

# Nervový systém - hlavní funkce

- Přijímání, zpracování a ukládání informací, které přicházejí z vnitřního, ale i vnějšího prostředí
- Tyto informace využije pro řízení (regulaci) a vzájemnou koordinaci činnosti jednotlivých orgánových systémů
- Takto jsou zabezpečeny:
  - funkční jednota živého organismu jako celku
  - schopnost přizpůsobovat se změnám vnějšího prostředí

## Stavba nervové soustavy

### •Neurony

–Příjem, integrace a šíření informace

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

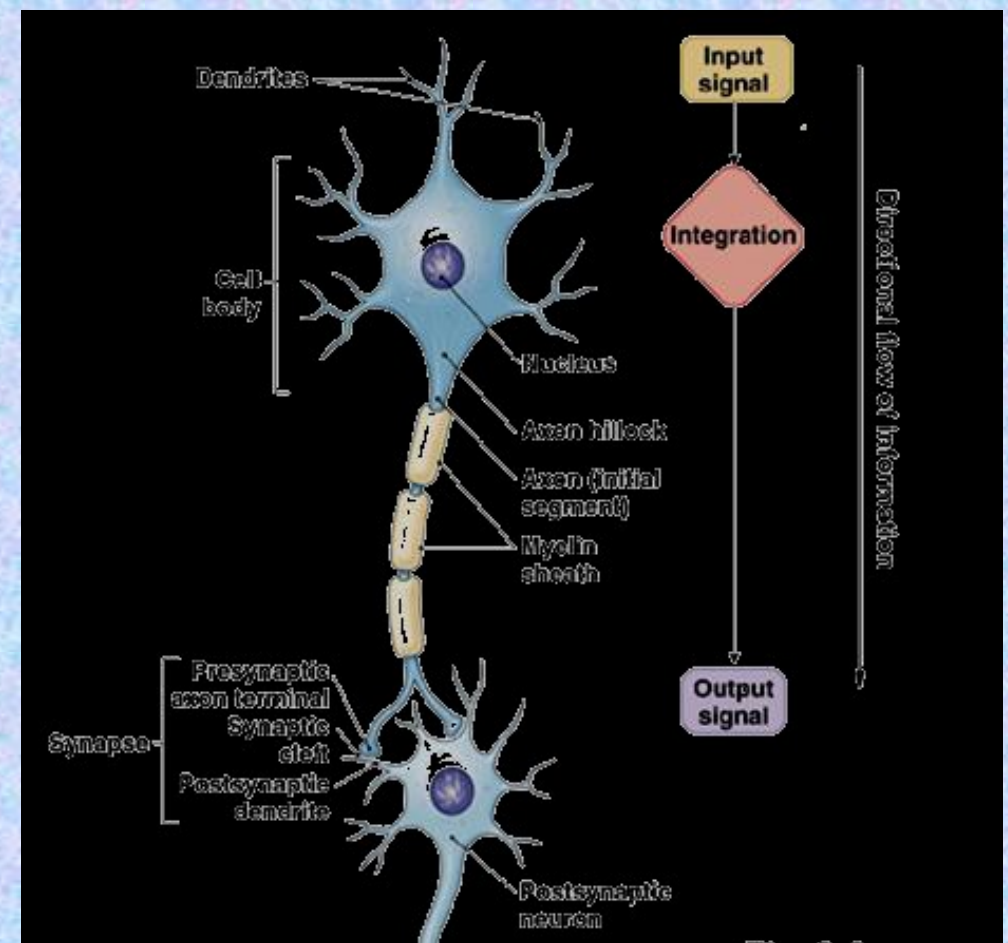
–Podpurná činnost

### •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 podpurné činnosti neuroglie je udržována homeostáza ve velmi úzkém rozmezí**

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

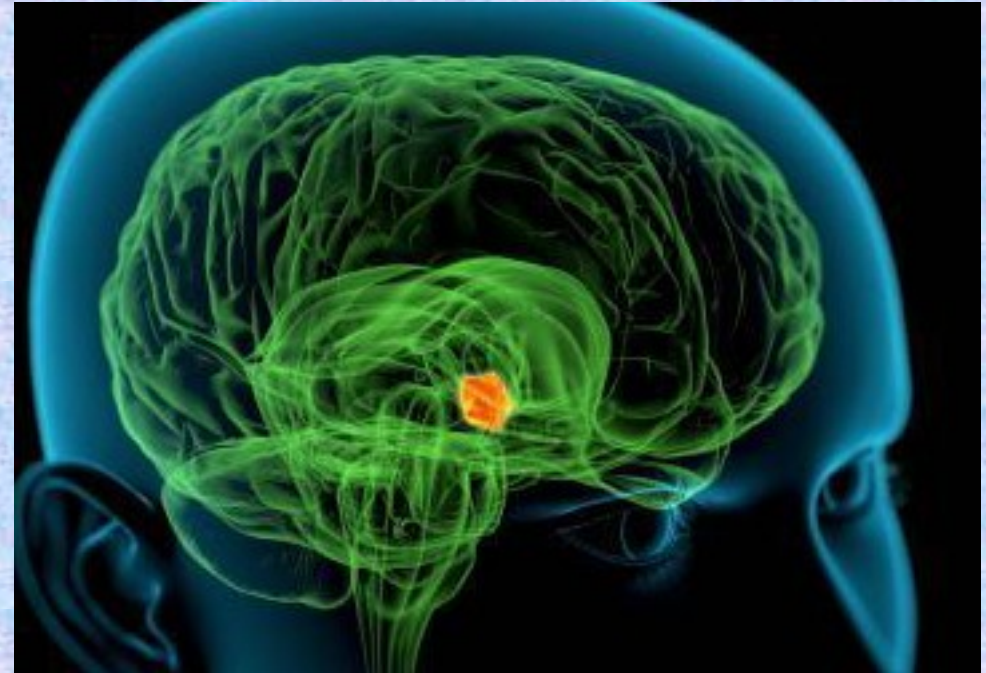
# Regulační povaha nervového systému

**Regulace** - ve fyziologii rozeznáváme  
**základní 2 typy** regulací

– ***Nervová***

– ***Humorální (hormonální)***

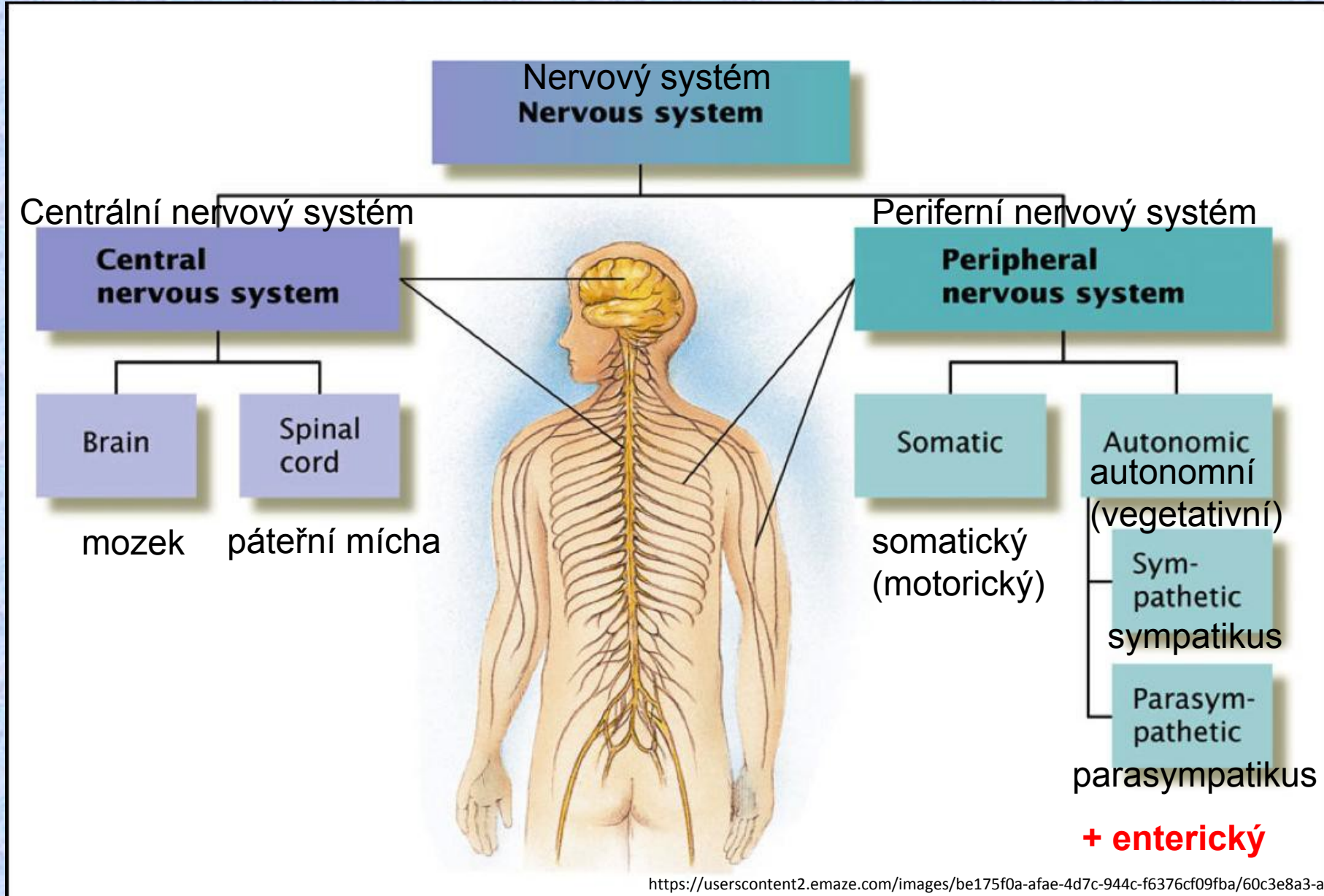
**Centrální nervový systém je součástí nervové regulace  
a významně ovlivňuje i regulaci hormonální**



<http://biology.about.com/od/anatomy/p/Hypothalamus.htm>



# Stavba nervové soustavy



# AUTONOMNÍ (VEGETATIVNÍ) NERVOVÝ SYSTÉM

Autonomní nervový systém je součástí periferního nervového systému, jehož úlohou je udržovat optimální vnitřní podmínky organismu (homeostázu).

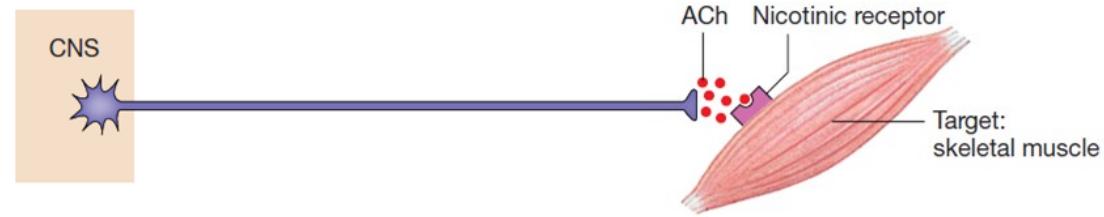
- Sympatický
  - Parasympatický
  - Enterický
- } nervový systém

Efektory tohoto systému jsou hladké svaly, srdeční sval, žlázy

Eferentní část reflexního oblouky při vegetativních reflexech se rozděluje na část pregangliovou a postgangliovou

# Autonomní NS versus SOMATICKÝ NS

## SOMATIC MOTOR PATHWAY



## AUTONOMIC PATHWAYS

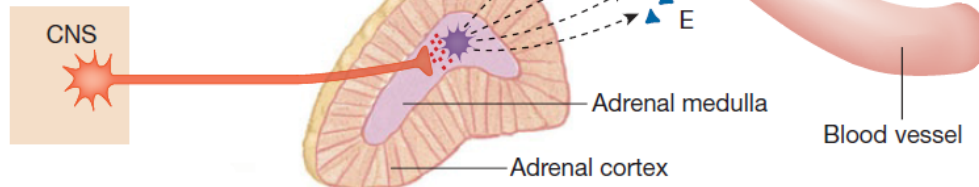
### (a) Parasympathetic Pathway



### (b) Sympathetic Pathway



### (c) Adrenal Sympathetic Pathway





## Sympathetic nervous system

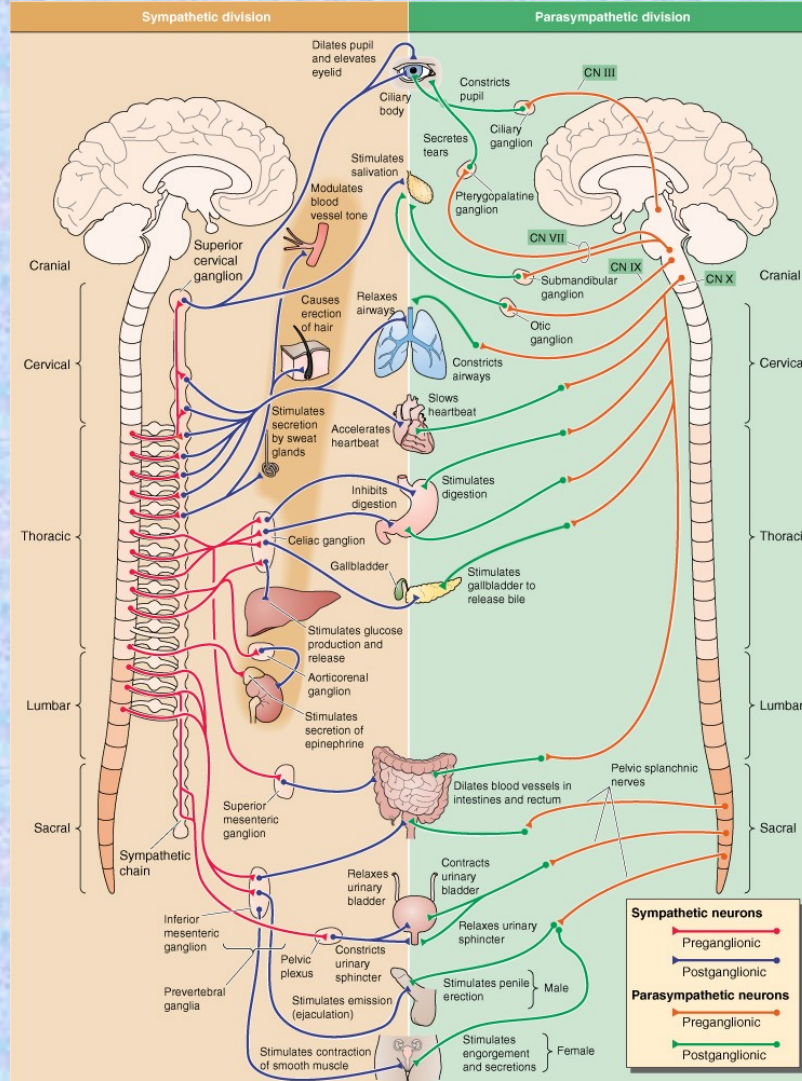
Fight or flight response

Energy/store consumption

Preganglionic neuron  
 – Spinal cord  
 -Thoraco - lumbar system

Ganglia  
*Paravertebral*  
 -Truncus sympathicus  
 - Majority  
*Prevertebral*  
 -Plexus aorticus

Mostly diffuse effect



## Parasympathetic nervous system

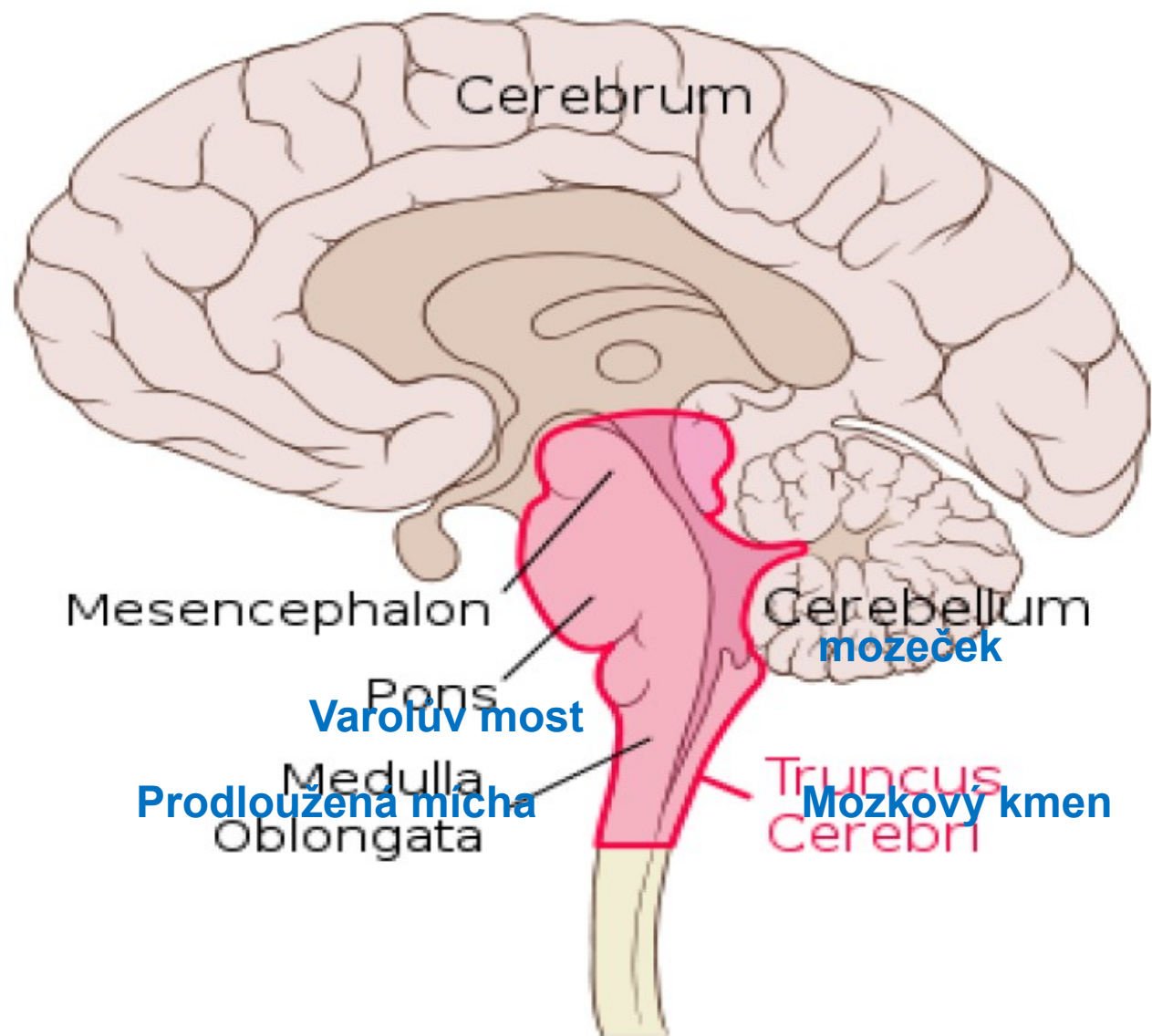
Rest and digest response

Energy conservation/en. store production

Preganglionic neuron  
 – Brain stem and spinal cord  
 – cranio-sacral system

Ganglia  
*Close to target organs or intramurally*

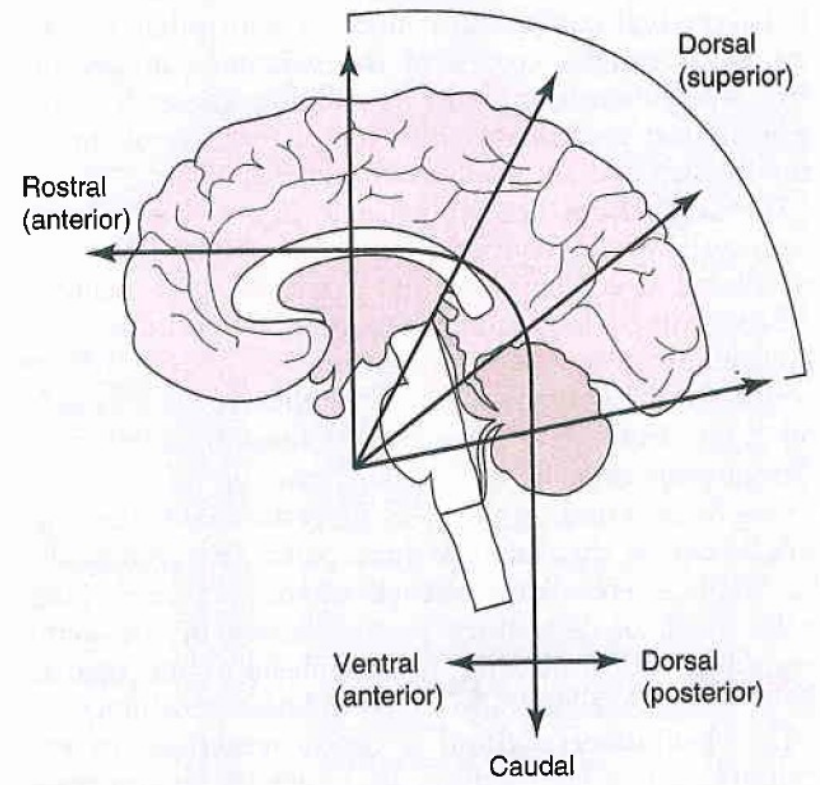
Mostly local effect



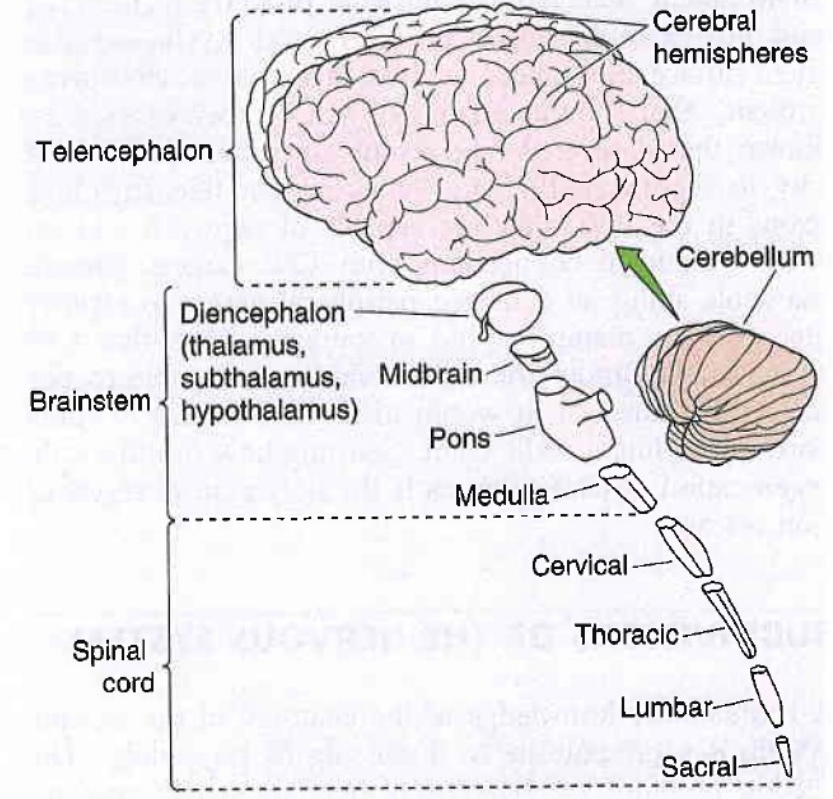


### 274 10 / Organization of the Nervous System

#### A AXES OF THE CNS



#### B MAJOR COMPONENTS OF THE CNS



#### C SURFACE ANATOMY OF THE CEREBRAL CORTEX



Exportovat PDF  
Vytvořit PDF  
Presto! Scan Buttons  
Zkombinovat soubory

Adobe Acrobat Pro DC  
Sloučit dva nebo více souborů do jednoho PDF  
Další informace

Vyplnit a podepsat

Ukládejte a sdílejte soubory ve službě Document Cloud  
Další informace

# Funkce prodloužené míchy

část centrálního systému, která se uplatňuje při regulaci

## činnosti srdce a krevního oběhu

– vazomotorické centrum, kardiomotorické centrum

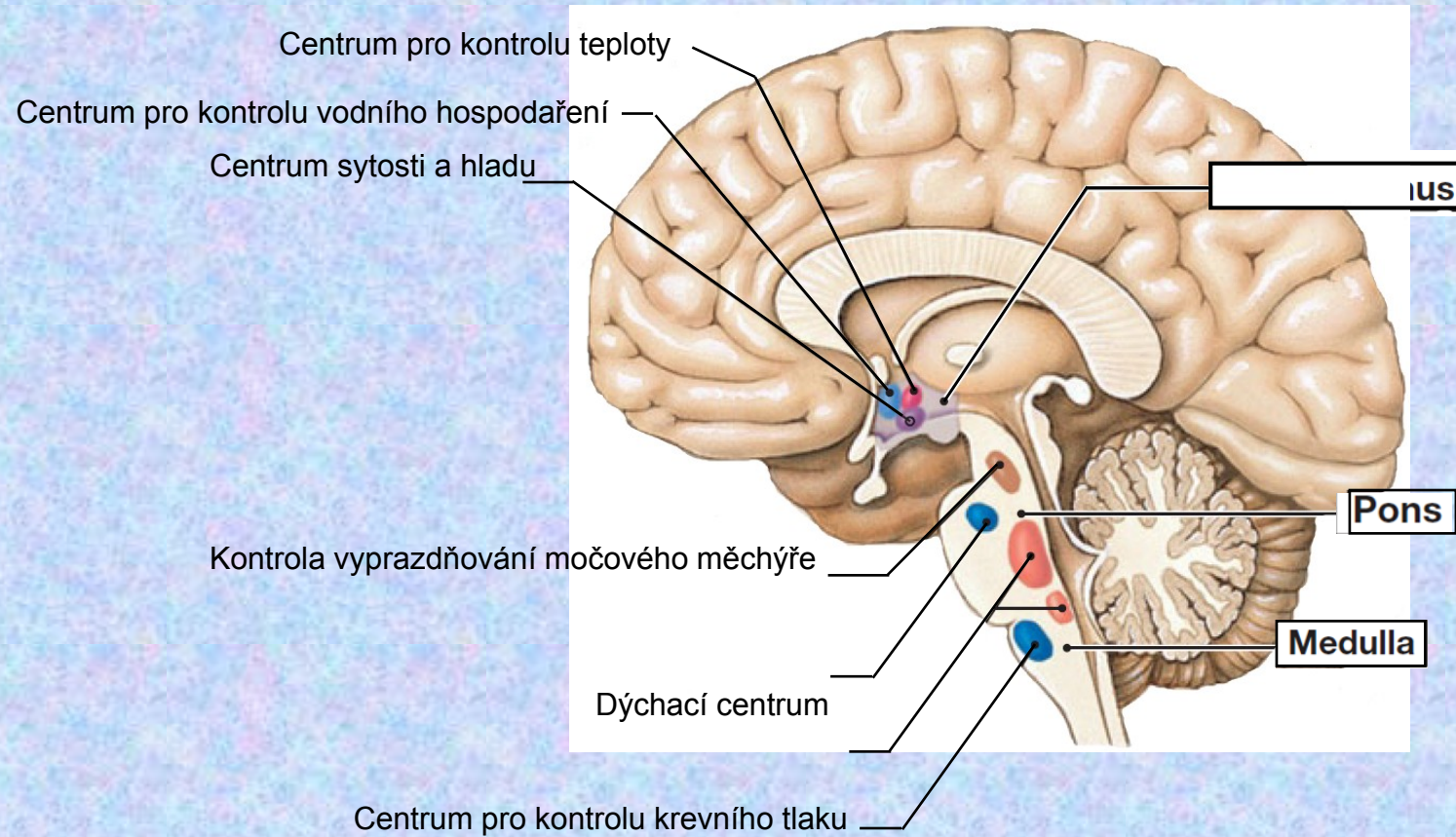
dýchání (komplex struktur podílejících se na regulaci dýchání, obranné reflexy dýchací – kašel, kýchání)

trávení

mikce (činnost močového měchýře)

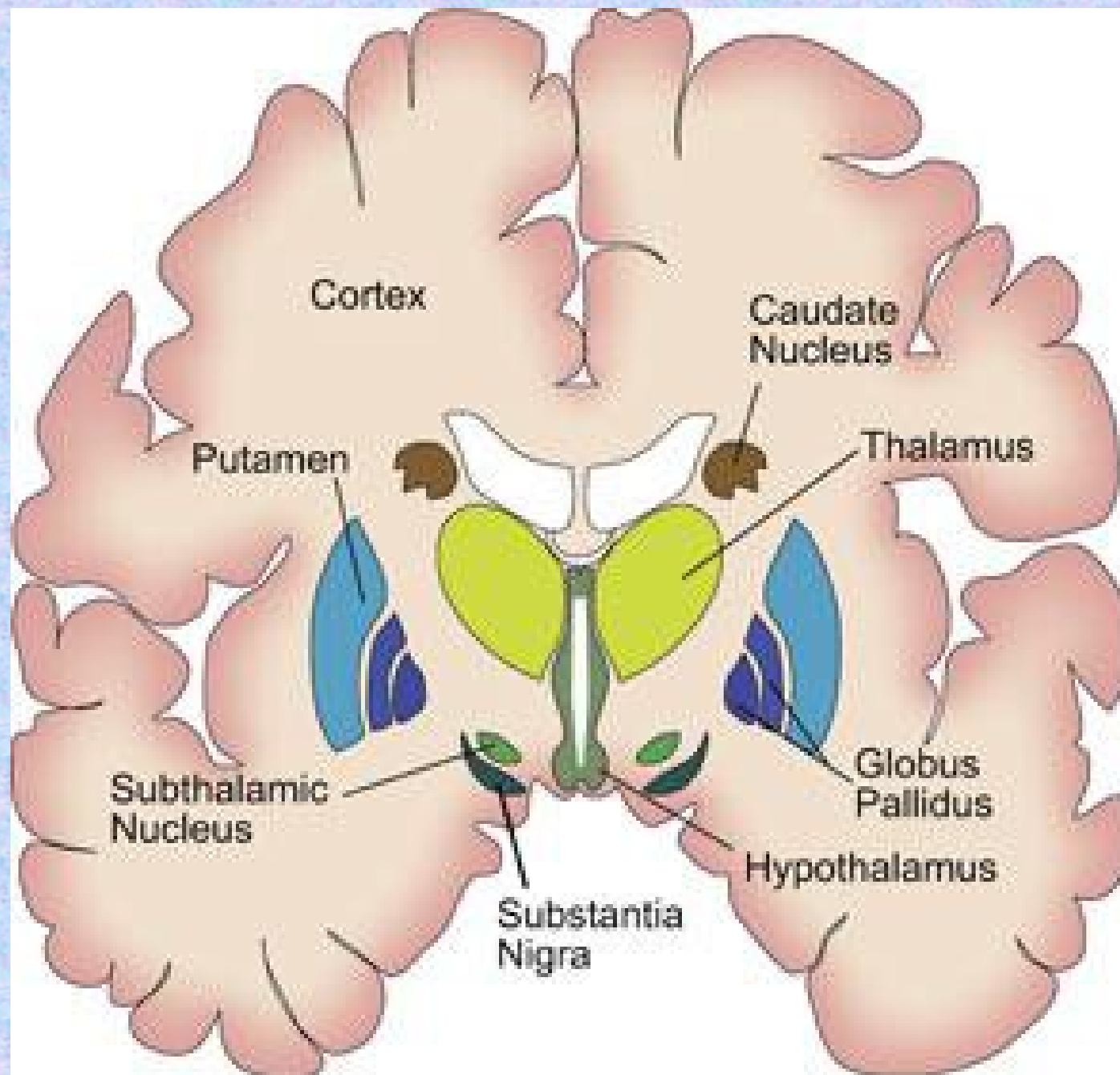
- podílí se na mimice obličeje, fonaci a společně s mozečkem na rovnováze





# 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);

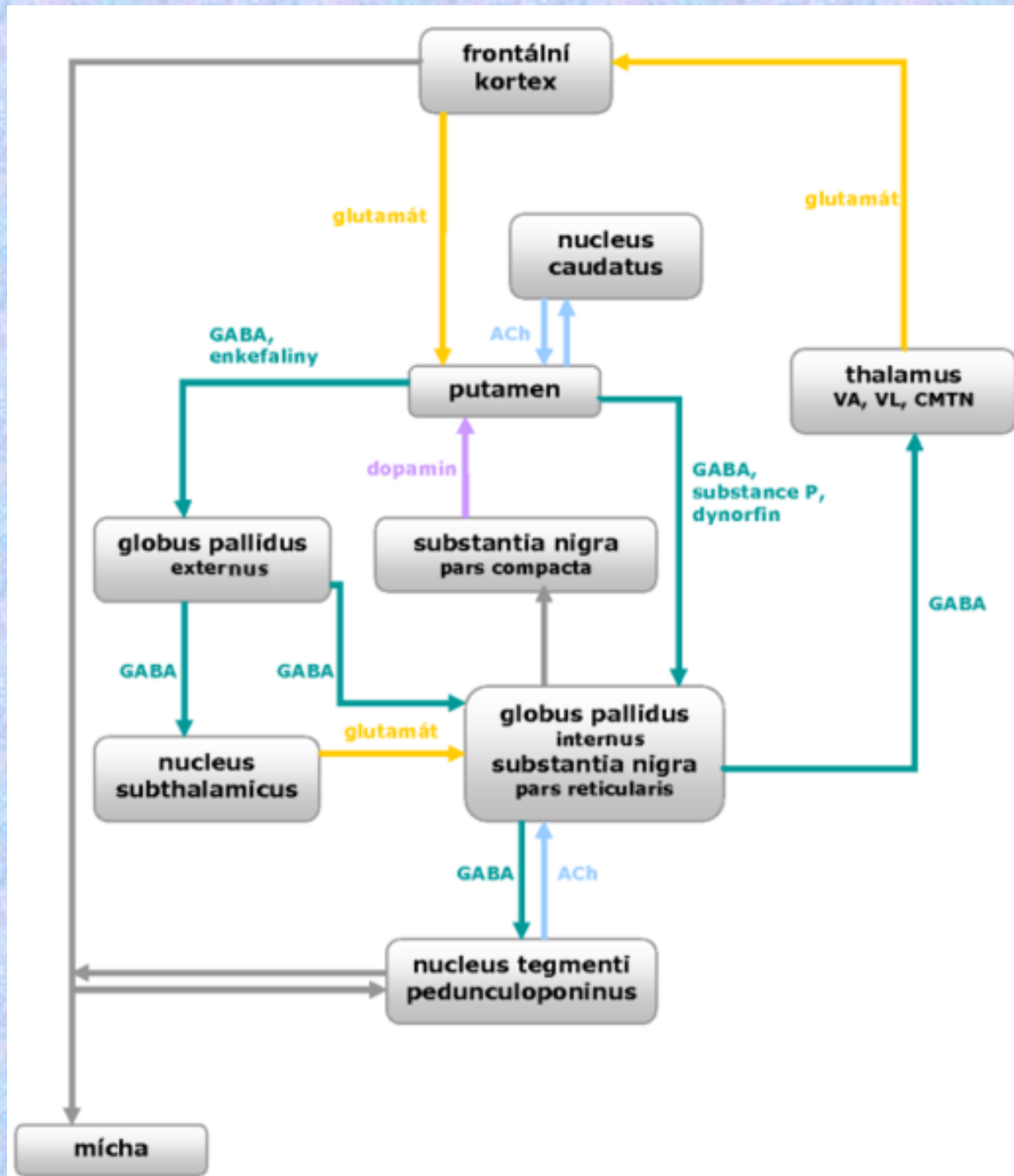
## **•vmezeřená (intrinsic) bazální ganglia:**

- 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***

# Transmitery bazálních ganglií

Transmitter	Lokalizace a vztahy
<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>

# 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>



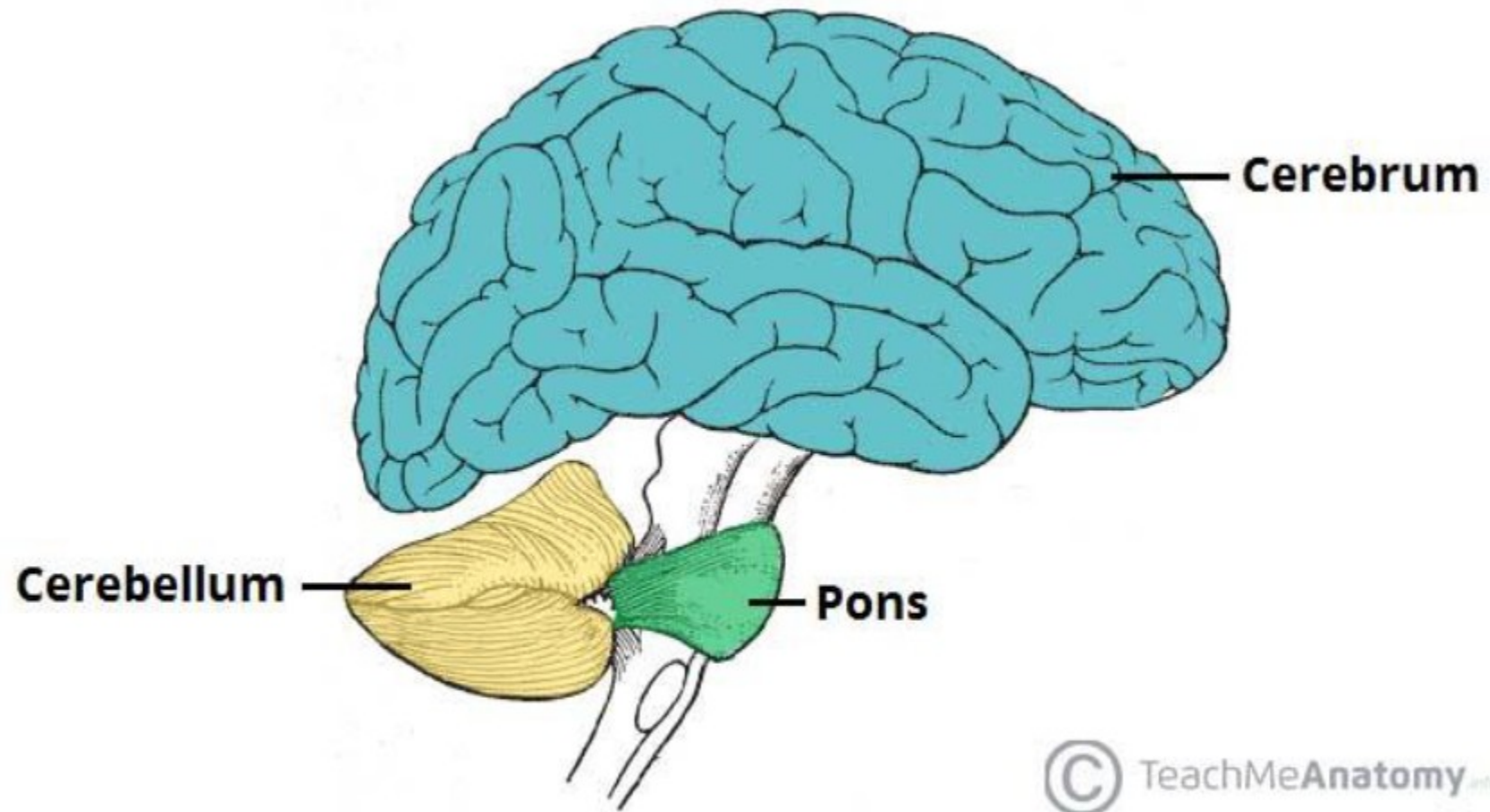
# Bazální ganglia

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

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

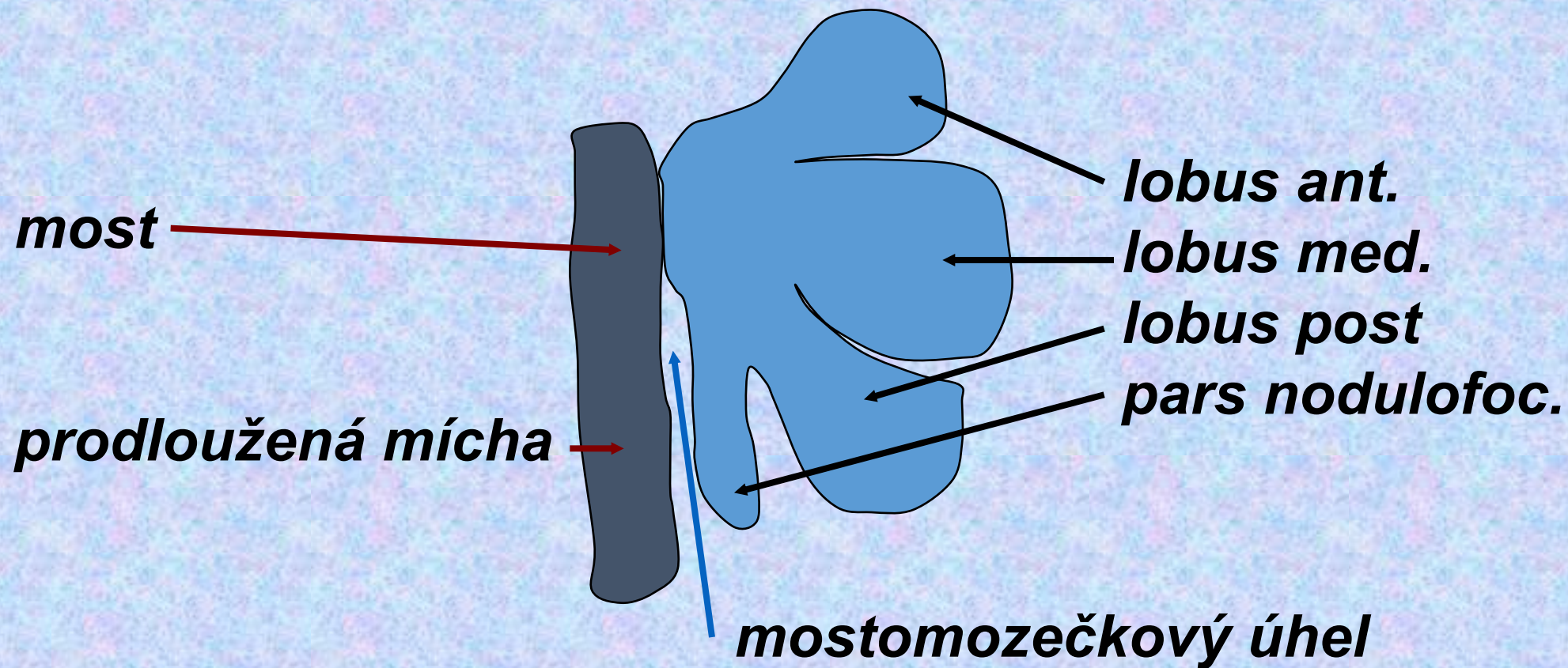
## ***Fukce dopaminu***

# 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*** (ne v klidu, ale vzniká až při cílení pohybu)

***Dysmetrie***

***Dysartrie***

# 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*.

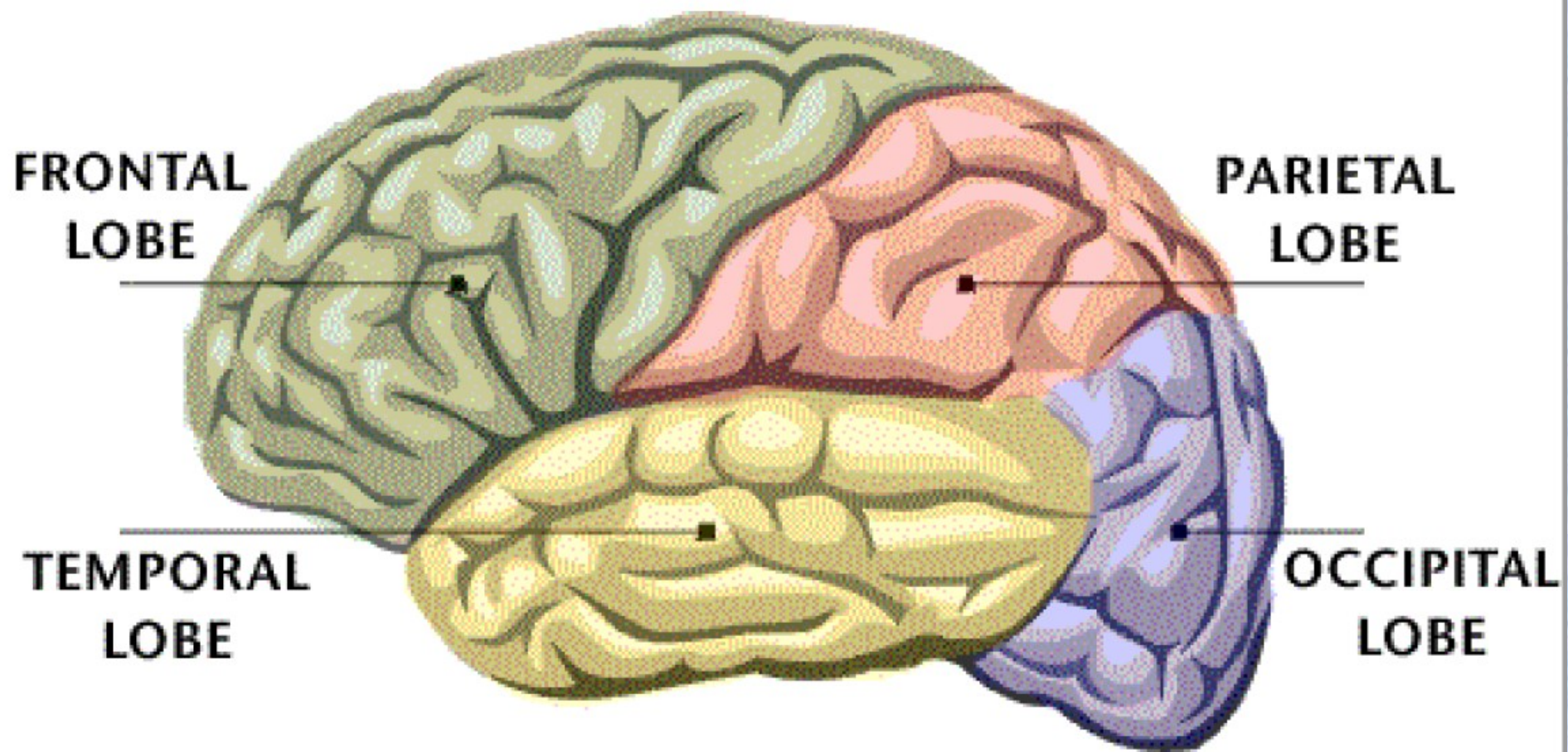
*Allocortex* je označení pro vývojově starší struktury, tedy *paleocortex* a *archicortex*. Charakteristické pro tyto oblasti je, že lze rozeznat pouze 3 buněčné vrstvy.

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

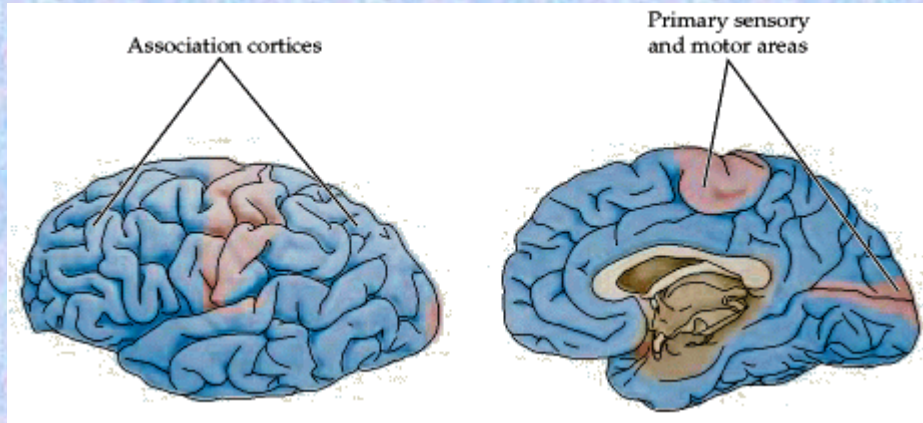
**Archicortex** je uložen v hloubce temporálního laloku a na jeho dolním okraji, kam migroval během vývoje z původního uložení na mediální ploše hemisféry. Funkčně je zapojen do limbického systému.

**Neocortex** je vývojově nejmladší





# Mozková kůra

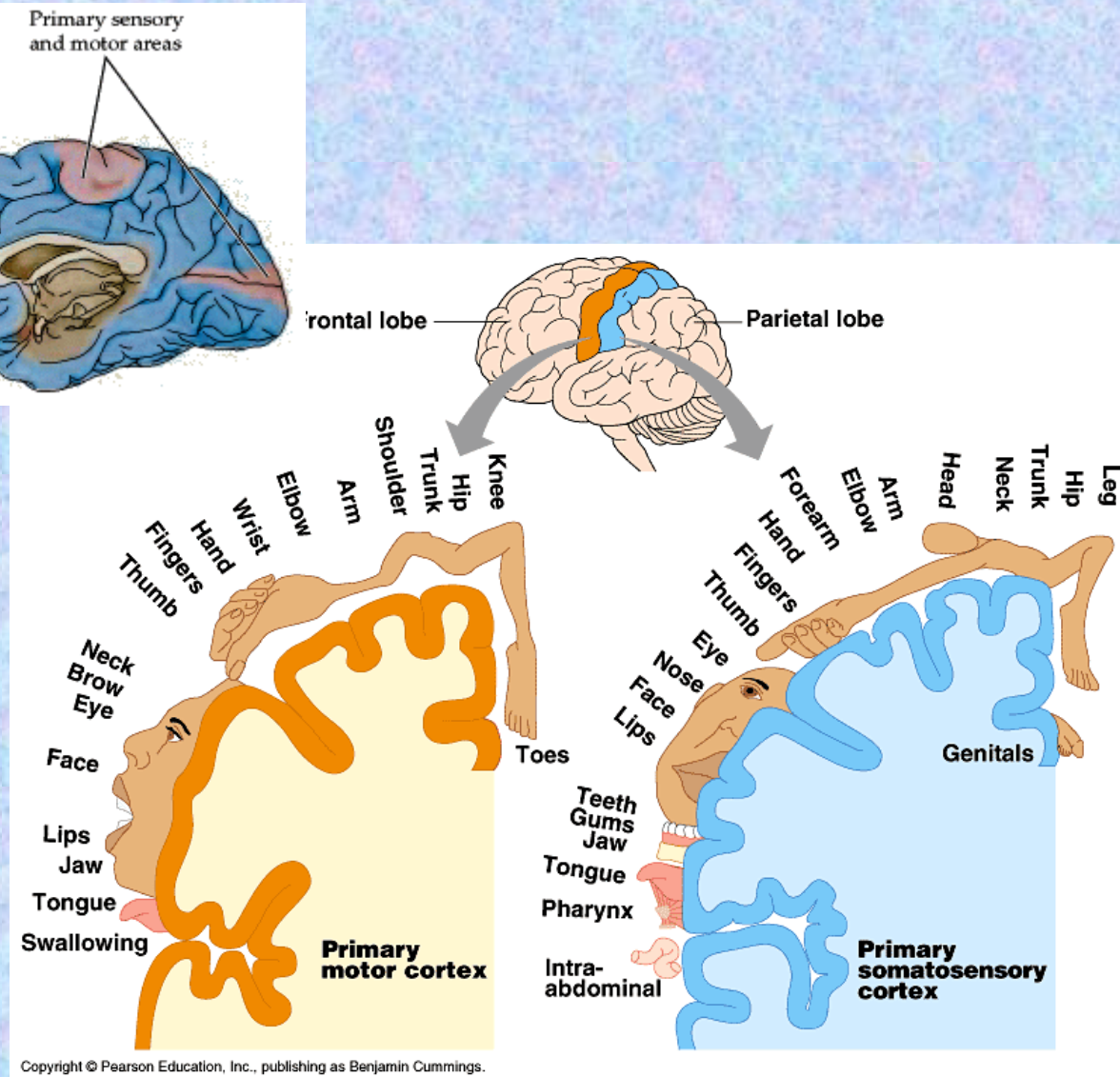
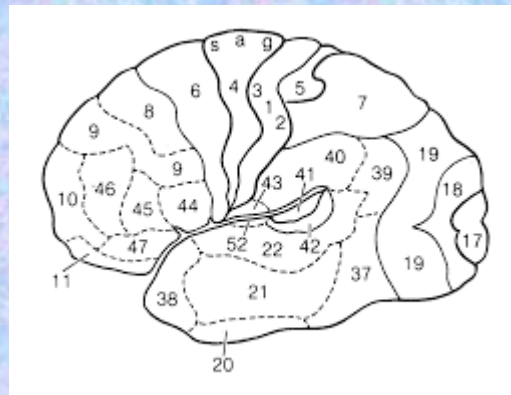


## Primární oblasti

✓ 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
- ✓ Vizuálně prostorové vztahy
- ✓ Pozornost

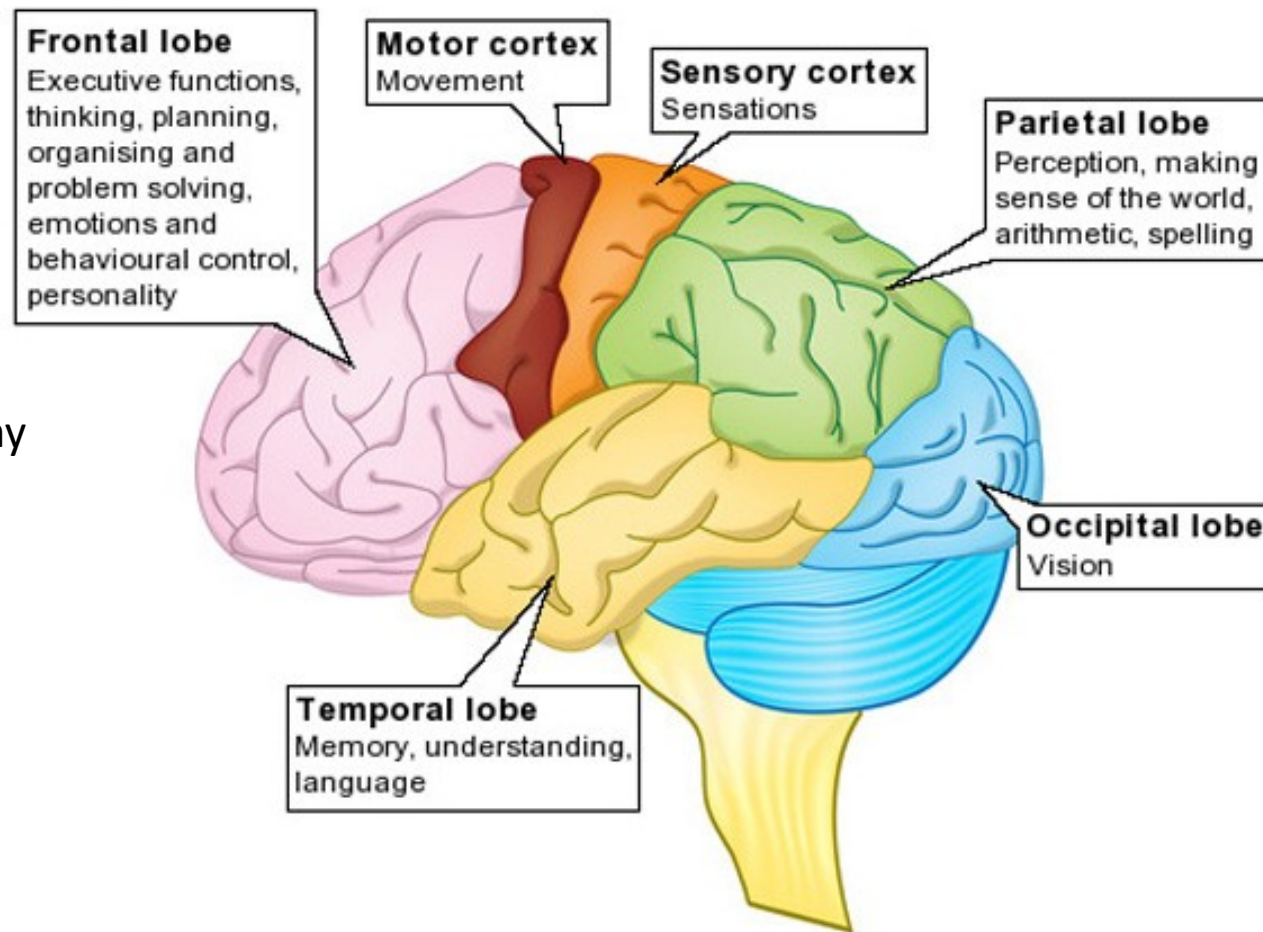
## Okcipitální lalok (OL)

- ✓ Zrakové vnímání

## Temporální lalok (TL)

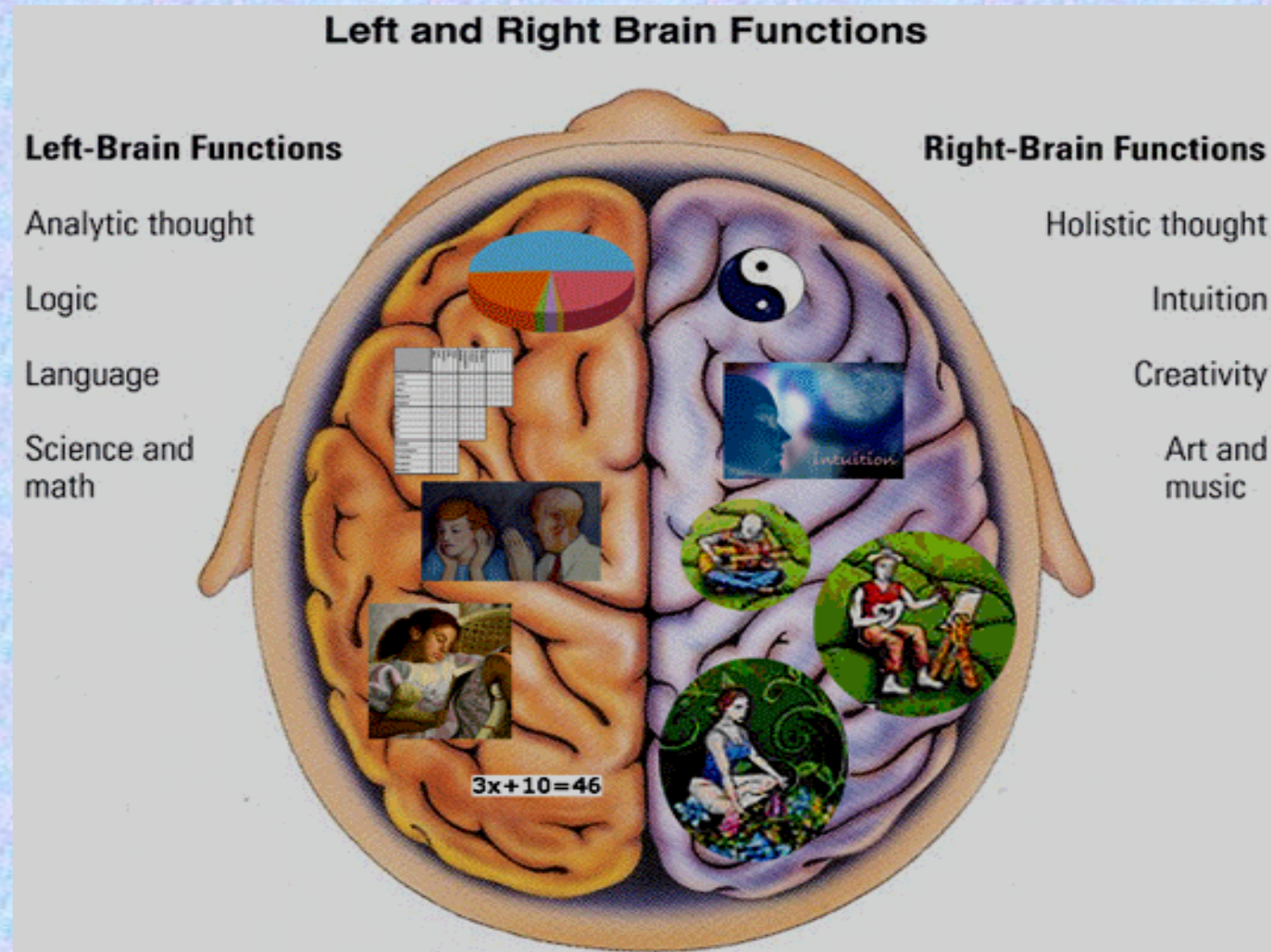
- ✓ Řeč
- ✓ Sluch
- ✓ Paměť
- ✓ Limbický systém

- Afektivita
- Sexualita





# Lateralizace mozkových funkcí



# Vyšší nervová činnost

Člověk má schopnost nechovat se jen reflexně, pudově

ale promyšleně, plánovitě,  
má schopnost předvídat (anticipace)

Dokáže se vzdát toho co ho uspokojuje v zájmu vyšších, dlouhodobějších cílů

Zásluhou rozsáhlých korových oblastí hlavně čelních (frontálních) laloků

Mozková kůra je sídlo unikátního procesu poznávání a myšlení

Intelligence ?? – počet nervových buněk a jejich spojení + neuroglie ??  
(profesorka Marian Diamondová – zkoumala mozek Alberta Einsteina)

Vrcholná funkce mozkové kůry = řeč

# Řeč

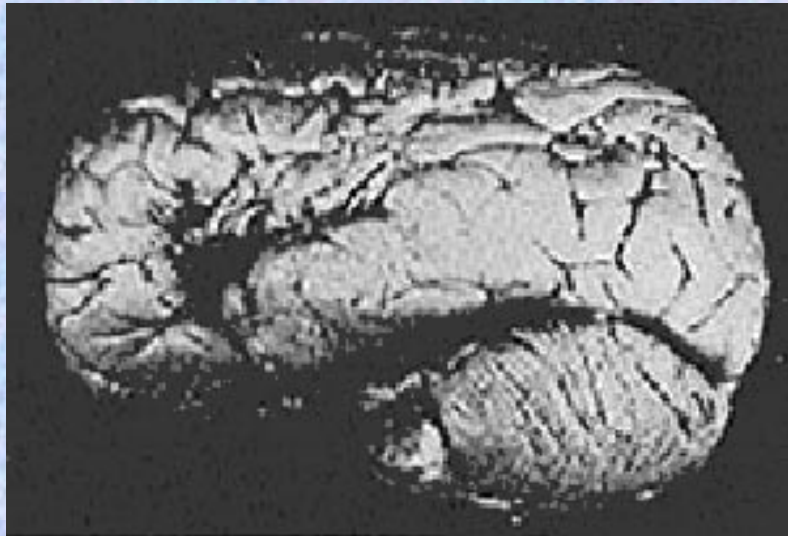
- slovní, písemný, posunkový prostředek dorozumívání se mezi lidmi (v podstatě kód, pomocí kterého člověk vyjadřuje svoje myšlenky, pocity, představy a zkušenosti)

## Komunikace

- Výměna signálů
  - ✓ Pachových
  - ✓ Vizualních
  - ✓ Zvukových
- Kódování
  - ✓ Jednoduché – velikost
  - ✓ Složité – tanec včel
- Mezi jedinci
  - ✓ Téhož druhu
  - ✓ Různých druhů



# 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 dolní části levého frontálního laloku
- Mluvíme pomocí „levé hemisféry“
- Brocova afázie
  - ✓ Motorická, expresivní
  - ✓ Pacient rozumí, ale není schopen artikulovaně mluvit

# Carl Wernicke (1848-1905)

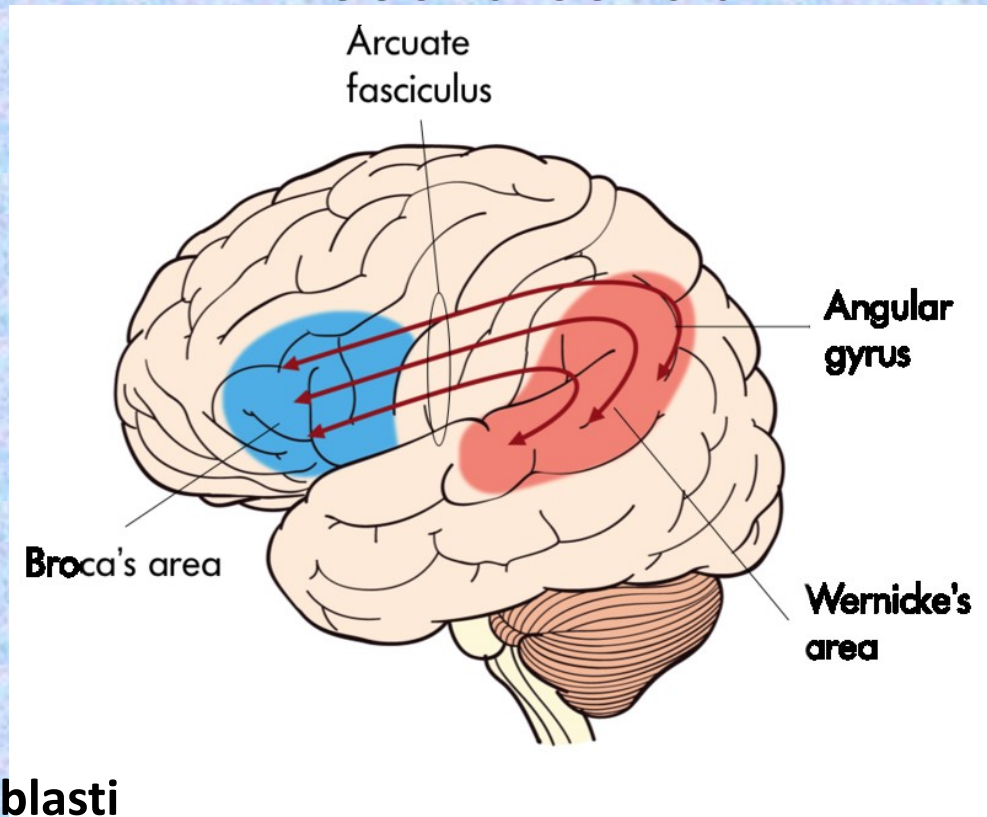


- Německý neurolog a psychiatr
- V roce 1874 popsal v práci o anatomii poruch řeči druhou klíčovou řečovou oblast
  - Zadní část levého temporálního laloku
  - Porozumění obsahu řeči
- Wernickeova afázie
  - ✓ percepční, sensorická
  - ✓ neschopnost rozumět, řeč plynulá avšak není smysluplná





# Řečová centra

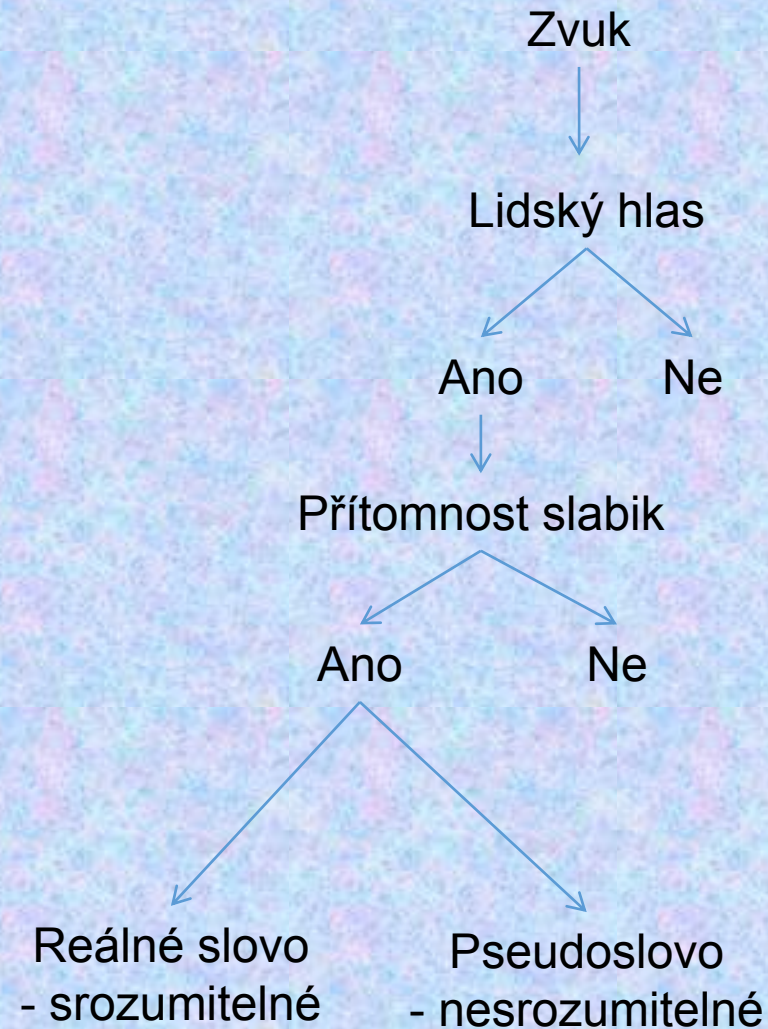
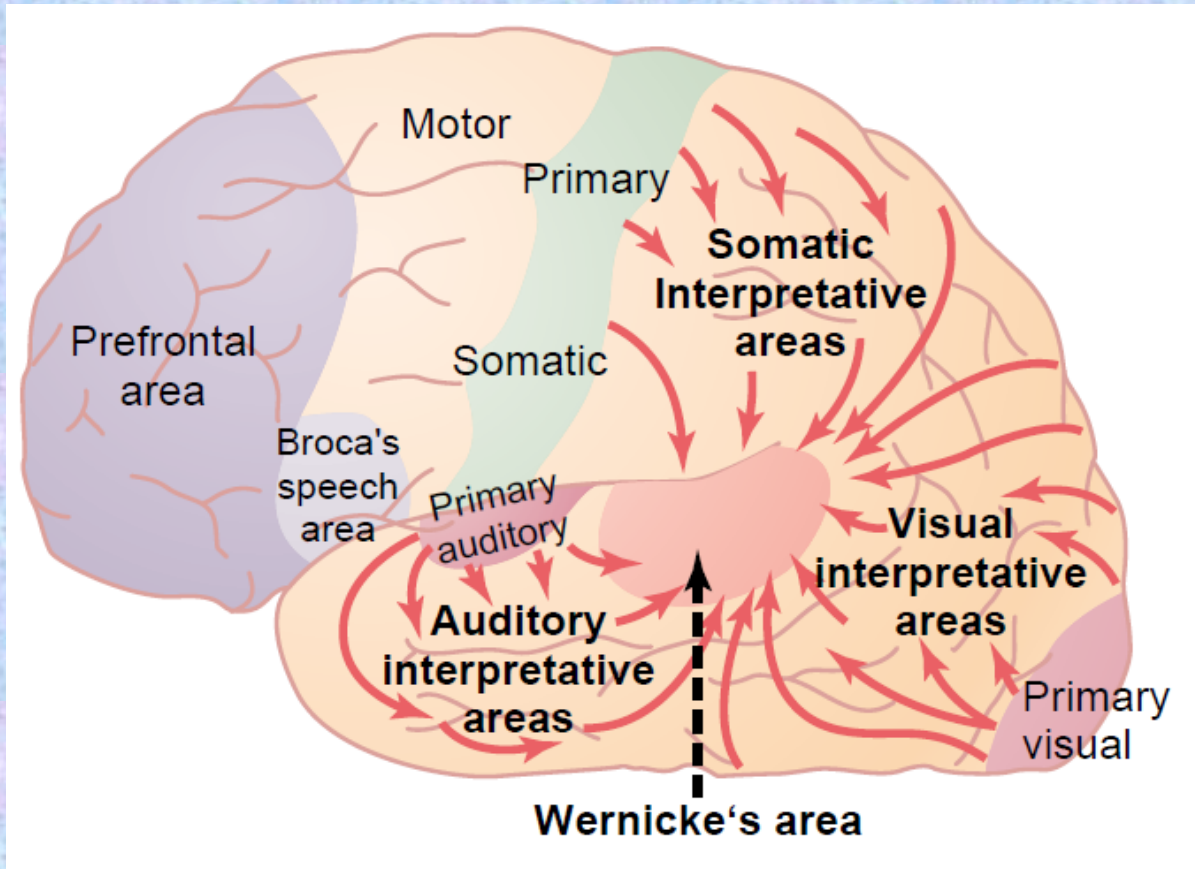


## Dvě hlavní řečové oblasti

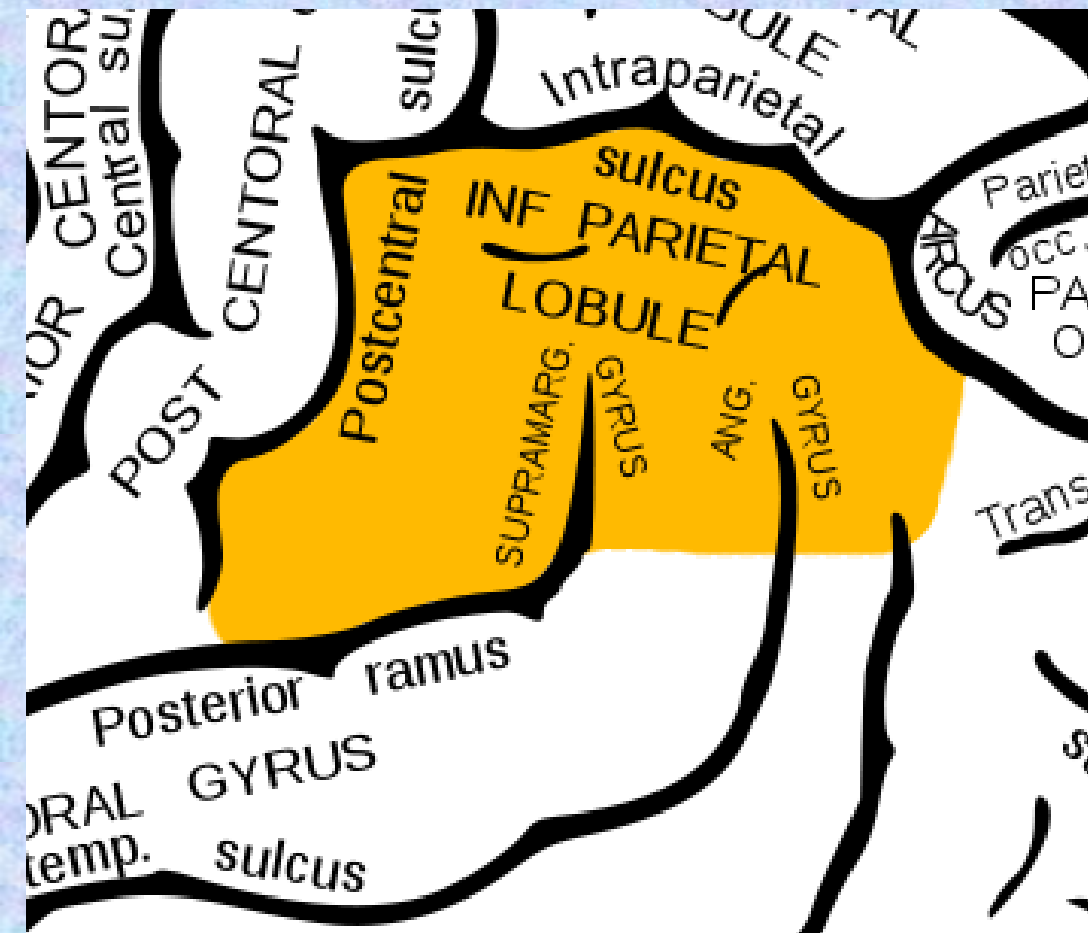
- Brocova oblast (motorická)
  - ✓ navazuje na motorický kortex
- Wernickeova (senzorická)
  - ✓ navazuje na sluchovou oblast
- Fasciculus arcuatus
  - Kondukční afázie
    - ✓ Poškození fasc. arcuatus
    - ✓ Pacient rozumí i mluví
    - ✓ Problém zopakovat slyšené
  - Dysartrie
    - ✓ Problém s artikulací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



# Algoritmus zpracování slyšeného



# Lobulus parietalis inferior



## Lobulus parietalis inferior

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

**Integrace sluchových, zrakových a somatosenzorických informací**

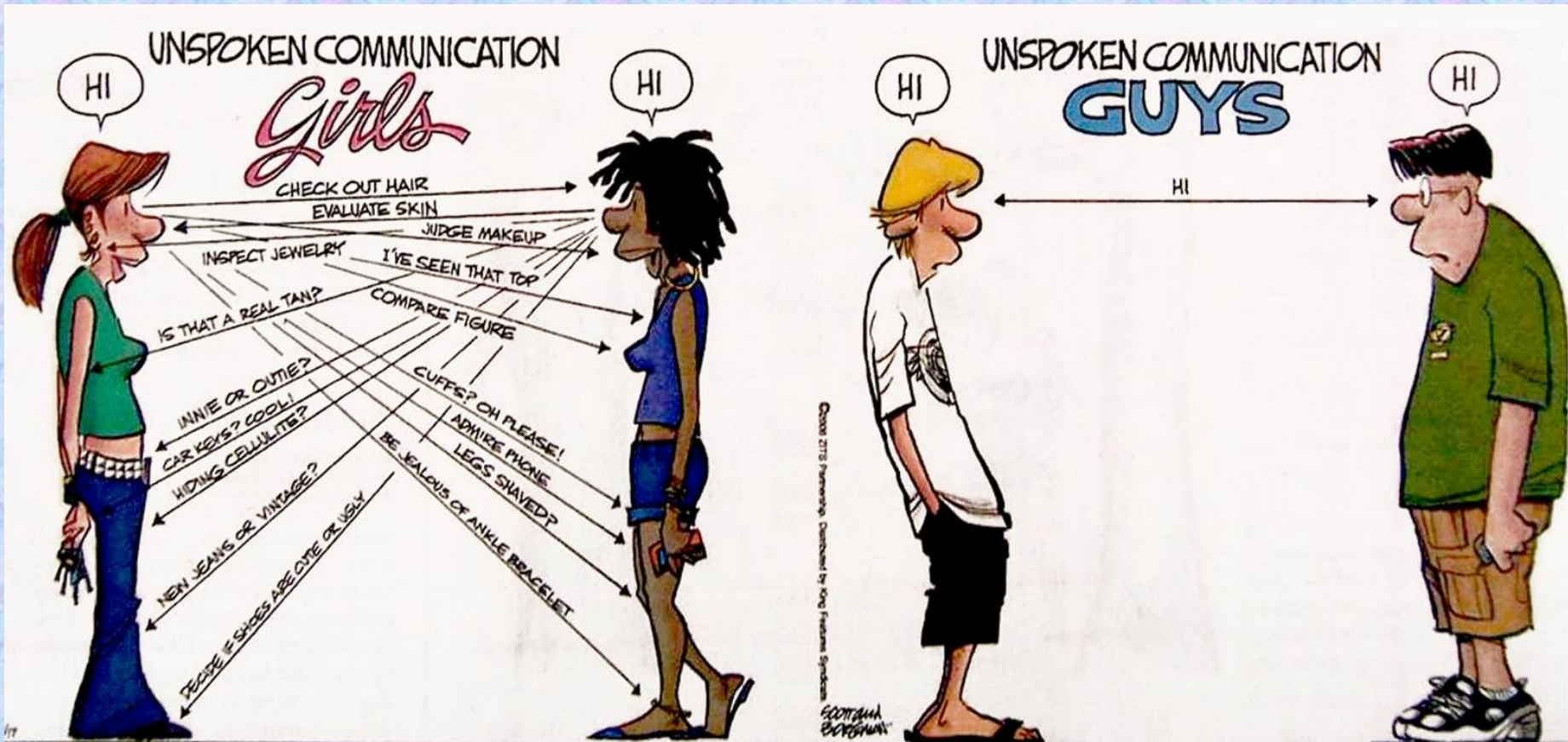
# Lobulus parietalis inferior

- Jedna z posledních oblastí, které se vyvíjejí 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)
- 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



# Pohlavní rozdíly v řeči

- Ženská řeč je fluentnější
  - produkce většího množství slov v daném čase
- Ženy jsou schopny mluvit i poslouchat zatímco vykonávají jinou činnost
  - Multitasking
- Zpracování a produkce řeči je v ženském mozku více rozšířeno do obou hemisfér
  - Ženský mozek má větší množství spojů mezi hemisférami – méně patrná lateralizace
- Testosteron opoždí vývoj levé hemisféry
  - Chlapci začínají mluvit později
- Dyslexie je 4x častější u mužů



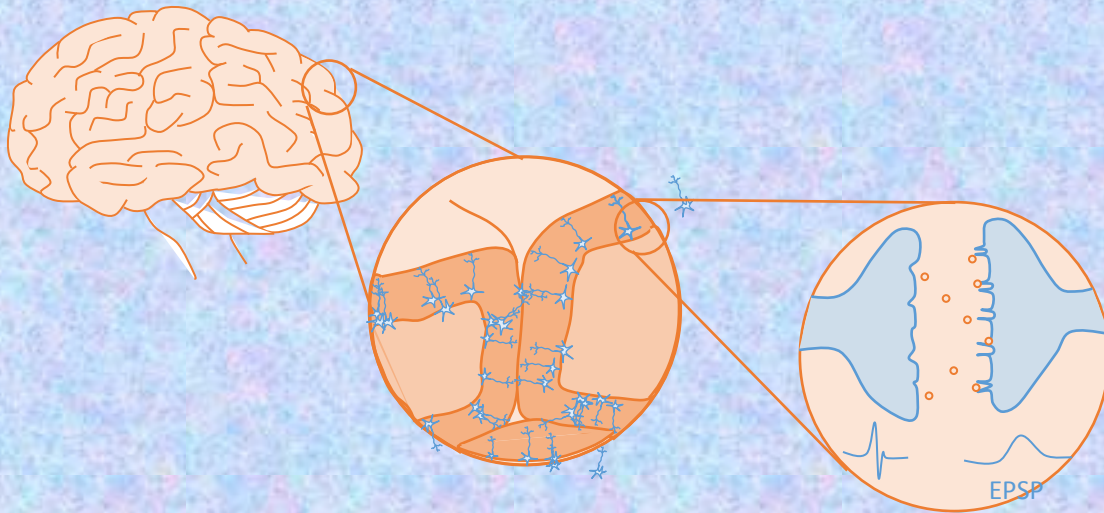


# Elektrofyzilogická analýza činnosti mozkové kůry

## - Elektroencefalografie (EEG)

### **Vyšetřovací metoda – registruje bioelektrickou aktivitu mozku**

- Získané křivky registrují rytmickou aktivitu velkého množství korových neuronů
- Podkladem jsou rozdílné změny membránového napětí na dendritech a tělech neuronů, dané součtem excitačních a inhibičních postsynaptických potenciálů (časová a prostorová sumace)



Komentář k obrázku:

vlevo – vizualizace mozkové kůry na povrchu mozku;

uprostřed – zjednodušené schématické znázornění mozkové kůry, kde jsou pyramidové neurony uloženy kolmo na povrch kůry;

vpravo – vznik excitačních postsynaptických potenciálů v oblasti postsynaptické membrány (sumací mnoha těchto potenciálů může být nervová buňka depolarizovaná až tak, že dojde k překročení prahové hodnoty membránového napětí a vzniká akční potenciál šířící se do dalších buněk).

Převzato: Workbook fyziologie – biomedicínská technika, Hrušková J. a kol.



# Elektrofyzilogická analýza činnosti kůry - 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 úroveň bdění
Delta	0,1 – 4 Hz	typické pro hluboký spánek ( <b>Non REM</b> )

# **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 (pokles dráždivosti korových neuronů na senzorické podněty)**

# **Bdění a spánek**

## **Non REM stadium - ortodoxní=synchronizované**

delta rytmus na EEG,

nižší+pravidelná frekvence srdce i dechu

tonus kosterních svalů nízký

menší hloubka spánku

strukturální podklad – neurony nucleii raphes = centrum ortodoxního spánku

## **REM stadium - paradoxní=desynchronizované**

beta rytmus na EEG

zvýšená+nepravidelná frekvence srdce i dechu

tonus kosterních svalů vymizelý

větší hloubka spánku

strukturální podklad – neurony locus caeruleus – horní polovina Varolova mostu

**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



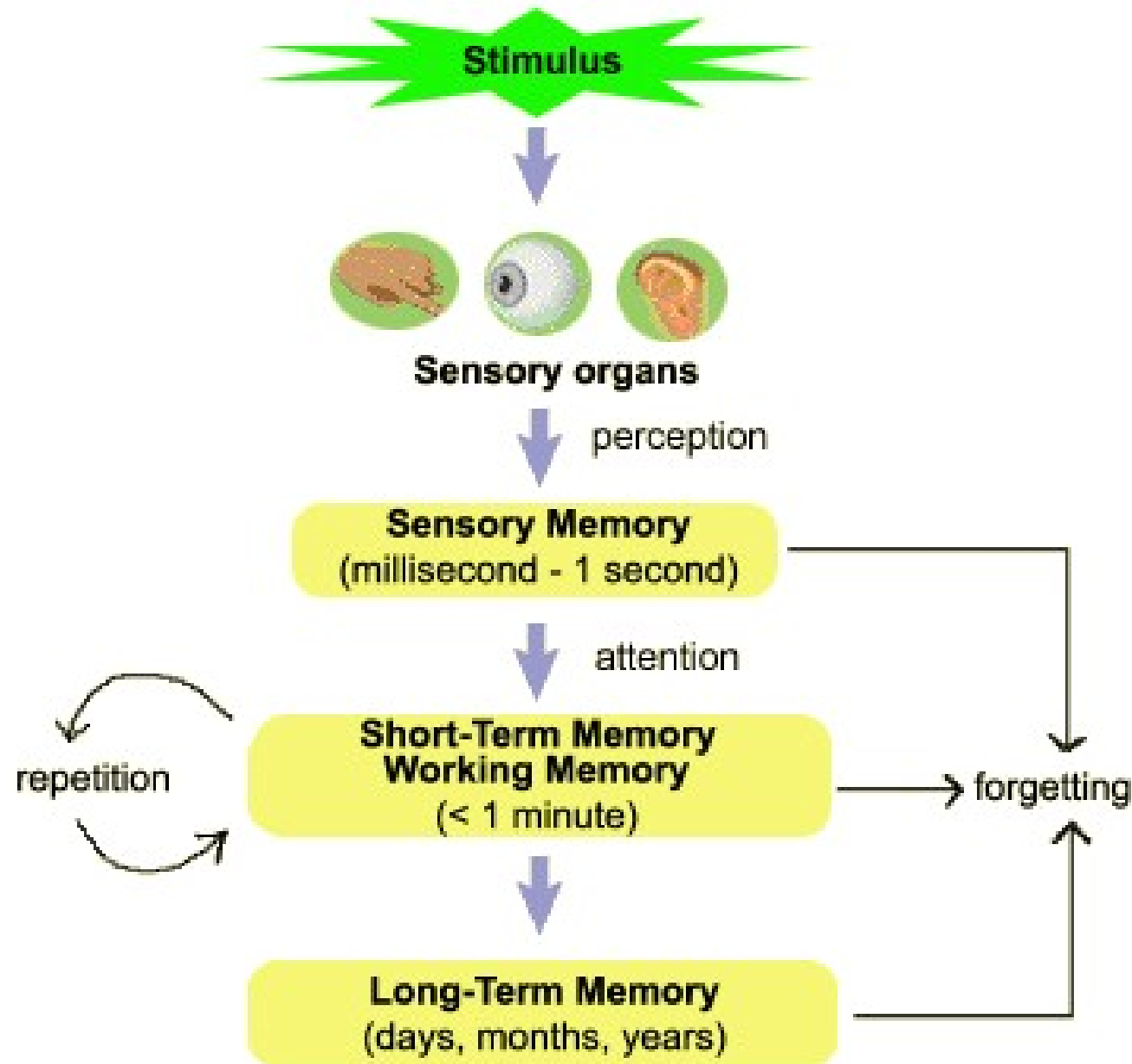
# PAMĚŤ krátkodobá

- 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 pánů Ecclese a Szenthágotthaie – mikrostrukturální změny na presynaptických či postsynaptických spojení

# Multi-store (Atkinson Shiffrin memory model)





# PAMĚŤ

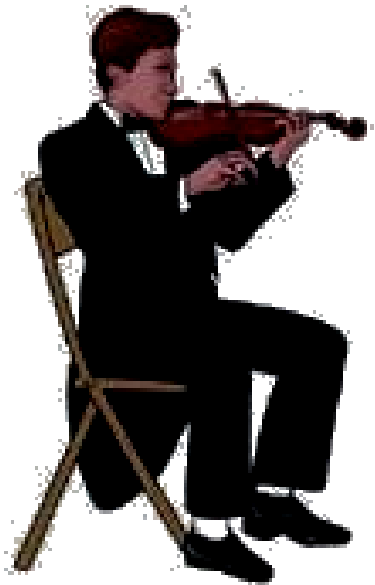
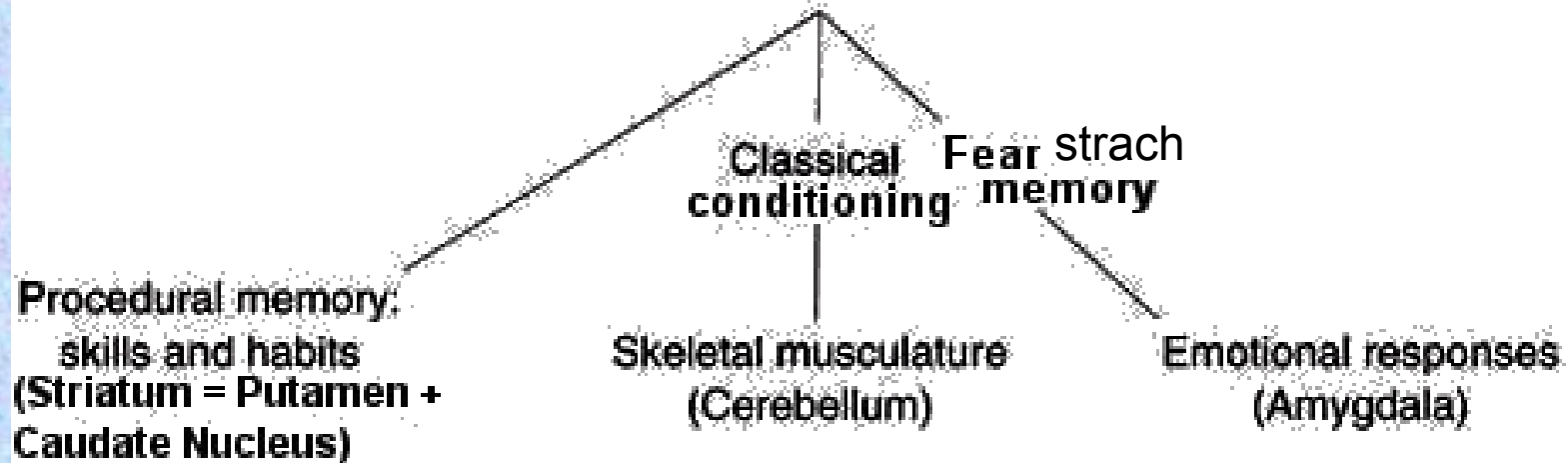
- **Procedurální (nedeklarativní)**

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

# Nondeclarative memory



Dovednosti a zvyky



Klasické podmiňování

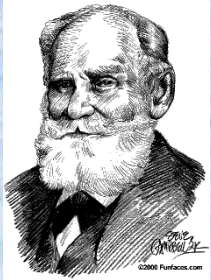


Emoce

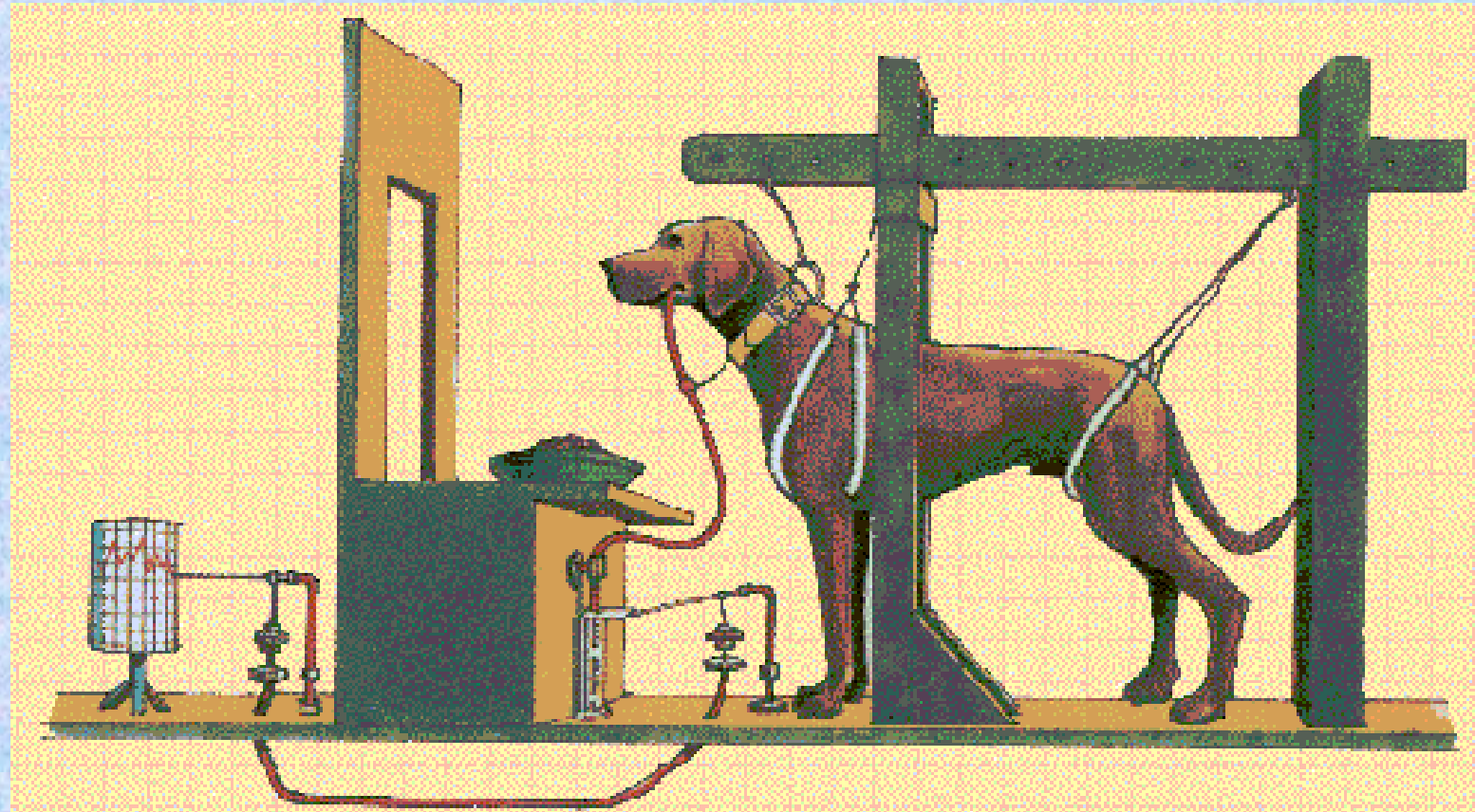
# UČENÍ

- Definice učení **z fyziologického pohledu**: zvýšení pravděpodobnosti správné odpovědi na nějaký podnět na základě zkušeností a cílevědomé výchovy
- 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



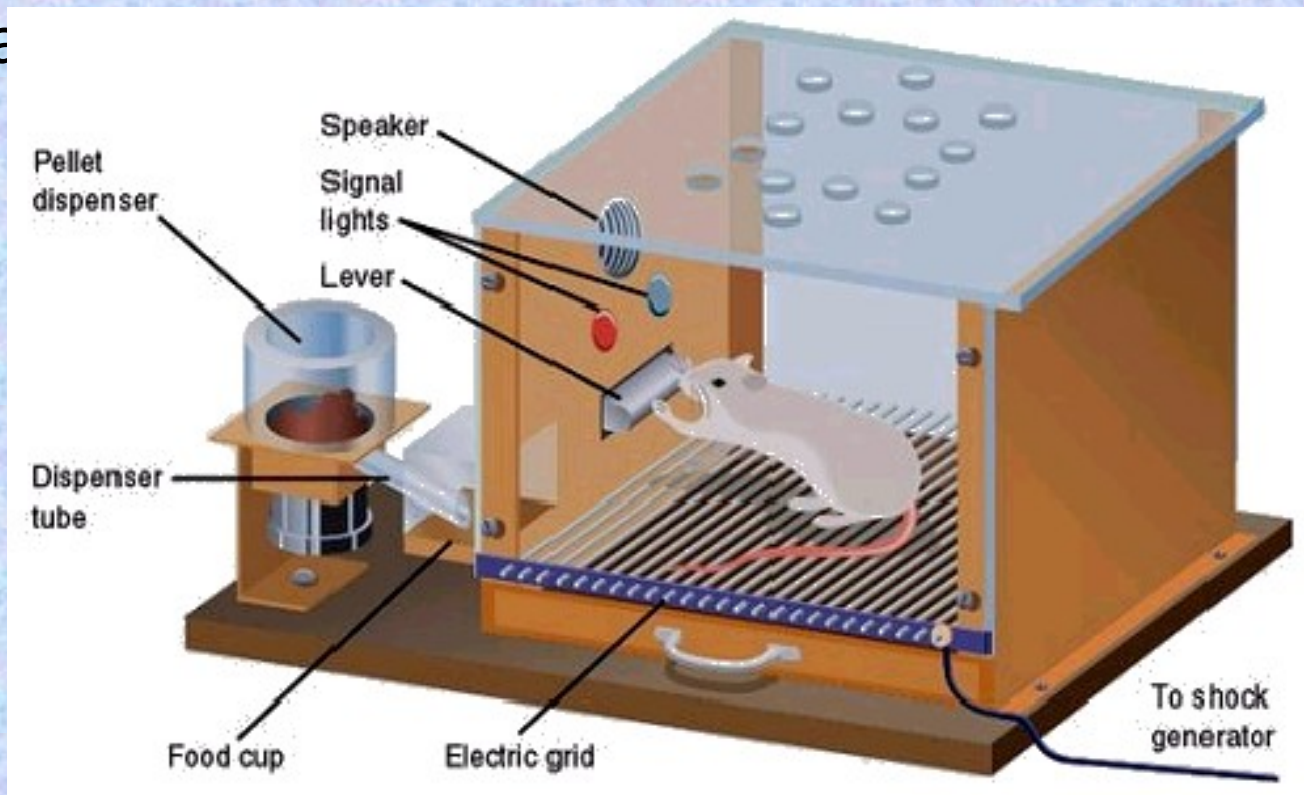


# Ivan Pavlov: klasické podmiňování 1904

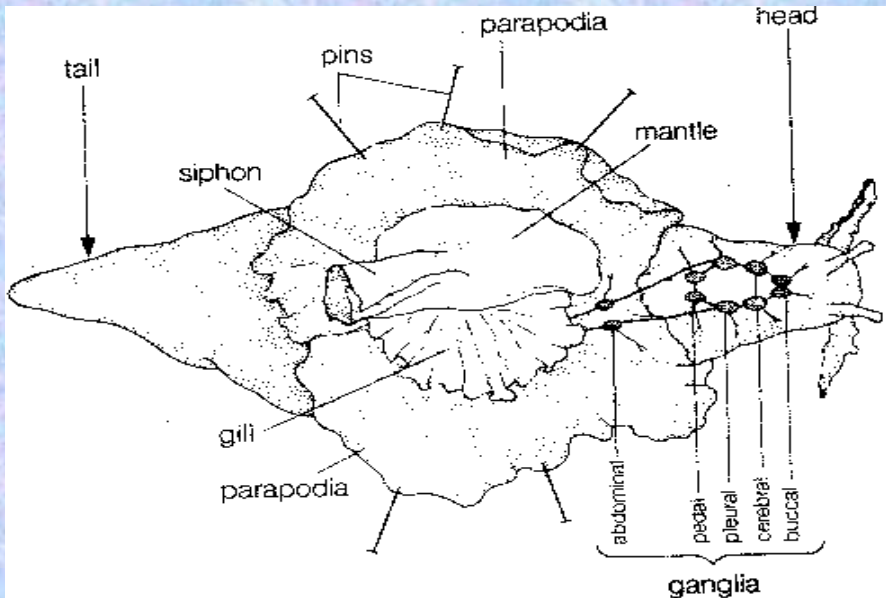


# Operační podmiňování (dle Skinnera )

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



# Aplysia californica



➤ slimák rodu *Aplysia* má přibližně kolem 20 000 neuronů v nervovém systému, který je rozložen do 9 ganglií

➤ Vědci předpokládají, že při probádání NS u tohoto slimáka, získají nové informace i k funkcím lidského mozku