

# ***Nervový systém – přehled funkcí***

## **Jednobuněčný organismus**

- Jedna buňka musí vykonávat vše - nižší efektivita
- Závislost na vlastnostech vnějšího prostředí
- Vysoká míra stresu
- Krátká doba přežití

## **Mnohobuněčný organismus**

- Buněčná specializace – vyšší efektivita
- Vnitřní prostředí – homeostáza
- Nižší míra stresu
- Delší doba přežití

# Význam a regulační povaha nervového systému

- **K přežití mnohobuněčných organismů je nutné**

- Udržovat homeostázu
- Koordinovat tělesné funkce

- **K udržení homeostázy je nutné udržovat**

- Složení vnitřního prostředí
- Integritu (neporušenost) tkáňových/orgánových/tělesných bariér

- **K přežití mnohobuněčných organismů je nutné**

- Přijímat signály z vnějšího a vnitřního prostředí
- zpracovávat informace z těchto signálů
- Koordinovaně odpovídat na tyto podněty

# Význam a regulační povaha nervového systému

- **Regulace - základní 2 typy**

- *Nervová*

- *Humorální*

Centrální nervový systém významně ovlivňuje všechny typy regulací

## **Regulace humorální**

- Chemický působek
- Nespecifický kanál vedení „využití stávající infrastruktury“
- Specifická dána přítomností receptoru na cílové buňce
- Energeticky nenáročná
- Pomalý nástup účinku
- Trvání účinku - dlouhé

## **Regulace nervová**

- Neurotransmitter
- Specifický kanál vedení
- Specifická dána infrastrukturou
- Energeticky náročná
- Rychlý účinek
- Trvání účinku - krátké

**ANTICIPACE - umění předvídat**

## **Stavba nervové soustavy**

### **•Neurony**

–Příjem, integrace a šíření informace

### **•Neuroglie (astrocyty, oligodendrocyty, mikroglie, ependymální buňky)**

–Podpůrná činnost

### **•Počet neuronů cca. 100 miliard**

### **•Poměr neuron/glie**

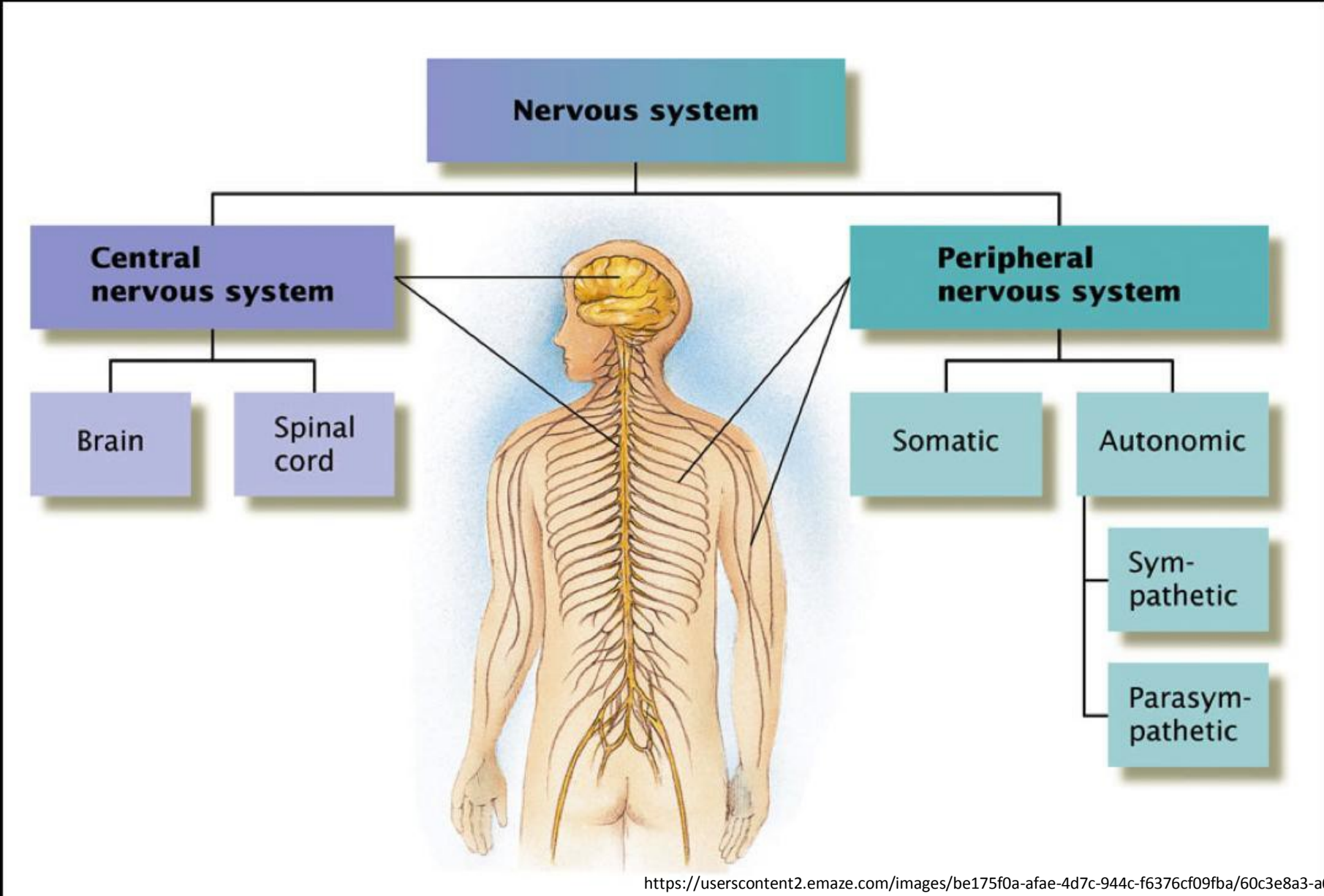
–1/10 - 50 (Principles of Neural Science, 4th ed., 2012)

–1/1 (Nolte s Human Brain, 7th ed., 2015)

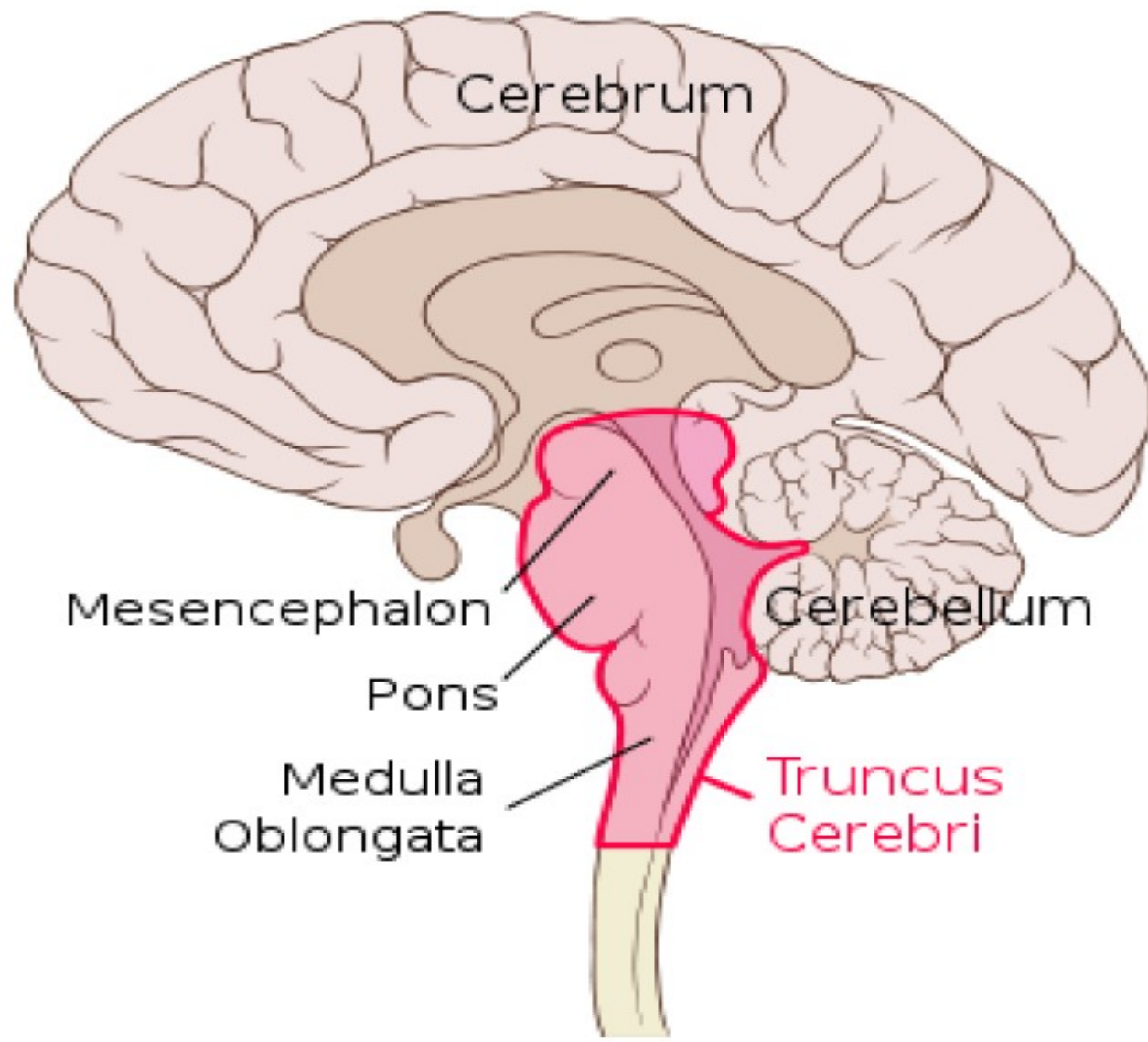
**Díky hematoencefalické bariéře a podpůrné činnosti neuroglie je udržována homeostáza ve velmi úzkém rozmezí**

**Vysoký stupeň organizace CNS a regulace umožňuje žít neuronům po celý život jedince!**

# Stavba nervové soustavy







Cerebrum

Mesencephalon

Pons

Medulla  
Oblongata

Cerebellum

Truncus  
Cerebri

# Funkce prodloužené míchy

# INTEGRACE REGULACÍ V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU

***Centrum kardiomotorické*** (pro regulaci srdeční činnosti)

- Rami cardiaci n. vagi x nn. cardiaci

**Kardioinhibiční centrum:** prodloužená mícha (ncl.dorsalis, ncl. ambiguus) – parasympatická vlákna X.hlavového nervu

: je stále aktivní – tzv. vagový tonus

Účinky: „negativní“ – snížení frekvence srdce, snížení kontraktility

# INTEGRACE REGULACÍ V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU

***Centrum kardiomotorické*** (pro regulaci srdeční činnosti)

- Rami cardiaci n. vagi x nn. cardiaci

**Kardioexcitační centrum:** není přesná lokalizace, předpoklad: retikulární formace laterální části prodloužené míchy – spinální centra sympatiku v segmentech Th1-Th3; nn.cardiaci

Účinky: „pozitivní“ – zvýšení frekvence srdce, zvýšení kontraktility

# INTEGRACE REGULACÍ V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU

***Centrum vazomotorické*** (pro regulaci činnosti cév)

Rozprostřeno v oblastech prodloužené míchy

- ✓ *Presorická* oblast (aktivace rostrální a laterální části – vazokonstrikce, zvýšení tlaku krve; stále aktivní, zodpovědné za cévní tonus)
  
- ✓ *Depresorická* oblast (aktivace mediokaudální oblasti – vazodilatace, pokles tlaku krve)

# INTEGRACE REGULACÍ V KARDIOVASKULÁRNÍM SYSTÉMU

- Kardiovaskulární centra jsou ovlivněna informacemi z periferie a jiných oblastí CNS:
  - z retikulární formace mostu, mezencefala a diencefala
  - z hypothalamu (zadní hypothalamus má vztah k sympatickému NS)
  - z mozkové kůry – motorická oblast - regulace průtoku kosterními svaly; v souvislosti s emocemi

cast centralního systému, která se uplatňuje pri regulaci krevního oběhu, dýchání, trávení (reflexy zvracení a polykání)

- obsahuje komplex struktur označovaných jako dýchací centrum, které se podílejí na regulaci dýchání
- centra obranných reflexů (kýchání, kašláni)

**reflex kašle** – zprostředkováván 10. hlavovým nervem, jehož vlákna inervují i mezižeberní svaly, při podráždění jsou vzruchy přeneseny i na sval

**reflex kýchání** - obdobný jako reflex kašle, ale ještě je inervován i trigeminem → podráždění i svalů hltanu a hrtanu

- podílí se na mimice obličeje, fonaci a společně s mozečkem na rovnováze

- reflex zvracení

aktivuje se vzruchy z receptorů trávicí trubice, které reagují na chemorecepční zóny (např.: změna pH)

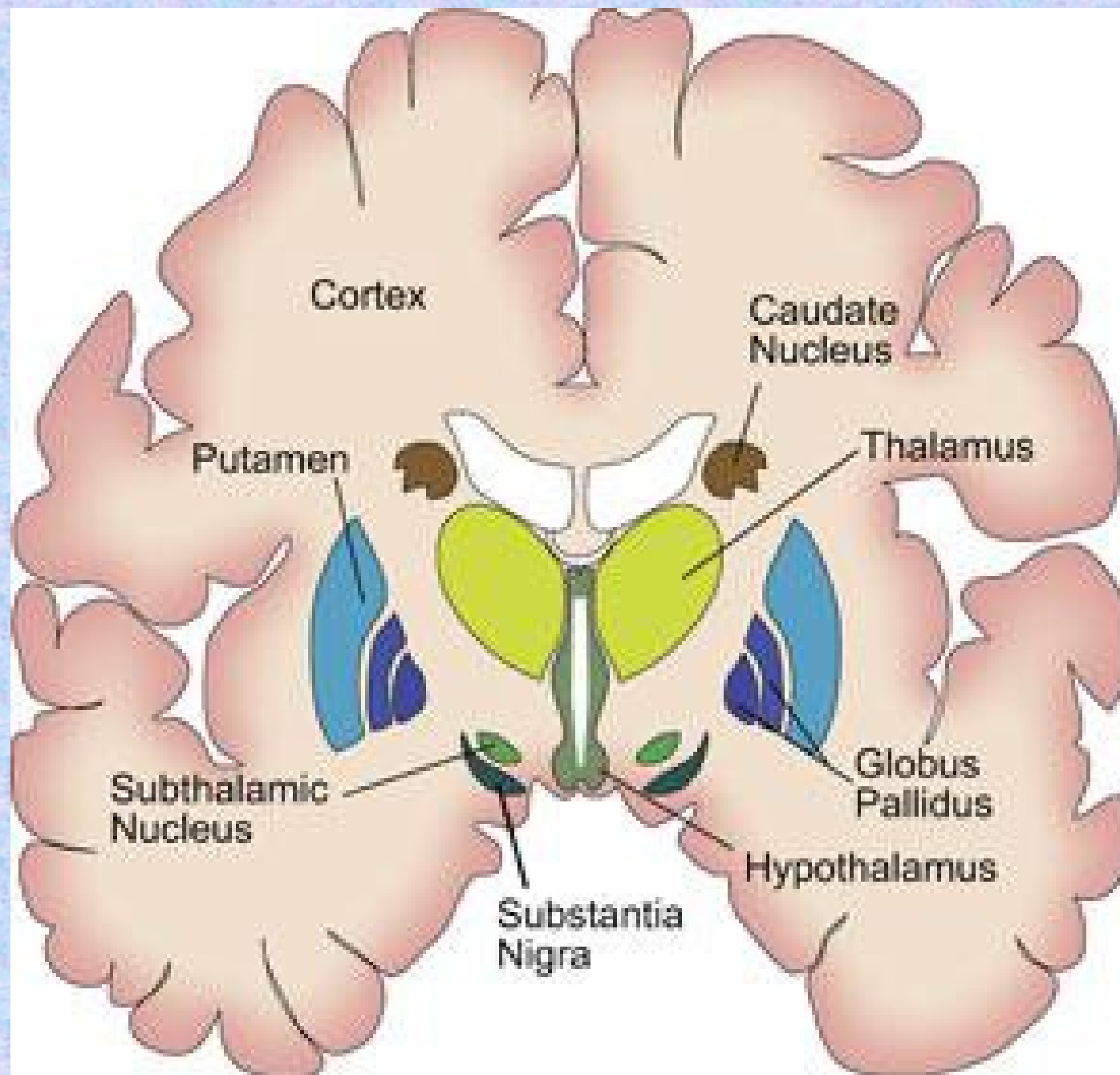
toto zvracení, které vychází z oblongaty, se nazývá **centrální zvracení** a protože vychází z chemické změny, dá se ovlivnit centrálními emetiky (léky)

**periferní zvracení** vychází z mechanického podráždění



# FUNKCE BAZÁLNÍCH GANGLIÍ

- součástí šedé hmoty koncového mozku zevně od thalamu. Jedná se o vývojově staré struktury.
- uplatňují se při vytváření a řízení pohybu, podílejí se také na kognitivních funkcích a funkcích limbického systému.
- bazální ganglia jsou zapojena do okruhu. Obecné schéma je: **kůra → vstupní bazální ganglion → výstupní bazální ganglion → thalamus → kůra**. Rozdělení bazálních ganglií podle zapojení





# Zapojení bazálních ganglií

## **vstupní (input) bazální ganglia:**

přijímají informace z mozkové kůry;

jejich neurony jsou inhibiční (mediátor GABA);

corpus striatum (ncl. caudatus, putamen, striatum ventrale = ncl. accumbens septi);

## **•výstupní (output) bazální ganglia:**

vysílají informace přes thalamus do mozkové kůry či přímo do mozkového kmene (retikulární formace);

jejich neurony jsou také inhibiční (GABA);

globus pallidus medialis, pallidum ventrale (→ kůra) a substantia nigra, pars reticularis (→ kmen);

## **•vmezeřená (intrinsic) bazální ganglia:**

- převádějí informace mezi vstupními a výstupními jádry v tzv. nepřímé dráze;

globus pallidus lateralis (inhibiční neurony –GABA);

ncl. subthalamicus (excitační neurony –glutamát);

- modulují aktivitu corpus striatum a přímé/nepřímé dráhy prostřednictvím dopaminu –pars compacta substantiae nigrae.

# Bazální ganglia

***Motorická centra schopná***

***- regulovat  
a koordinovat motoriku***

***(ptáci)***

# Transmitery bazálních ganglií

<b>Transmitter</b>	<b>Lokalizace a vztahy</b>
<b>Glutamat ↑</b>	<b>Neurony</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- kortikostriální</li><li>- thalamostriální</li><li>- subthalamické</li></ul>
<b>GABA ↓</b>	<b>Projekční neurony striata, pallida, subst. nigra, pars retikulární</b>
<b>Dopamin</b>	<b>Subst. Nigra</b> Aktivace přes D2 receptory GABA/substance P-neurony blok přes D3 receptory GABA/enkefalin-neurony
<b>Acetylcholin</b>	<b>Interneurony striata, excitační muskarinový účinek</b>

# Bazální ganglia

## ***Syndrom hypokineticko-hypertonický - Parkinson***

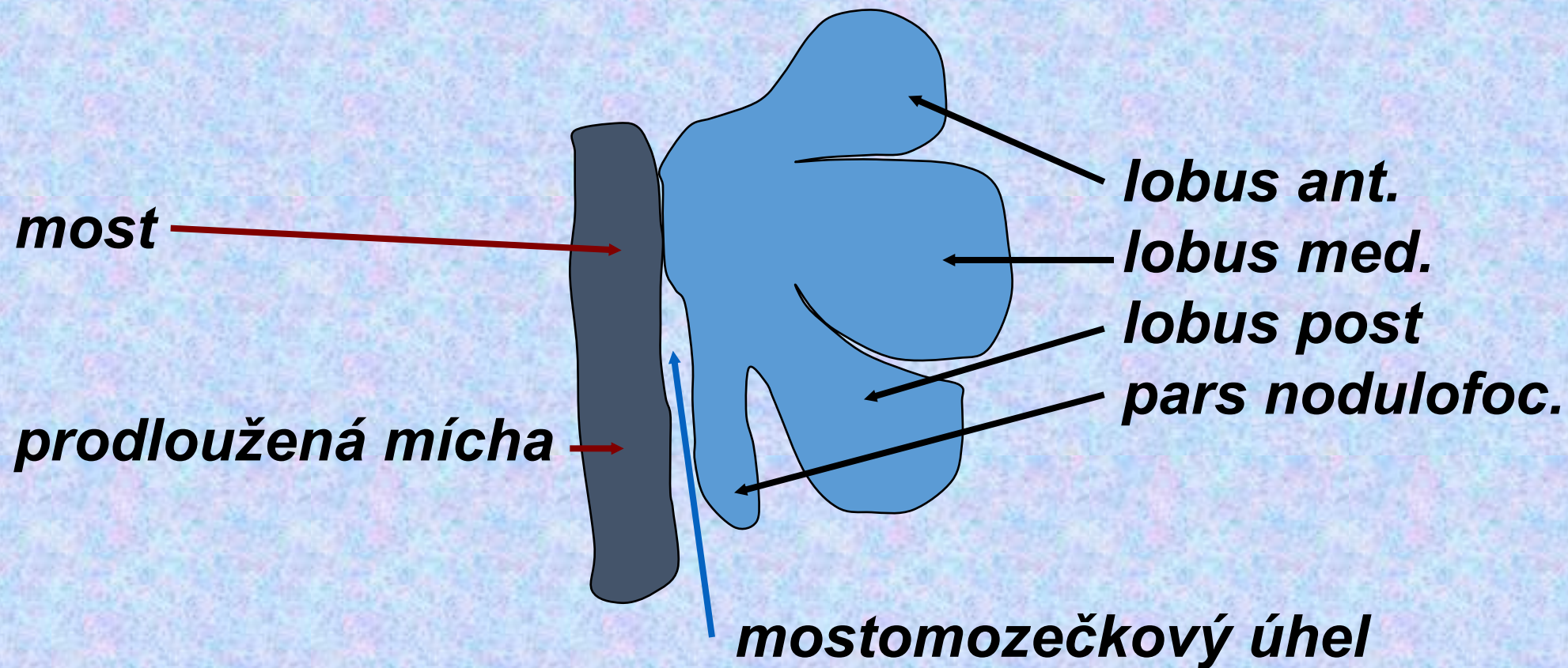
- ***bradykineze – zpomalené pohyby***
- ***mikrografie – malé písmo***
- ***chudá mimika***
- ***hrubý klidový třes***
- ***zvýšený svalový tonus***
- ***skrčené držení těla***

## ***Fukce dopaminu***

# FUNKCE MOZEČKU



# Mozeček - cerebellum



- zajišťuje koordinaci pohybů (jemných, přesných, rychlých) a udržování rovnováhy. Jeho činnost je podvědomá. Na rozdíl od hemisfér předního mozku kontrolují hemisféry mozečku stejnolehrou část těla (levá levou a pravá pravou). Svou modulační činností navíc ovlivňuje i poznávací funkce (např. zpracování vizuálních (zrakových) informací, myšlení) a řeč.

# Mozeček - funkce

***Cílená motorika***

***Udržování základního svalového tonu***

***Udržování rovnováhy***

***Koordinace***

***Korektura reflexů***

***Sensomotorická paměť***

***Svalová paměť***

# Mozeček - poruchy

***Chůze o široké základně***

***Intenční třes***

***Dysmetrie***

***Dysartrie***

***Procesy v mostomozečkovém úhlu***

# FUNKCE MOZKOVÉ KŮRY

- povrch koncového mozku (telencephala) kryjící bílou hmotu hemisfér. Jsou zde uloženy především těla neuronů CNS

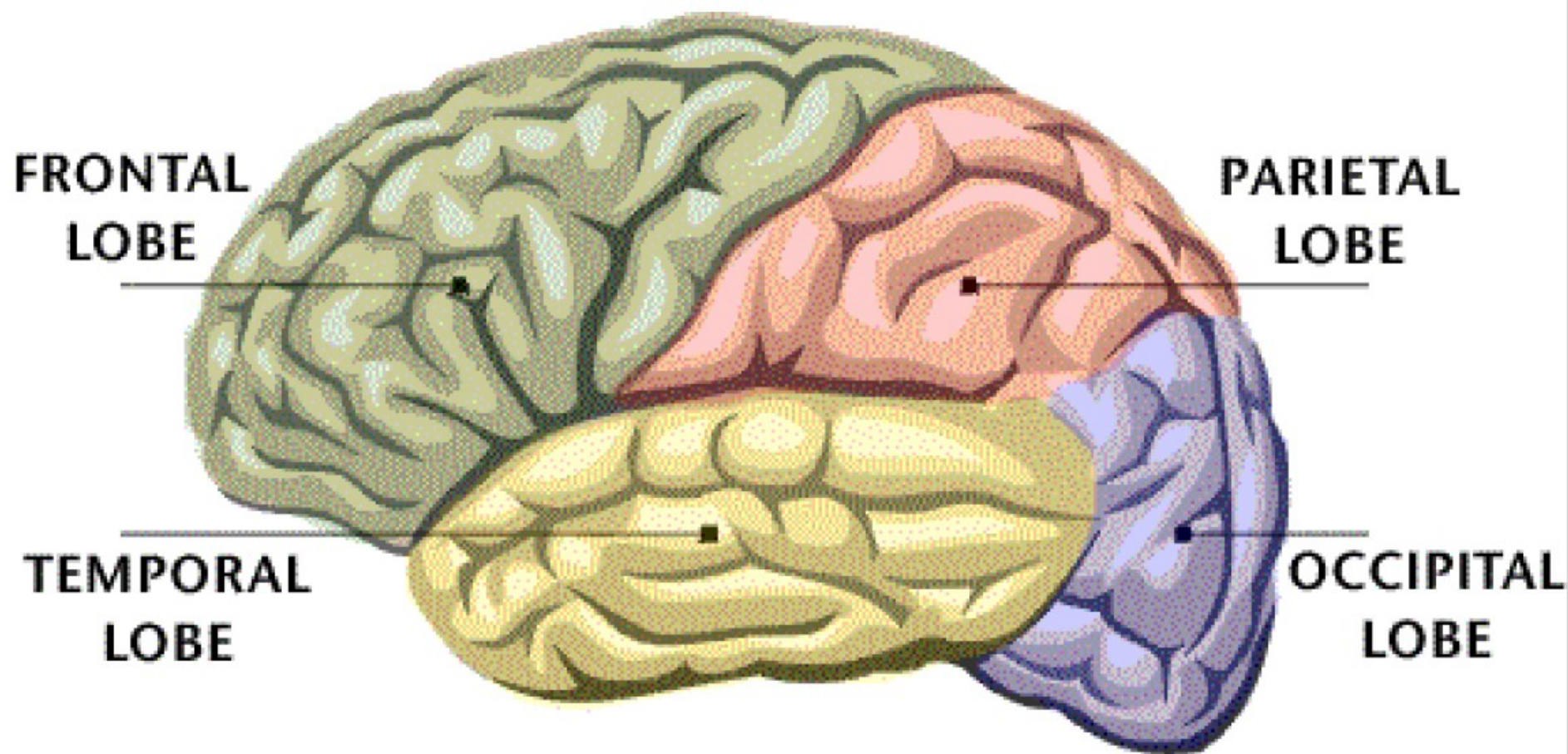
Z hlediska vývoje lze rozdělit mozkovou kůru na *paleocortex*, *archicortex* a *neocortex*.

*Allocortex* je označení pro vývojově starší struktury, tedy *paleocortex* a *archicortex*. Charakteristické pro tyto oblasti je, že lze rozeznat pouze 3 buněčné vrstvy.

**Paleocortex** se nachází ve funkční korové oblasti pro čich.

**Archicortex** je uložen v hloubce temporálního laloku a na jeho dolním okraji, kam migroval během vývoje z původního uložení na mediální ploše hemisféry. Funkčně je zapojen do limbického systému.

**Neocortex** je vývojově nejmladší



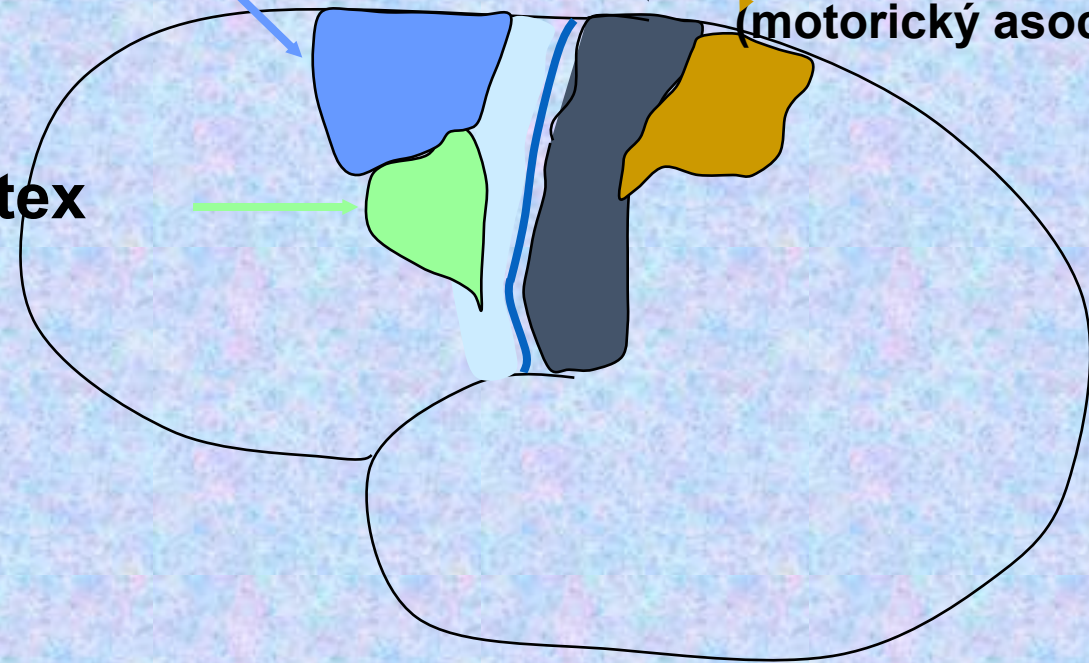
**Primární motorický kortex**

**Primární sensorický kortex**  
(primární somato-sensorický kortex)

**Suplementární motorická area**

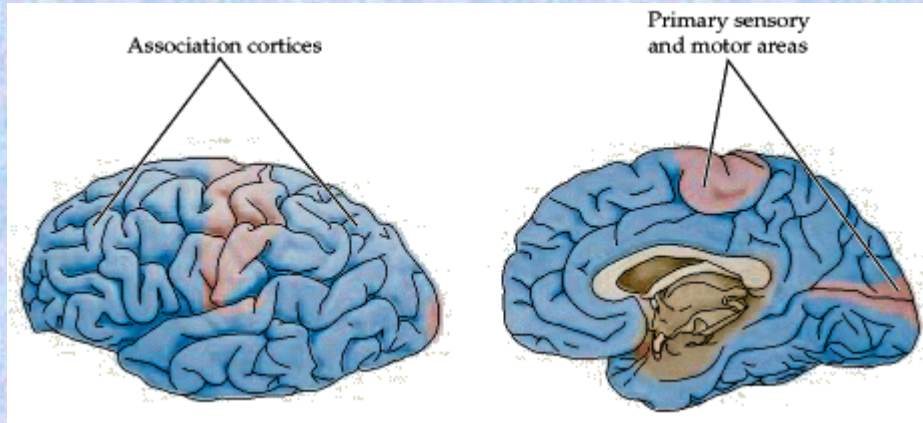
**Posteriórní parietální pole**  
(motorický asociační kortex)

**Premotorický kortex**





# Mozková kůra

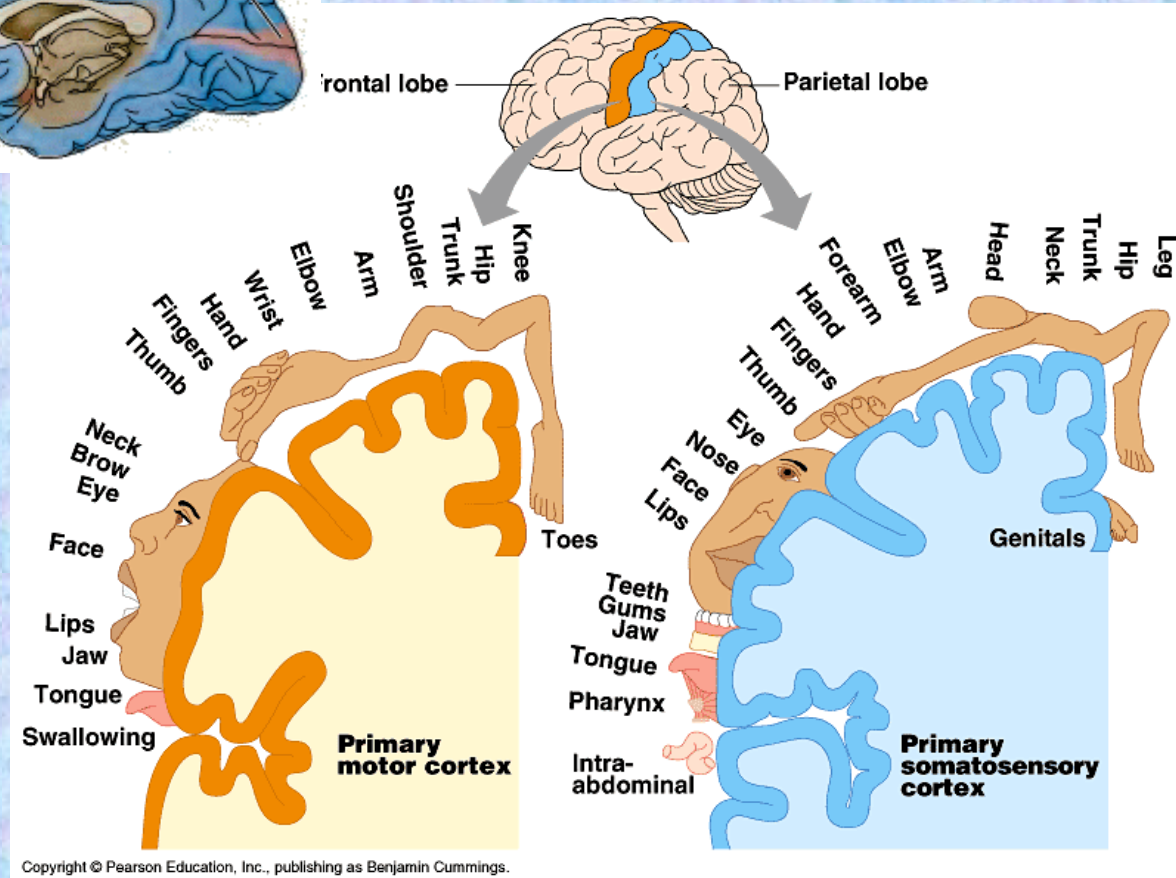
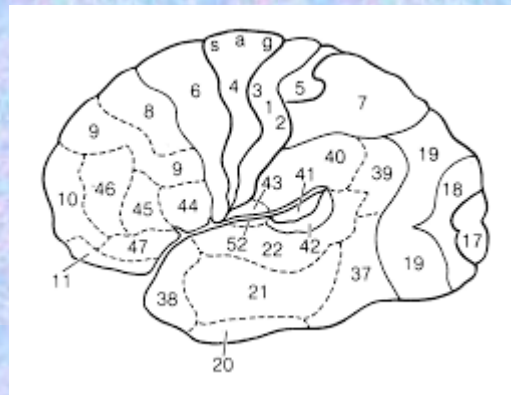


## Primární oblasti

✓ Somatotopické uspořádání

## Asociační oblasti

✓ Nemají somatotopické uspořádání



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

# Funkce mozkové kůry

## Frontální lalok (FL)

- ✓ Chování
- ✓ Pohyb
- ✓ Řeč

## Parietální lalok (PL)

- ✓ Senzitivní aferentace
- ✓ Uvědomění si celkového tělesného schématu
- ✓ Vizualně prostorové vztahy
- ✓ Pozornost

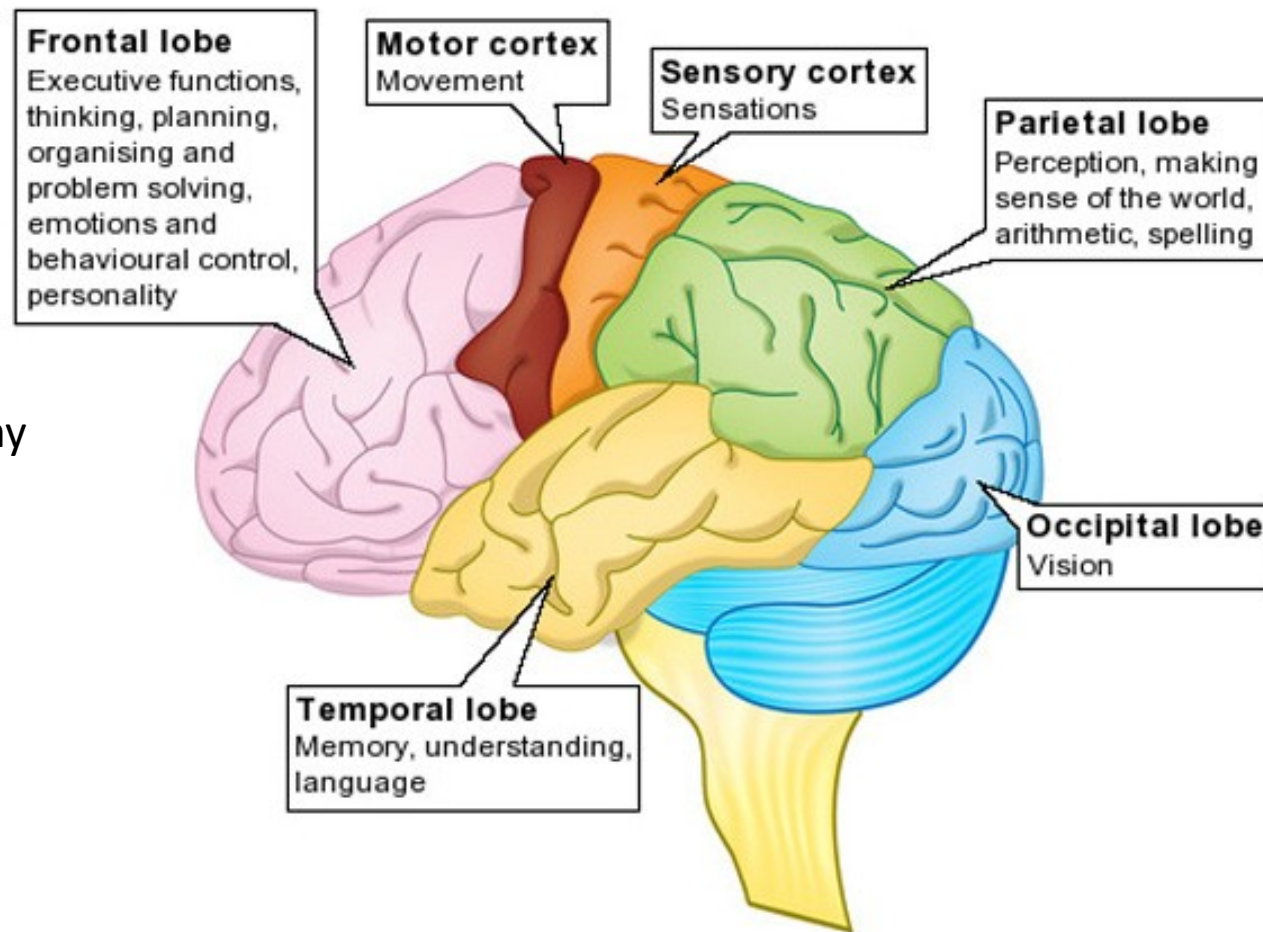
## Okcipitální lalok (OL)

- ✓ Zrakové vnímání

## Temporální lalok (TL)

- ✓ Řeč
- ✓ Sluch
- ✓ Paměť
- ✓ Limbický systém

- Afektivita
- Sexualita



**Proces**

**Modul**

**Neuronální  
substrát**

**Stimul  
Motivace**

**senzorický  
stimul**

**interní, volní  
stimul**

**emoční  
stimul**

**senzorika  
limbický systém**

**Ověření stimulu  
kortex  
Strategie provedení**

**plán**

**asociační**

**Příprava provedení  
Výstupní taktika  
kortex  
Stanovení pohybových  
parametrů**

**program**

**bazální ganglia**

**motorický**

**vyplnění**

**mozeček  
pyramidové dráhy  
spinální nervy  
svaly**



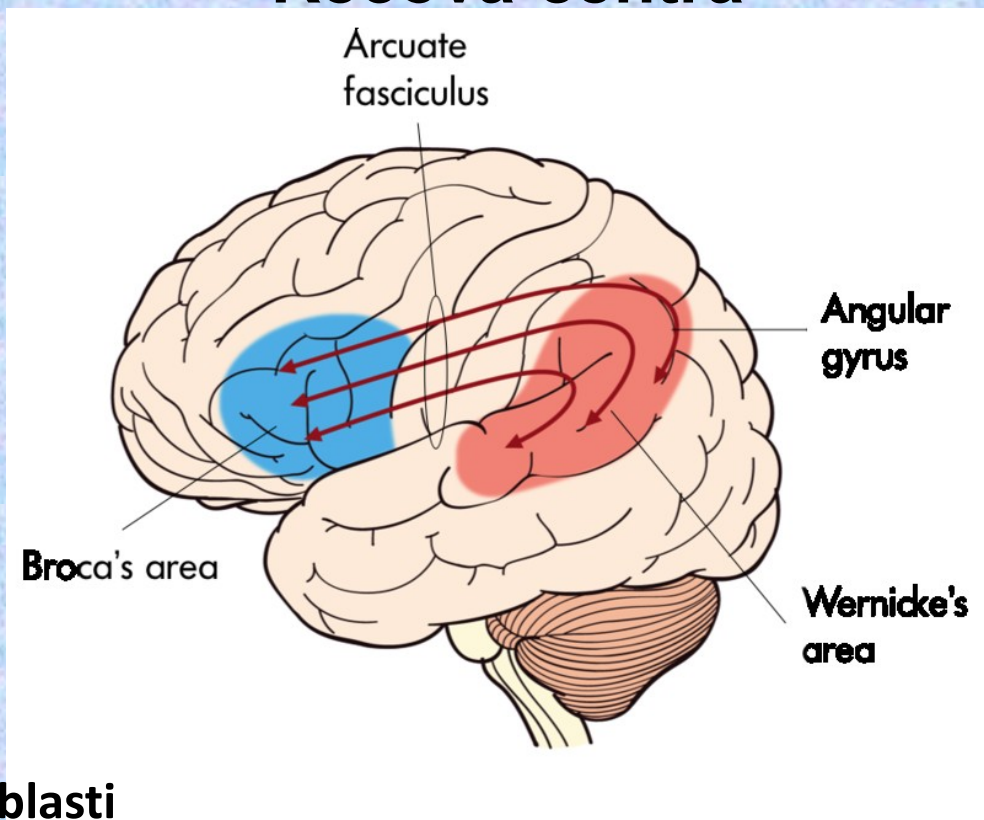
# Vyšší nervová činnost

Dříve označována jako 2.signální soustava

Stimulem je SLOVO

Nejvyšší forma komunikace je u člověka = ŘEČ

# Řečová centra



## Dvě hlavní řečové oblasti

- Brocova oblast (motorická)
  - ✓ navazuje na motorický kortex
- Wernickeova (senzorická)
  - ✓ navazuje na sluchovou oblast
- Fasciculus arcuatus
  - Kondukční afázie
    - ✓ Poškození fasc. arcuatus
    - ✓ Pacient rozumí i mluví
    - ✓ Problém zopakovat slyšené
  - Dysartrie
    - ✓ Problém s artikulací
    - ✓ Vážně ovládání hlasivek atd.

# Paul Broca (1824 – 1880)



- Francouzský chirurg
- V roce 1851 provedl pitvu pacienta, který trpěl poruchou řeči
  - Rozuměl všemu
  - Byl schopen pouze vydat zvuk „tan“
- Broca při pitvě zjistil, že pacientovi chybí v dolní části levého frontálního laloku
- Mluvíme pomocí levé hemisféry“
- Brocova afázie
  - ✓ Motorická, expresivní
  - ✓ Pacient rozumí, ale není schopen artikulovaně mluvit

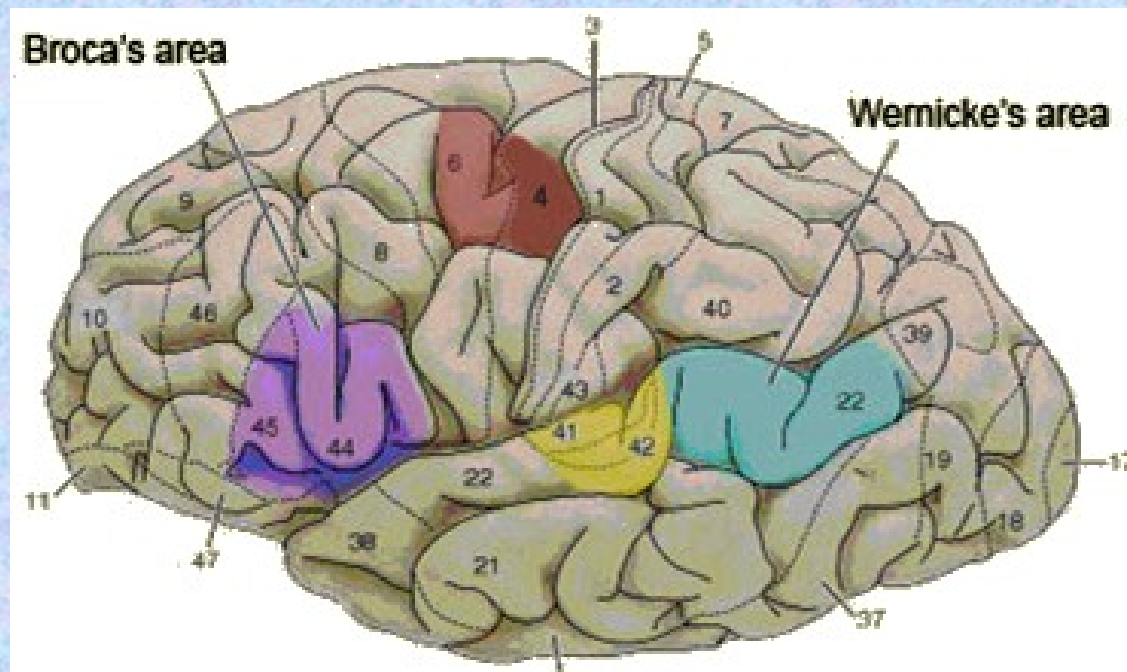
# Carl Wernicke (1848-1905)



- Německý neurolog a psychiatr
- V roce 1874 popsal v práci o anatomii poruch řeči druhou klíčovou řečovou oblast
  - Zadní část levého temporálního laloku
  - Porozumění obsahu řeči
- Wernickeova afázie
  - ✓ percepční, sensorická
  - ✓ neschopnost rozumět, řeč plynulá avšak není smysluplná



# Brocovo řečové centrum



## Area 45

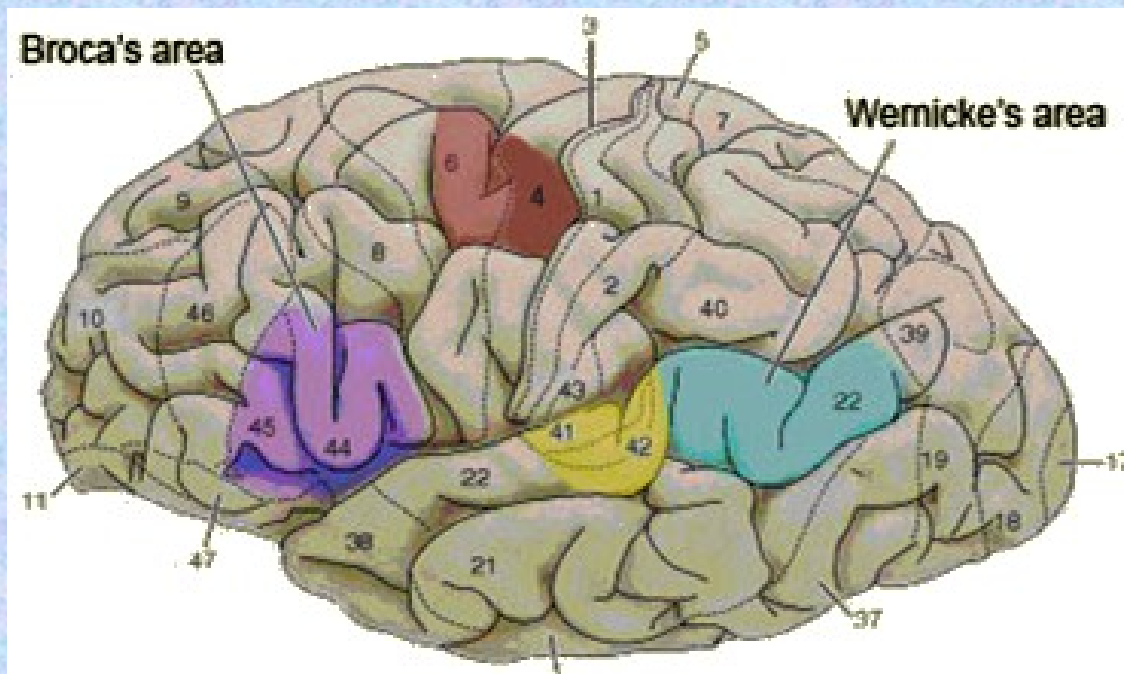
- ✓ Sémantické zpracování  
„výběr vhodných slov a manipulace s nimi v kontextu dané úlohy“

## Area 44

- ✓ Fonologické zpracování a produkce řeči  
„výběr a aktivace příslušných částí primárního motorického kortexu“



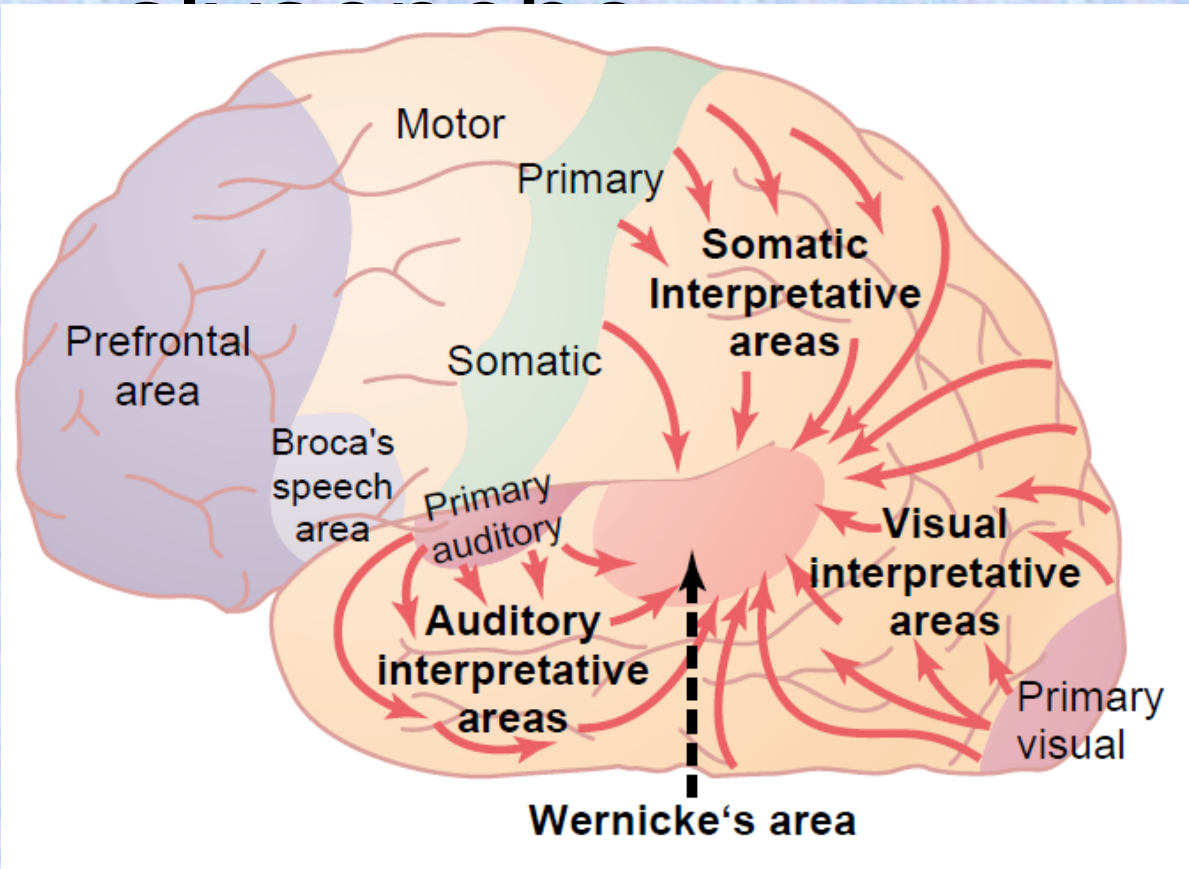
# Wernickeovo řečové centrum



## Area 22

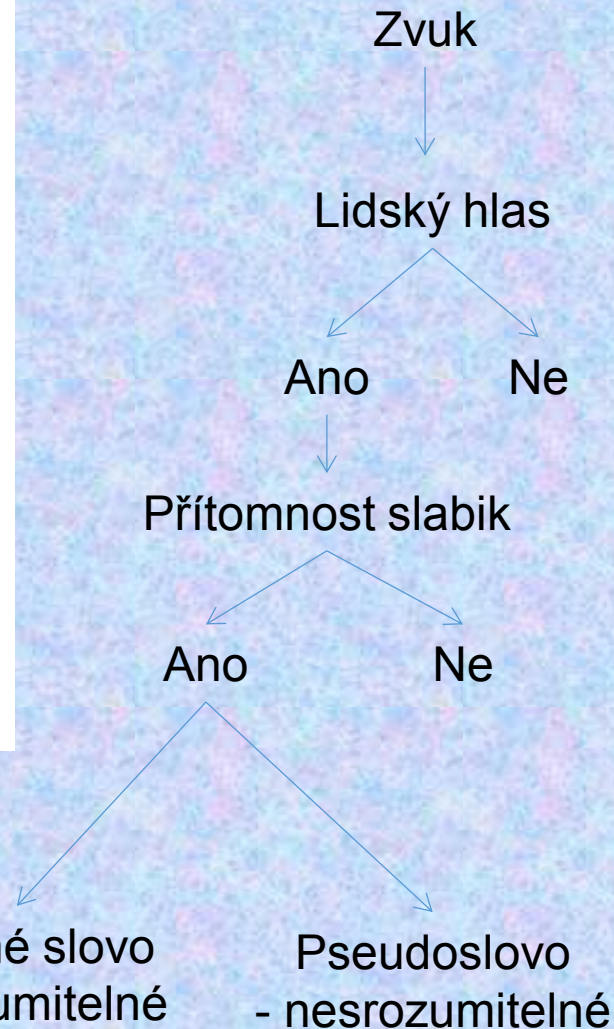
- ✓ Obsahuje tři podoblasti
  1. Podoblast – aktivována jak mluveným slovem (cizím i vlastním), tak jinými zvuky
  2. Podoblast – aktivována cizím mluveným slovem a při vybavování naučené sekvence slov
  3. Podoblast – zapojena do produkce řeči

# Algoritmus zpracování

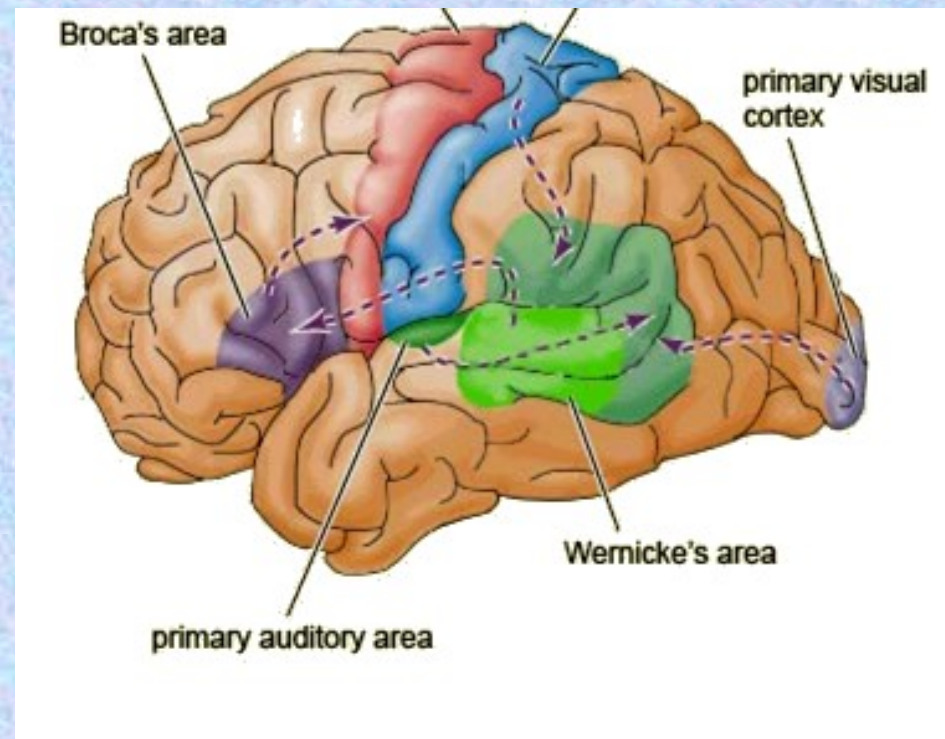
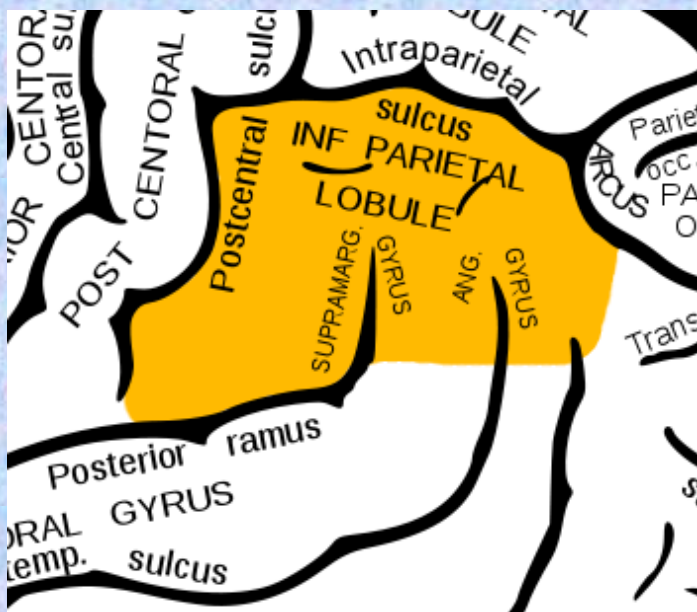


Na vnímání i produkci řeči se podílí

- ✓ Wernickeova oblast
- ✓ Brocova oblast
- ✓ P-O-T asociační oblast



# Lobulus parietalis inferior



## Gyrus supramarginalis

- ✓ Zpracování fonologické a artikulační stránky slyšeného slova

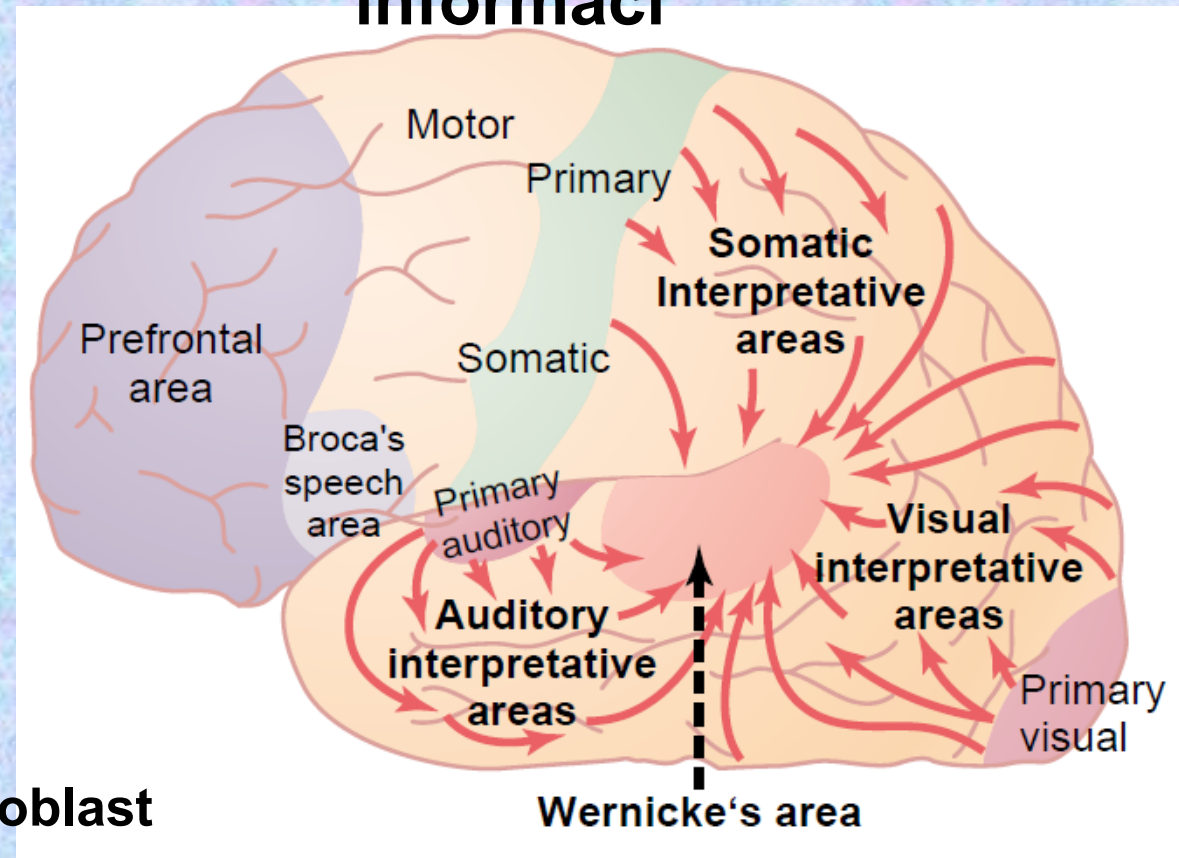
## Gyrus angularis

- ✓ Zpracování sémantické stránky slyšeného slova

Četné spoje s Brocovou a Wernickeovou oblastí (komunikace do trojúhelníku)

**Integrace sluchových, zrakových a somatosenzorických informací**

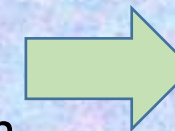
# Integrace sluchových, zrakových a somatosenzorických informací



## P - O - T asociační oblast

### Lobulus parietalis inferior

- Přiřazování významu slyšeným zvukům
- Přiřazování významu viděným objektům
- Přiřazování významu somatosenzorickým vstupům
- Přiřazování významu mluvenému/čtenému slovu



**Klasifikace**

# Lobulus parietalis inferior

- Jedna z posledních oblastí, které se vyvíjí v průběhu evoluce i individuálního vývoje
- V rámci individuálního vývoje dozrává mezi 5.-6. rokem života
  - Důsledkem toho dítě obvykle nemůže dřív aktivně číst (pochopit význam textu, který čte)
- Funkce mozku, které se podílí na řeči se podílí na vzniku řeči se také podílí na tvorbě vnitřních klasifikací
- Díky tomu řeč („mluvená i vnitřní“) umožnila hlubší (abstraktní) myšlení a vznik kultury
- Mezníky vývoje lidské kultury jsou vázány na vývoj šíření informací
  - ✓ Mluvená řeč
  - ✓ Vznik písma
  - ✓ Vznik knihtisku
  - ✓ Vznik internetu

# Funkční asymetrie kory

## kora parieto-temporo-okcipitální

asymetrie

**pravák:**

**převážně levá část kory – dominantní**

**převážně pravá část kory – subdominantní**

# Funkční asymetrie kory

**Pravák:**

**Levá část kory – dominantní**

- motorika řeči
- porozumění řečenému, čtenému
- logické uvažování (řešení abstraktních úloh  
– např. matematické rovnice)
- verbální paměť

# **Funkční asymetrie kory**

**Pravák:**

**Pravá část – subdominantní**

- předpoklady k prostorové orientaci
- vizuálně-akustická paměť, hudba



## **Funkční asymetrie kory**

**Obě hemisféry spojeny tzv. komisurálními spoji  
(mimo jiné corpus calosum)**

# Funkční členění asociační kory

## - prefrontální asociační kora

**Struktury – prefrontální kortex, částečně gyrus cinguli**

**Funkce**

- selektivní pozornost
- vědomí
- konkrétní cílené jednání

**v oblasti sociálního chování, morálky, empatie**

**Pracovní paměť – ventromediální a dorsolaterální oblast**

**Kontrola sebe sama – dorsolaterální kortex**

**Brocovo centrum řeči**

# Funkční členění asociační kory

## - limbická asociační kora

**Struktury – část prefrontálního kortexu, hippokampu a amygdala**

**Funkce**

- afektivní odstíněné jednání
- nábor paměťových vjemů (hippokampus)

# Funkční členění asociační kory

## - parieto-temporo-okcipitální kora

**Struktury – viz výše**

**Funkce - dominance hemisfér**

**dominantní – logické, racionální myšlení, intelekt  
sensorické porozumění mluvenému  
(Wernickeovo centrum)  
vizuelní porozumění řečenému  
čtení, psaní, počítání**

# Funkční členění asociační kory - parieto-temporo-okcipitální kora

**Struktury – viz výše**

**Funkce - dominance hemisfér**

**nedominantní – prostorové a konstruktivní myšlení  
orientace v prostoru  
neverbální komunikace  
emoce**

# **Elektrofyzilogická analýza činnosti kory - EEG**

**Časová a prostorová sumace postsynaptických aktivit kortikálních neuronů (IPSP nebo EPSP).**

# Elektrofyzilogická analýza činnosti kory - EEG

**Alfa 8 – 13 Hz** základní rytmus bdění při zavřených očích  
max. v oblasti okcipitálního laloku

**Beta 13 – 30 Hz** bdění, otevřené oči  
max. frontální lalok – g. precentralis

**Gama > 30 Hz** synchronní vlny při učení, pozornosti

**Theta 4 – 7 Hz** spánek, snížená vigilance

**Delta 0,1 – 4 Hz** typické pro hluboký spánek (non REM)

# Bdění (vigilita) a spánek (somnus)

**Bdění: stav organismu, který umožňuje dynamický kontakt s vnějším prostředím**

**Důležitou úlohu pro navození a udržení bdělého stavu: neurony retikulární formace a nespecifických jader thalamu (základní zdroj dráždění: 1 miliarda bitů za 1 sekundu)**

**Spánek – protiklad bdělého stavu, reverzibilní oslabení či ztráta kontaktu s prostředím**

<b>Stadium</b>	<b>značení</b>
<b>S1</b>	<b>nástup spánku</b>
<b>S2</b>	<b>lehký, povrchní spánek</b>
<b>S3</b>	<b>hluboký spánek</b>
<b>S4</b>	<b>ortodoxní spánek - NREM</b>
<b>REM</b>	<b>paradoxní spánek</b>



# Bdění a spánek

**non REM stadium - synchronizované (S1-S4)**

**delta rytmus na EEG,**

**nižší+pravidelná frekvence srdce i dechu**

**tonus kosterních svalů nízký**

**REM stadium - desynchronizované**

**beta rytmus na EEG**

**zvýšená+nepravidelná frekvence srdce i dechu**

**tonus kosterních svalů vymizelý**

**1 cyklus zahrnuje oba dva typy, celková délka okolo 1,5 hod**

# PAMĚŤ

- Ukládání informací do „zásobníku/depozitu/údajové banky“, ze které se v případě potřeby mohou vybrat a využít
- Paměť odkazuje na způsob jakým zaznamenáváme události, informace a dovednosti
- Rozeznáváme různé druhy paměti v závislosti
  - na charakteru informace
  - podle účasti vědomí při vytváření paměti
  - podle času – jak dlouho si pamatujeme

# PAMĚŤ

- **Deklarativní** – explicitní vědomá paměť na zážitky a události
- Vybavuje se verbálně, prostřednictvím vysloveného nebo napsaného slova
  - EPIZODICKÁ – osobní zážitky v kontextu událostí, které se stali na určitém místě a čase
  - SÉMANTICKÁ – paměť na naučené situace (víme, že Londýn je hlavní město Anglie, i když jsme tam nikdy nebyli)

Na naučení se deklarativního materiálu potřebujeme více času, snadno ho zapomínáme, pokud ho často nepoužíváme; z časového hlediska se tato forma dělí na:

senzorickou

krátkodobou

dlouhodobou

Specifickou formou je pracovní paměť – prefrontální mozková kůra

# PAMĚŤ senzorká

- První fáze paměťového procesu
- Netrvá déle jako 1 s
- Senzorický vstup do CNS ... $10^9$  bitů/s
- Tolik informací nemůže vstoupit do vědomí a hned se zapomíná
- Význam: aktivace mozkové kůry prostřednictvím RAS

# PAMĚŤ krátkodobá

- Vlastní vstupní paměťový proces
- Délka trvání - sekundy, minuty až hodiny
- Představuje filtr přes který přecházejí nejvýznamnější podněty
- Informace, které chceme či potřebujeme uchovat se přes krátkodobou paměť přesouvají do dlouhodobé procesem tzv. konsolidace
- Mechanismem krátkodobé paměti je tzv. reverberační obvod (pozitivní zpětnovazebný okruh)
  - Synaptické spojení do série zapojeného postsynaptického neuronu s presynaptickým
  - (retrográdní amnézie – nepamatujeme si události asi 30min před úrazem; anterográdní amnézie – nezapamatujeme si nové informace – při těžkém alkoholismu, degenerace neuronů v hipokampu)

# PAMĚŤ dlouhodobá

- Různá doba uchování informací – několik dní, roků, desetiletí, celý život – hlavně ve spojení se silným emocionálním zážitkem
- Uchování paměťové stopy má pravděpodobně biochemickou podstatu; hypotéza panů Ecclese a Szenthágotthaie – mikrostrukturální změny na presynaptických či postsynaptických spojení

# PAMĚŤ

- **procedurální**

Je výsledkem učení se zručnostem vyžadující motorickou koordinaci (výsledkem tohoto učení a paměti je schopnost lyžovat, bruslit, jezdit na kole, řídit auto...)

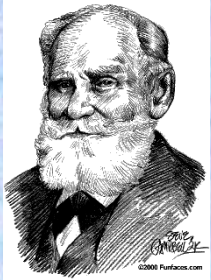
Anatomický podklad: mozeček, amygdala, subkortikální oblasti bazálních ganglií

Amygdala je součástí pro implicitní paměť – nevědomá složka – např. emoční paměť

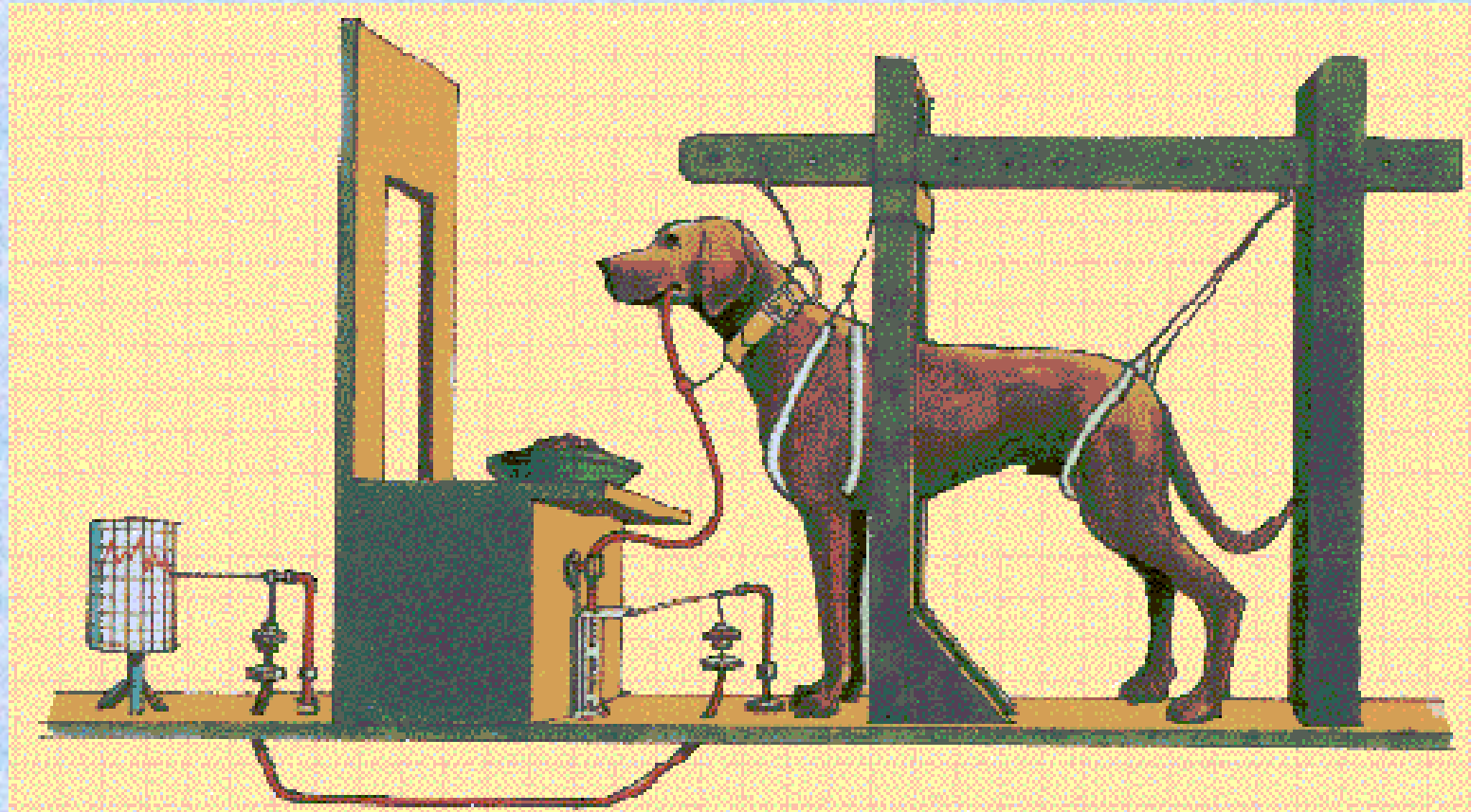
# UČENÍ – 2 typy experimentálního učení

- Klasické podmiňování (I.P.Pavlov)
  - Výzkumná výtka: pes je pasivní
  - Operační podmiňování (Skinnerovo)
- 
- Účinná kortikalizace chování je u člověka zdlouhavý proces
  - Příprava na odbornou, intelektuálně náročnou pracovní činnost trvá déle jak 20 let, u některých povolání je to na celý život





# Ivan Pavlov: klasické podmiňování 1904



# Operační podmiňování (dle Skinnera )

Pokusná zvířata se sama naučila jak využít podmíněný reflex (stlačení páčky – vypadne potrava) při řešení akutního fyziologického problému - hladu

