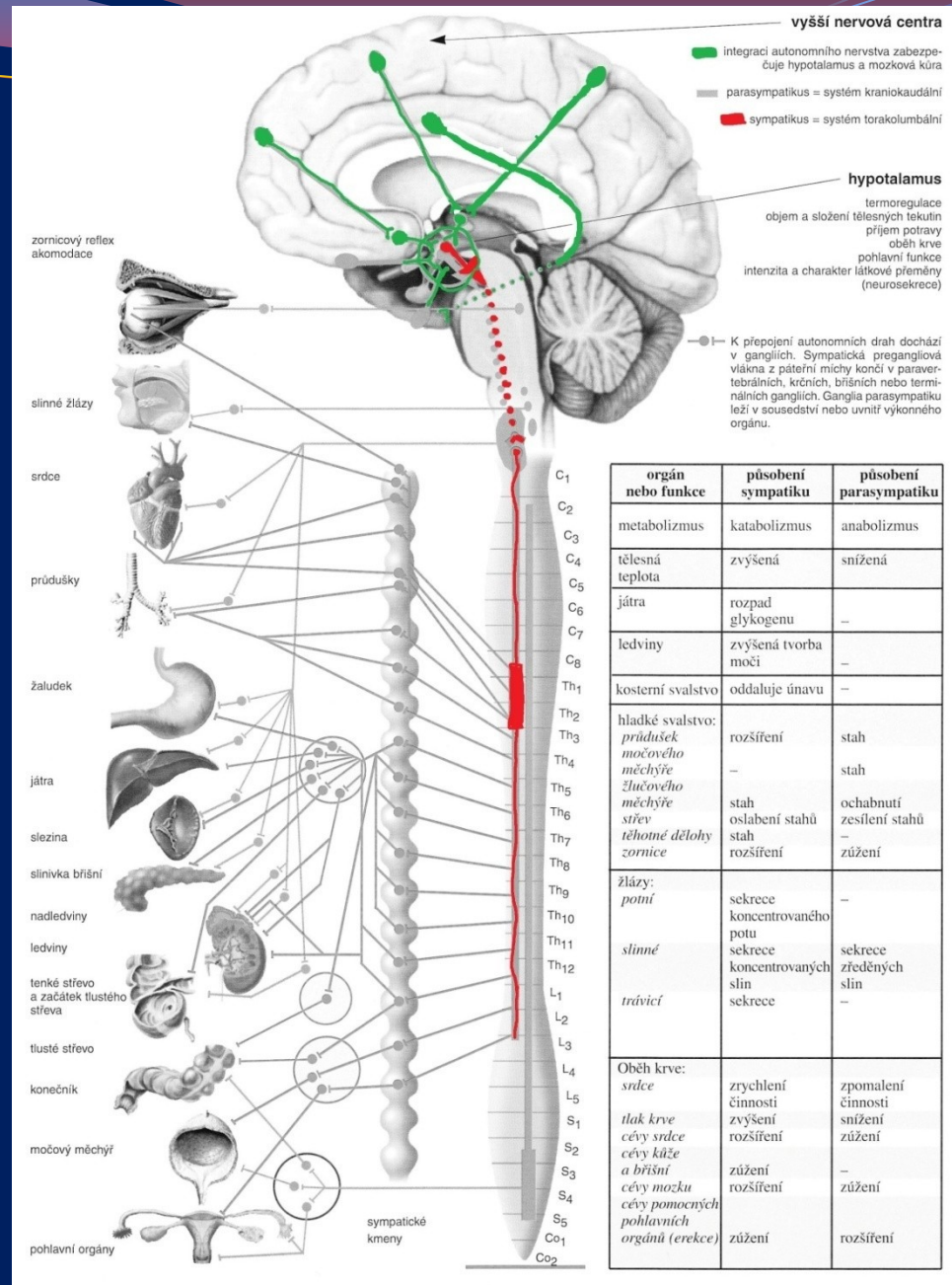
- **sympatikus**

- **parasympatikus :**

- **hlavová část**

- **sakrální část**

Většina orgánů inervovaná jak sympatikem tak parasympatikem (protichůdná funkce)



Hlavové nervy

I. Nerv čichový (*nervus olfactorius*) je tvořen výběžky čichových buněk a končí u nervových buněk čichového bulbu. Vede čichové informace.

II. Nerv zrakový (*nervus opticus*) je tvořen výběžky gangliových buněk sítnice. Vede informace zrakovou.

III. Nerv okohybný (*nervus oculomotorius*) je motorický nerv, který inervuje okohybné svaly a zvedáč horního víčka. Obsahuje rovněž vlákna parasymptiku.

IV. Nerv kladkový (*nervus trochlearis*) je motorickým nervem pro zevní přímý okohybný sval.

VI. Nerv odtahovací (*nervus abducens*) je motorickým nervem pro zevní přímý okohybný sval.

VII. Nerv lícní (*nervus facialis*) – jeho motorická vlákna inervují mimické svaly, sekreční vlákna vedou do podčelistní žlázy, senzitivní vlákna přivádějí chuťové podněty.

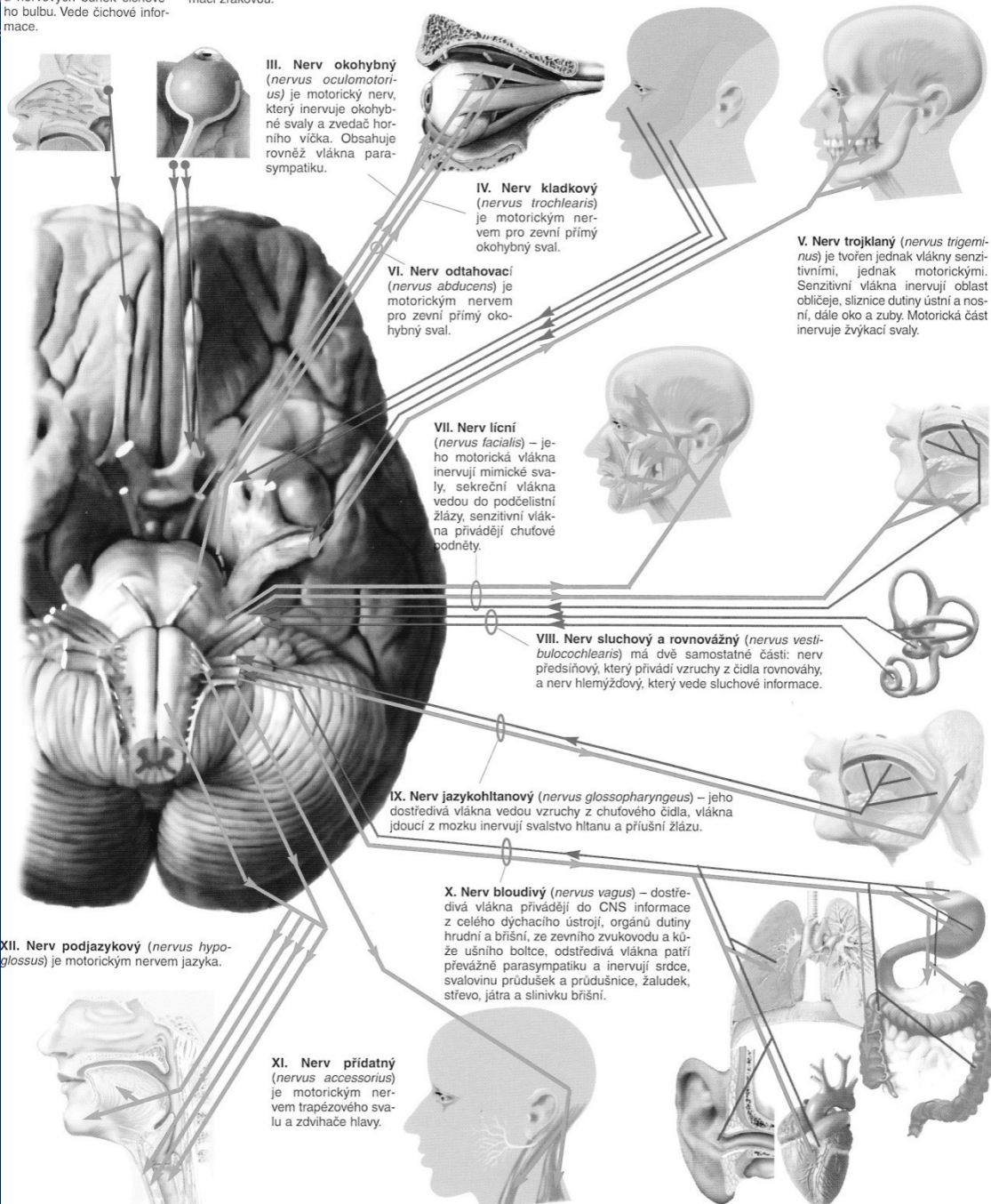
VIII. Nerv sluchový a rovnovážný (*nervus vestibulocochlearis*) má dvě samostatné části: nerv předsiňový, který přivádí vzruchy z čidla rovnováhy, a nerv hlemýžďový, který vede sluchové informace.

IX. Nerv jazykohltanový (*nervus glossopharyngeus*) – jeho dostředivá vlákna vedou vzruchy z chuťového čidla, vlákna jdoucí z mozku inervují svalstvo hltanu a příušní žlázy.

X. Nerv bloudivý (*nervus vagus*) – dostředivá vlákna přivádějí do CNS informace z celého dýchacího ústrojí, orgánů dutiny hrudní a břišní, ze zevního zvukovodu a kůže ušního boltce, odstředivá vlákna patří převážně parasymptiku a inervují srdce, svalovinu průdušek a průdušnice, žaludek, střevo, játra a slinivku břišní.

XII. Nerv podjazykový (*nervus hypoglossus*) je motorickým nervem jazyka.

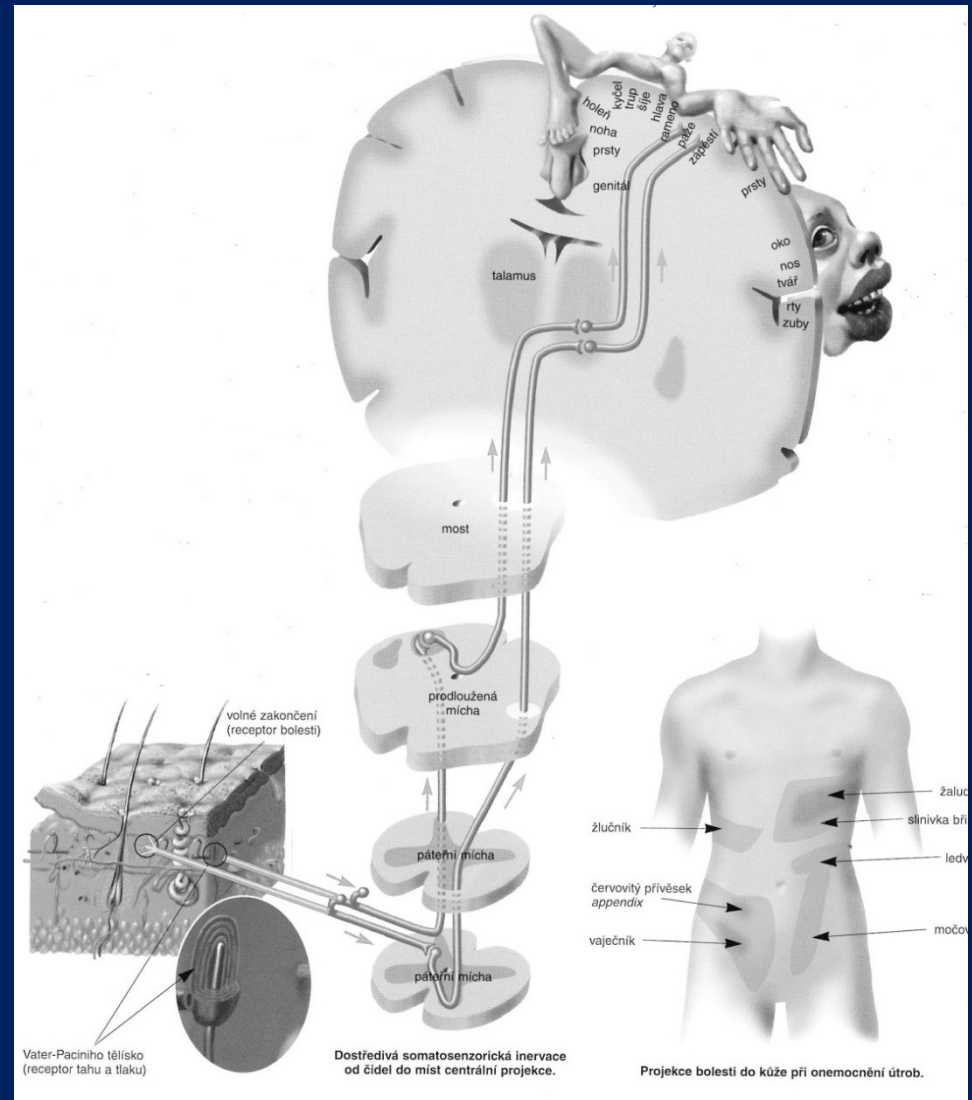
XI. Nerv přídatný (*nervus accessorius*) je motorickým nervem trápézového svalu a zdvihače hlavy.



Hlavový nerv		Senzorická funkce	Motorická funkce	Vegetativní funkce
I	Nervus olfactorius	Čichové informace	-	-
II	Nervus opticus	Zrakové informace	-	-
III	Nervus oculomotorius	-	okohybné svaly a zvedáč horního víčka	m. sphincter pupillae- mióza a m. ciliaris - akomodace
IV	Nervus trochlearis	-	inervuje okohybné svaly	-
V	Nervus trigeminus	celý obličej, dutinu ústní: tvrdé a měkké patro, přední dvě třetiny jazyka, všechny zuby a nosní dutinu, celý obsah orbity a část ušního boltce.	Inervuje žvýkácí svaly	-
VI	Nervus abducens	-	inervuje okohybné svaly	-
VII	Nervus facialis	Inervace předních 2/3 jazyka a malý okrsek ušního boltce	Inervuje mimické svaly	slznou žlázu a slinnou podčelistní a podjazykovou žlázu
VIII	Nervus vestibulocochlearis	Informace sluchové a z čidla rovnováhy	-	-
IX	Nervus glossopharyngeus	zadní třetinu jazyka, hltan, mandle	Inervuje svalstvo hltanu	příušní slinnou žlázu
X	Nervus vagus	Inervace ze srdce, plic, většiny břišních orgánů	Podílí se na inervaci svalů hltanu, hrtanu a měkkého patra, žaludek, střevo, játra, slinivku břišní	?
XI	Nervus accesorius	-	m. sternocleidomastoideus a m. trapezius	-
XII	Nervus hypoglossus	-	Inervuje svaly jazyka	-

Cítivost a vnímání bolesti

- Tok vzruchů ze zevního prostředí do vnitřního prostředí (CNS)
- **Hmat**
 - mechanoreceptory (dotyk, tlak, vibrace)
 - termoreceptory (teplo, chlad)
- **Bolest** – ochrana



Poruchy citivosti

1. Periferní

- z poruch periferních nervů- plošné obrazce
- z poruch míšních kořenů – pásovitě poruchy

2. Centrální

- míšní (hemisekce, zadních provazců)
- mozkové (záleží na topice)

Subjektivní poruchy senzibility

- parestezie
- bolest

BOLEST

```
graph TD; BOLEST[BOLEST] --> centralni[centrální]; BOLEST --> utrobní[útrobní]; BOLEST --> somatická[somatická]; somatická --> hluboká[hluboká]; somatická --> povrchní[povrchní];
```

- Vždy něco patologického
- Dělí se na :

centrální

útrobní

somatická

- Charakter bolesti :

- palčivá
- píchavá
- tepavá
- tlaková
- křečovitá

hluboká

povrchní

Somatická povrchová bolest

- Z kůže a sliznic
- I svědění (zejména působením histaminu v kůži – alergie)

Somatická hluboká bolest

- Svaly, klouby, pojivo

Útrobní bolest

- **pravá** : nadměrné protažení hladké svaloviny :
 - **při spazmech**
(stahy svaloviny orgánů)
 - **kolikách**
(břišní bolest vysoké intenzity bez přesné lokalizace)
- **nepravá** : dráždění povrchových blan
(pobřišnice, pohrudnice)

Centrální bolest

- Dráždění bolestivých drah, bez účasti receptorů
- Může být :
 - a, **projikovaná** (promítnutá)
v inervační oblasti nervu (brňavka)
 - b, **kořenová** (zadní míšní kořeny)
 - c, **talamická**

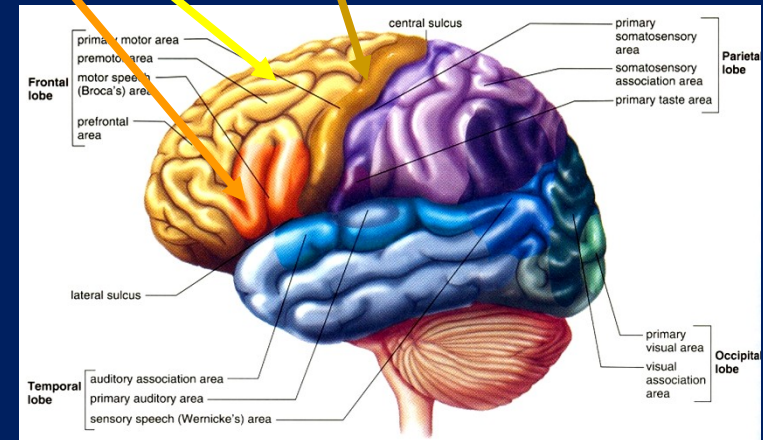
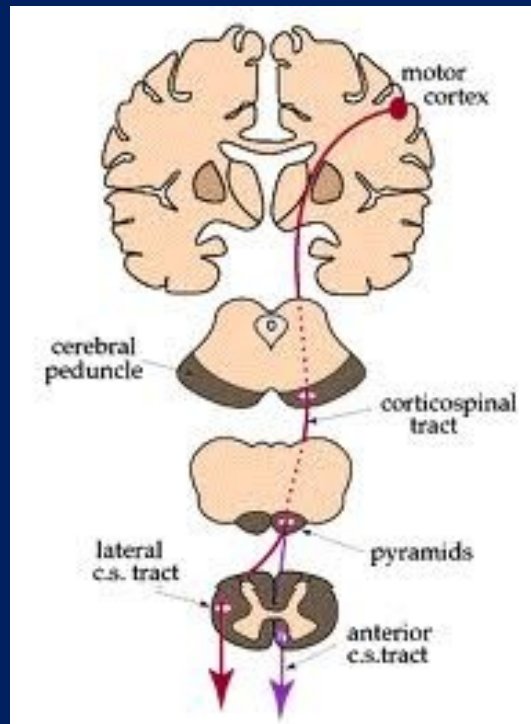
Fantomova bolest

Psychalgie

Motorický systém

- mozková kůra – **premotorická kůra**, **motorická kůra**
- ostatní části mozku řídící pohyb:
bazální ganglia, thalamus, Varolův most, prodloužená mícha, mozeček

Řízení
pohybu



Lokalizace v mozkové kůře

Pohyb zajišťují 2 typy nervových drah:

- Pyramidová dráha – rychlé , přesné pohyby



- Extrapyramidová dráha- hrubé, pomalé pohyby, svalový tonus

kůra mozková
Premotorická oblast čelního laloku, bazální ganglia, talamus, RF,
mozeček