

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

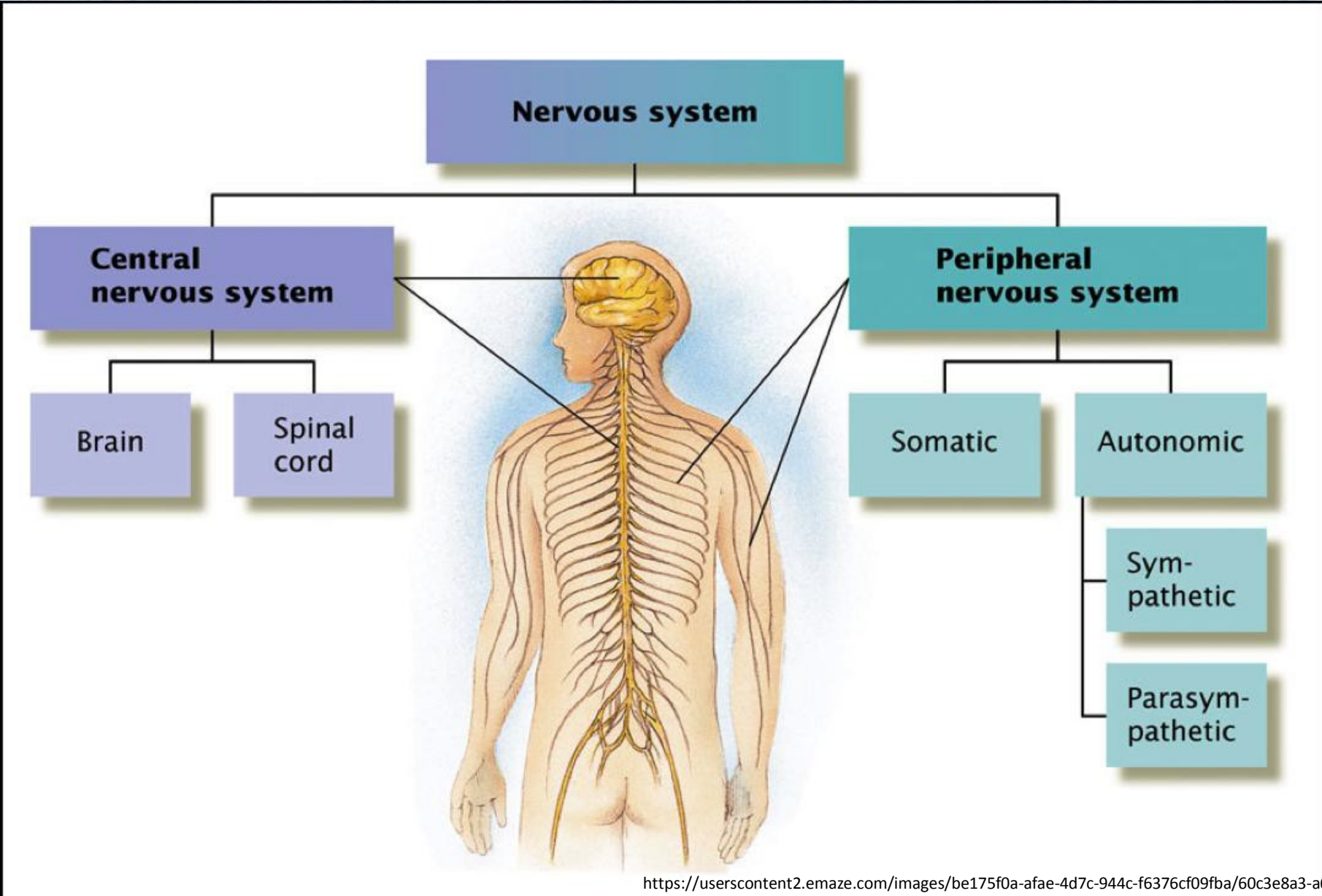
–1/10 - 50 (Principles of Neural Science, 4th ed., 2012)

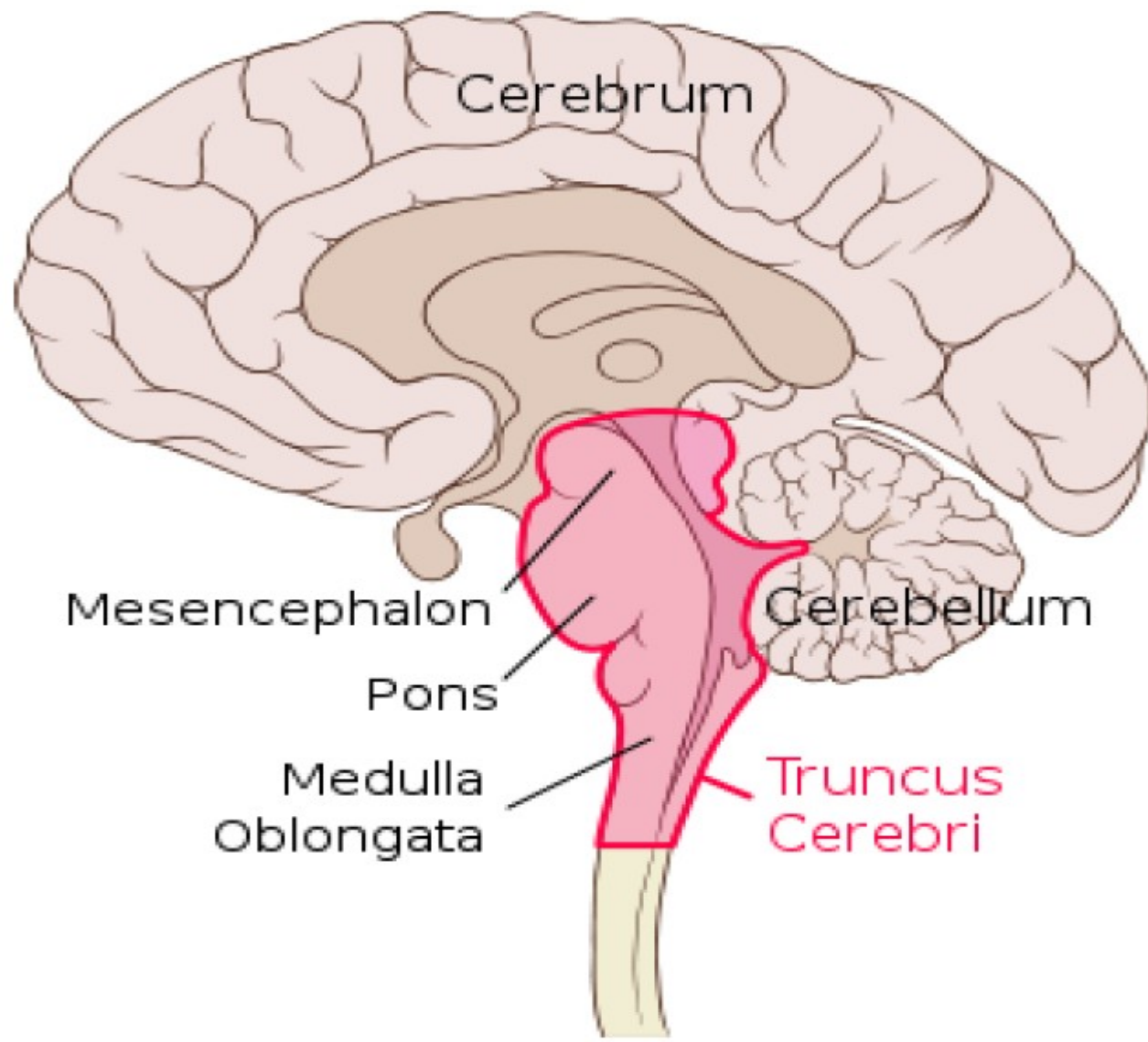
–1/1 (Nolte s Human Brain, 7th ed., 2015)

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

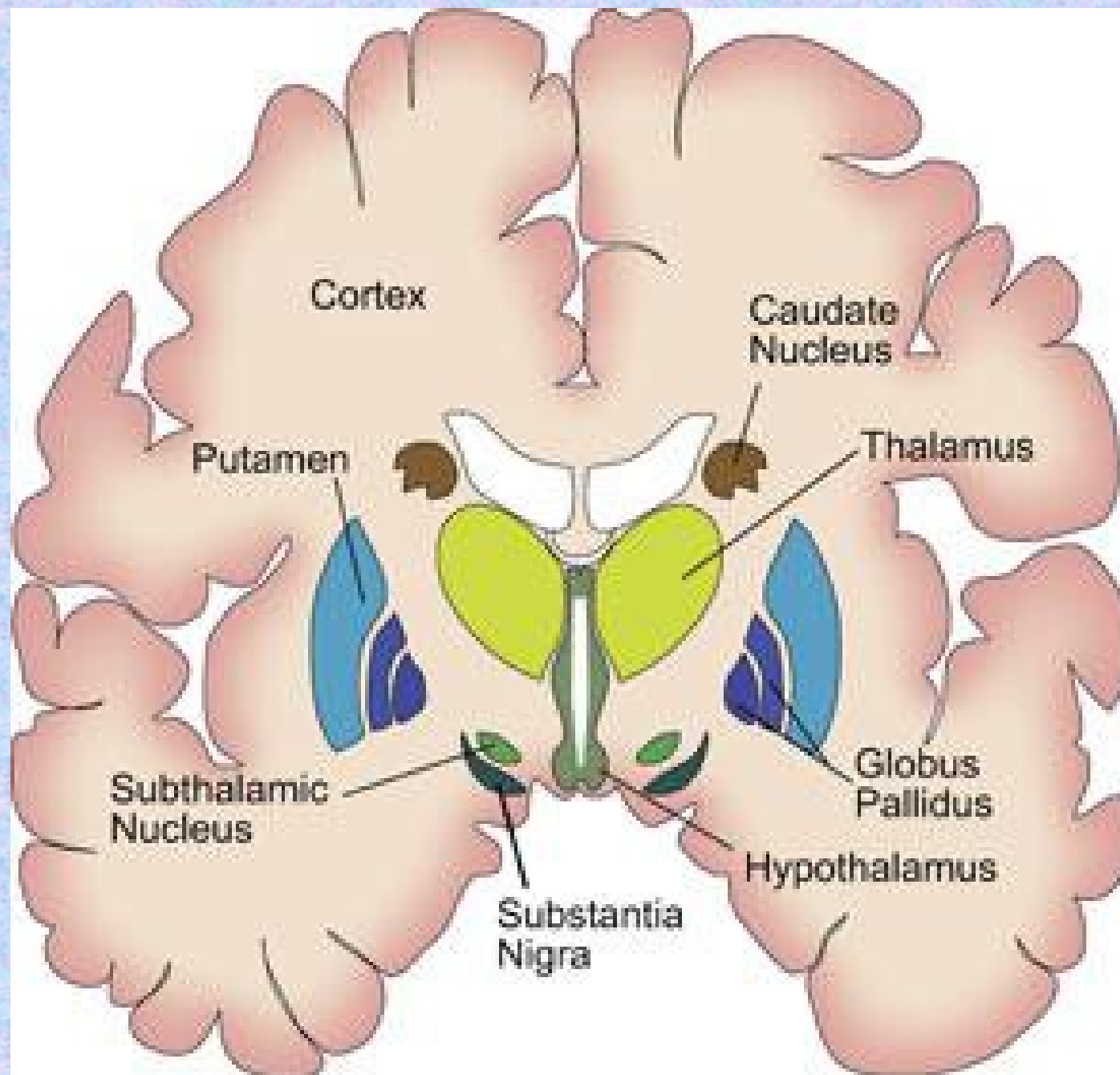
aktivuje se vzruchy z receptorů trávicí trubice, které reagují na chemorecepční zóny (např.: změna pH)

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

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

Bazální ganglia

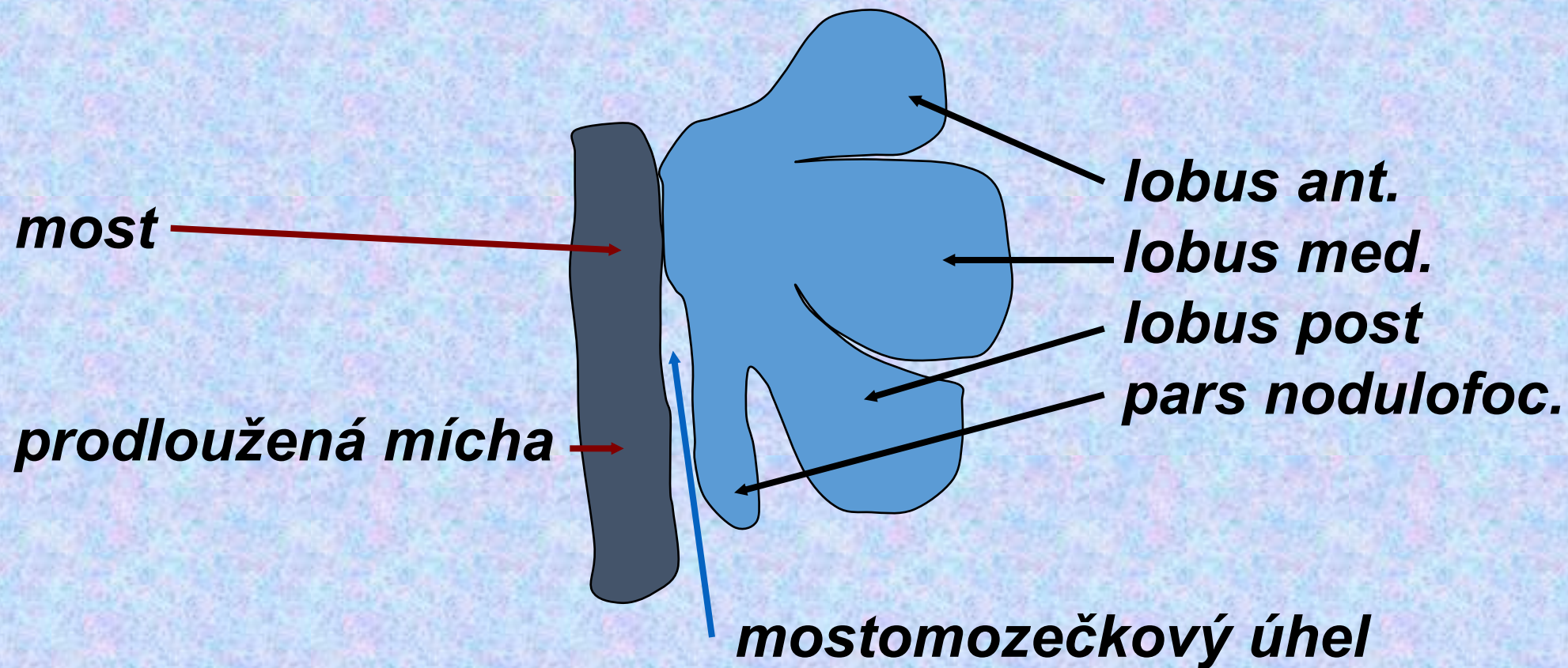
Syndrom hypokineticko-hypertonický - Parkinson

- ***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

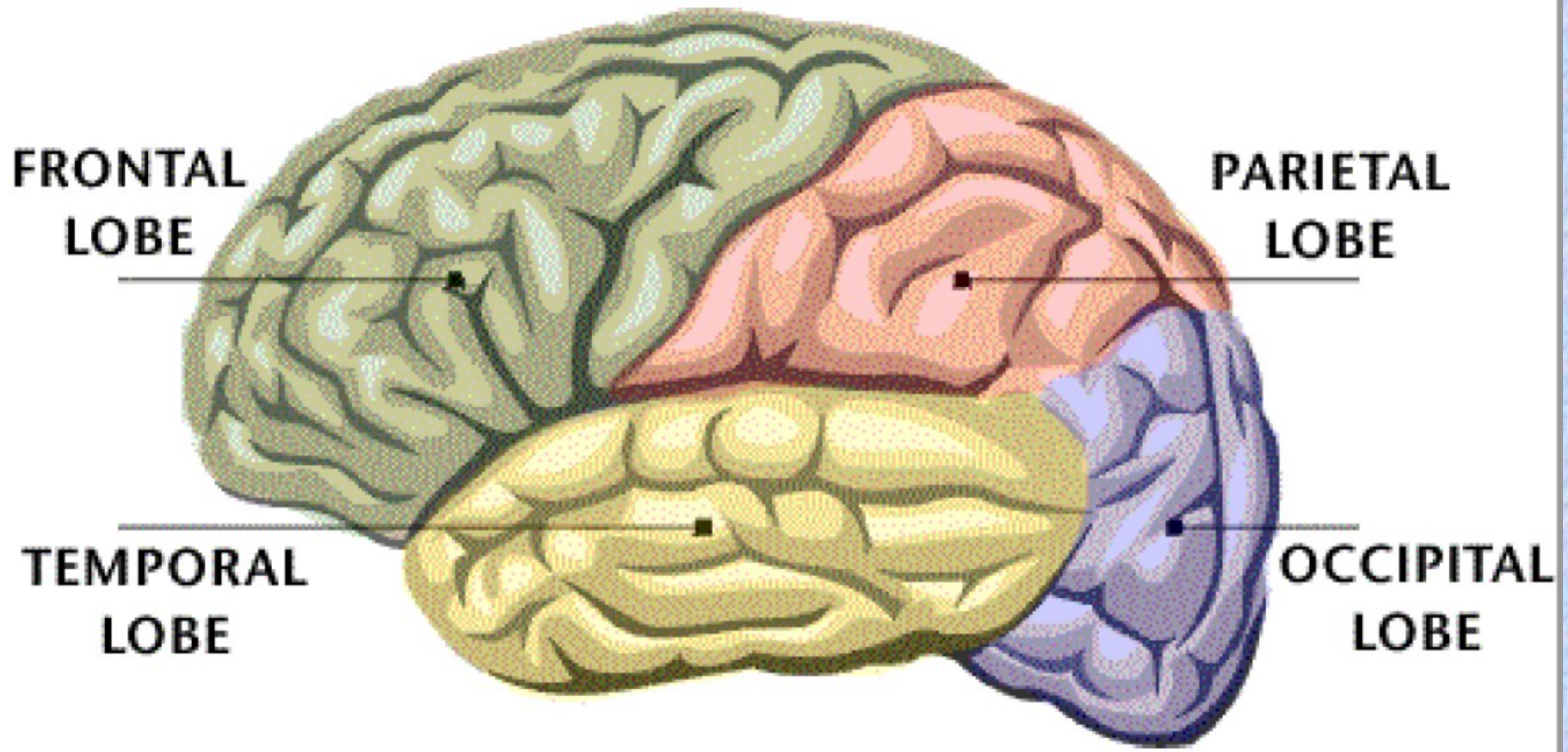
Z hlediska vývoje lze rozdělit mozkovou kůru na *paleocortex*, *archicortex* a *neocortex*.

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



**FRONTAL
LOBE**

**PARIETAL
LOBE**

**TEMPORAL
LOBE**

**OCCIPITAL
LOBE**

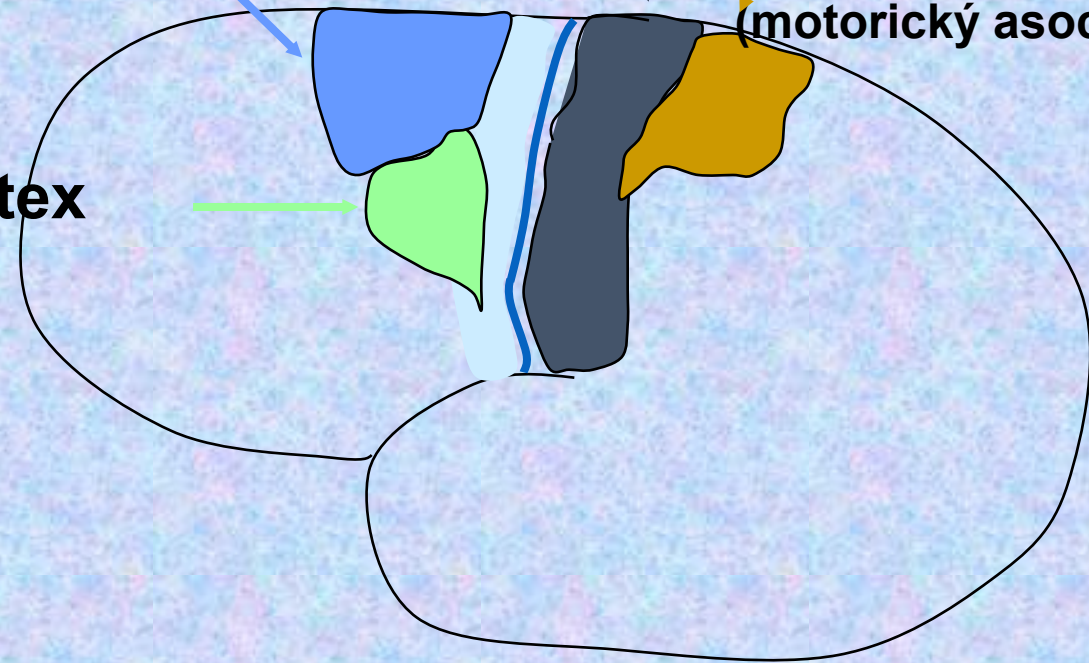
Primární motorický kortex

Primární sensorický kortex
(primární somato-sensorický kortex)

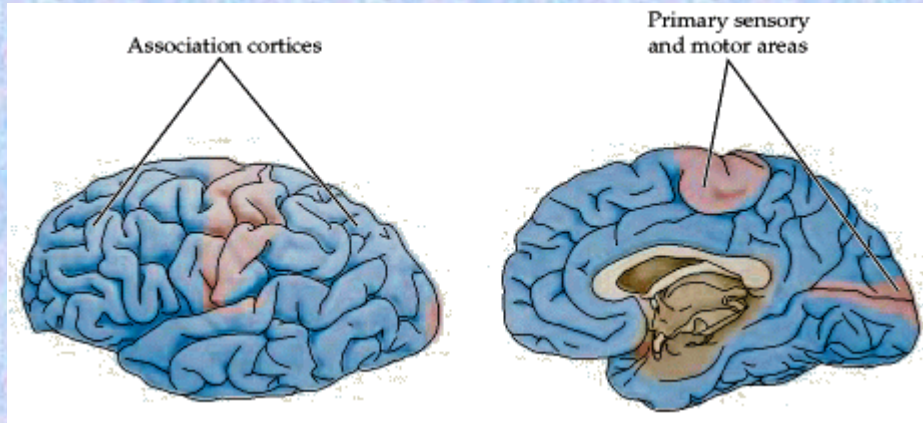
Suplementární motorická area

Posteriórní parietální pole
(motorický asociační kortex)

Premotorický kortex



Mozková kůra

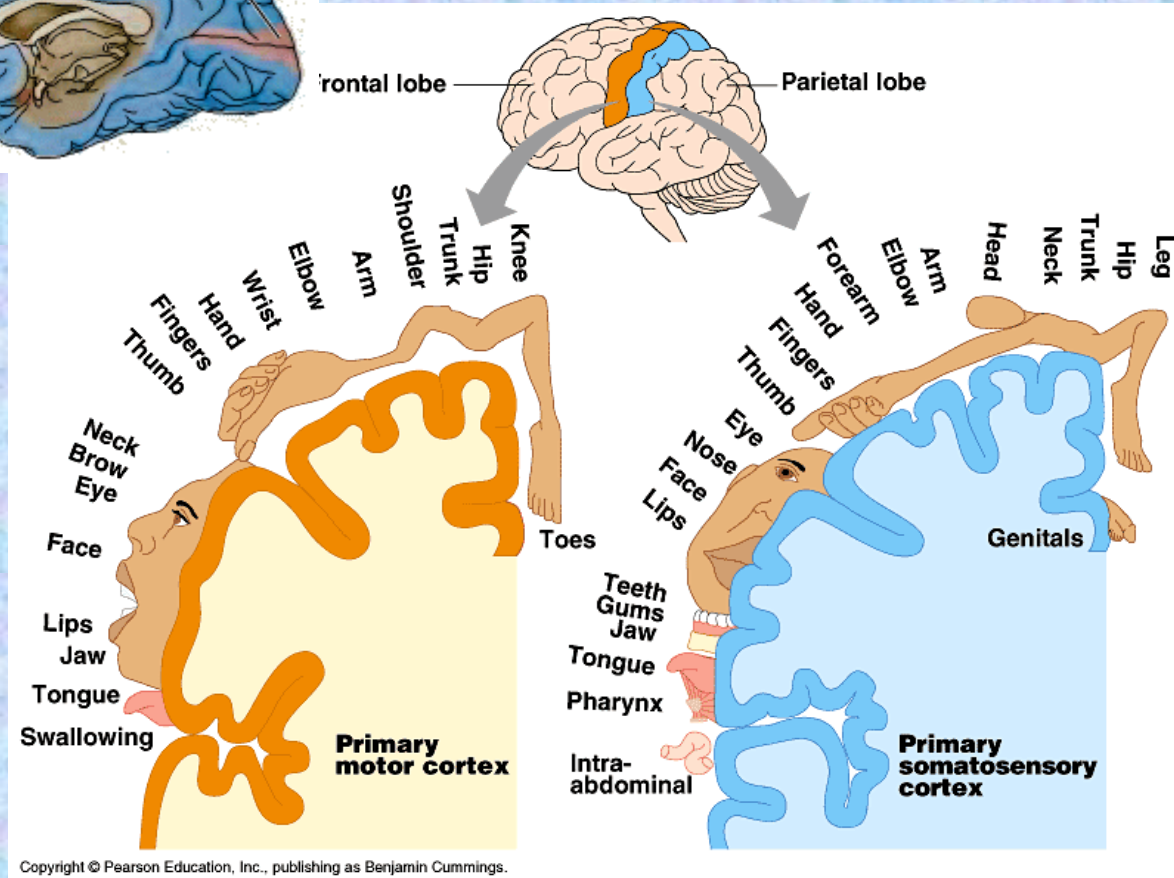
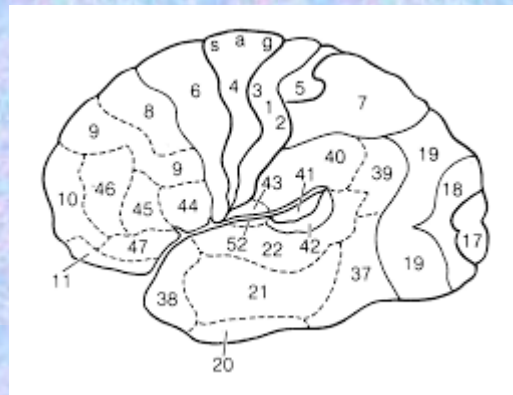


Primární oblasti

✓ 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

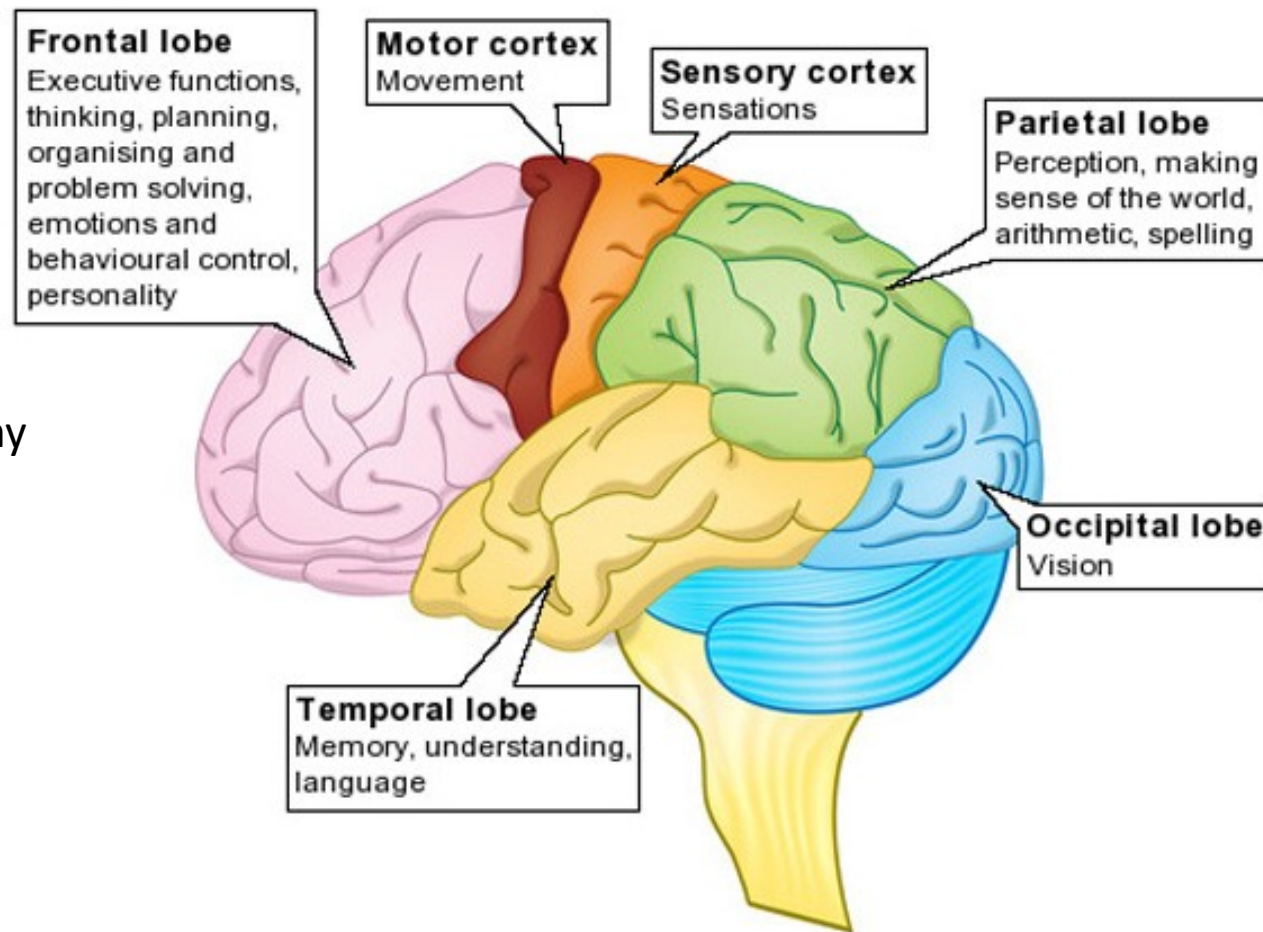
Okcipitální lalok (OL)

- ✓ 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**



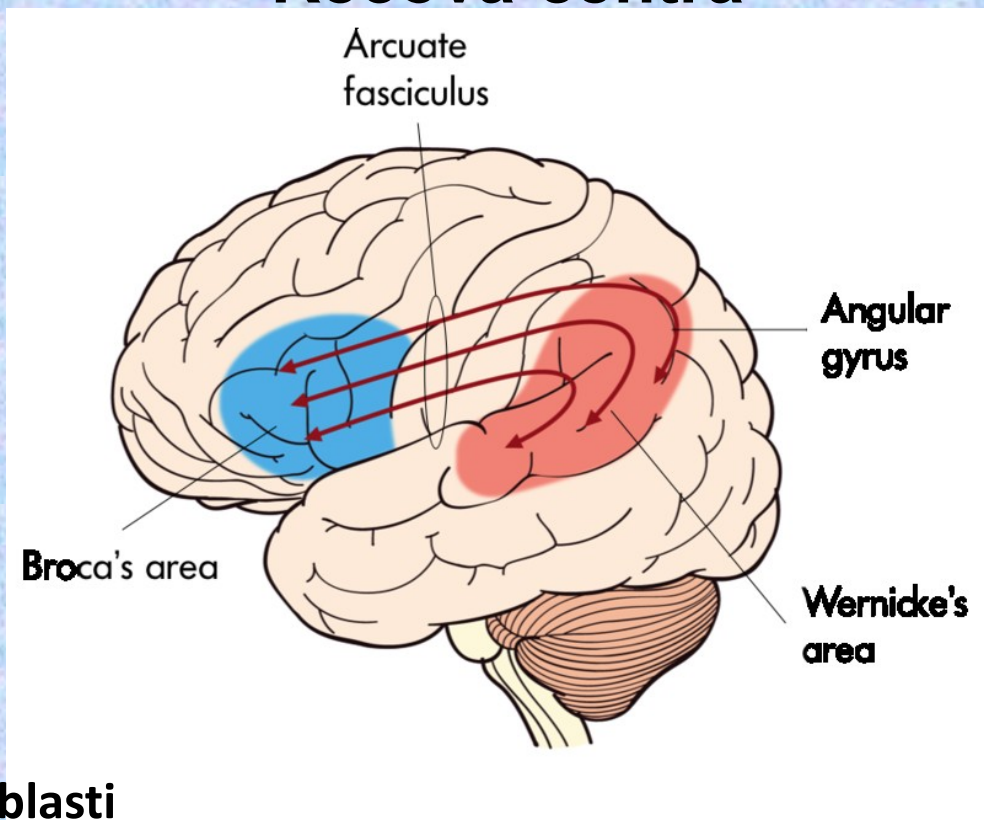
Vyšší nervová činnost

Dříve označována jako 2.signální soustava

Stimulem je SLOVO

Nejvyšší forma komunikace je u člověka = ŘEČ

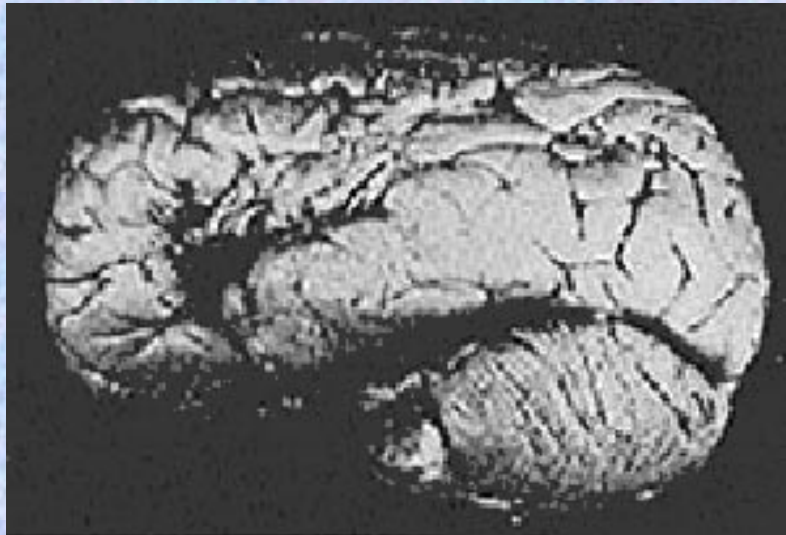
Řečová centra



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 ovládní 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

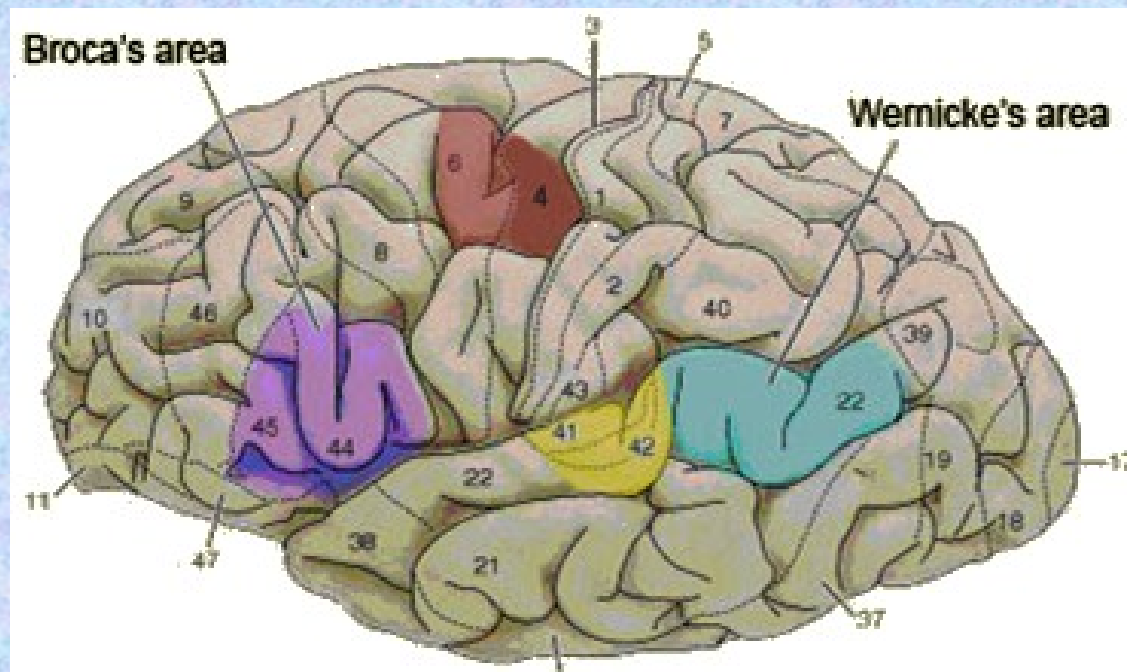
Carl Wernicke (1848-1905)



- 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



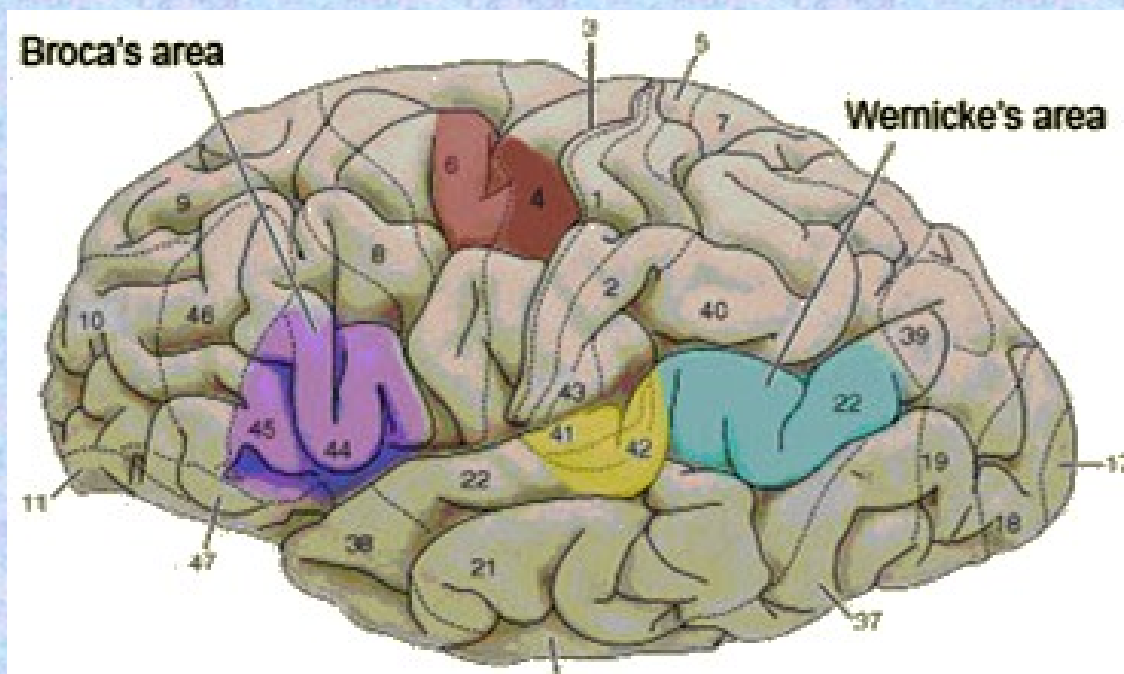
Area 45

- ✓ 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

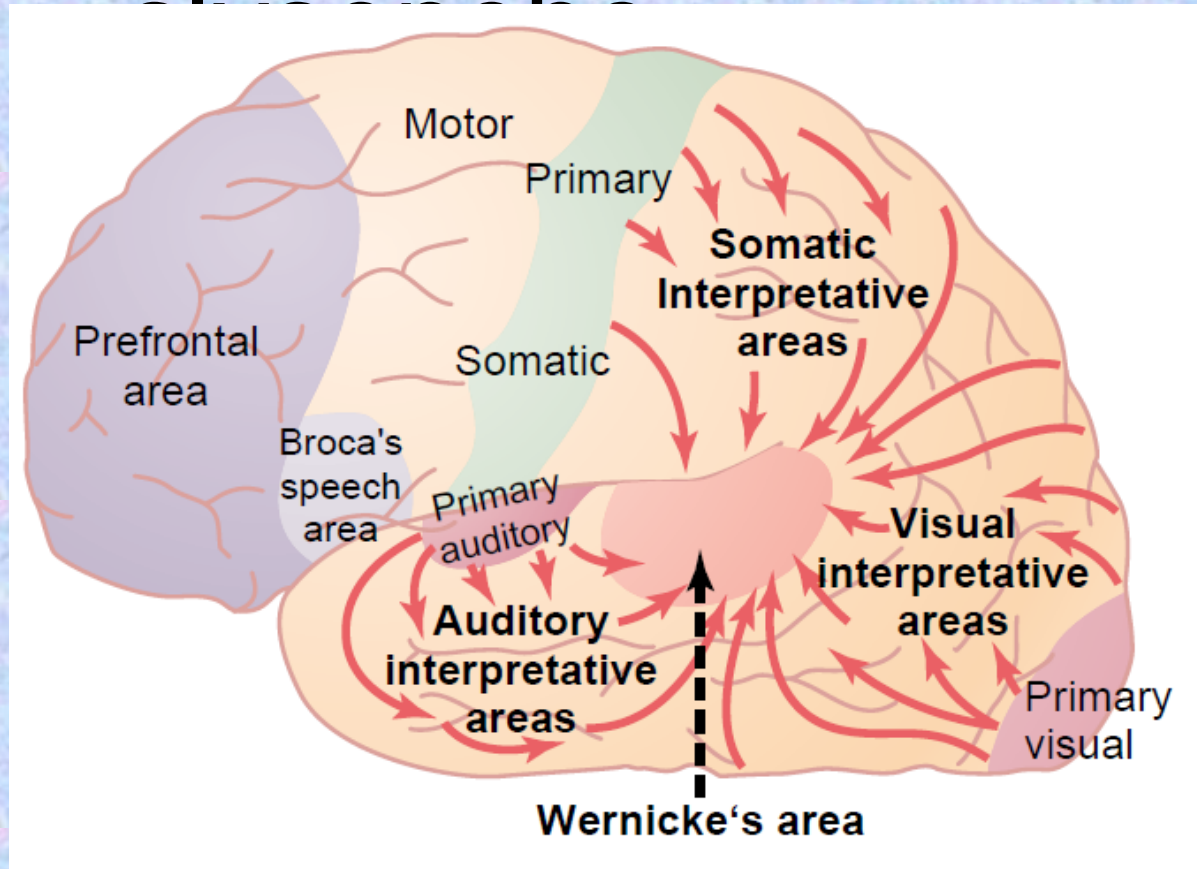


Area 22

✓ Obsahuje tři podoblasti

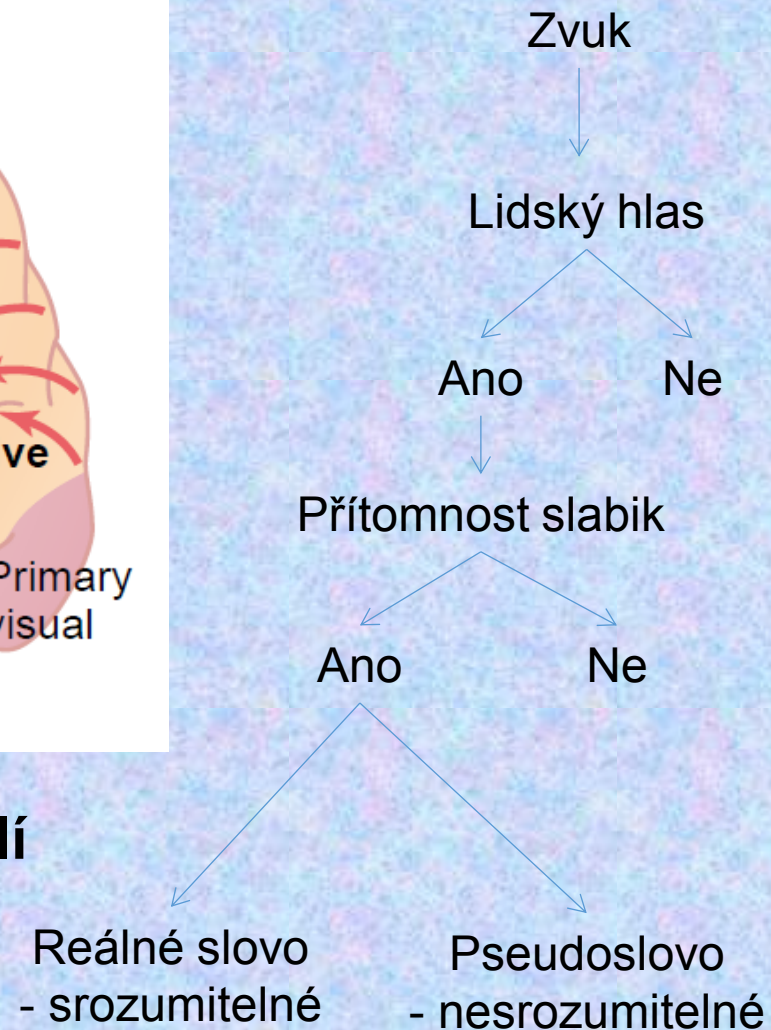
1. Podoblast – aktivována jak mluveným slovem (cizím i vlastním), tak jinými zvuky
2. Podoblast – aktivována cizím mluveným slovem a při vybavování naučené sekvence slov
3. Podoblast – zapojena do produkce řeči

Algoritmus zpracování

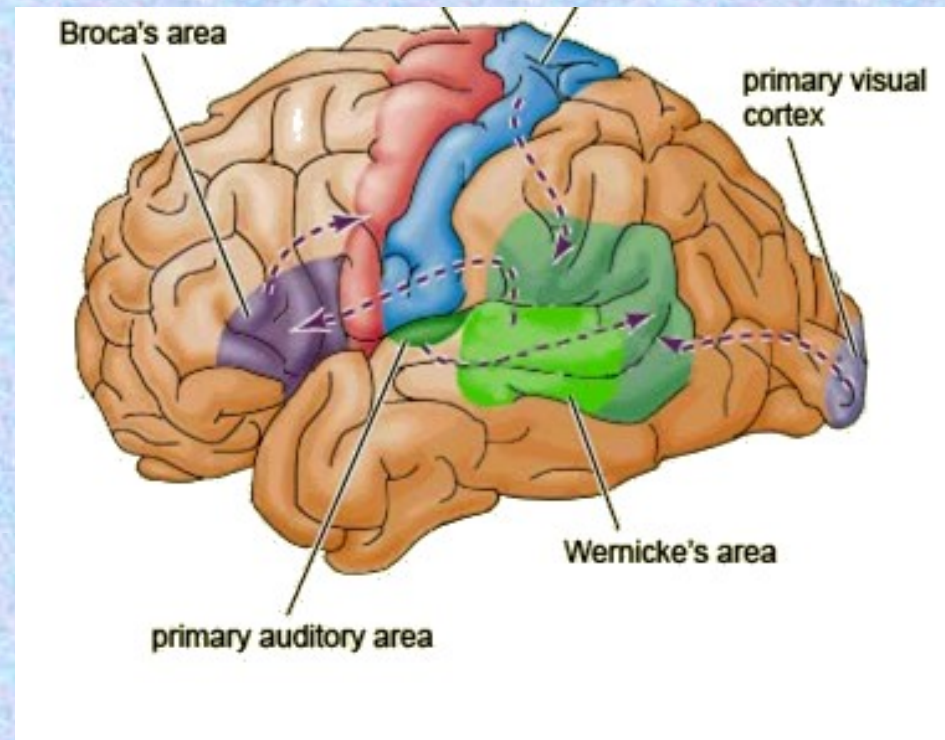
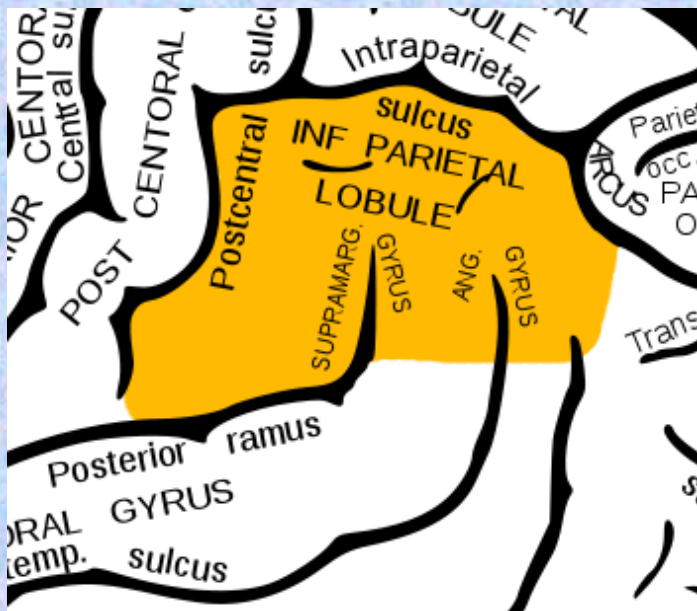


Na vnímání i produkci řeči se podílí

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



Lobulus parietalis inferior



Gyrus supramarginalis

- ✓ Zpracování fonologické a artikulační stránky slyšeného slova

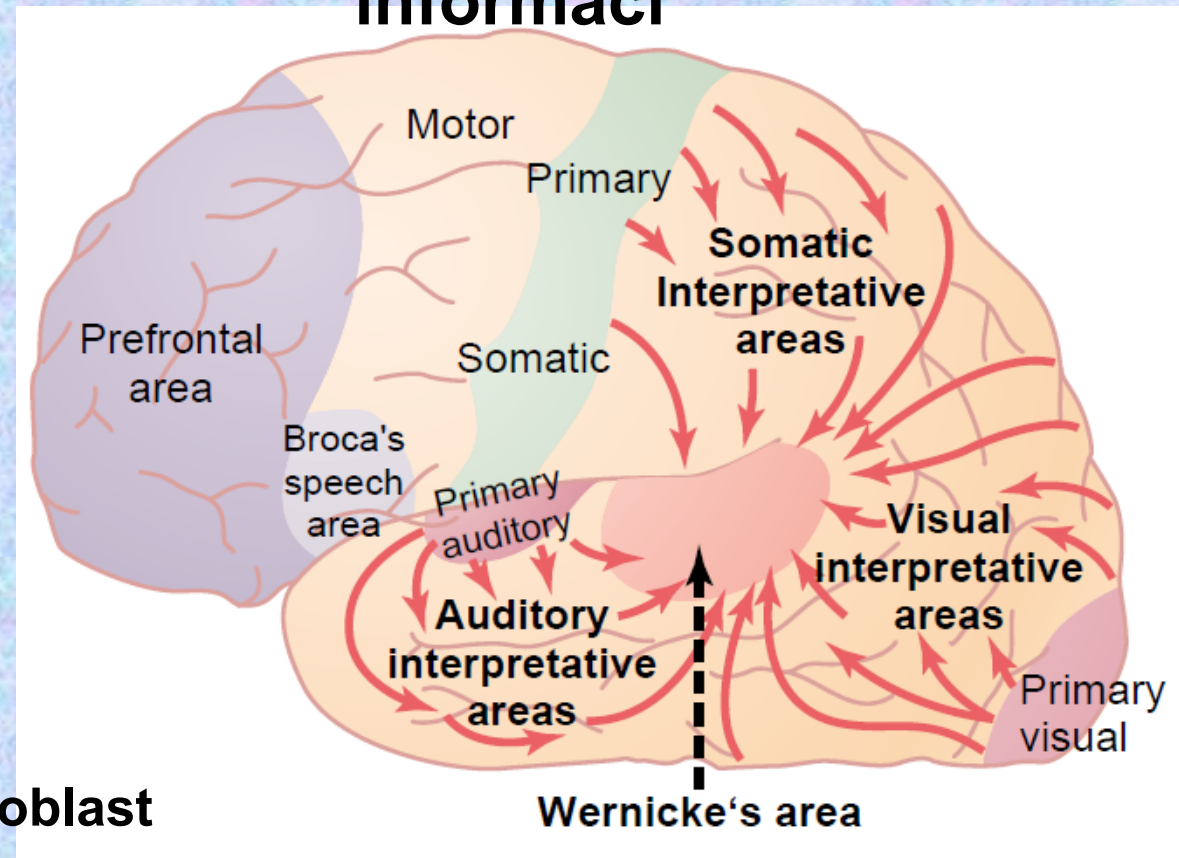
Gyrus angularis

- ✓ Zpracování sémantické stránky slyšeného slova

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

Integrace sluchových, zrakových a somatosenzorických informací

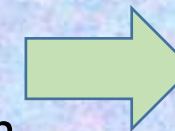
Integrace sluchových, zrakových a somatosenzorických informací



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

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

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**

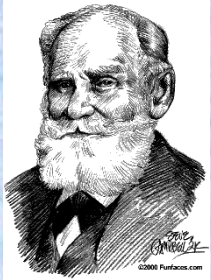
Je výsledkem učení se zručnostem vyžadující motorickou koordinaci (výsledkem tohoto učení a paměti je schopnost lyžovat, bruslit, jezdit na kole, řídit auto...)

Anatomický podklad: mozeček, amygdala, subkortikální oblasti bazálních ganglií

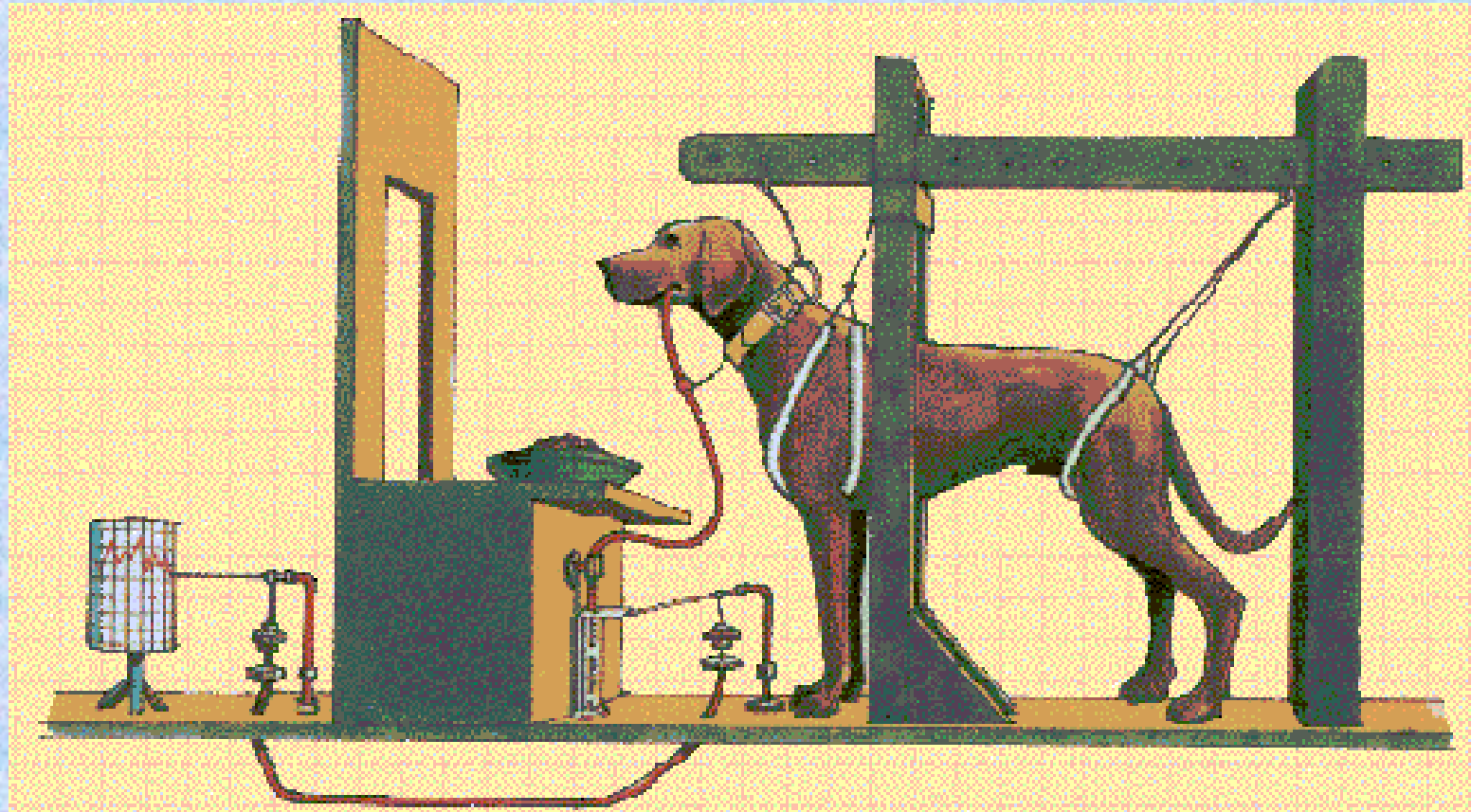
Amygdala je součástí pro implicitní paměť – nevědomá složka – např. emoční paměť

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

