

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)

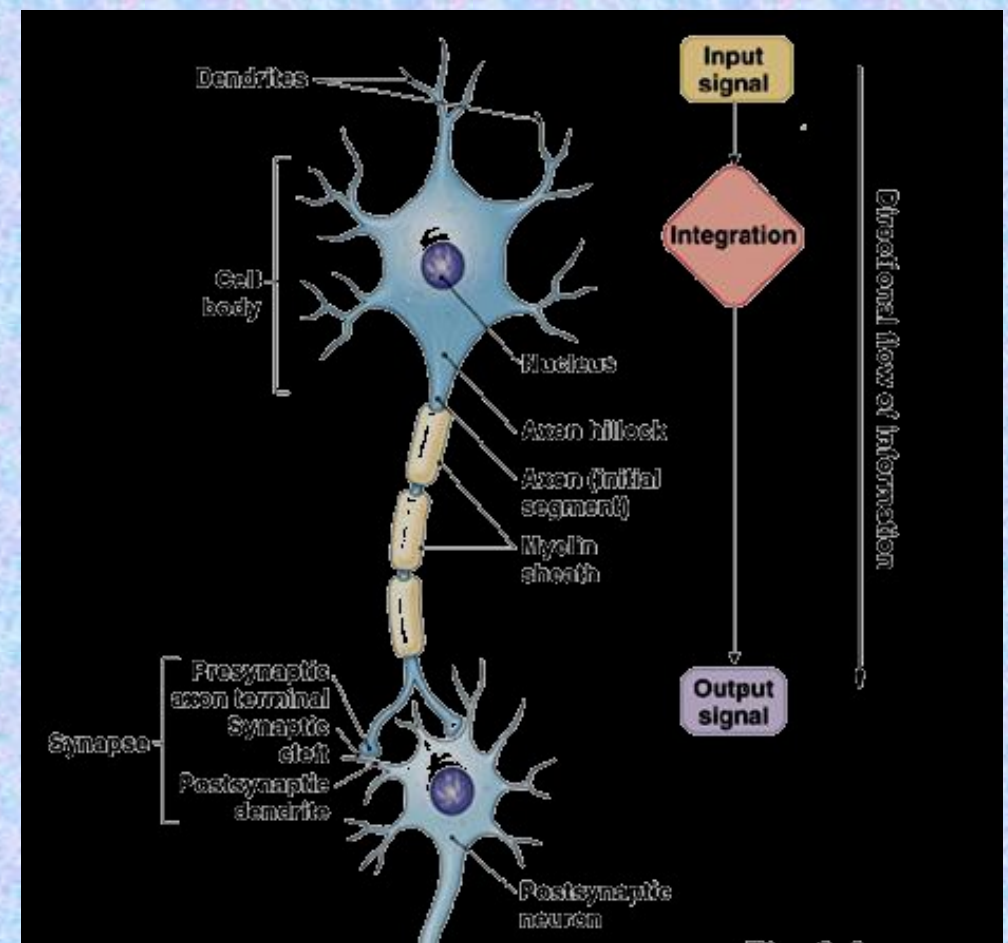
–Podpurná činnost

•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***

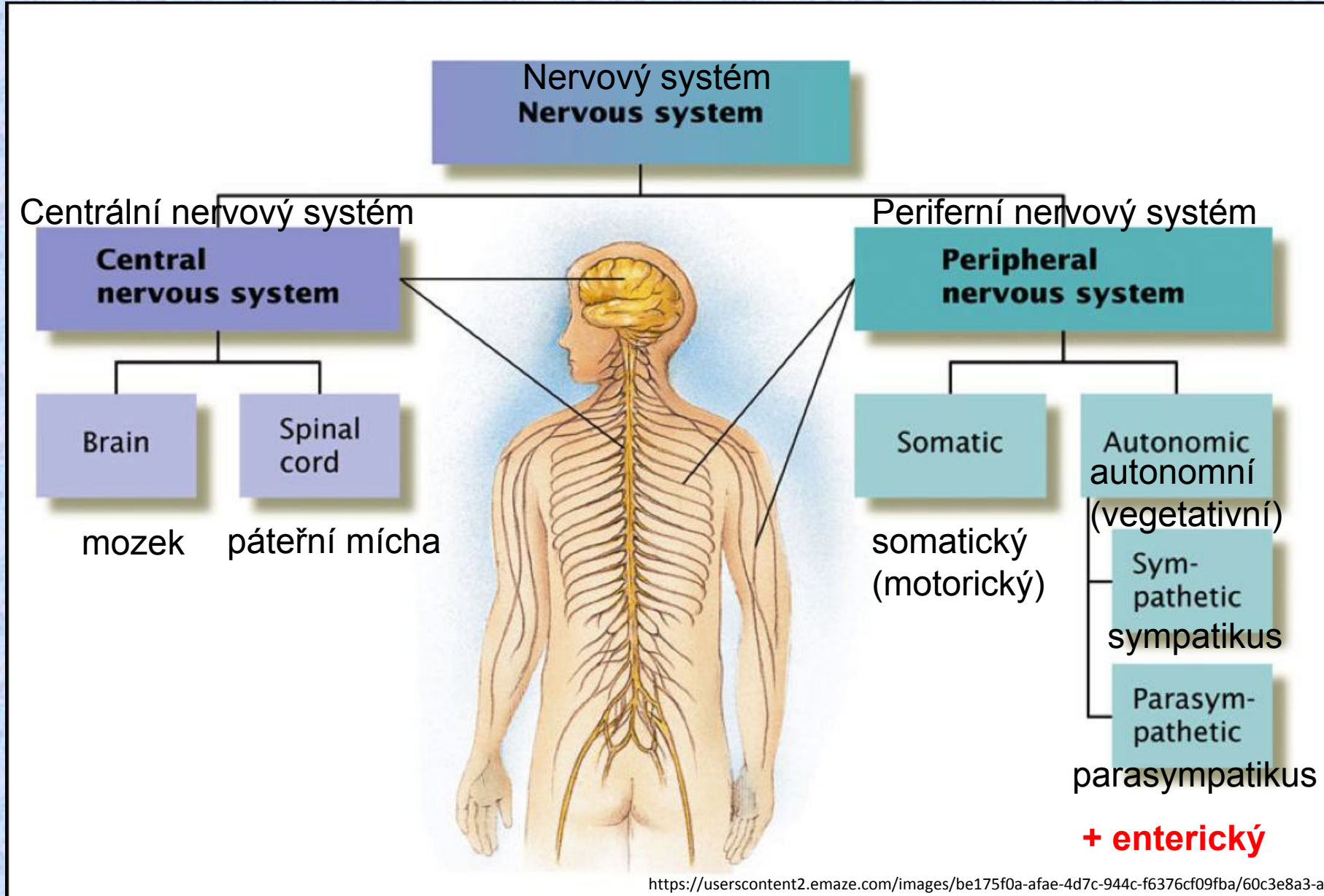
– ***Humorální (hormonální)***

**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).

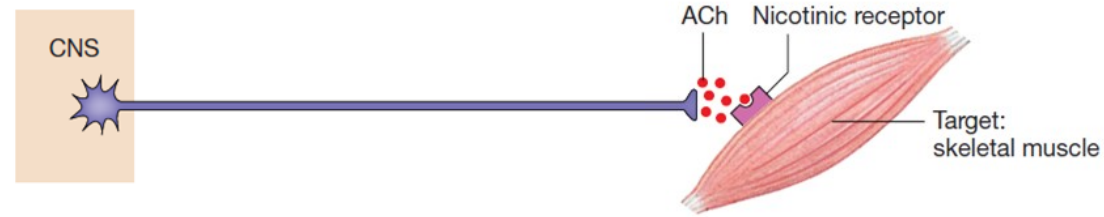
- Sympatický
 - Parasympatický
 - Enterický
- } nervový systém

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

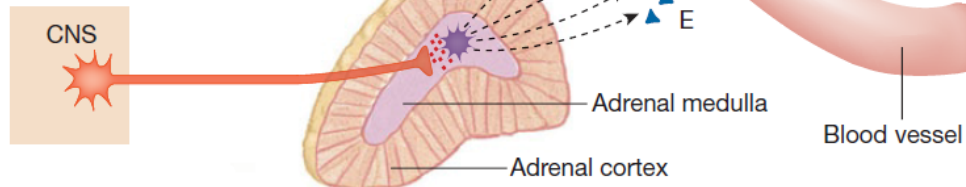
(a) Parasympathetic Pathway



(b) Sympathetic Pathway



(c) Adrenal Sympathetic Pathway



Sympathetic nervous system

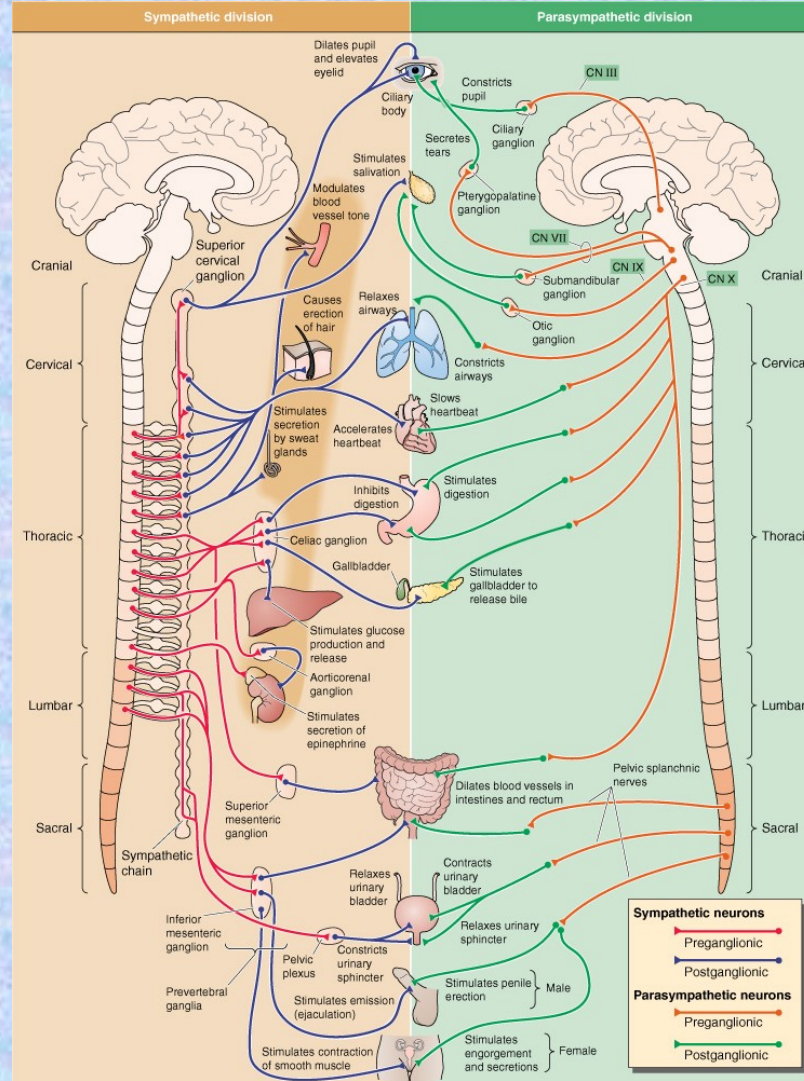
Fight or flight response

Energy/store consumption

Preganglionic neuron
 – Spinal cord
 -Thoraco - lumbar system

Ganglia
Paravertebral
 -Truncus sympathicus
 - Majority
Prevertebral
 -Plexus aorticus

Mostly diffuse effect



Parasympathetic nervous system

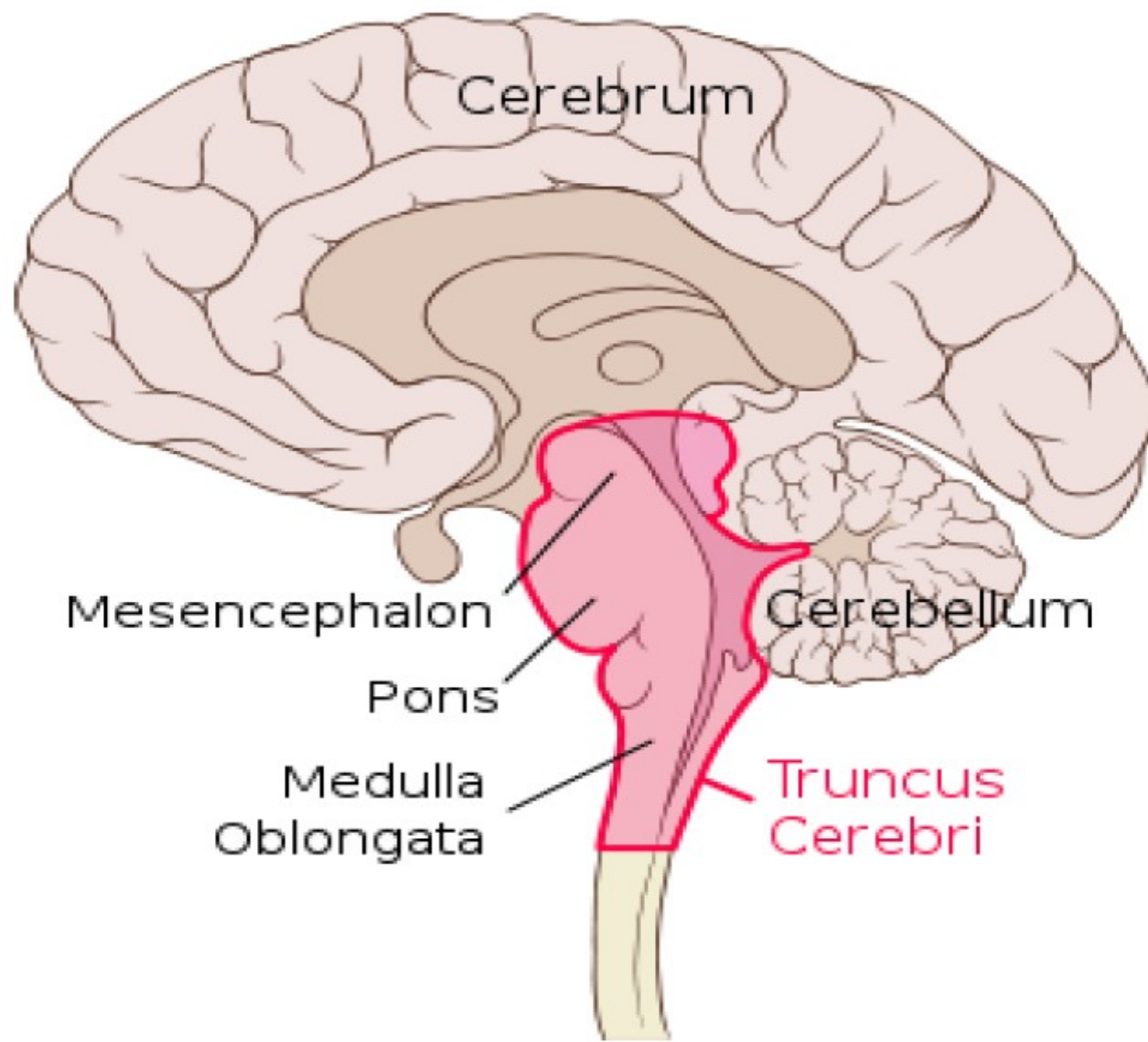
Rest and digest response

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



Cerebrum

Mesencephalon

Pons

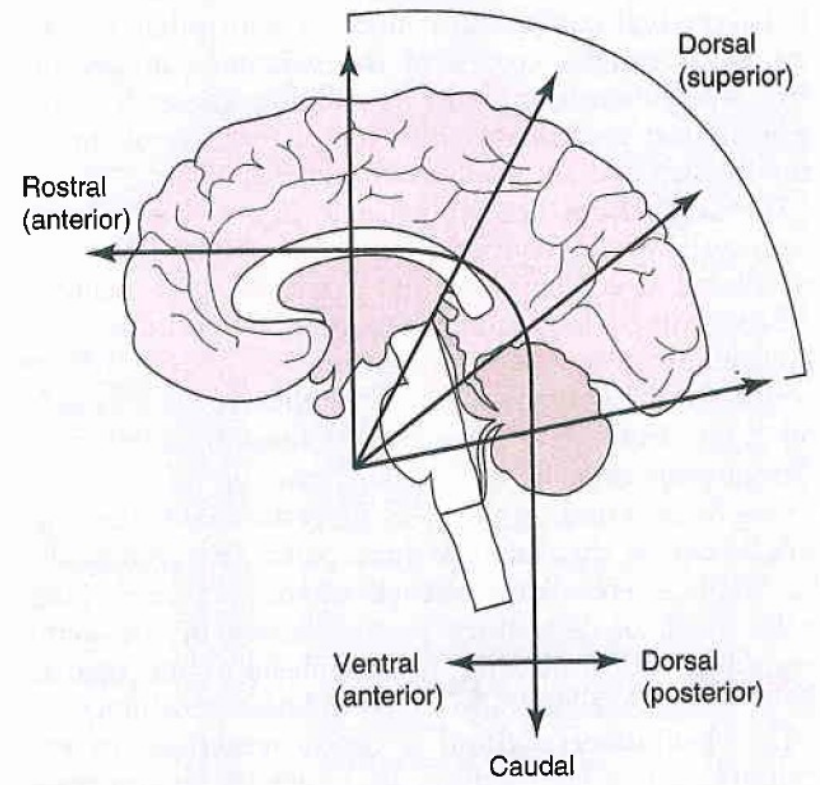
Medulla
Oblongata

Cerebellum

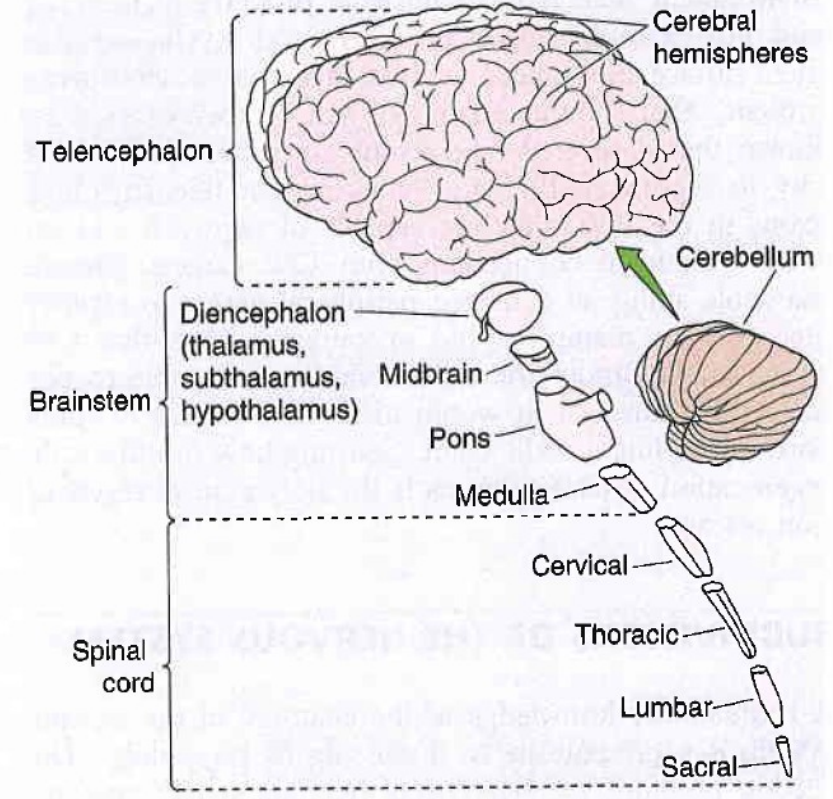
Truncus
Cerebri

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

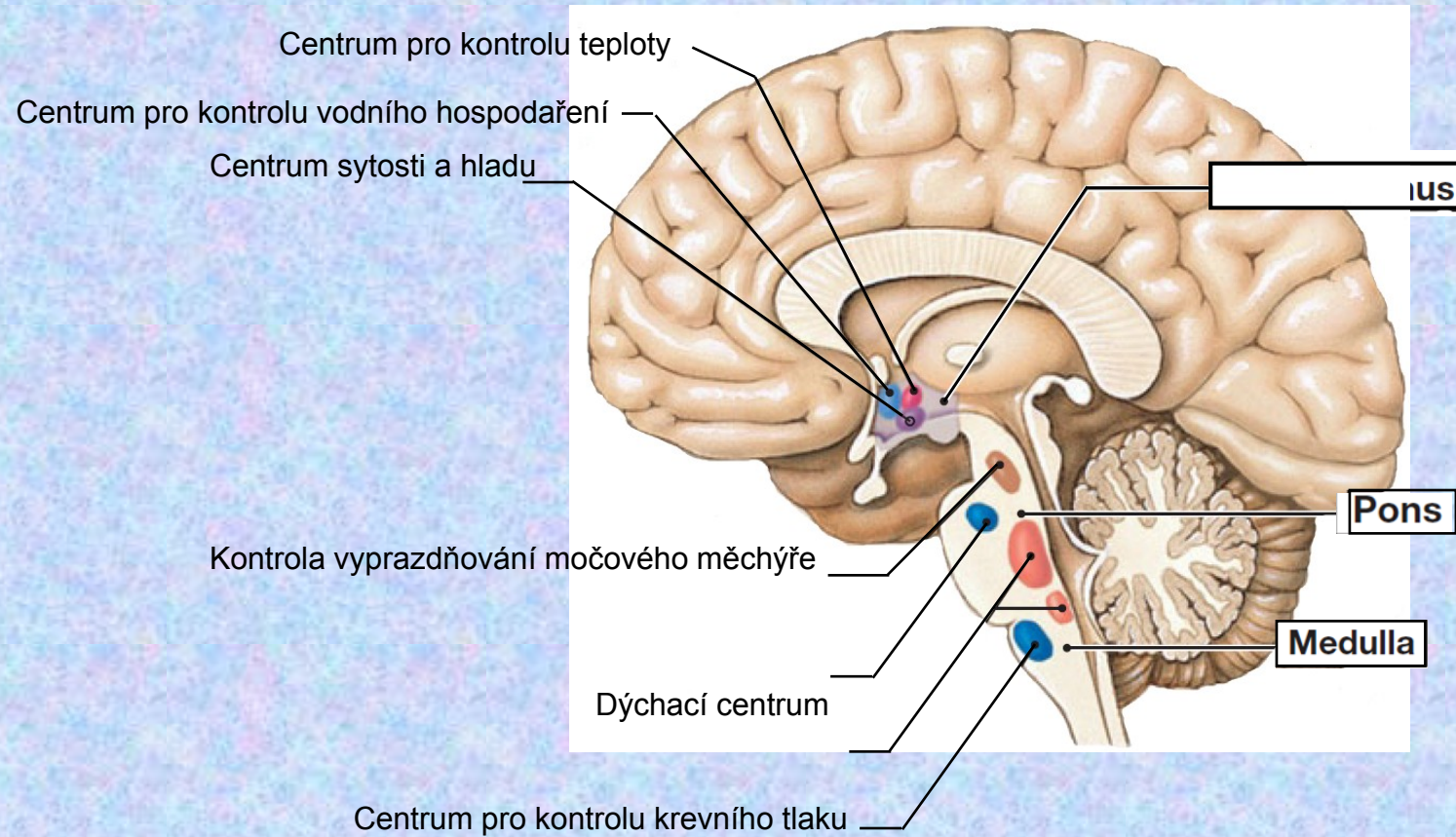
– vazomotorické centrum, kardiomotorické centrum

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

trávení

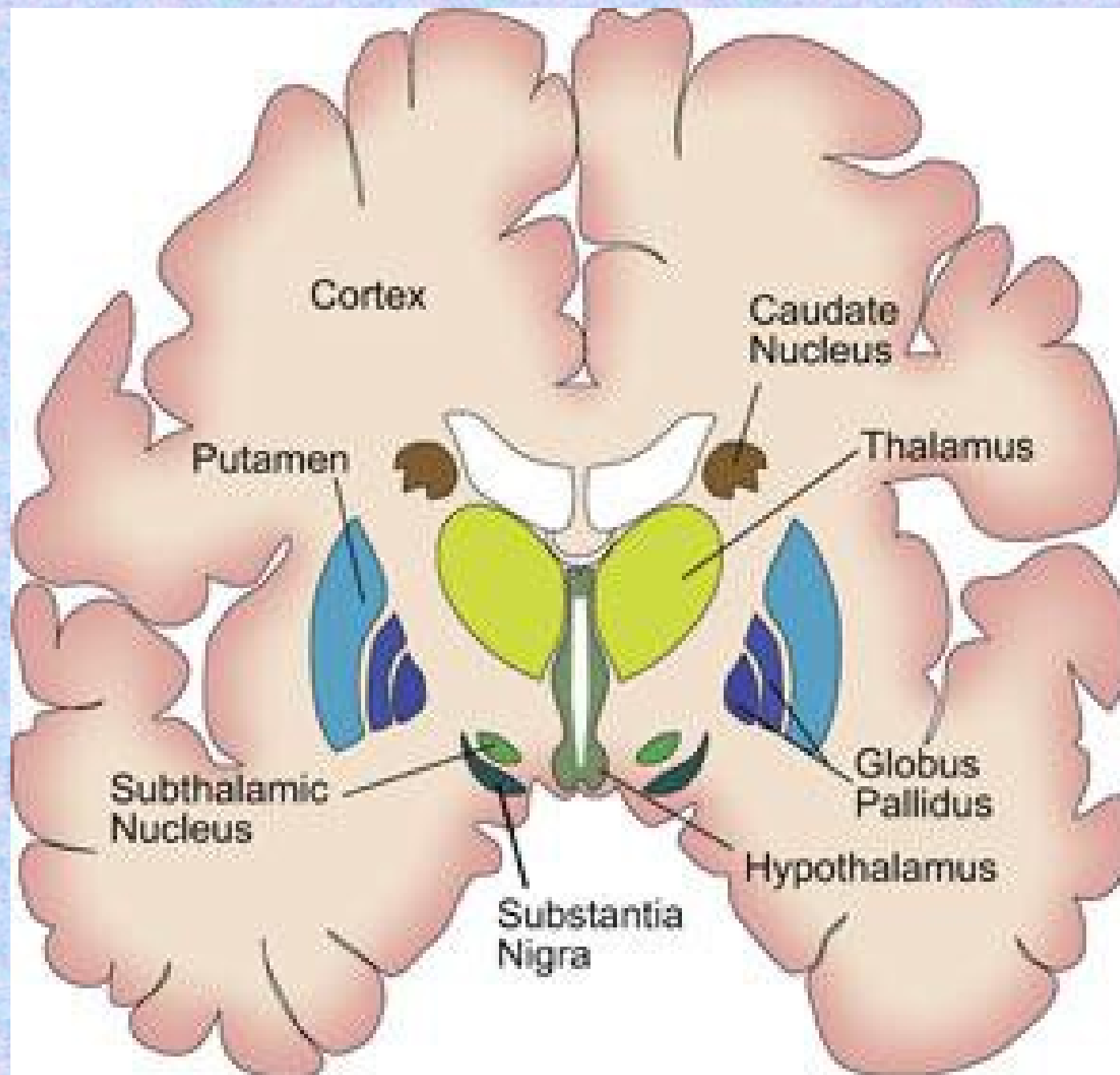
mikce (činnost močového měchýře)

- 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);

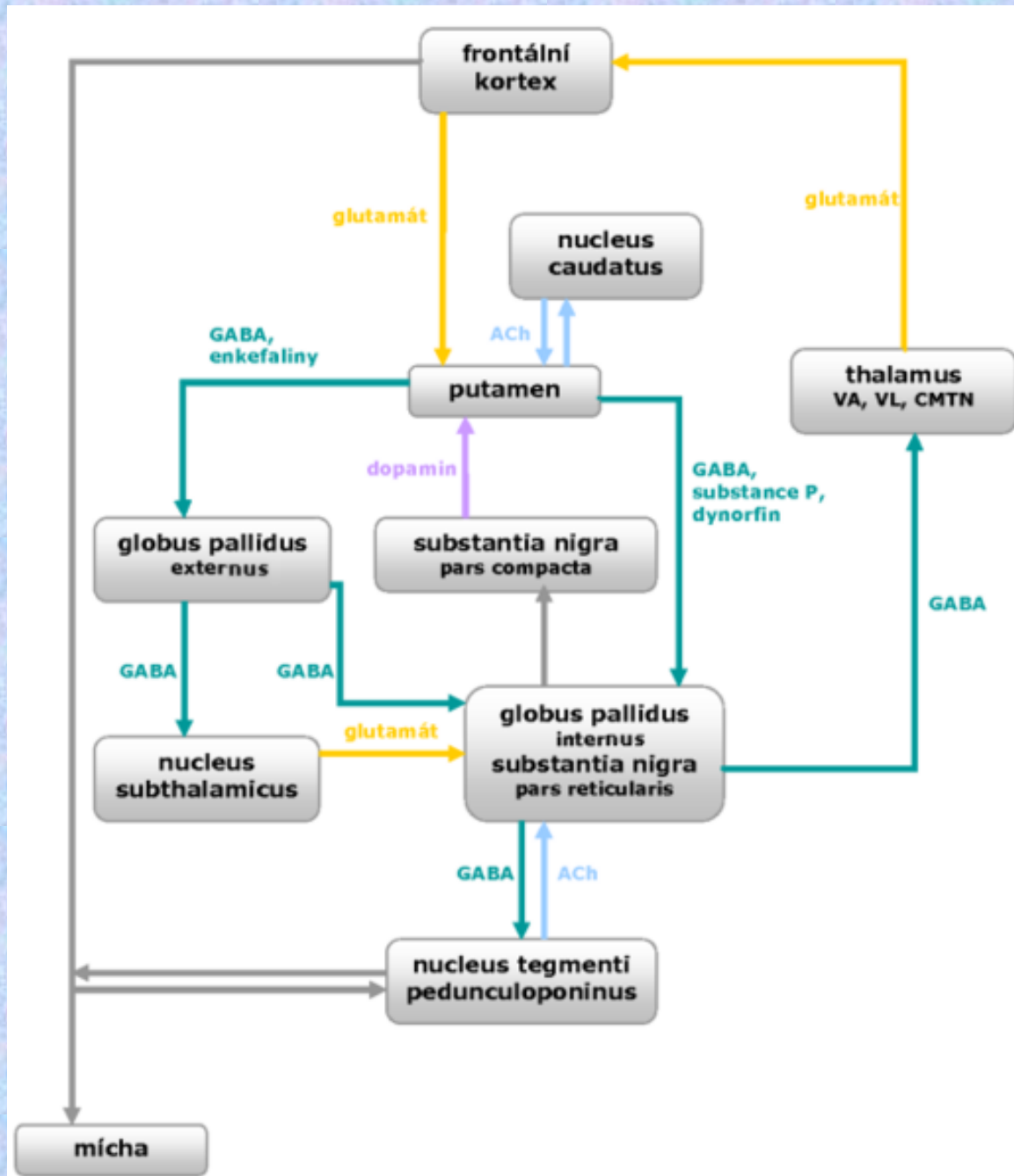
•vmezeřená (intrinsic) bazální ganglia:

- 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
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

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

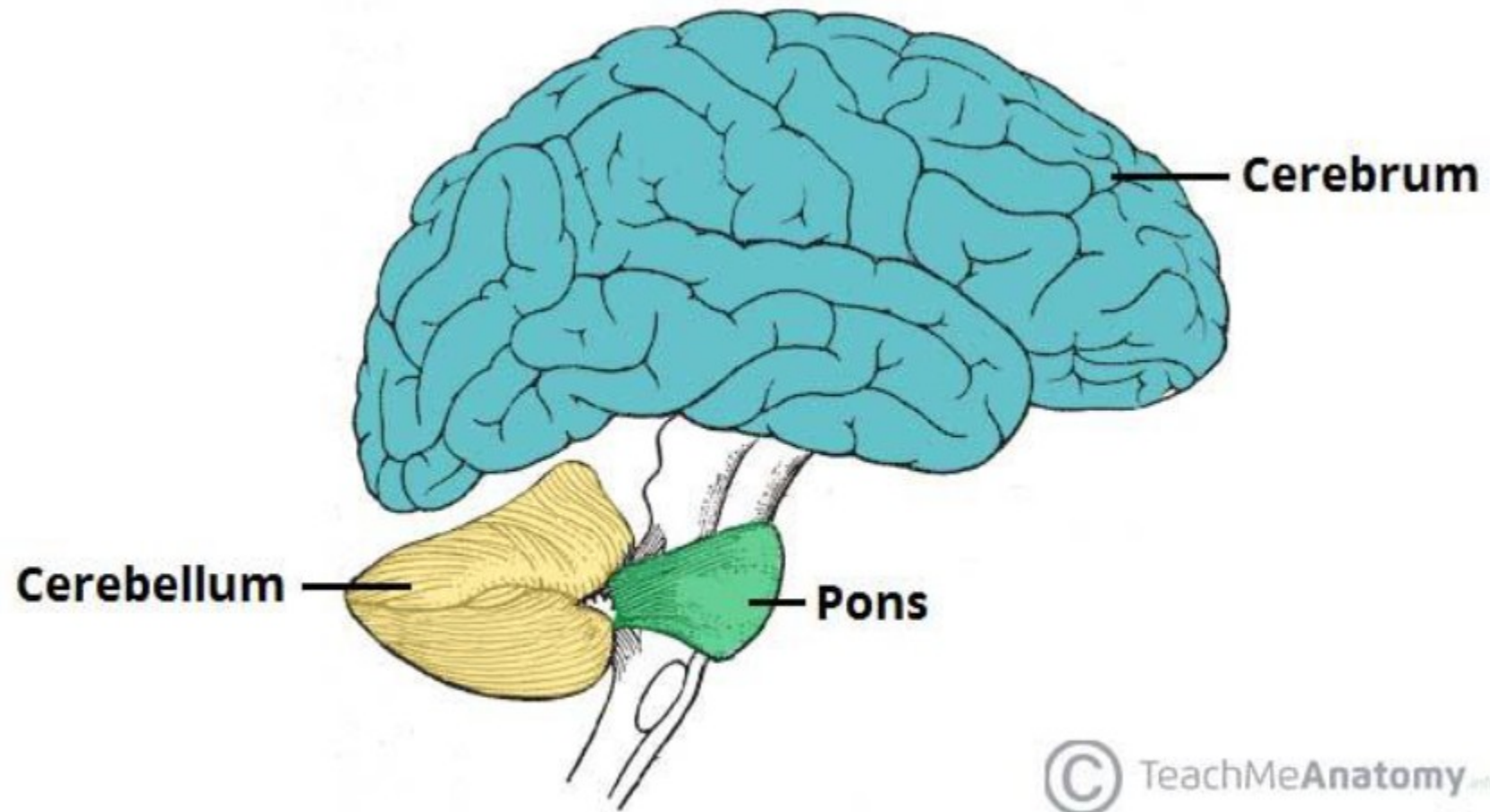
Bazální ganglia

Syndrom hypokineticko-hypertonický - Parkinson

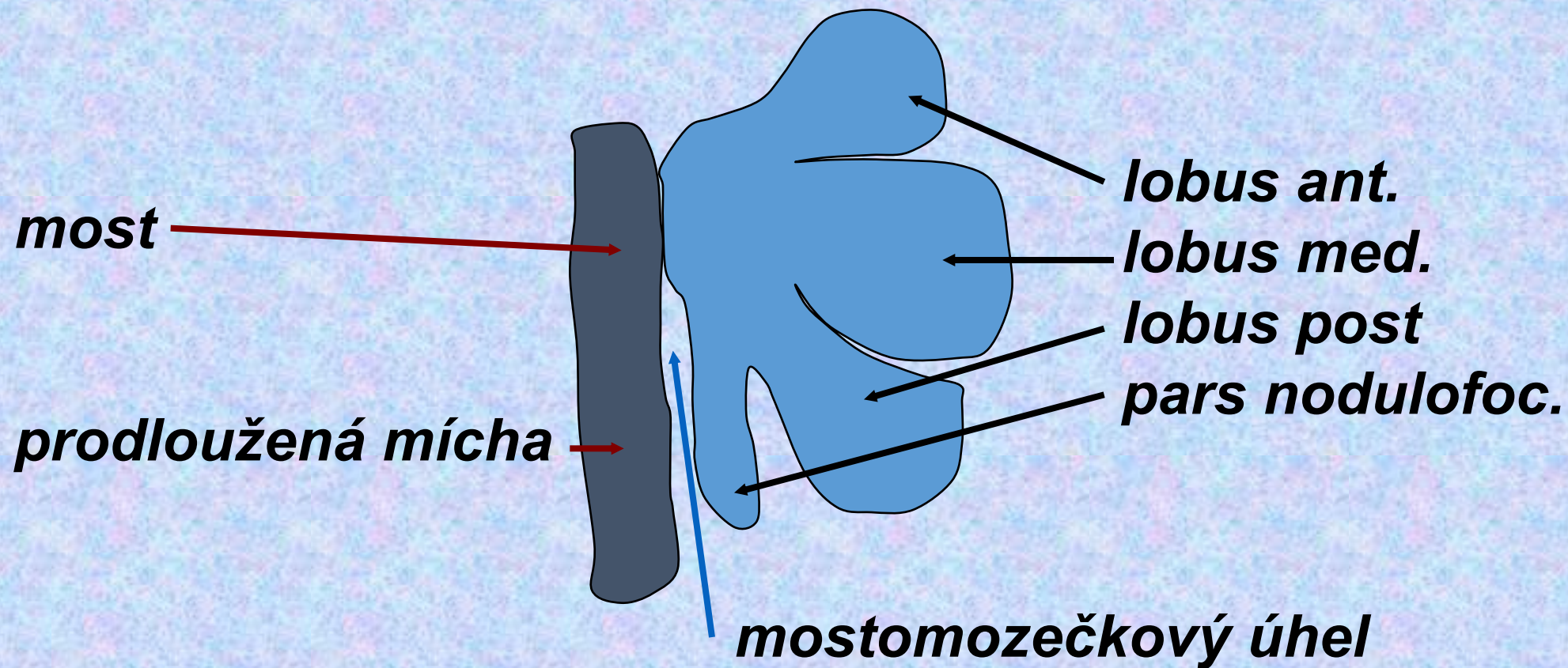
- ***bradykineze – zpomalené pohyby***
- ***mikrografie – malé písmo***
- ***chudá mimika***
- ***hrubý klidový třes***
- ***zvýšený svalový tonus***
- ***skrčené držení těla***

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 (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

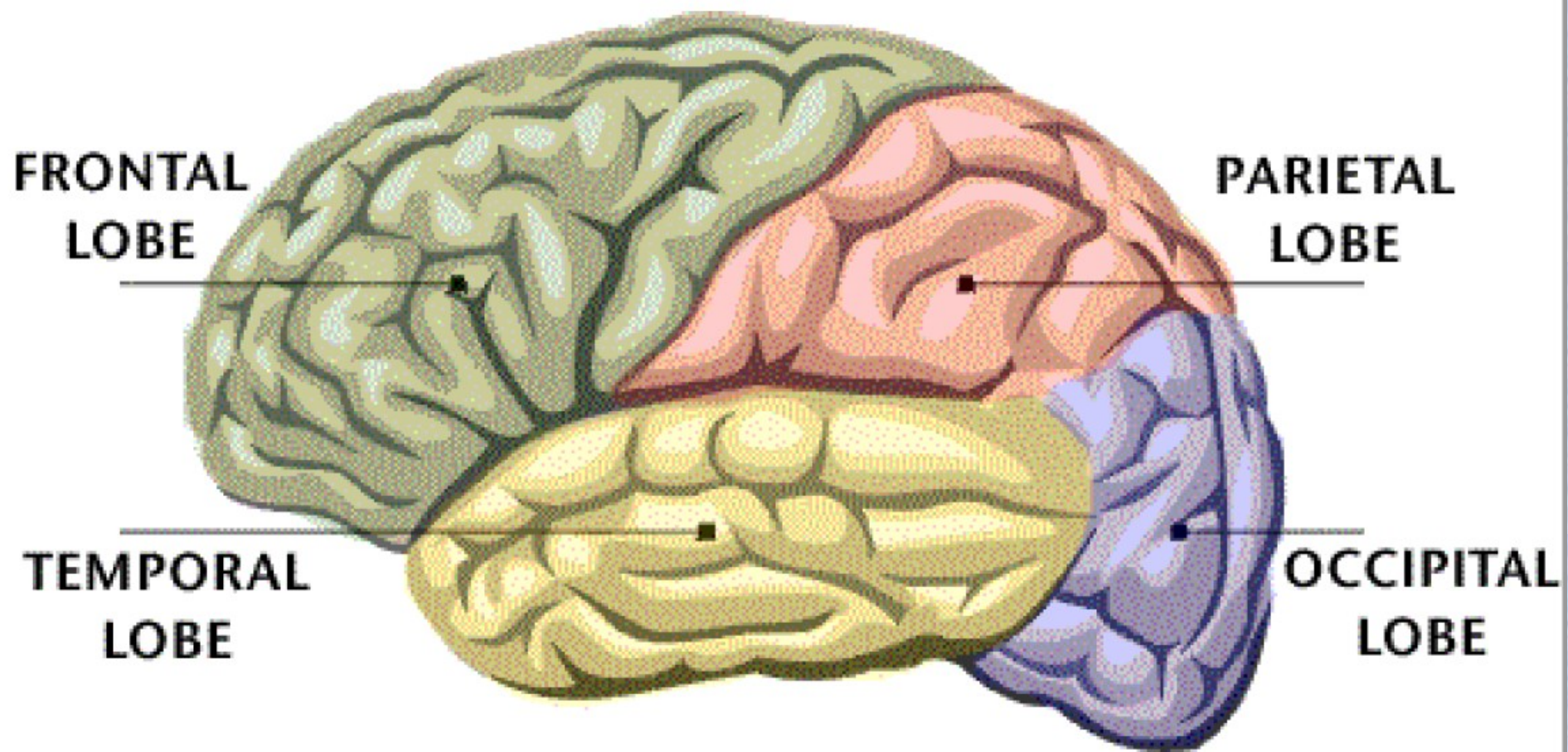
Z hlediska vývoje lze rozdělit mozkovou kůru na *paleocortex*, *archicortex* a *neocortex*.

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

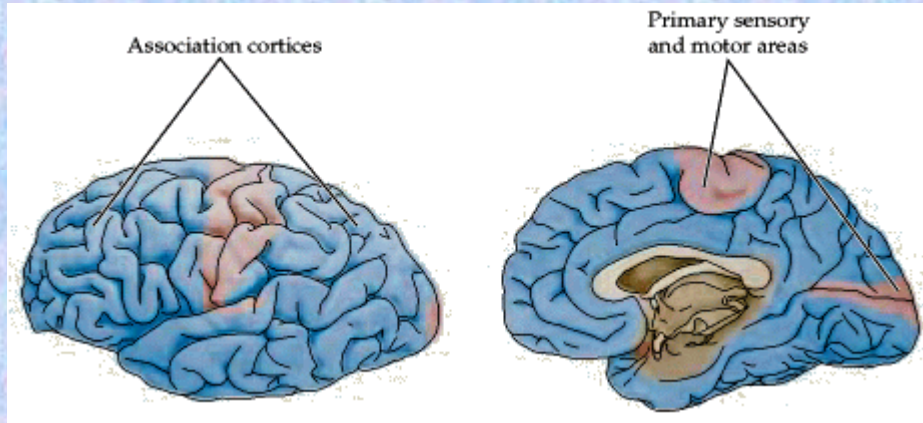
Paleocortex se nachází ve funkční korové oblasti pro čich.

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

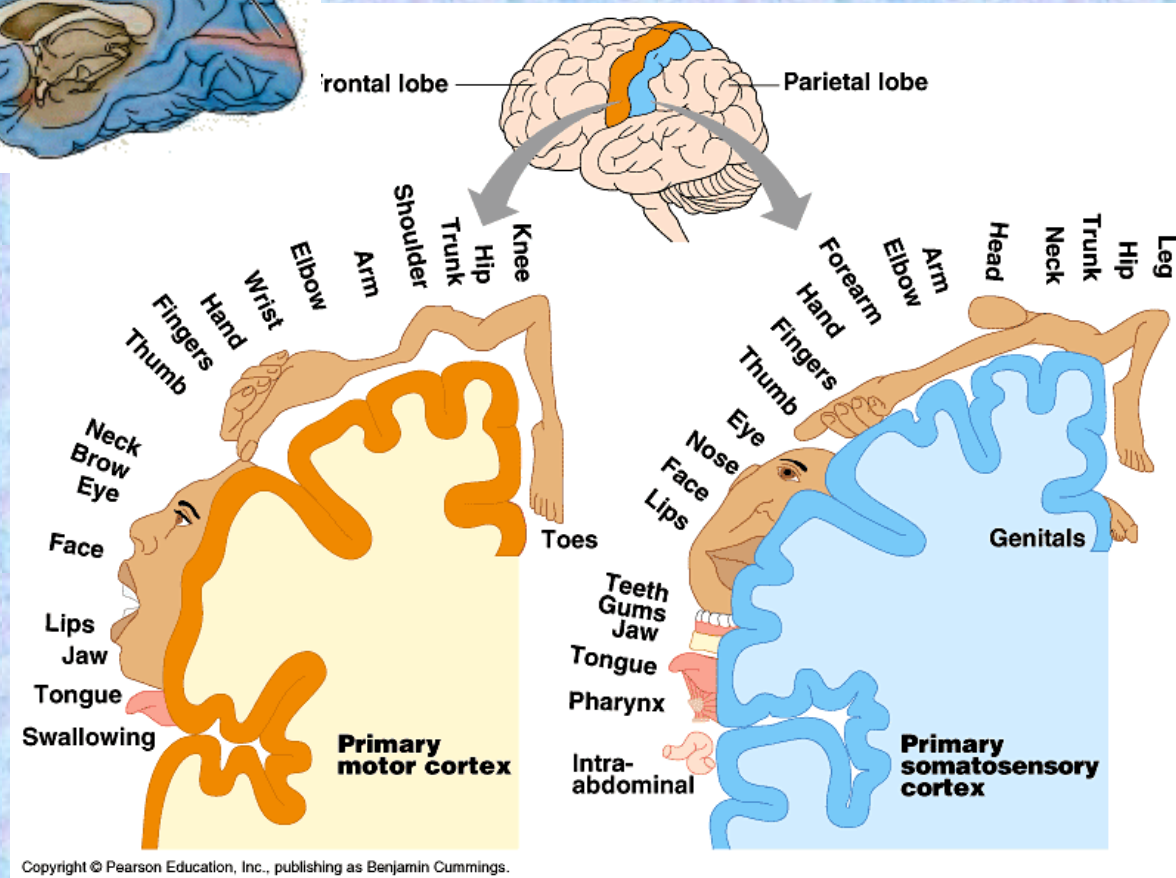
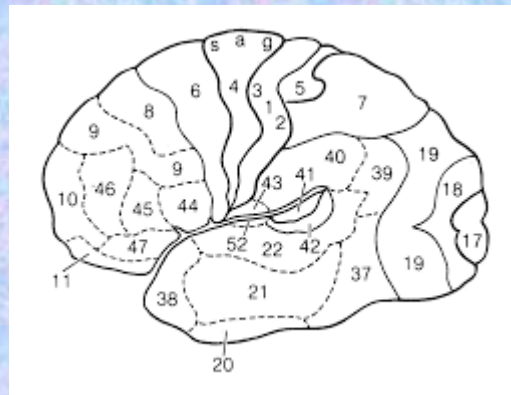


Primární oblasti

✓ 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

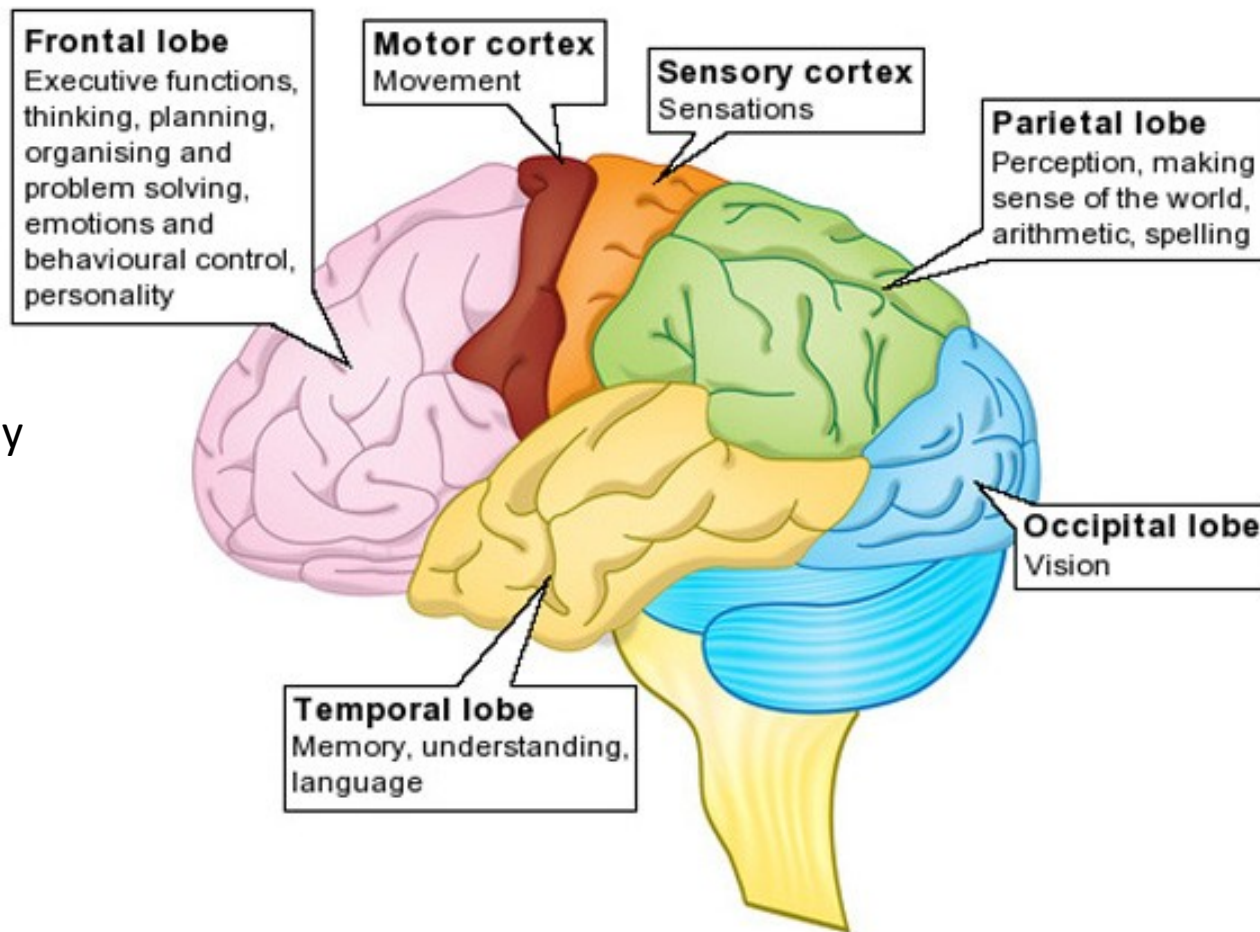
Okcipitální lalok (OL)

- ✓ Zrakové vnímání

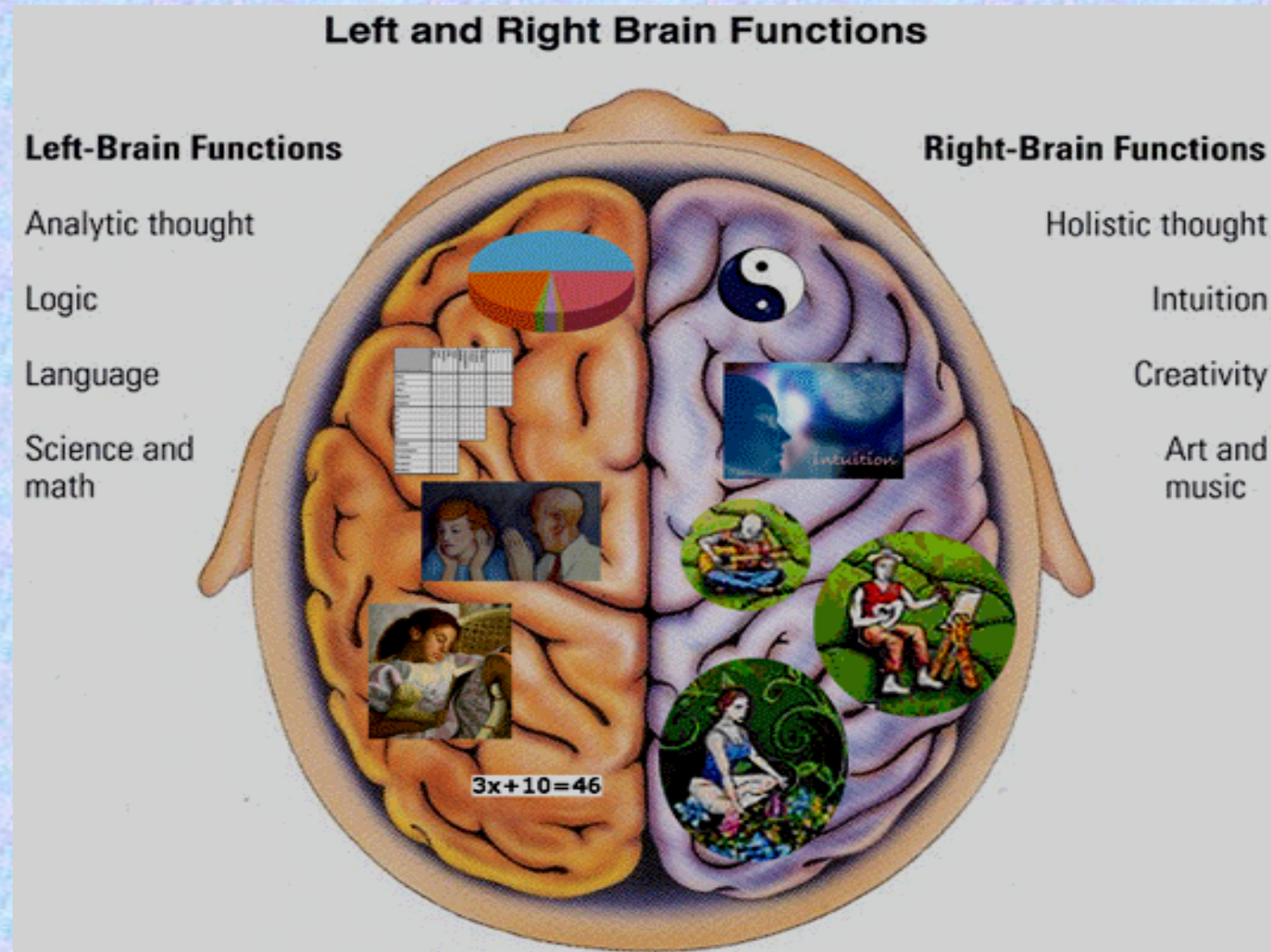
Temporální lalok (TL)

- ✓ 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

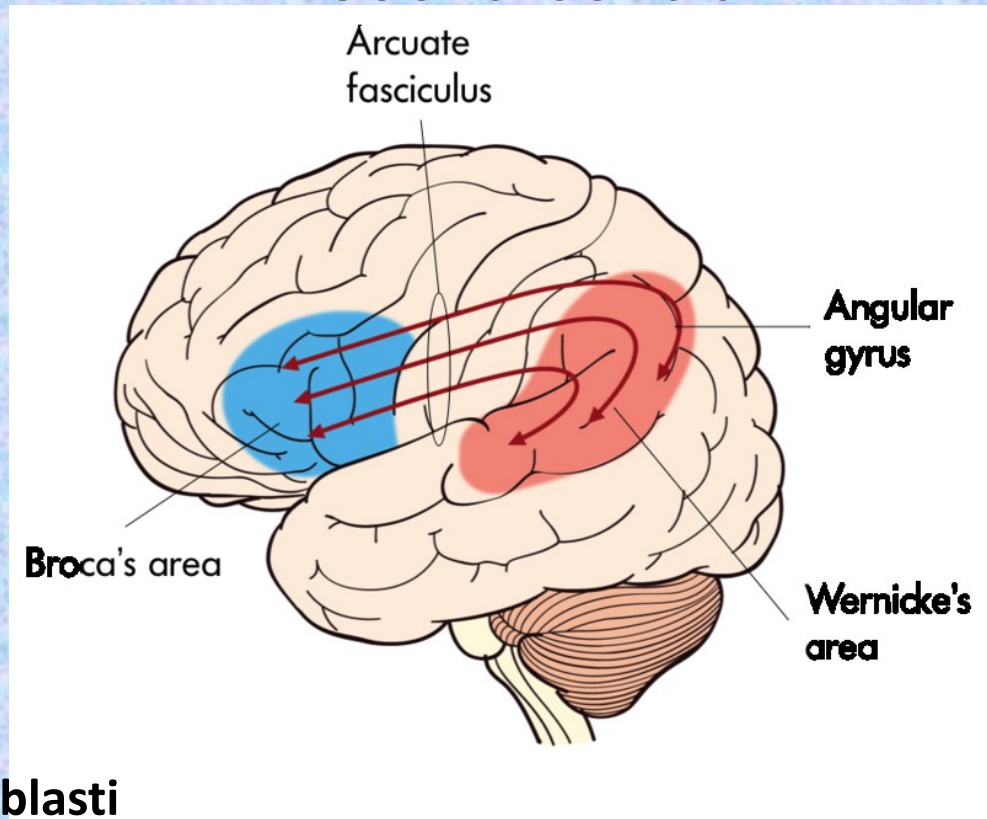
Carl Wernicke (1848-1905)



- 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



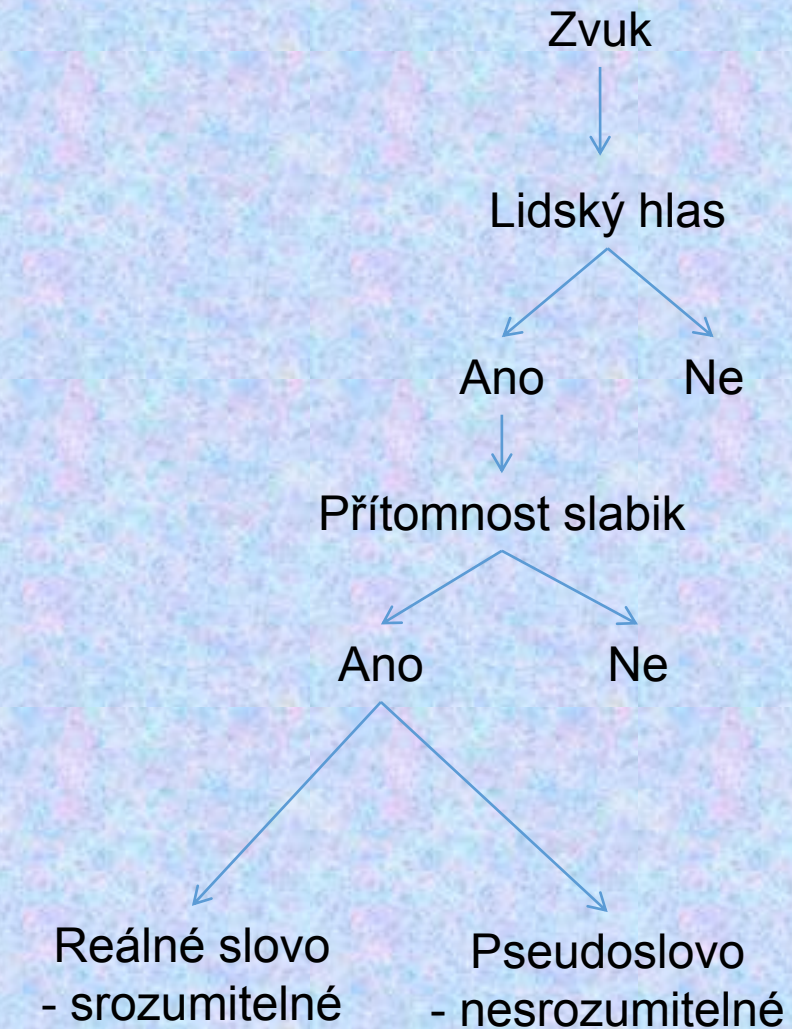
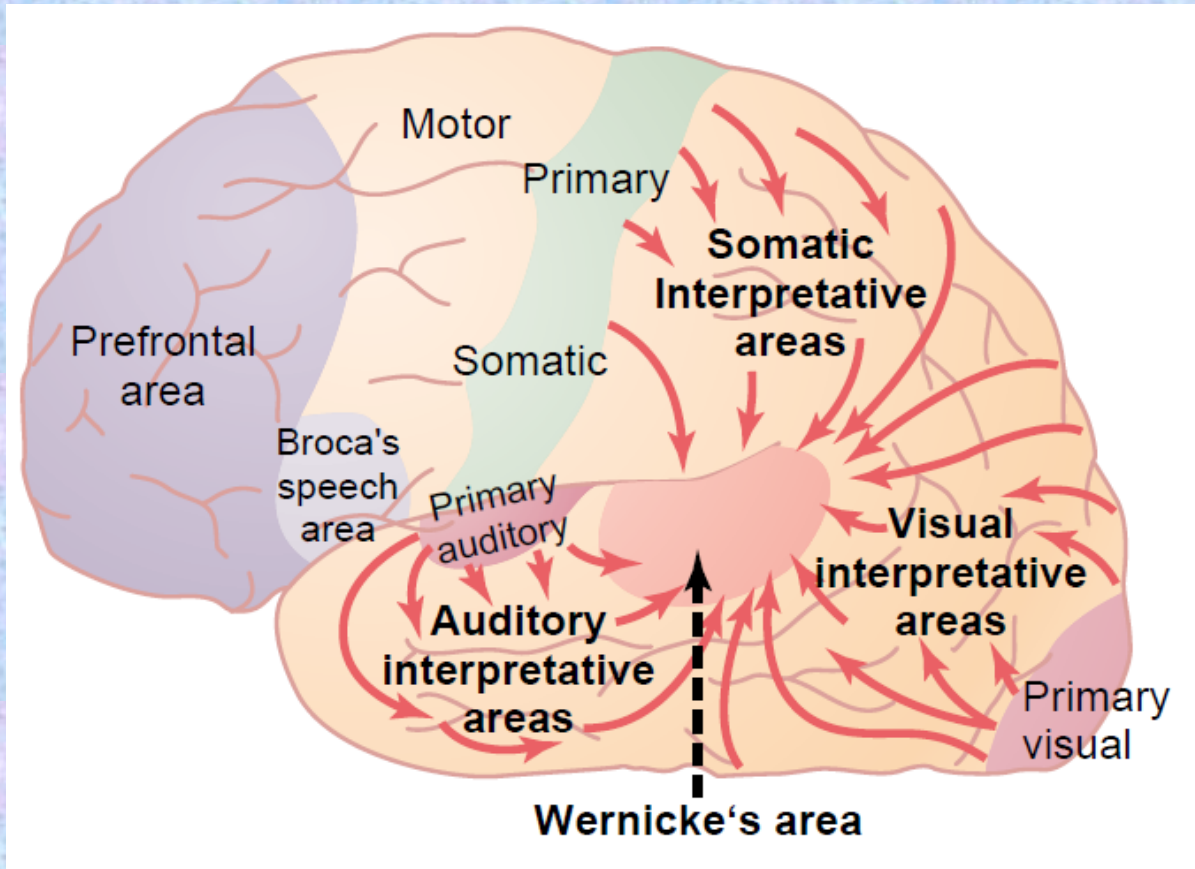
Řečová centra



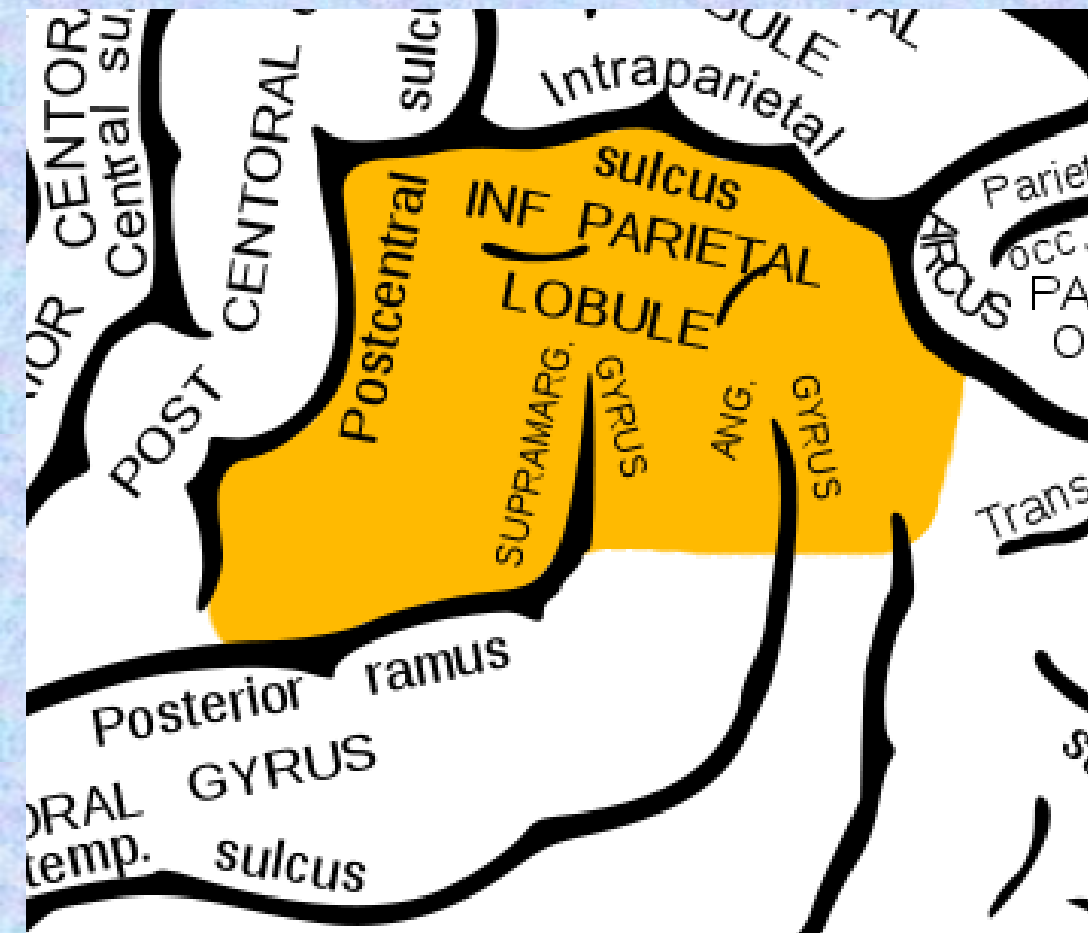
Dvě hlavní řečové oblasti

- 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

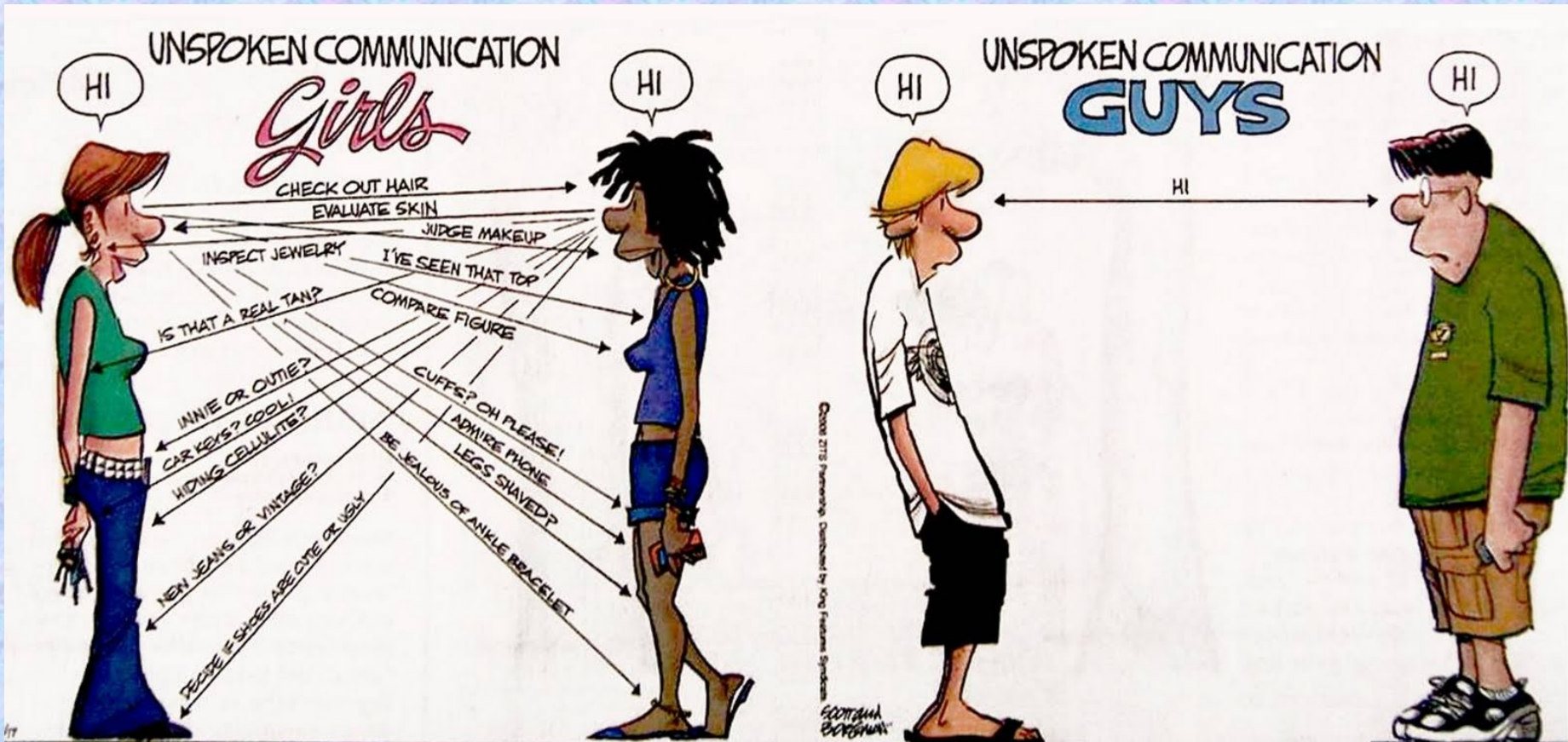
Integrace sluchových, zrakových a somatosenzorických informací

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 opožďuje vývoj levé hemisféry
 - Chlapci začínají mluvit později
- Dyslexie je 4x častější u mužů

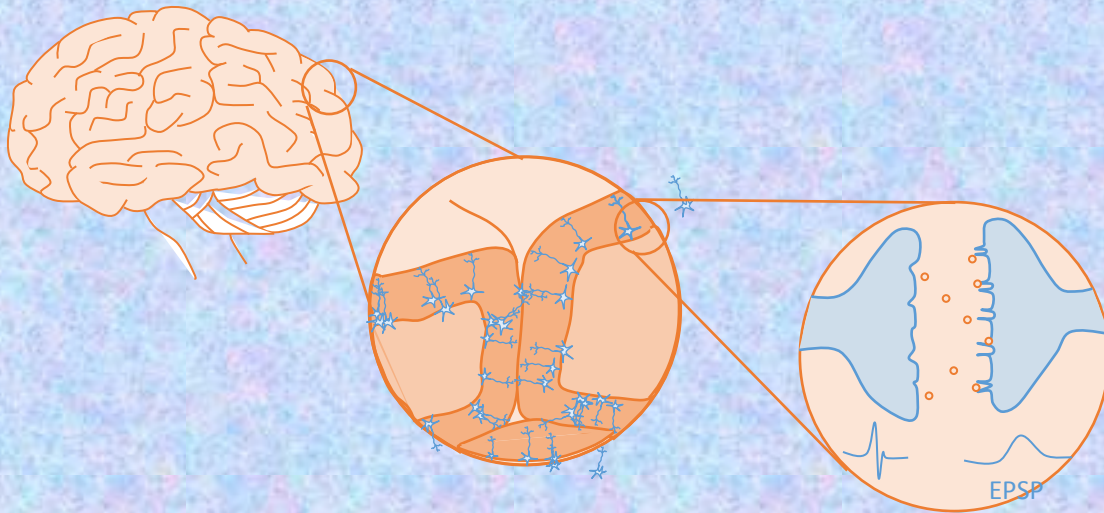


Elektrofyzilogická analýza činnosti mozkové kůry

- 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 (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 (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 nucleus 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

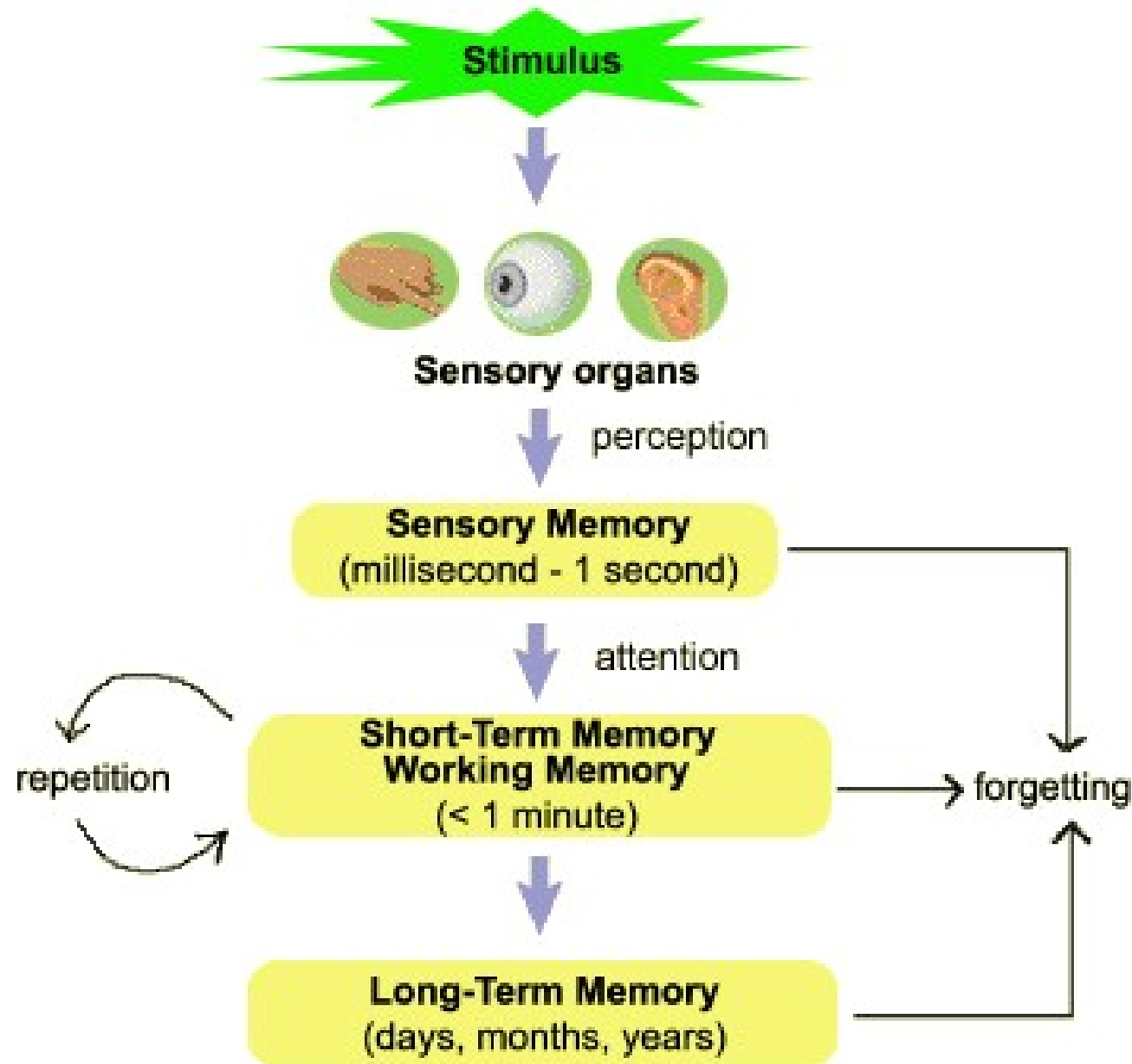
PAMĚŤ krátkodobá

- 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

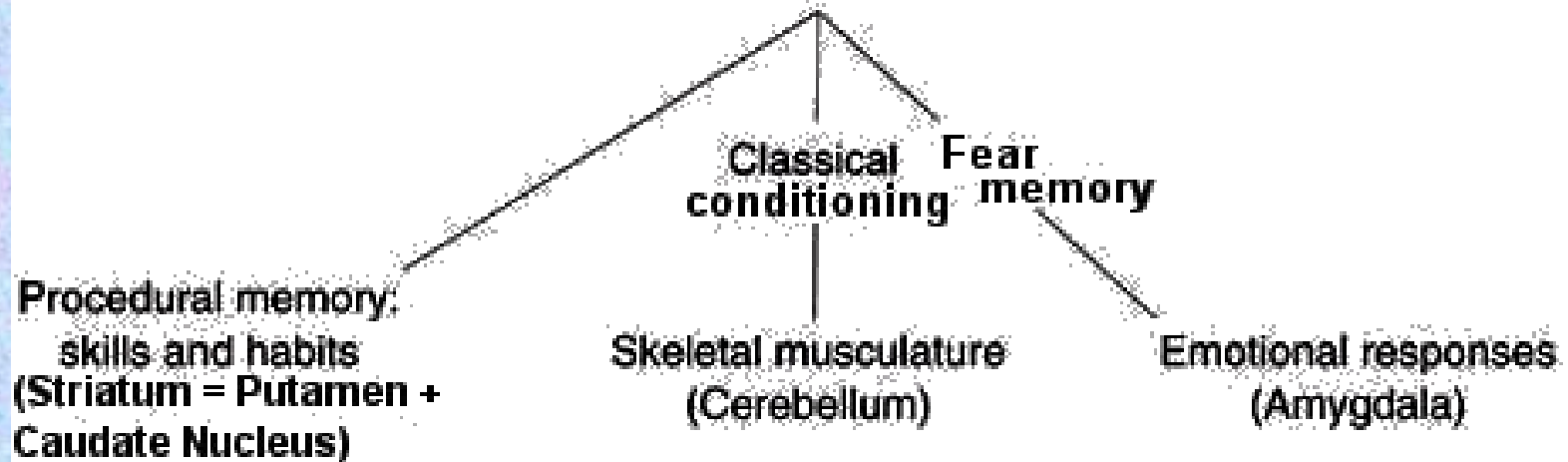
- **procedurální**

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

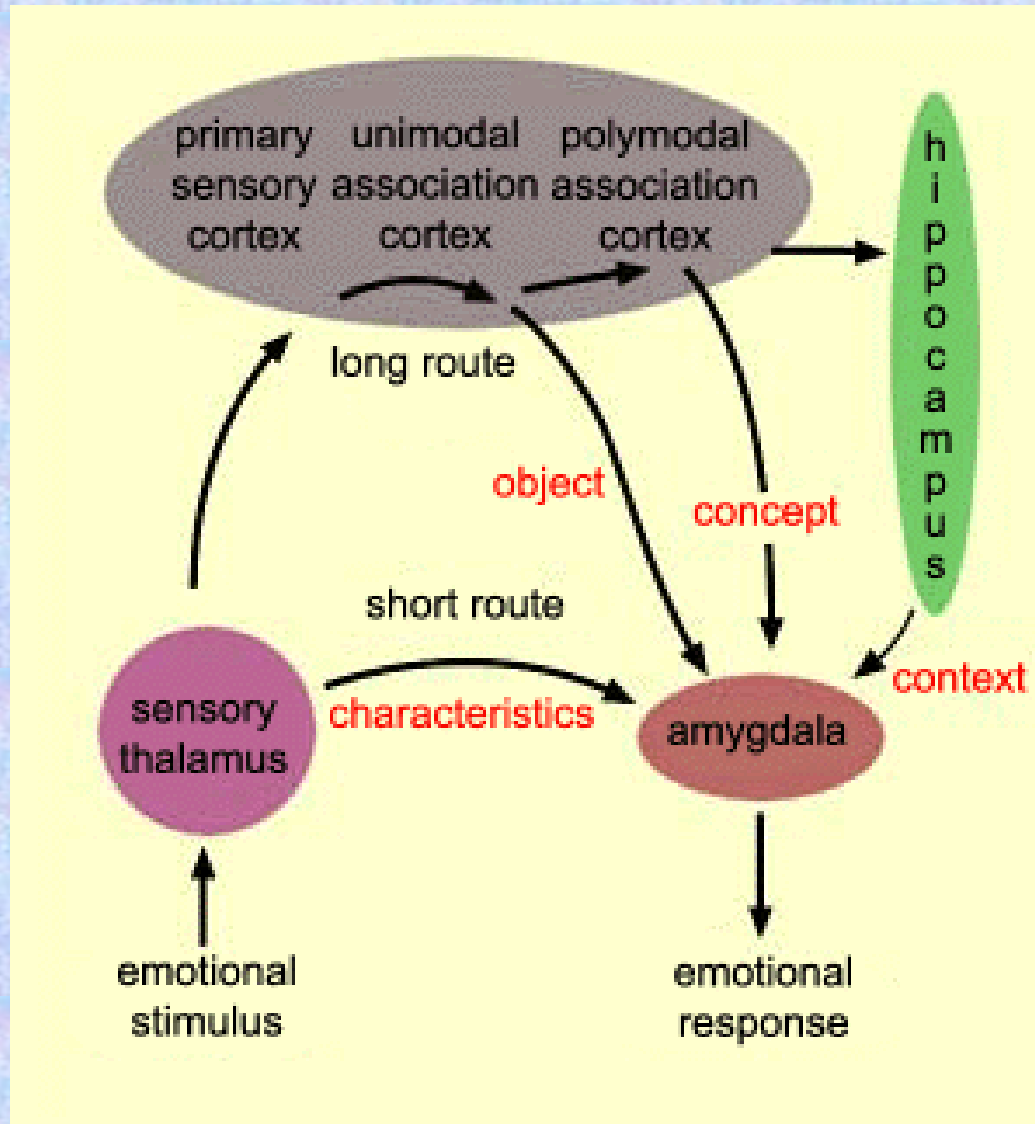
Anatomický podklad: mozeček, amygdala, subkortikální oblasti bazálních ganglií

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

Nondeclarative memory

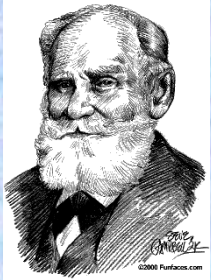


Emotional Memory stored in Amygdale

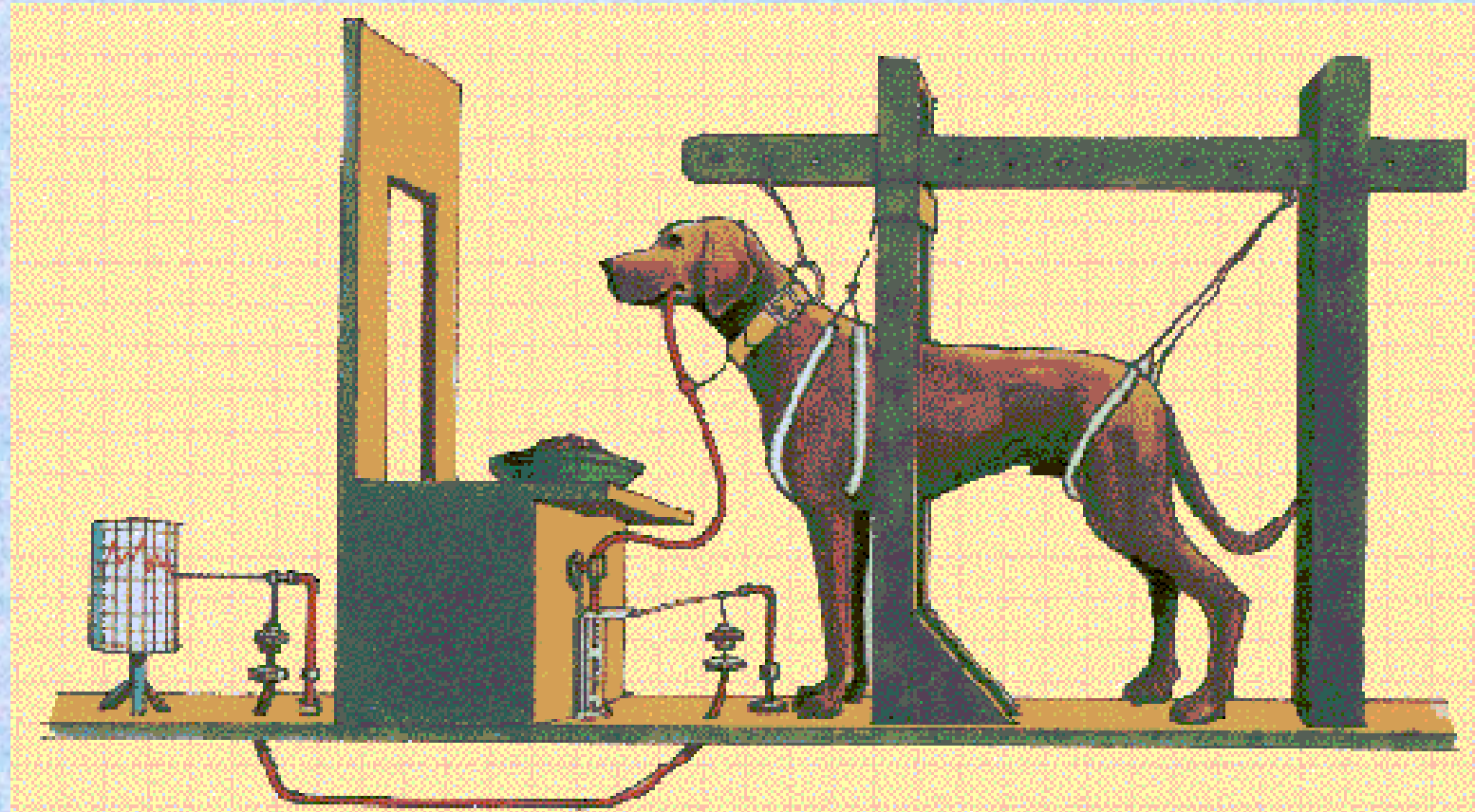


UČENÍ

- 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

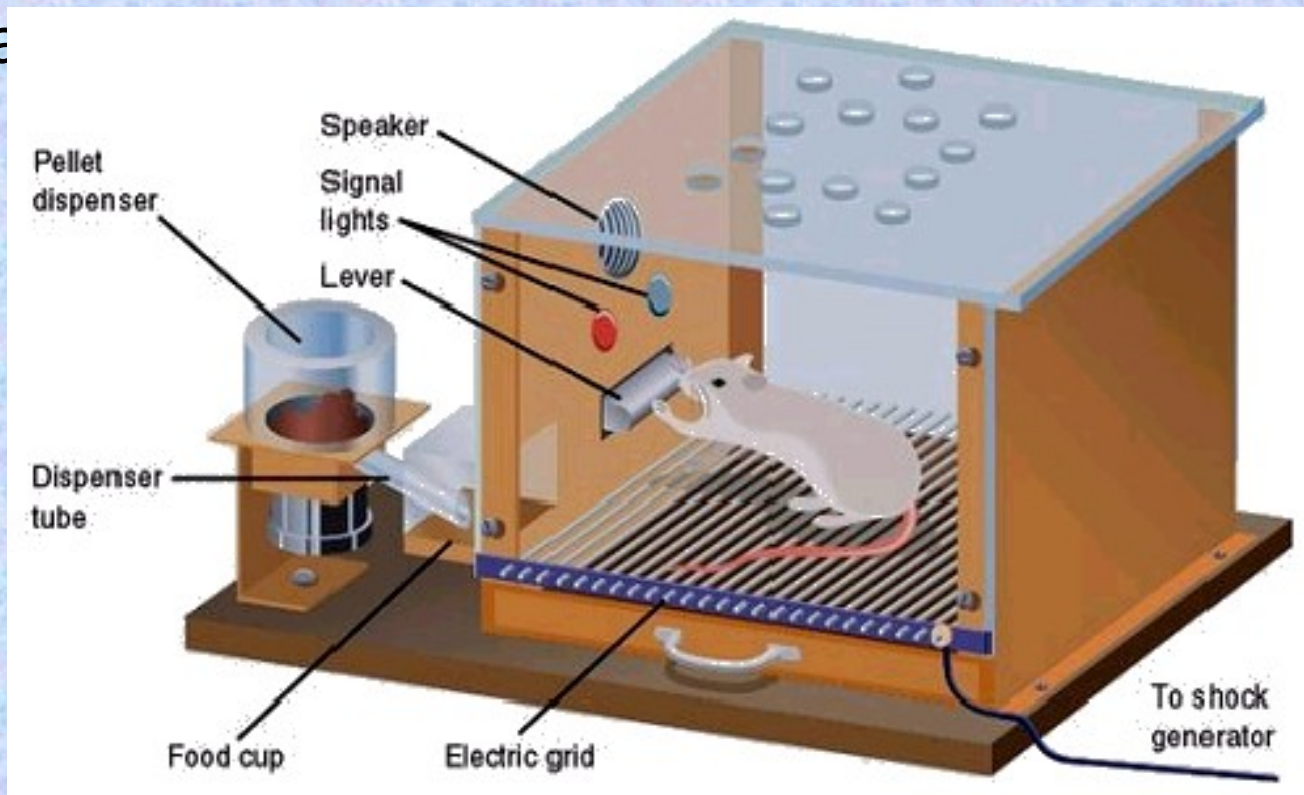


Ivan Pavlov: klasické podmiňování 1904

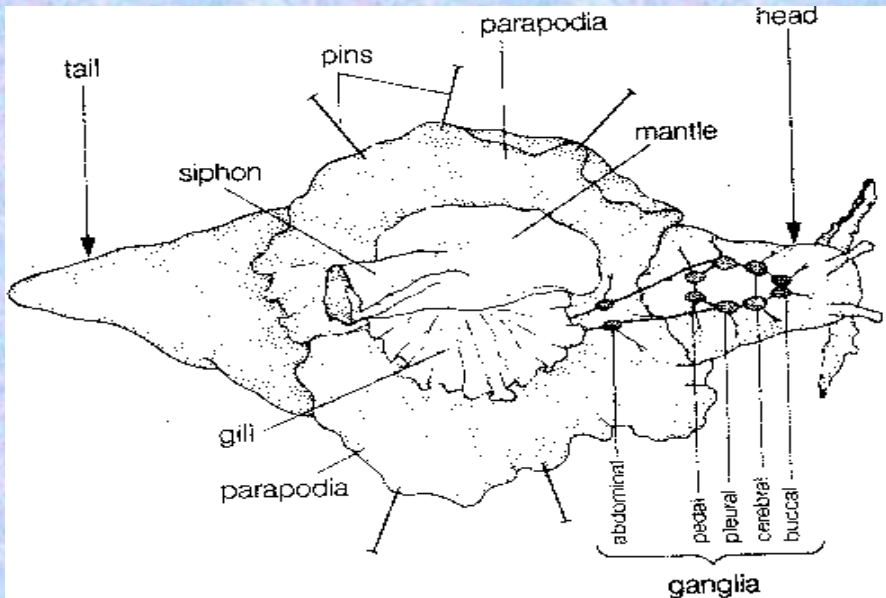


Operační podmiňování (dle Skinnera)

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