

# Fyziologie nervového systému

MUDr. Kateřina Kapounková, Ph.D.

# Řízení organismu

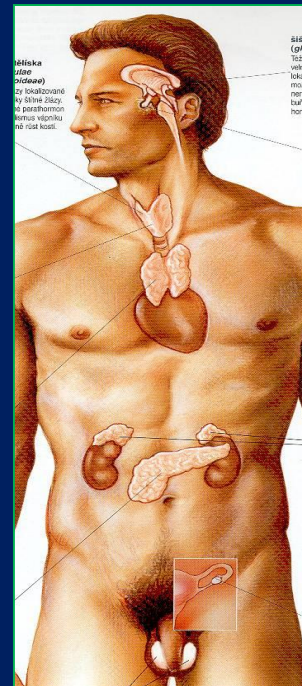
Vztah mezi CNS a hormony je velice blízký  
protože některé hormony přímo ovlivňují CNS(melatonin-spánek)  
a naopak,  
některé transmitéry CNS mají hormonální povahu

**CNS**

(pohyb, čítí, smysly,  
analýza všeho)

**HORMONY**

metabolismus, stres, spánek  
oploďnění a kojení, růst  
hospodaření s cukrem, H<sub>2</sub>O, Ca



# Základy fyziologie nervového systému (NS)

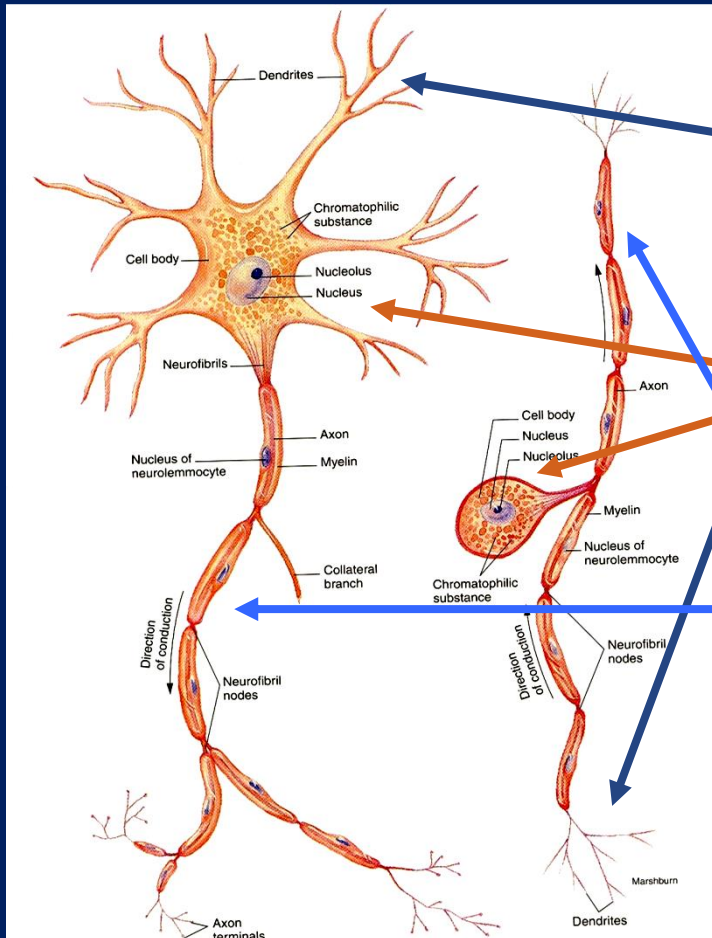
## Základní funkce:

- 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)

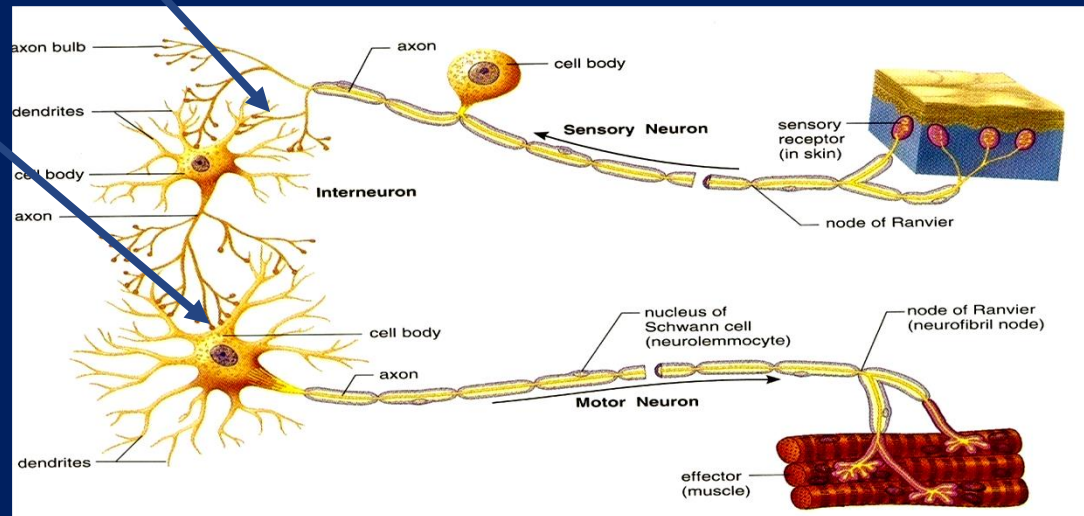
# Nervová buňka - neuron



- **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*)

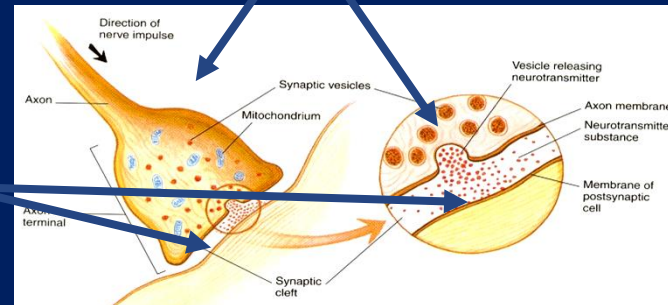


# Chemická synapse

- synaptický přenos je zprostředkován chemickou cestou prostřednictvím *mediátoru*

## Synapsi tvoří:

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



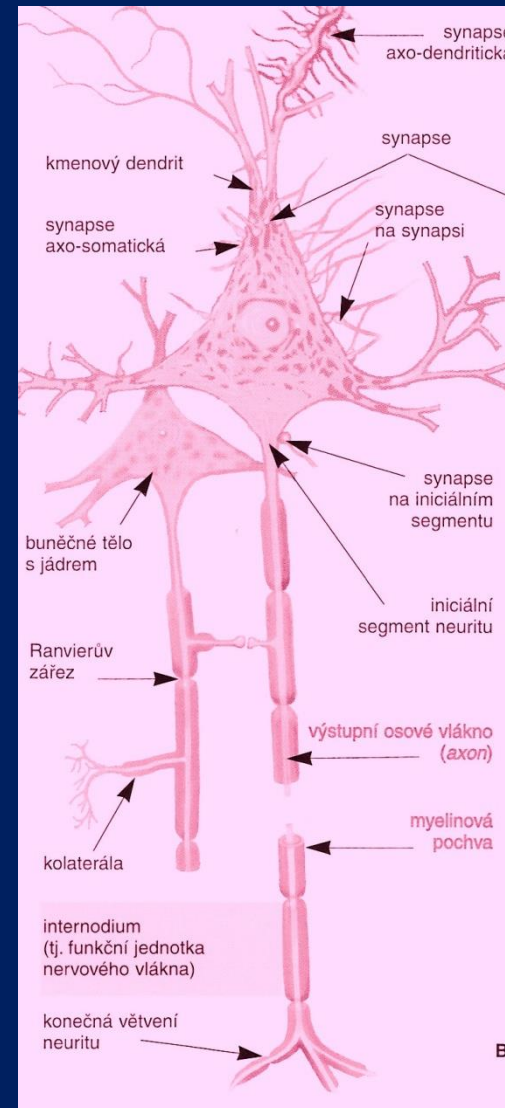
## Dělení synapsí:

- *excitační*
- *inhibiční*

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

# VZRUCH - impuls

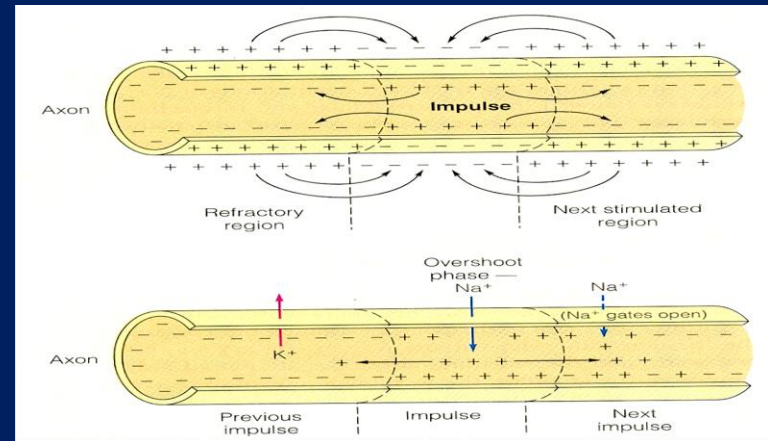
- Je projevem činnosti nervové buňky
- Vzruch se tvoří v nervové buňce a je odváděn neuritem k dendritům nebo k tělu jiné nervové buňky





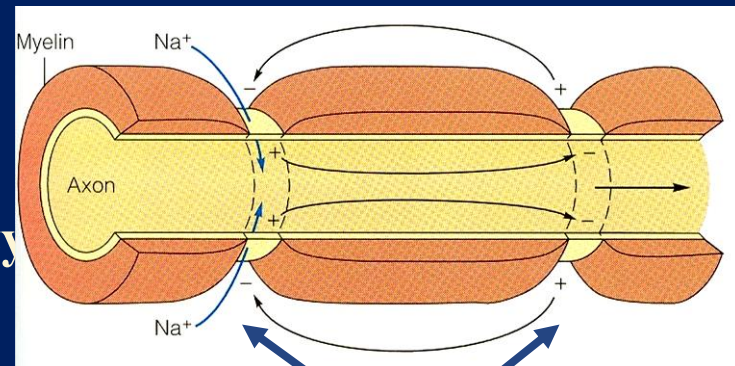
## 1. Vedení vzruchu axonem *nemyelinizovaným*

- 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

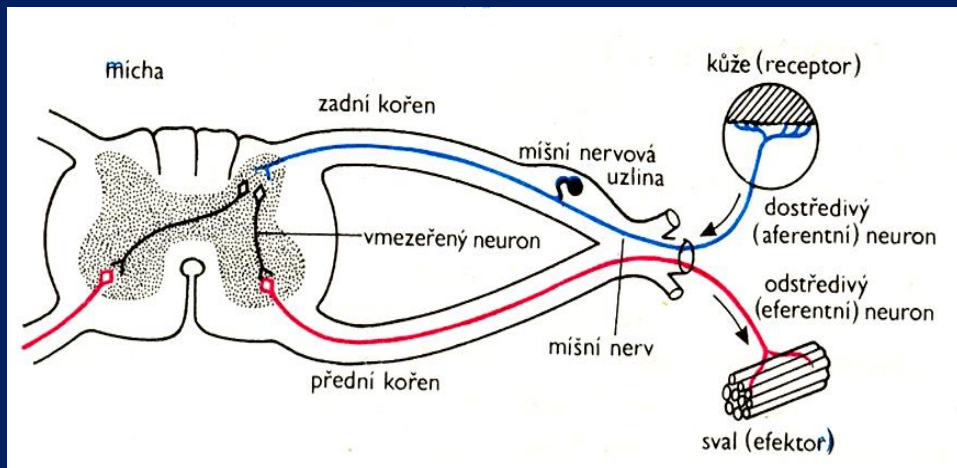


**Ranvierovy zářezy**



# 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**)

# Nervový systém

```
graph TD; A[Nervový systém] --> B[CNS]; A --> C[PNS( periferní NS )]; B --> D[mozek]; B --> E[mícha]; C --> F[Mozkomíšňní nervy]; C --> G[Autonomní nervy (vegetativní)]; F --> H[hlavové]; F --> I[míšňní];
```

**CNS**

mozek

mícha

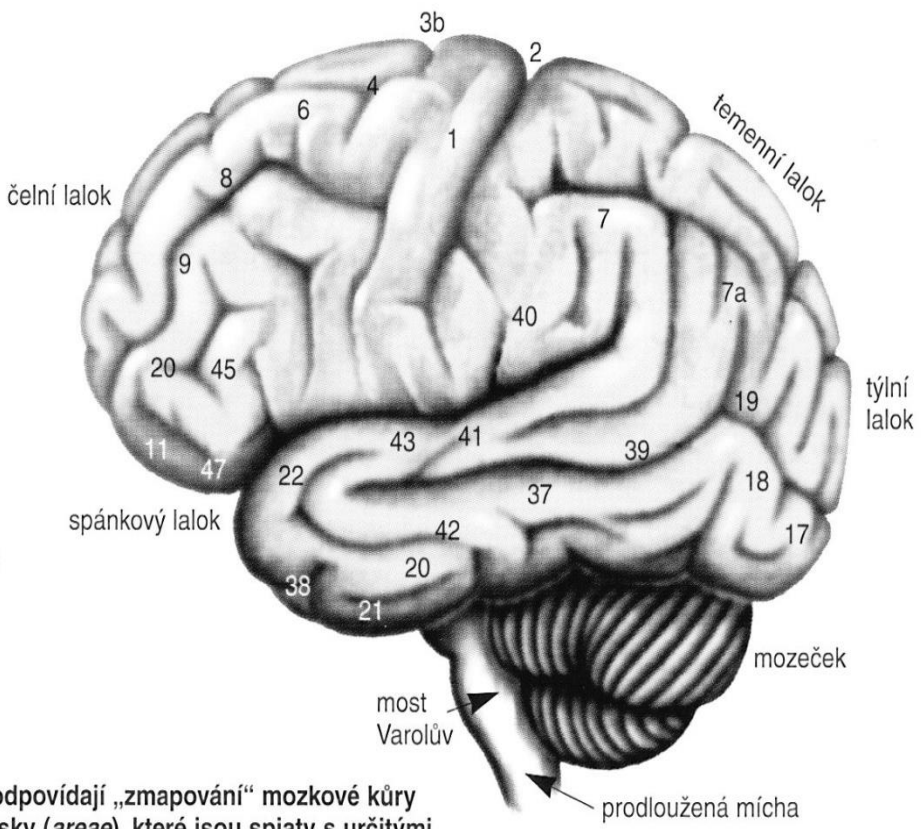
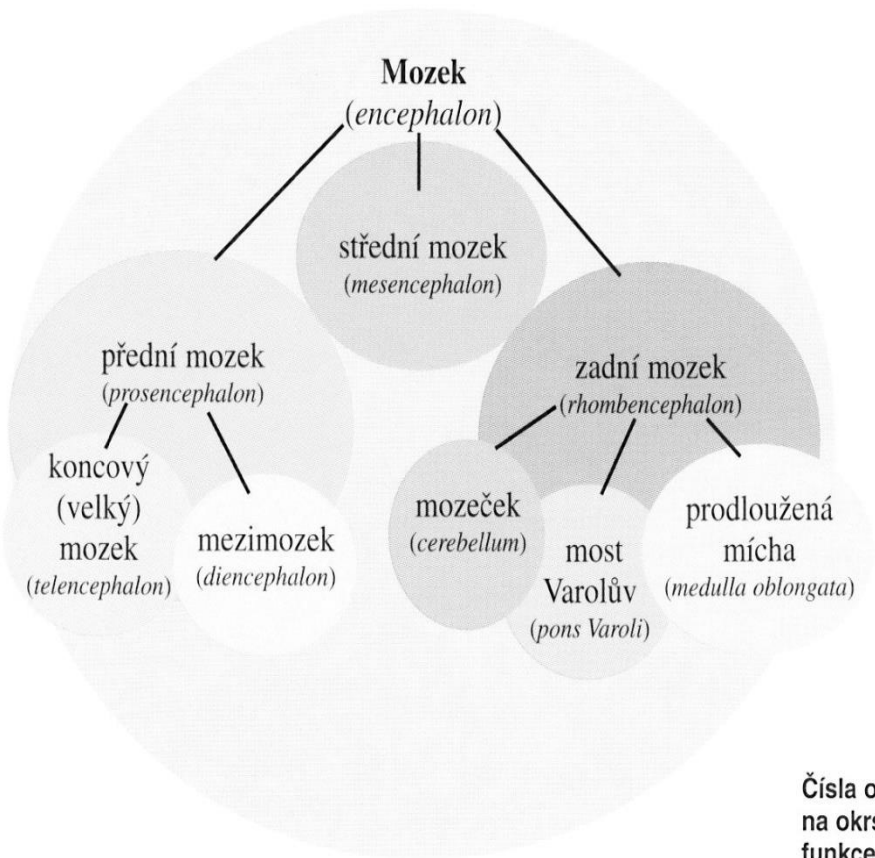
**PNS( periferní NS )**

Mozkomíšňní  
nervy

Autonomní  
nervy  
( vegetativní )

hlavové

míšňní



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

**mezimozek** : talamus a hypotalamus

**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

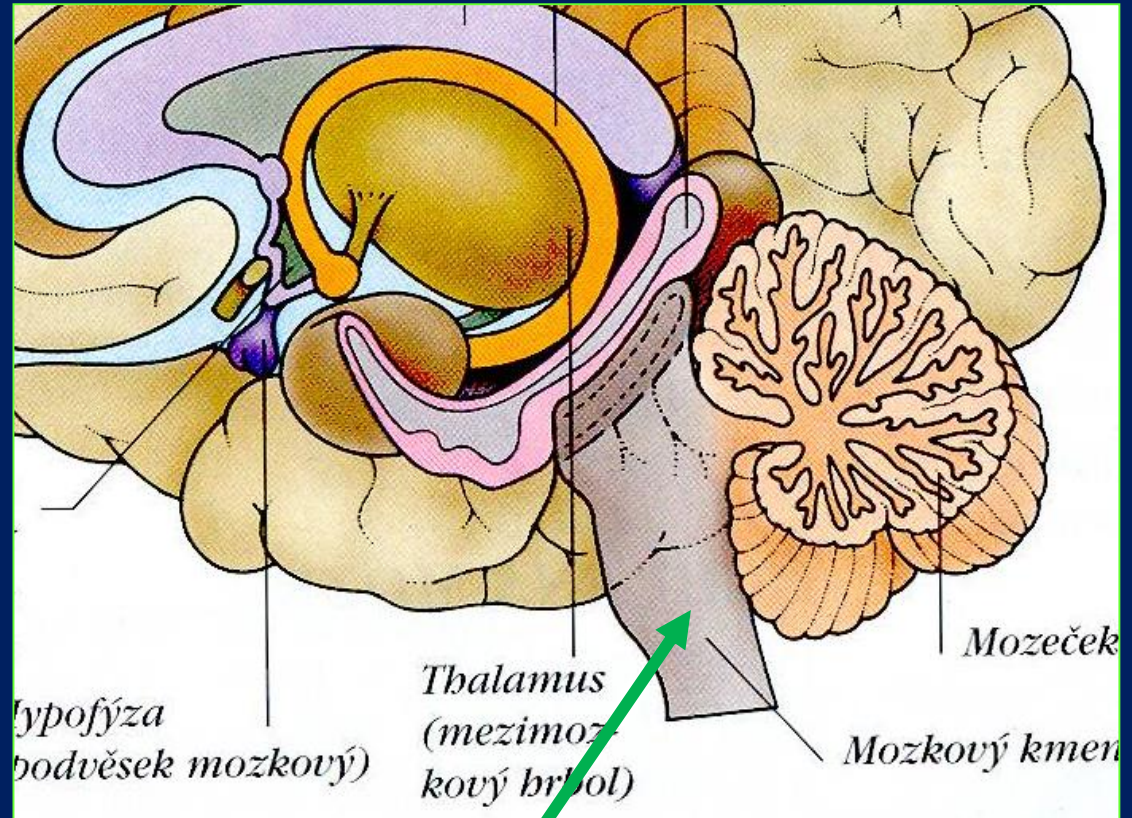


# Mozkový kmen

- Medulla oblongata
- Varolův most

Centra pro:

- dýchání,
- srdeční činnost,
- bdělost
- ostražitost



Mozkový kmen

# Mesencephalon – střední mozek

**Tvořen** : corpora quadrigemina

( kraniální – zraková, kaudální – sluchová)

**Funkce** :

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

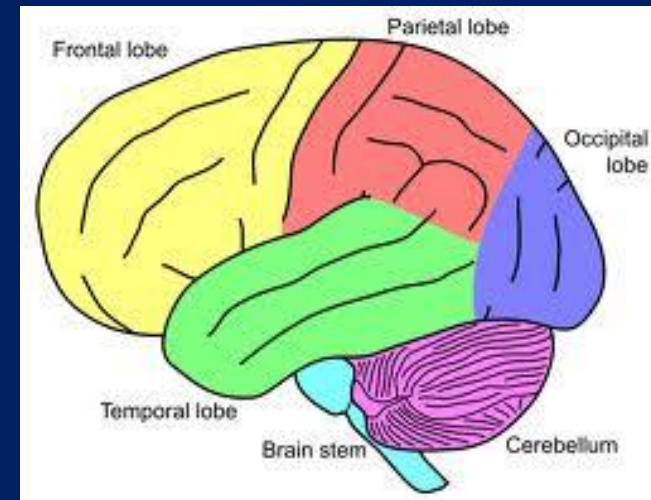


# MOZEČEK

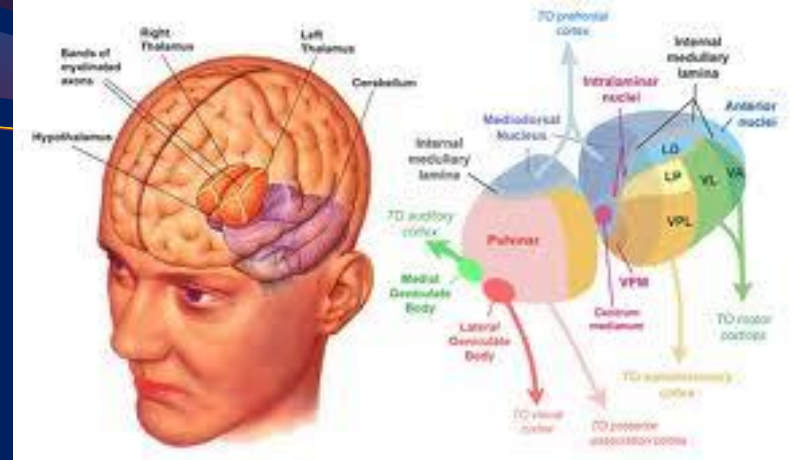
- hmotnost mozečku = 1/10 hmotnosti velkého mozku
- povrch mozečku je velký jako 3/4 plochy povrchu velkého mozku
- snad lze žít i bez mozečku
- neuropřenašeči: kyselina glutamová, kyselina asparagová, acetylcholin, GABA (kyselina gama-aminomáselná), taurin, glycin

## Funkce:

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



# TALAMUS



Spolu s epitalamem tvoří část **diencefala**

= je souborem senzorických, asociačních a nespecifických jader

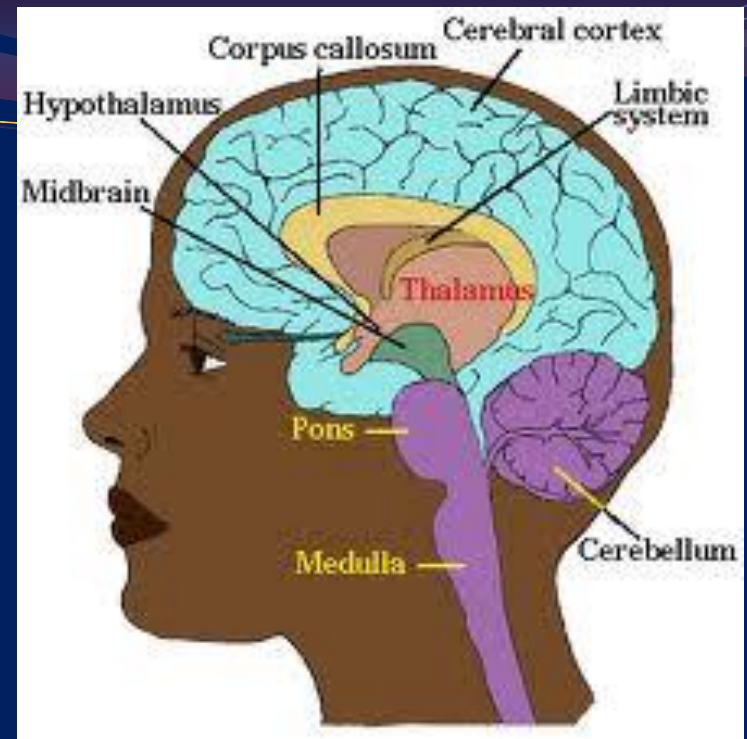
## Význam:

- 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

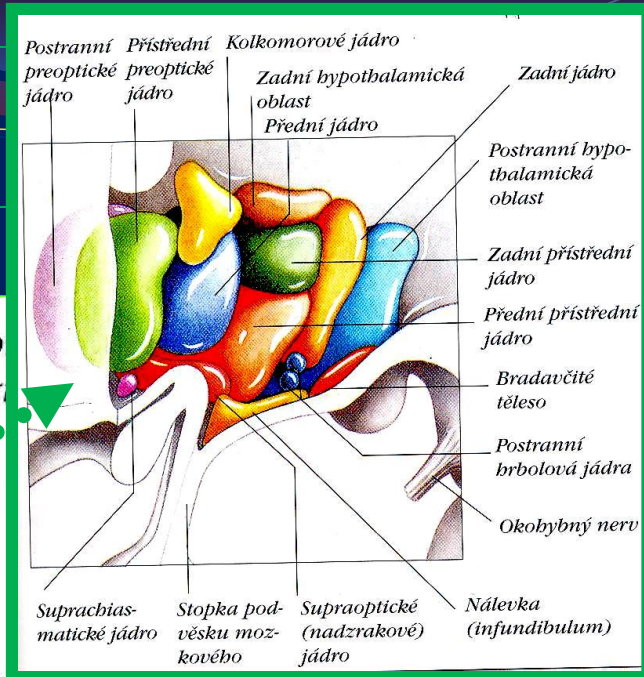
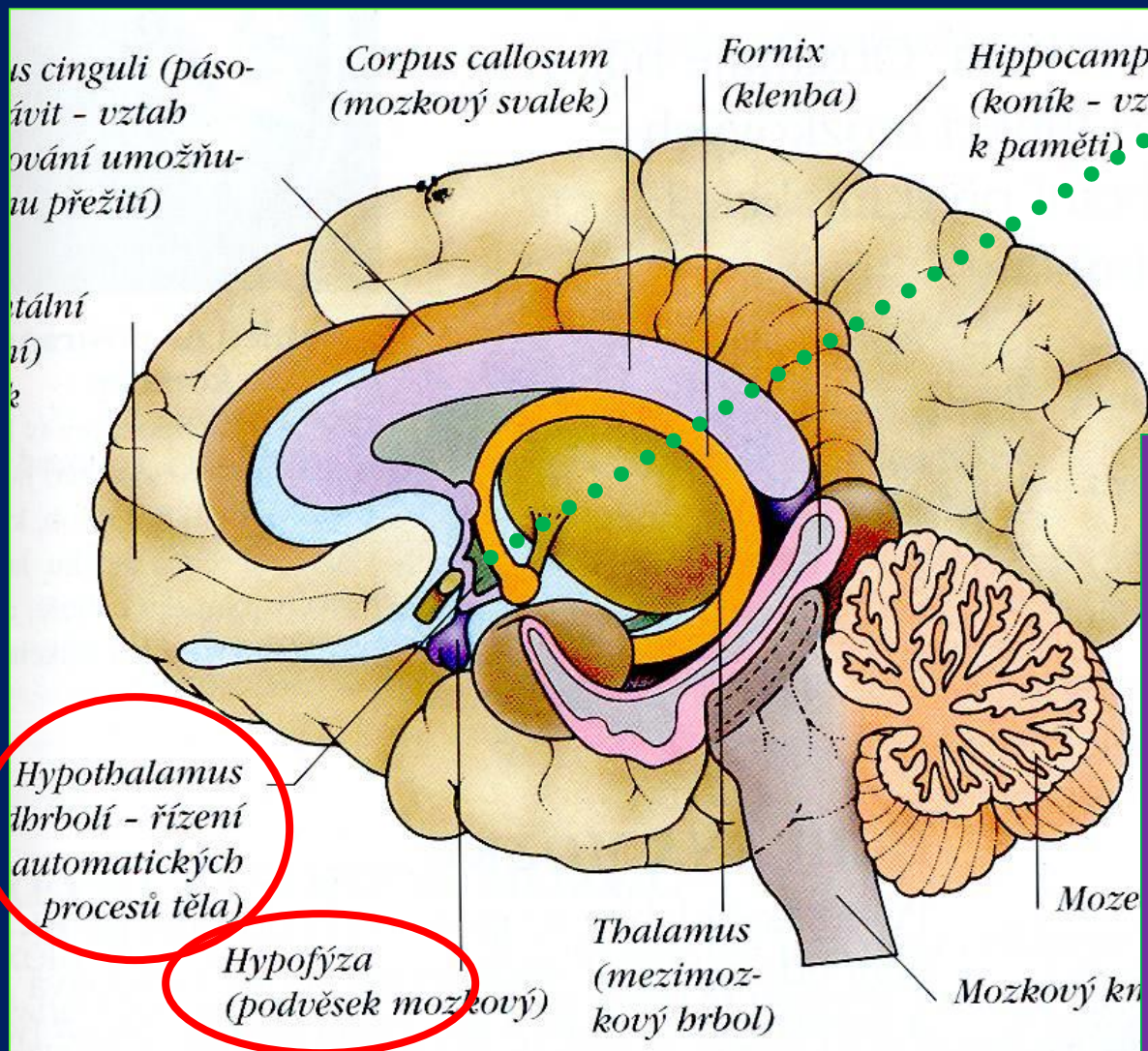
## Význam:

- 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:

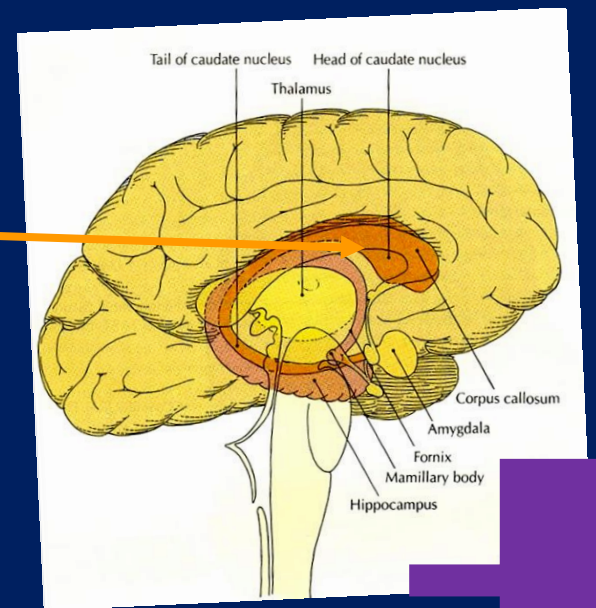
- teplotu,
- příjem potravy (hladu a sytosti)
- vodu a minerály
- krevní tlak,
- cyklus spánku-bdění
- činnost hormonů

# 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)

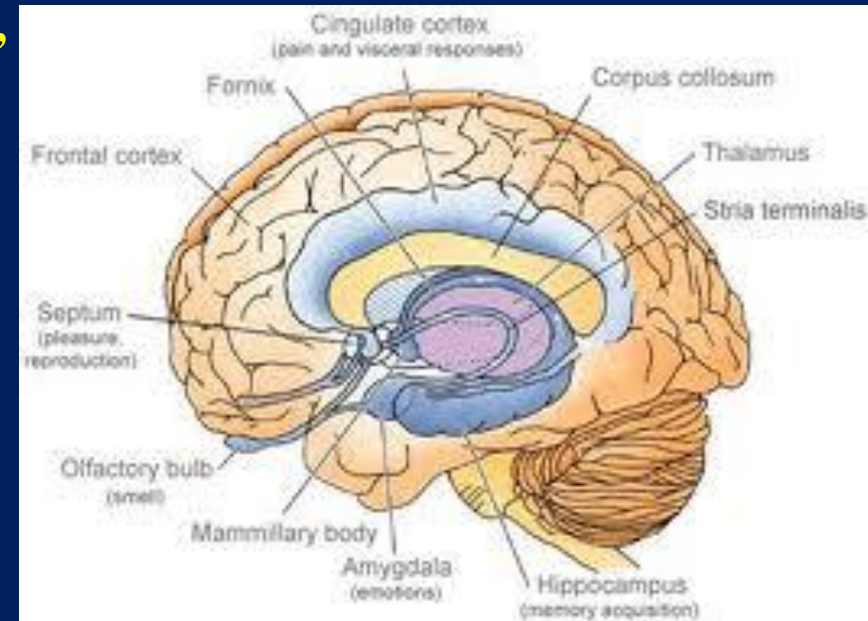
= čichový mozek a některé podkorové oblasti (**septum, corpus amygdaloideum, epitalamus, hippokampus**)

### 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

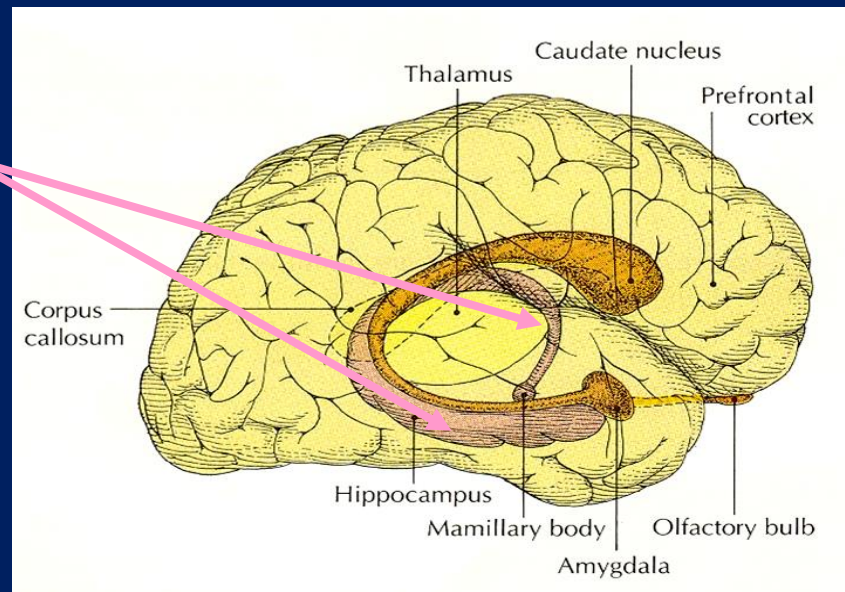




## Funkce:

- 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

### Limbický systém



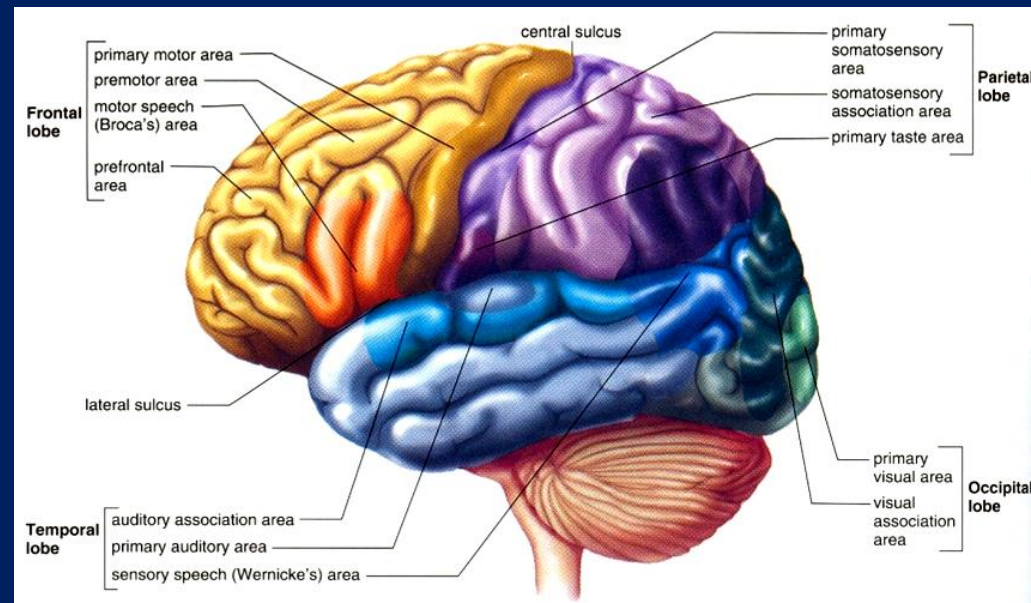


# Kůra velkého mozku

- 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

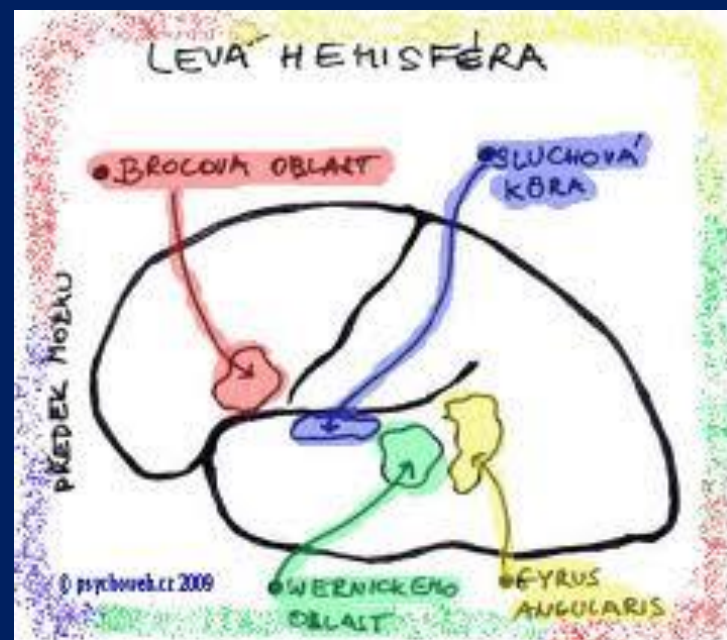
-Temporální oblasti (fronto-occipito...) **učení, paměť**

-Centra **řeči** :

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

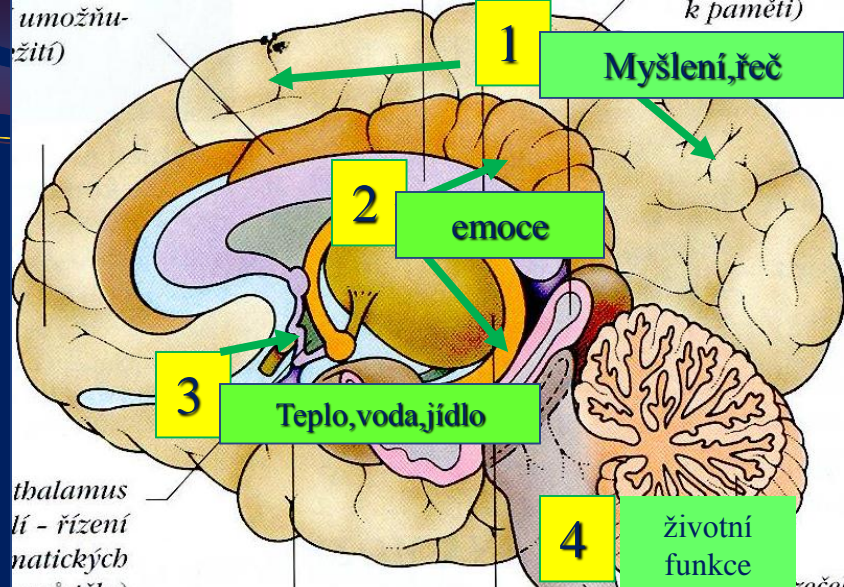
**senzorické Wernickeovo** (Wernickeho - receptivní, senzorická – afázie: nerozumí slovům, mluví plynule, ale nesmysly)

-**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><b>myšlení</b><br/><b>řeč</b><br/>cílený pohyb<br/>číst, psát<br/><b>trvalá paměť</b></p> <p>centra pohybu<br/>čítí, smyslu</p> | <p><b>emoce</b>, zlost<br/>pudy, instinkt<br/>zuřivost, vztek<br/>strach<br/><b>dočasná paměť</b></p> | <p><b>teplota</b><br/>příjem <b>potravy</b><br/><b>H<sub>2</sub>O</b>, minerály, TK<br/>hormony<br/>cyklus spánek</p> | <p><b>srdce</b>, <b>plice</b><br/>ostrážitost<br/>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)





# 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 :

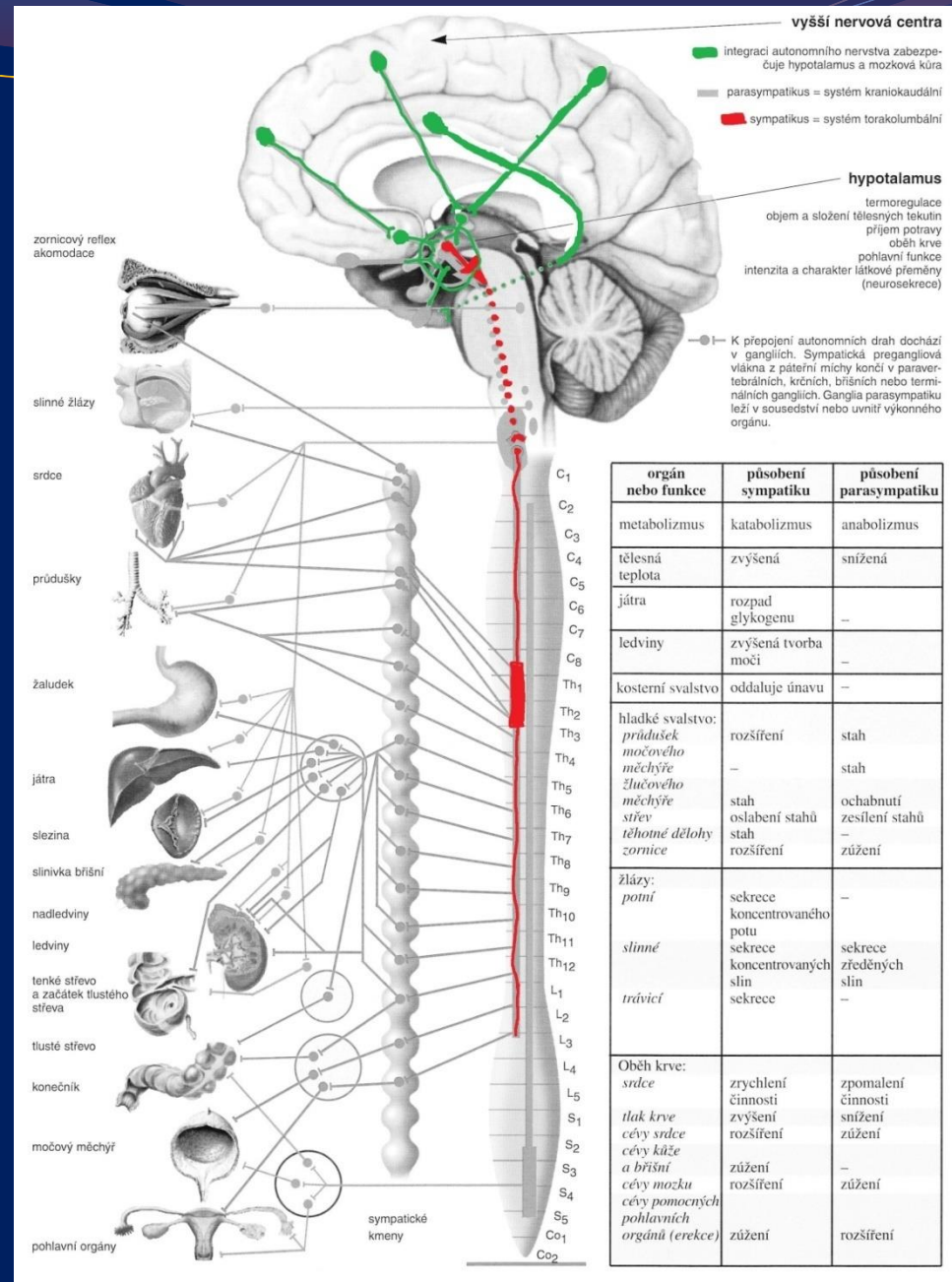
- **sympatikus**

- **parasympatikus :**

- **hlavová část**

- **sakrální část**

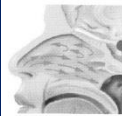
Většina orgánů inervovaná jak sympatikem tak parasympatikem (protichůdná funkce)



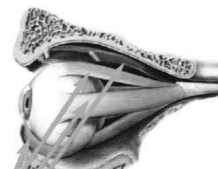
# Hlavové nervy

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

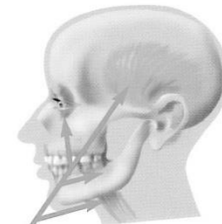
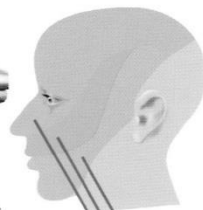
II. Nerv zrakový (*nervus opticus*) je tvořen výběžky gangliových buněk sítnice. Vede informace zrakovou.



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



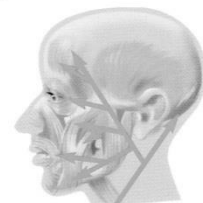
IV. Nerv kladkový (*nervus trochlearis*) je motorickým nervem pro zevní přímý okohybný sval.



V. Nerv trojklaný (*nervus trigeminus*) je tvořen jednak vlákny senzitivními, jednak motorickými. Senzitivní vlákna inervují oblast obličeje, sliznice dutiny ústní a nosní, dále oko a zuby. Motorická část inervuje žvýkáci svaly.

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

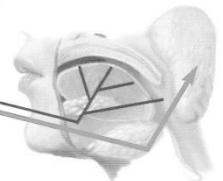
VII. Nerv lícní (*nervus facialis*) – jeho motorická vlákna inervují mimické svaly, sekreční vlákna vedou do podčelistní žlázy, senzitivní vlákna přivádějí chuťové podněty.



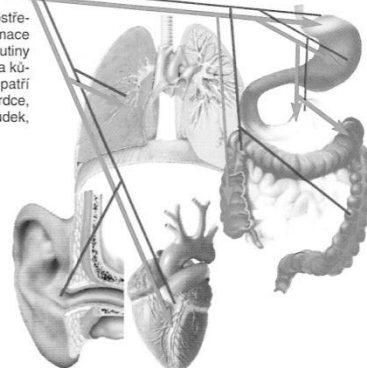
VIII. Nerv sluchový a rovnovážný (*nervus vestibulocochlearis*) má dvě samostatné části: nerv předsiňový, který přivádí vzruchy z čidla rovnováhy, a nerv hlemýžďový, který vede sluchové informace.



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



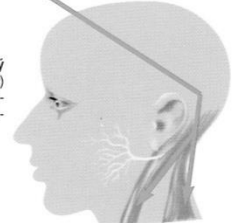
X. Nerv bloudivý (*nervus vagus*) – dostředivá vlákna přivádějí do CNS informace z celého dýchacího ústrojí, orgánů dutiny hrudní a břišní, ze zevního zvukovodu a kůže ušního boltce, odstředivá vlákna patří převážně parasymptiku a inervují srdce, svalovinu průdušek a průdušnice, žaludek, střevo, játra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



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



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

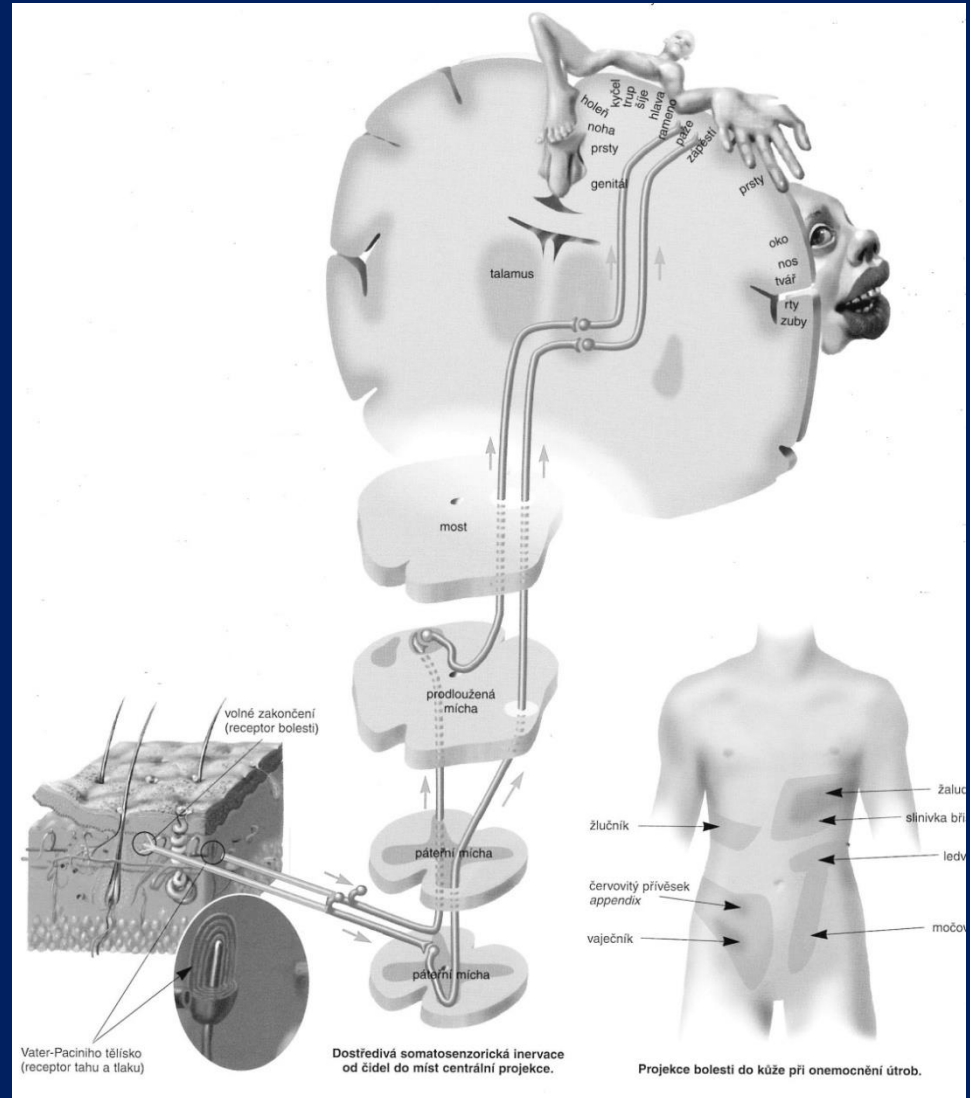




| Hlavový nerv |                            | Senzorická funkce  | Motorická funkce  | Vegetativní funkce                                      |
|--------------|----------------------------|--|---|---|
| I            | Nervus olfactorius         | Čichové informace  | -   | -   |
| II           | Nervus 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 žvýkací 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

- Vždy něco patologického
- Dělí se na :

centrální

útrobní

somatická

- Charakter bolesti :

- palčivá
- píchavá
- tepavá
- tlaková
- křečovitá

hluboká

povrchní

# 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**

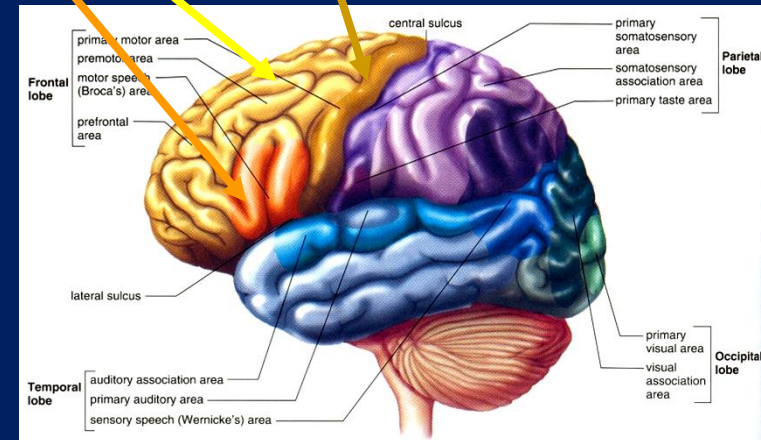
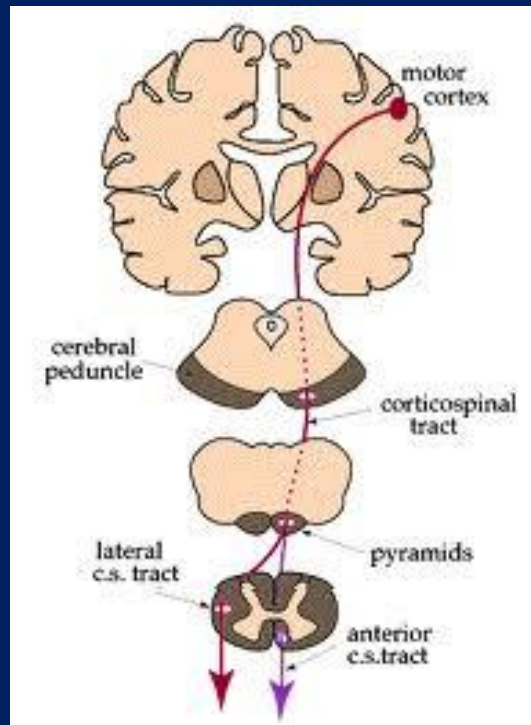
Fantomova bolest

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



# Spánek a jeho funkce

= 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

