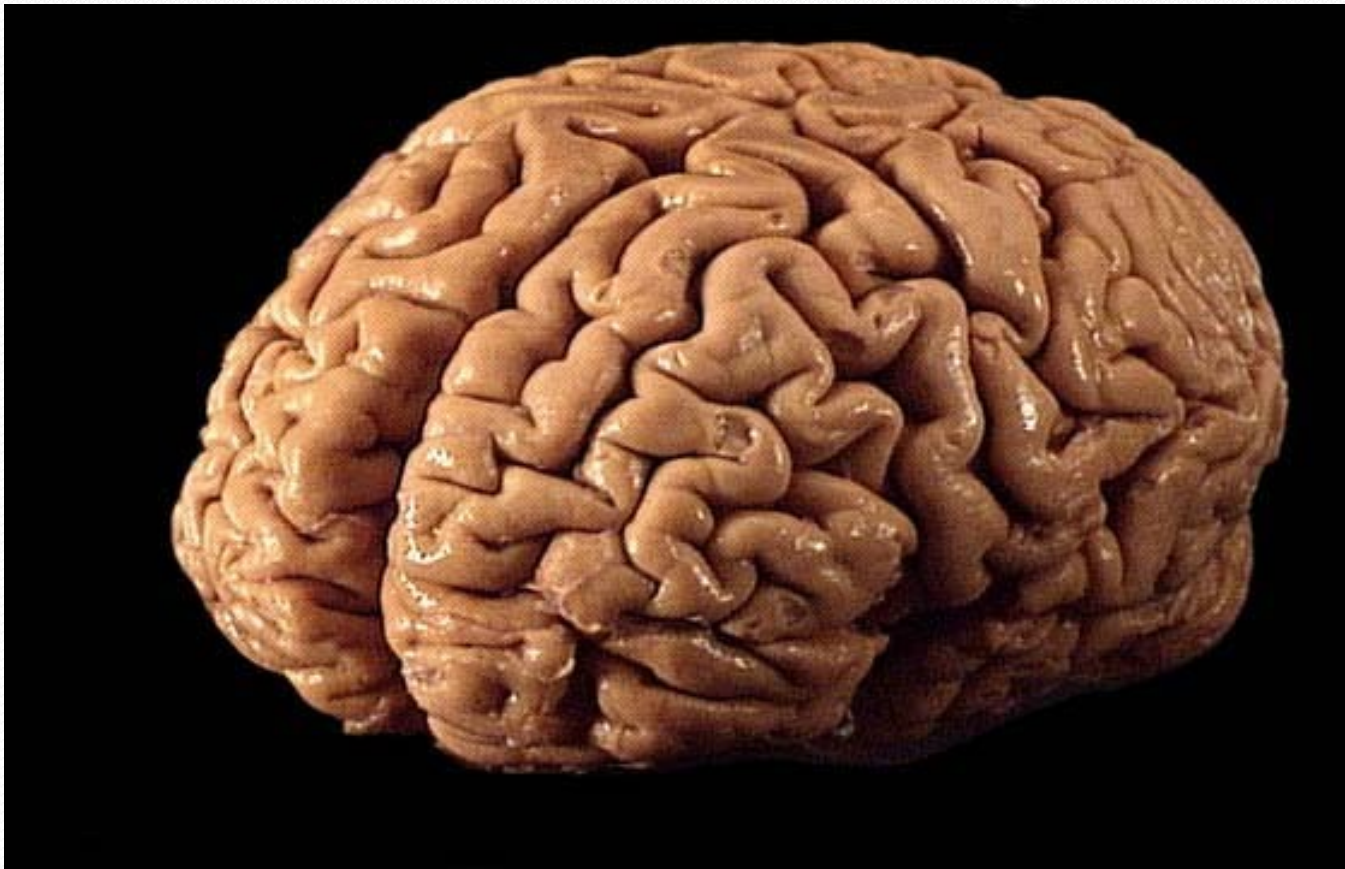


Struktura přednášky

- Makroskopická anatomie a funkce CNS II.
- Ontogenetický vývoj mozku
 - vliv traumatu na postnatální vývoj mozku
- Senzorické systémy (vizuální, auditivní, čichový, chuťový)

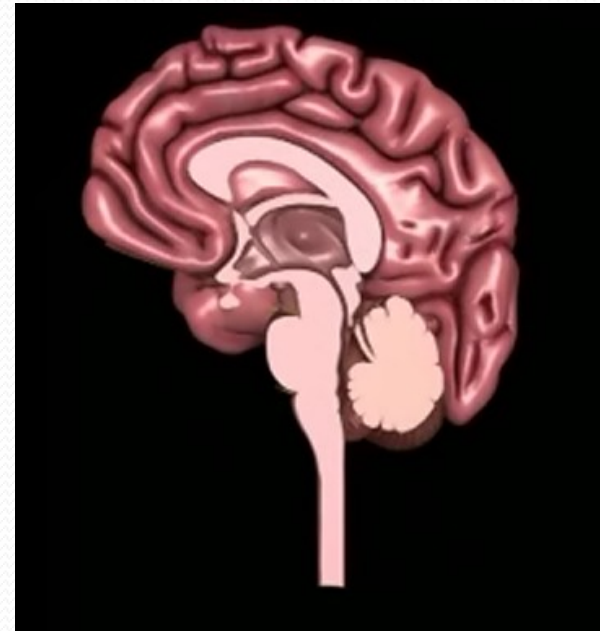
Centrální nervová soustava

Makroskopická úroveň II.



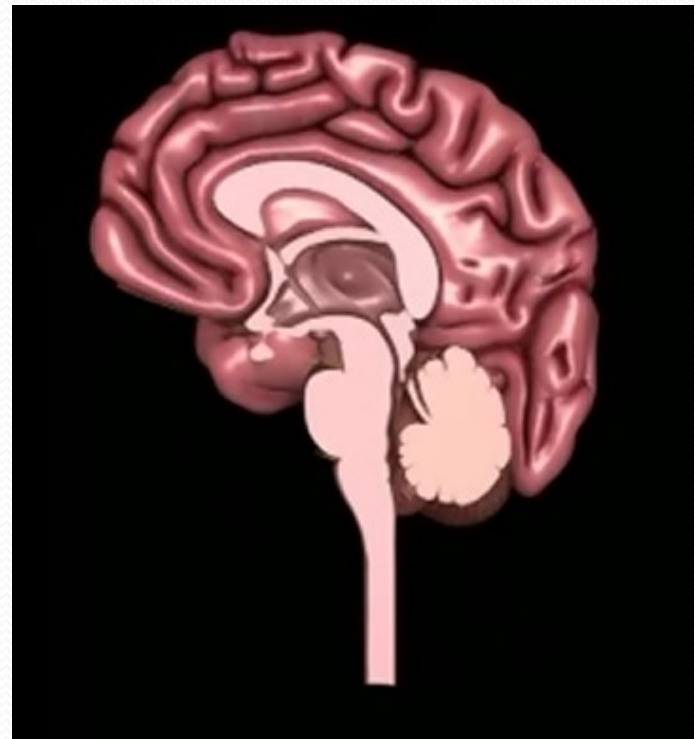
ANATOMIE MOZKU

- Mozek se skládá ze 4 základních částí:
 - **mozkový kmen** (truncus encephali)
 - **mozeček** (cerebellum)
 - **mezimozek** (diencephalon)
 - **koncový mozek** (telencephalon)
- Hierarchické uspořádání (vyšší kontrolují nižší oddíly)
- Kopíruje fylogenetický vývoj
- Vědomé vs. nevědomé zpracování informací
- Jiné dělení:
 - **Telencefalon** – mozková kůra, bazální ganglia, čichový mozek
 - **Diencefalon** – thalamus a hypothalamus
 - **Mesencefalon** – střední mozek
 - **Metencefalon** – most a mozeček
 - **Myelencefalon** – prodloužená mícha



MOZKOVÝ KMEN

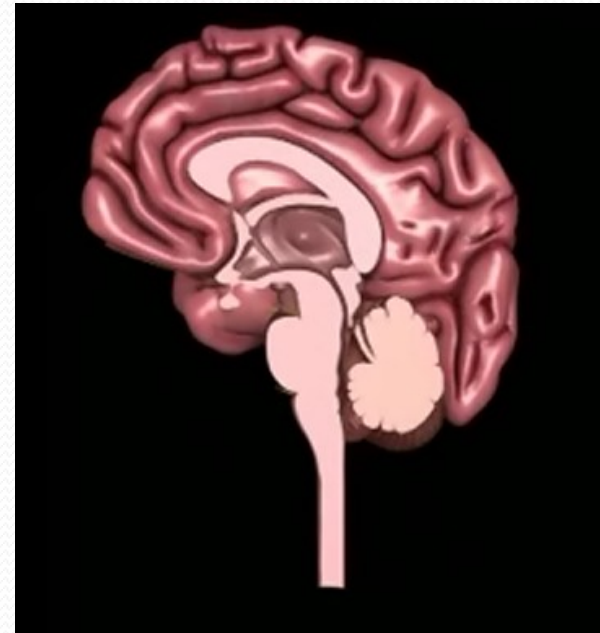
- Fylogeneticky nejstarší část mozku
- Regulace základních životních funkcí
- Nepodmíněné reflexy
- Tvořen:
 - Prodlouženou míchou
 - Varolovým mostem
 - Středním mozkem
- Všemi jeho částmi prochází **retikulární formace**



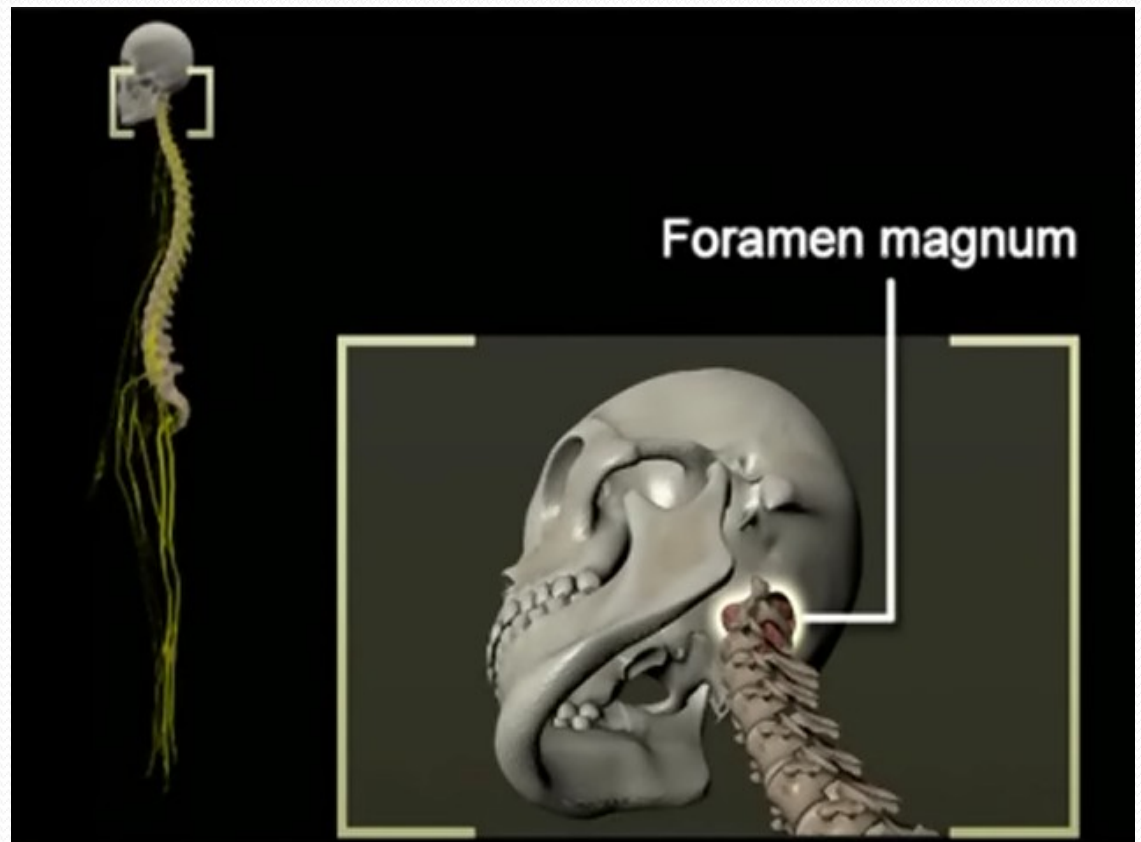
MOZKOVÝ KMEN

prodloužená mícha

- Funkce prodloužené míchy:
 - **Nepodmíněné reflexy** (obránné – kašel, kýčání, zvracení; slinění, sací, polykací, žvýkací reflex)
 - **Základní vitální funkce** (regulace dýchání, regulace krevního oběhu, trávení).
 - Prochází zde senzitivní a motorické dráhy do periferie a **kříží se** zde



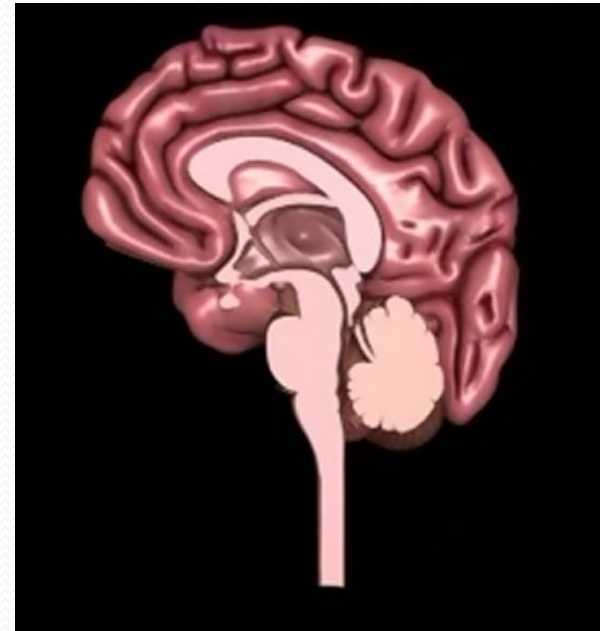
- Prodloužená mícha (**medulla oblongata**) přechází v hřbetní míchu (**medulla spinalis**) otvorem v bazi lebni (**foramen magnum**)



MOZKOVÝ KMEN

Varolův most

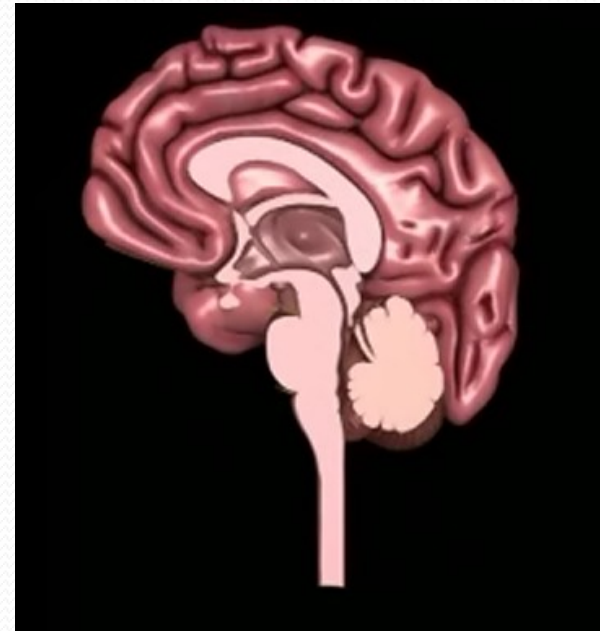
- Důležitý **spojovací článek** mezi mozkovou kůrou a nižšími částmi CNS, zejména mozečkem
- Další funkce mostu:
 - zprostředkovává nepodmíněné reflexy – rohovkový (korneální), okulokardiální
 - uplatňuje se s v regulaci dýchání



MOZKOVÝ KMEN

střední mozek

- centrum **nepodmíněných reflexů** –
 - reflexy zrakové a sluchové
 - strážný neboli pohotovostní reflex
 - vzpřimovací reflex
- Další funkce středního mozku
 - účast na řízení motoriky
 - procházejí zde zrakové a sluchové dráhy



MOZKOVÝ KMEN

retikulární formace

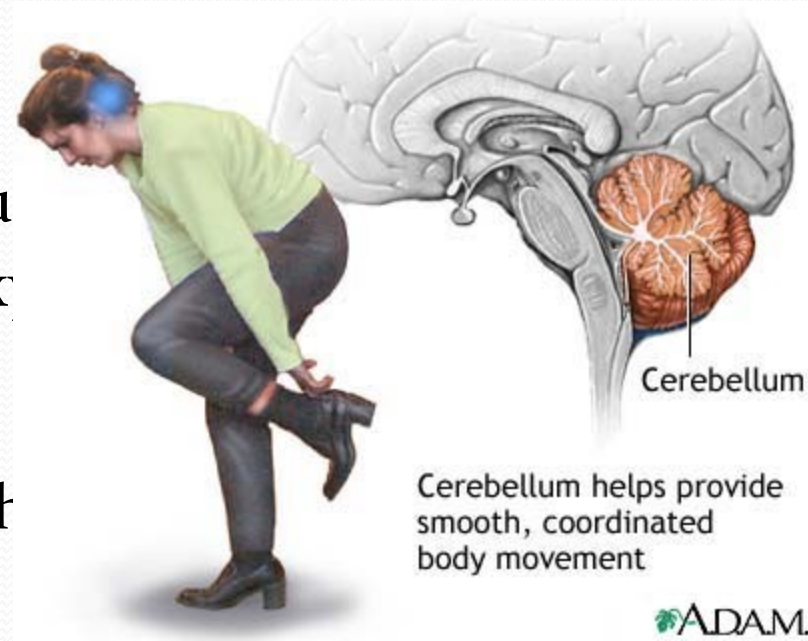
- stavy bdění a spánku



- Další fce:
 - Podílí se na hybnosti, vegetativní fce (centra řízení dýchání, krevního oběhu, srdeční činnosti), pohlavní fce, příjem potravy, modulace podmíněných reflexů

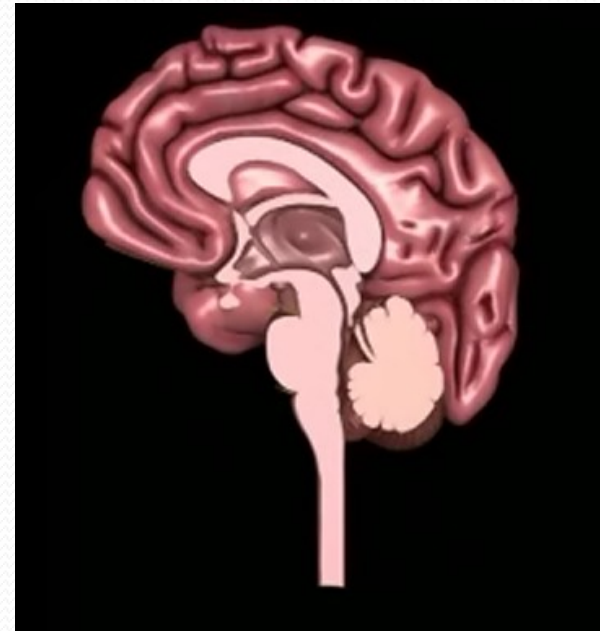
CEREBELLUM - mozeček

- Funkce mozečku:
 - **Koordinace pohybů a udržování rovnováhy**
(zajišťuje plynulý, přiměřený a cílený pohyb – určení směru, délky, trvání a intenzity pohybu)
 - **motorické podmíněné reflex**
– zapojen do procesů procedurální paměti a učení
 - Podíl na emočních, motivačních paměťových procesech



DIENCEPHALON - mezimozek

- Mezimozek obsahuje: **Thalamus** a metathalamus, **Hypothalamus**, Epithalamus, Subthalamus
- **THALAMUS**
- Představuje **hlavní přepojovací centrum** z PNS do CNS
- Další funkce thalamu
 - Ovlivnění stavu bdělosti
 - Účast na vegetativních reakcích a emocích
 - Ovlivnění stoje a chůze



DIENCEPHALON - mezimozek

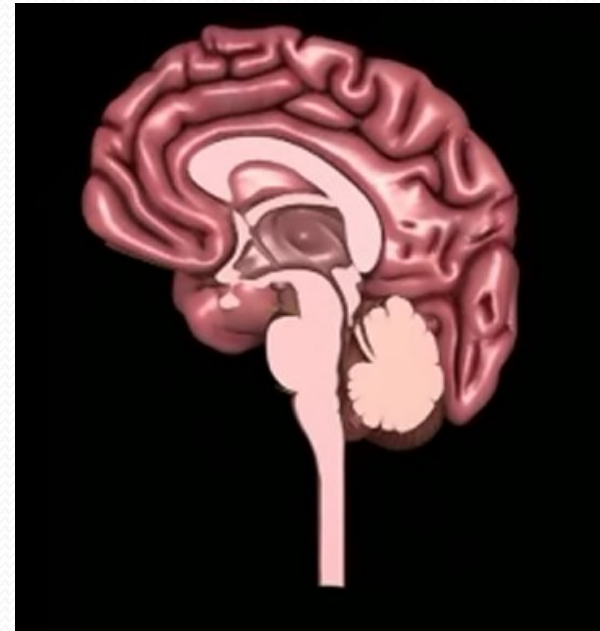
- **HYPOTHALAMUS**

- Funkce hypothalamu:

- Udržování **homeostázy** (např. termoregulace)
- Sekrece hormonů (např. ADH, oxytocin)
- Regulace činnosti **hypofýzy** (hypofýzotropní hormony)

- Další funkce hypothalamu

- Realizace základních potřeb: hlad, žízeň, sexuální funkce
- Řízení vegetativního nervstva
- Zprostředkování tělesného doprovodu emocí, modulace emocí
- Řízení cirkadiánních rytmů

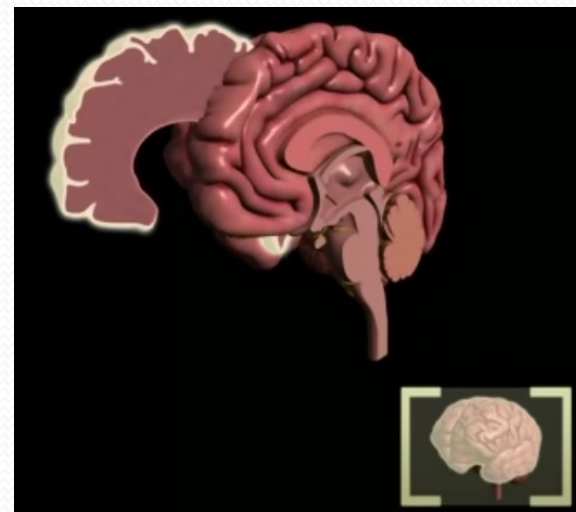
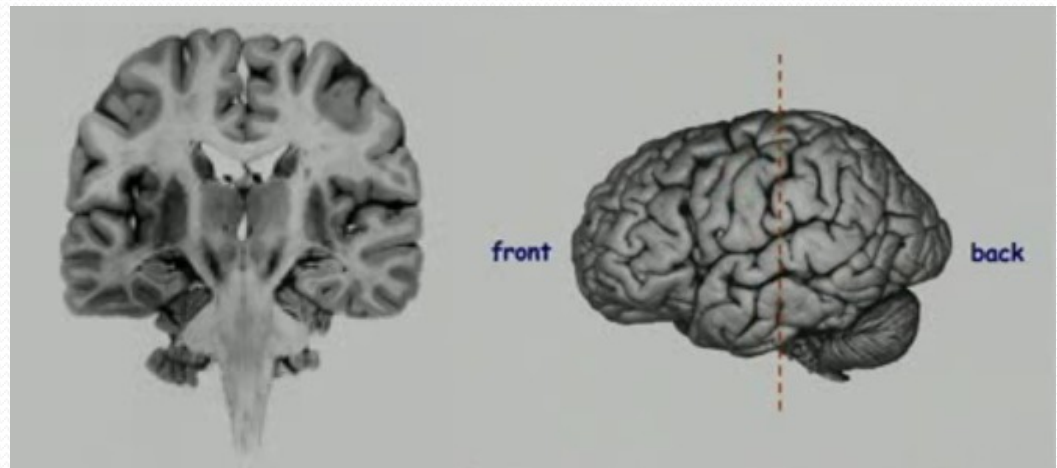


TELENCEPHALON - koncový mozek

- Anatomicky má koncový mozek tyto oddíly:
 - Mozková kůra (*neopallium, neocortex*)
 - Bazální ganglia
 - Limbický systém (*allocortex, čichový mozek (rhinencephalon)*).
-
- U lidí a savců největší a nejvíce vyvinutá část mozku
 - Vrcholné místo v řízení nervové činnosti
 - Mnohostranné mozkové funkce (kognice, emoce, zpracování sensorických informací, řízení motoriky....)

Mozková kůra – neokortex

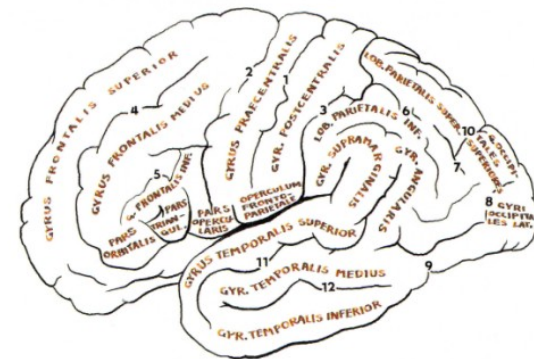
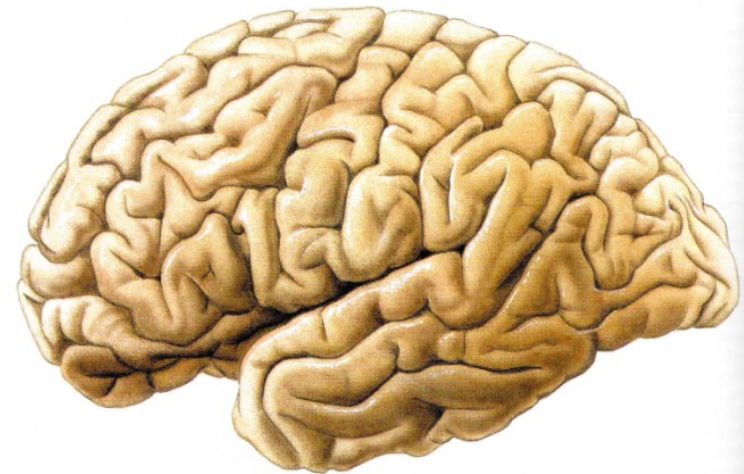
- Svrchní plášť mozku (pallium)
- Šedá hmota – bílá hmota
- Tloušťka 1-4 mm
- Organizovaná do vrstev



ZÁVITY(GYRI) A BRÁZDY (SULCI) HEMISFÉR - laterálně

- 1 Sulcus centralis
- 2 Sulcus praecentralis
- 3 Sulcus postcentralis
- 4 Sulcus frontalis superior
- 5 Sulcus frontalis inferior
- 6 Sulcus intraparietalis
- 7 Sulcus occipitalis transversus
- 8 Sulcus lunatus
- 9 Incisura praeoccipitalis
- 10 Sulcus parietooccipitalis
- 11 Sulcus temporalis superior
- 12 Sulcus temporalis inferior

272 GYRI ET SULCI HEMISPHAERII



Obr. 173. FACIES SUPEROLATERALIS HEMISPHAERII SINIS-TRI

1 sulcus centralis
2 sulcus praecentralis
3 sulcus postcentralis
4 sulcus frontalis superior
5 sulcus frontalis inferior
6 sulcus intraparietalis

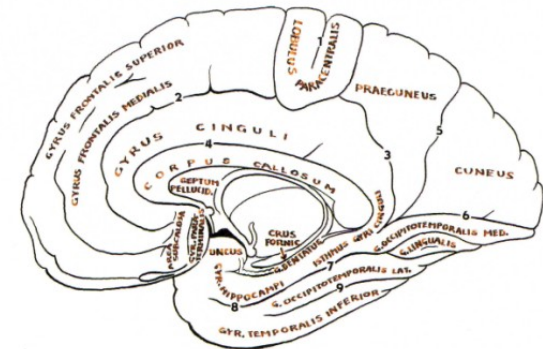
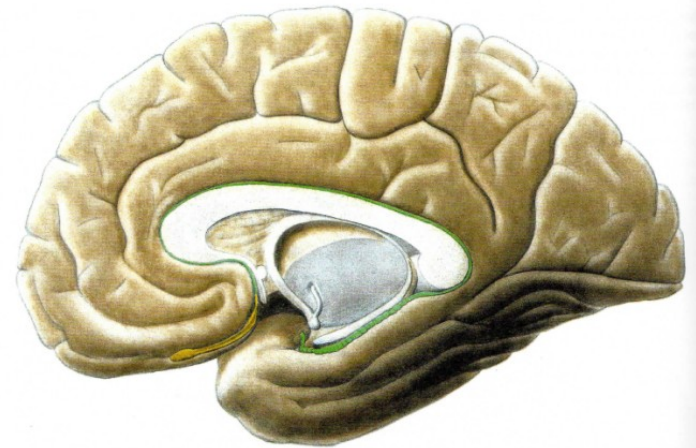
7 sulcus occipitalis transversus
8 sulcus lunatus
9 incisura praeoccipitalis
10 sulcus parietooccipitalis (přesahující z mediální plochy hemisféry)
11 sulcus temporalis superior
12 sulcus temporalis inferior

ZÁVITY (GYRI) A BRÁZDY (SULCI)

HEMISFÉR - mediálně

- 1 Sulcus centralis přesahuje z facies superolateralis
- 2 Sulcus cinguli
- 3 Sulcus subparietalis
- 4 Sulcus corporis callosi
- 5 Sulcus parietooccipitalis
- 6 Sulcus calcarinus
- 7 Sulcus collateralis
- 8 Sulcus rhinalis
- 9 Sulcus occipitotemporalis

278 GYRI ET SULCI HEMISPHERII

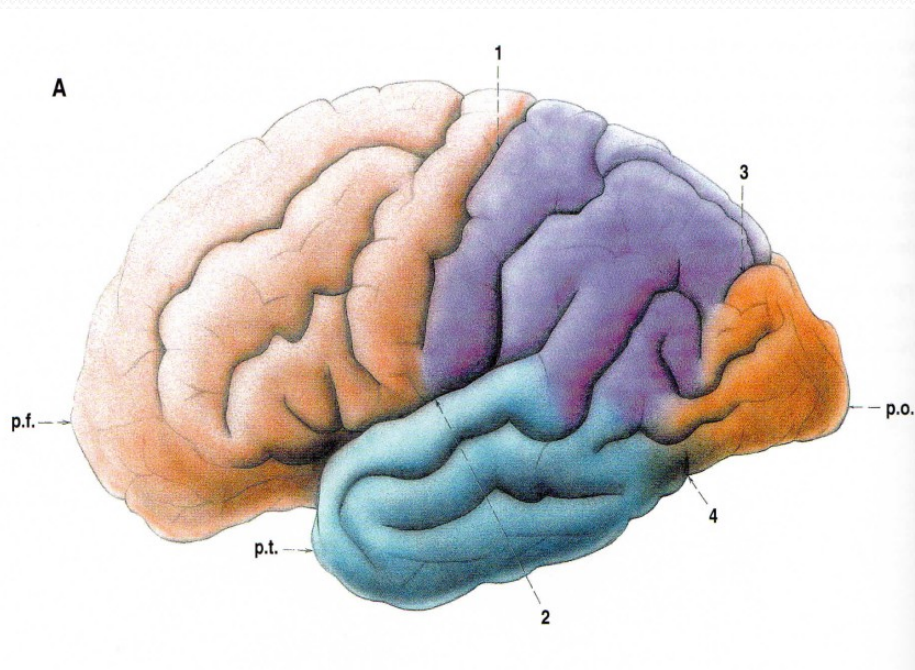


Obr. 176. FACIES MEDIALIS HEMISPHERII DEXTRI

1 sulcus centralis (přesahující z facies superolateralis hemisphaerii)
2 sulcus cinguli
3 sulcus subparietalis
4 sulcus corporis callosi

5 sulcus parietooccipitalis
6 sulcus calcarinus
7 sulcus collateralis
8 sulcus rhinalis
9 sulcus occipitotemporalis

5 LALOKŮ HEMISFÉRY MOZKU

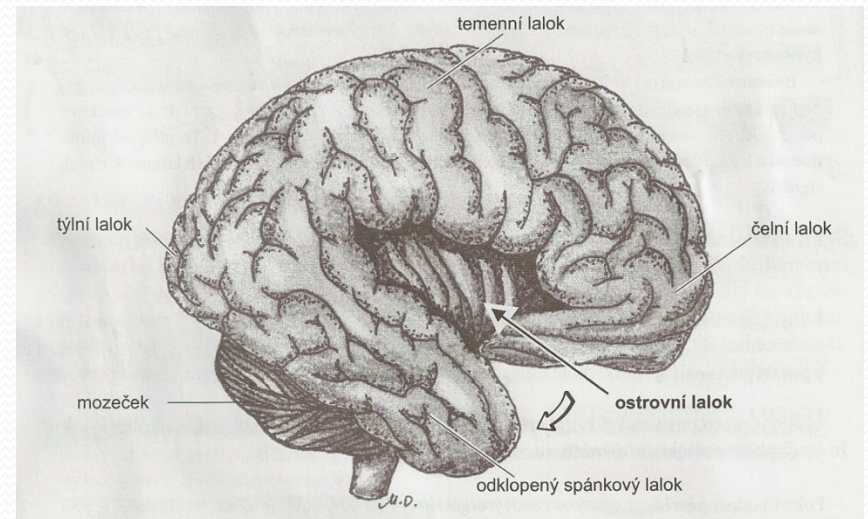


- **1** **centrální (Rolandova) rýha**
- **2** **Sylviova (boční) rýha**
- **3** **sulcus parietooccipitalis**
- **4** **incisura praecoccipitalis**

- **Hnědá - frontální (čelní) lalok**
- **Fialová - parietální (temenní) lalok**
- **Modrá - temporální (spánkový) lalok**
- **Oranžová - okcipitální (týlní) lalok**
- **+ ostrovní lalok (insula)**

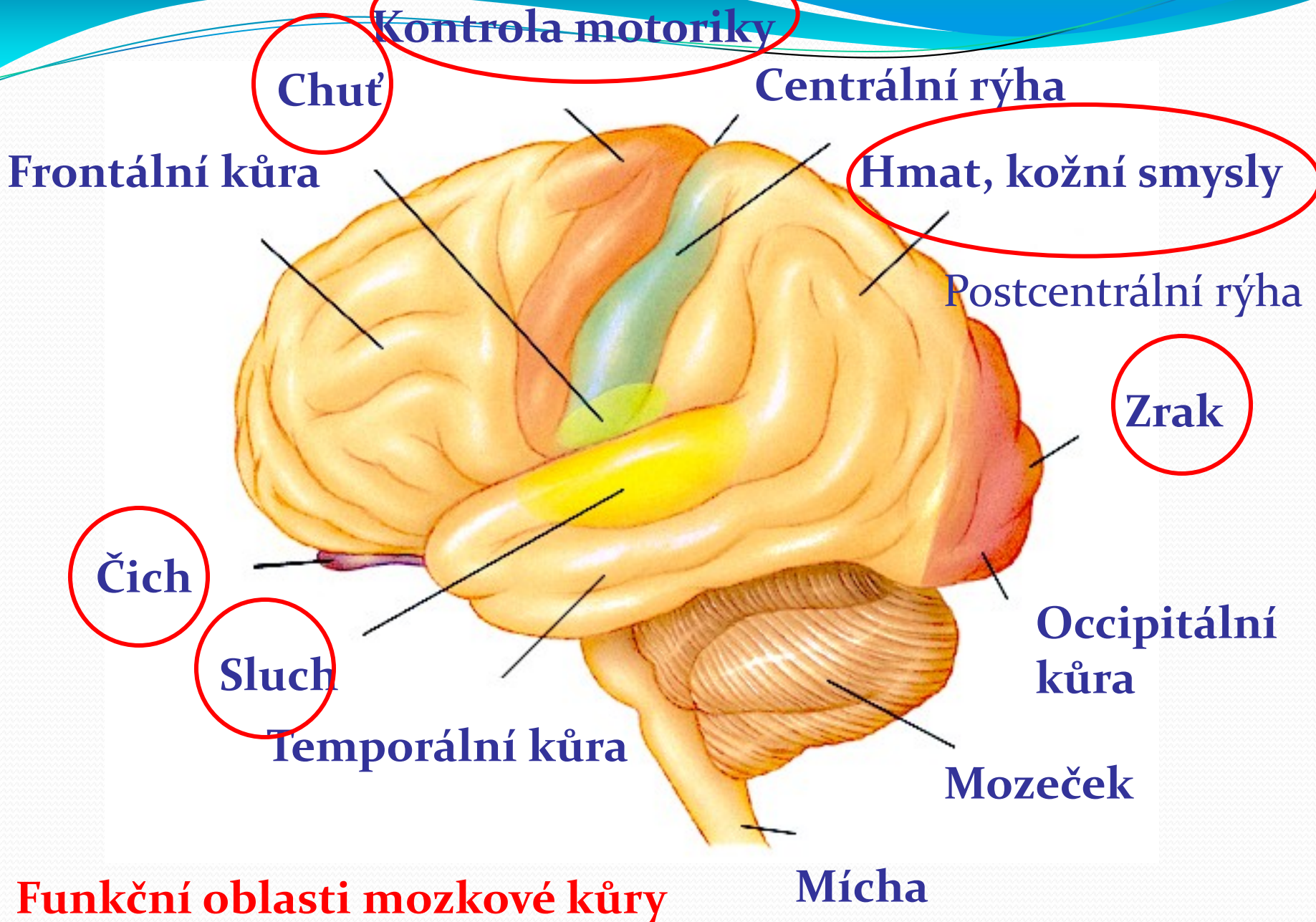
Ostrovní lalok - insula

- Pátý mozkový lalok
- Skrytý lalok v hloubky Sylviovy brázdy
- Překrývají jej ostatní laloky zvláště lalok temporální
- Mapuje vnitřní prostředí, účastní se tvorby emocí – je mi dobře – není mi dobře



FUNKČNÍ KOROVÉ OBLASTI

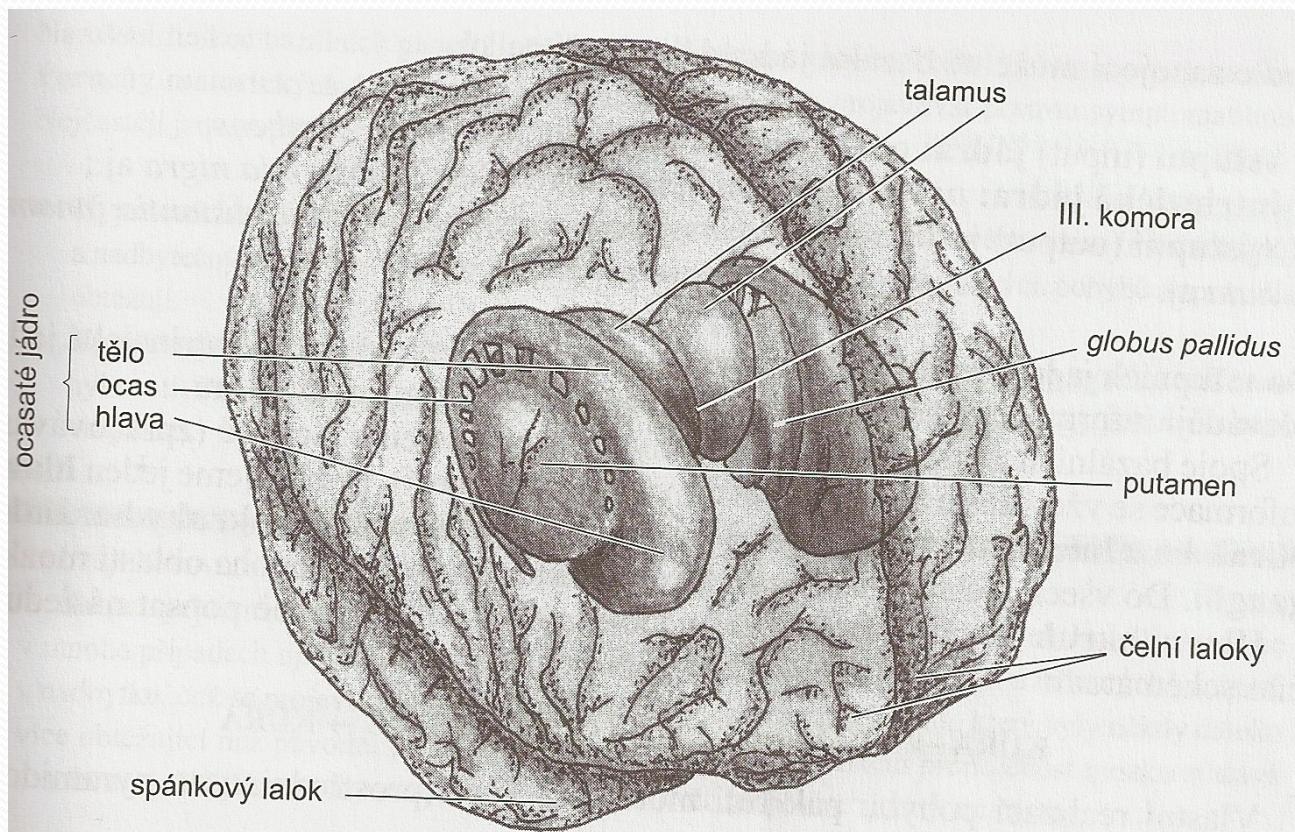
- **Primární projekční oblasti** (tj. oblasti senzorické)
- **Asociační oblasti**
- **Efaktorové oblasti**
- **Korové oblasti s komplexní funkcí**



BAZÁLNÍ GANGLIA

- **SPODINOVÉ UZLINY - bazální ganglia**
- Objemné shluky šedé hmoty uložené uvnitř hemisfér
 - Žíhané těleso (corpus striatum) – složené z nucleus caudatus (ocasaté jádro) a putamen
 - Plášťové jádro (Globus pallidus, pallidum)–
 - Nucleus lentiformis (čočkovité jádro) – putamen + pallidum
- Z hlediska spojení a funkcí k nim počítáme ještě
 - Podtalamické jádro (Nucleus subthalamicus) - součást mezimozku
 - Substantia nigra, nucleus Ruber – součást středního mozku
- Z hlediska anatomické k nim můžeme počítat ještě
 - Amygdala (funkčně však patří k limbickému systému)
- A další (nucleus accumbens (septi), bezejmená substance)

BAZÁLNÍ GANGLIA



BAZÁLNÍ GANGLIA

- **Spoje:**

- Mezi sebou navzájem – zpětnovazebné okruhy
- Kortex (premotorická kůra, motorická kůra, somatosenzorická kůra, okcipitální a temporální kůra)
- Limbický systém (hypothalamus)
- Thalamus
- Retikulární formace

- **Funkce:**

- Součást **motorického** (extrapyramidového) **systemu**
- Regulují tonus (napětí) kosterního svalstva
- Účastní se pohybů při jejich vlastním provádění ale i při jejich přípravě a plánování
- Podílejí se na tvorbě **návyků**
- Ovlivňují pracovní paměť, pozornost, poznávání, emoce, chování

BAZÁLNÍ GANGLIA

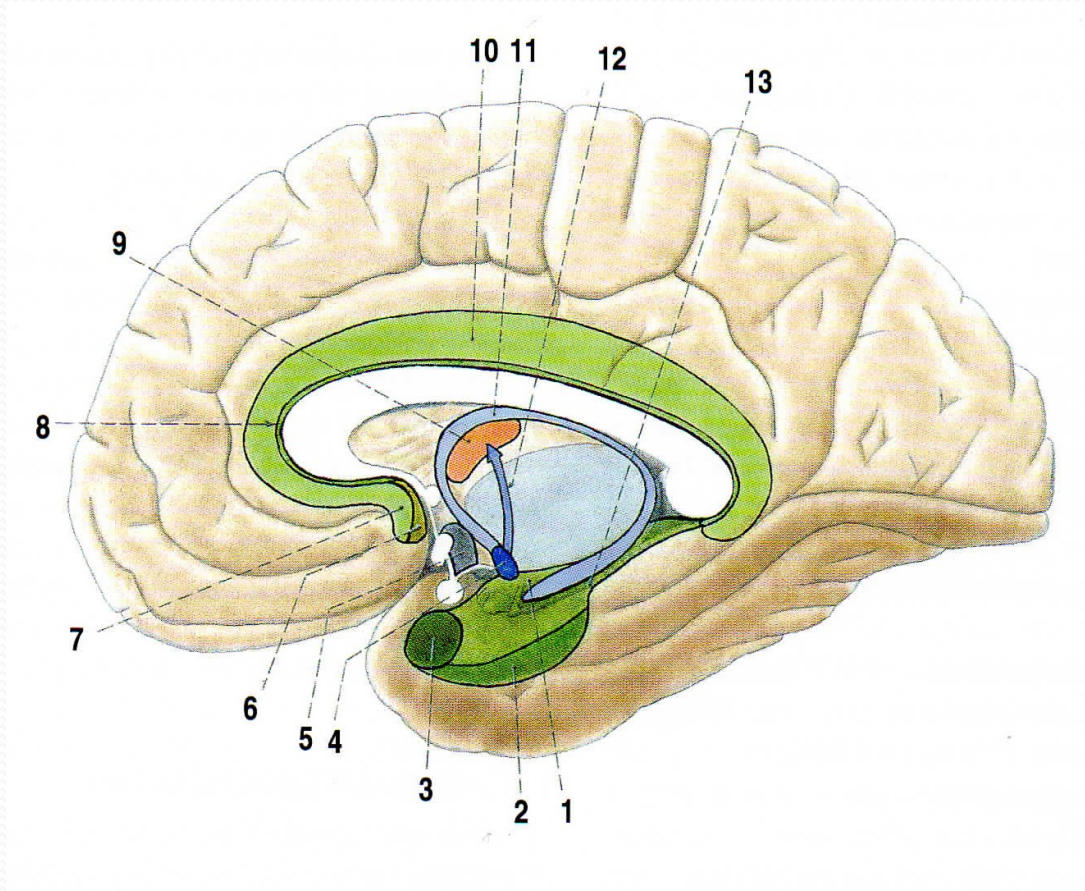
- **Poškození:**
 - Subkortikální (podkorová) demence
 - Hypotonicko-hyperkinetické syndromy – snížení svalového tonu + nadbytečné mimovolní pohyby
 - Hypertonicko-hypokynetický syndrom – zvýšený svalový tonus + snížená hybnost (Parkinsonova porucha)

LIMBICKÝ SYSTÉM

- Soustava šedých hmot CNS a jejich spojení – úplný výčet je diskutabilní
- Korové části a podkorové (subkortikální) části
- Hlavní systém propojení struktur LS – **Papezův okruh** (přední jádra thalamu – cingulární kortex, hipokampus – corpora mamillaria – přední jádra thalamu)

LIMBICKÝ SYSTÉM

- 1 **hippokampus**
- 2 **area enthorhinalis**
- 3 **corpus amygdaloideum**
- 4 **corpus mamillare**
- 5 **hypothalamus**
- 6 **septum verum**
- 7 **area subcallosa**
- 8 **striae longitudinales corporis callosi et indusium griseum**
- 9 **nuclei anteriores thalami**
- 10 **gyrus cinguli et cingulum**
- 11 **fornix**
- 12 **fasciculus mamillothalamicus**
- 13 **gyrus dentatus**



LIMBICKÝ SYSTÉM

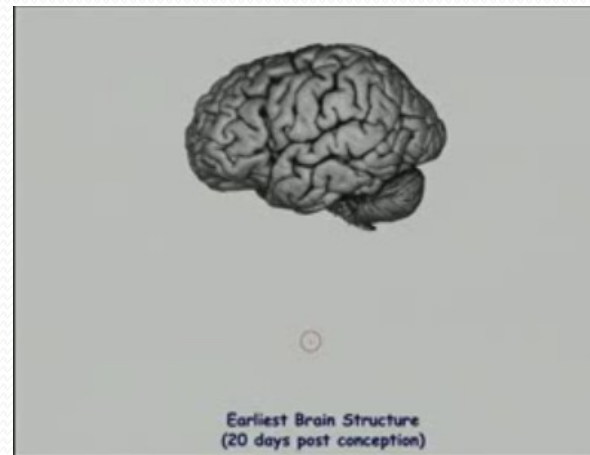
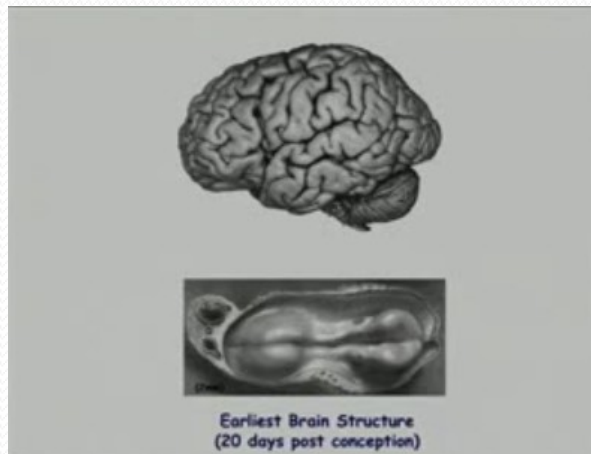
- **Funkce:**
- Učení, paměti
- Emoce
- Exekutivních funkce

Centrální nervová soustava

Ontogenetický vývoj

Prenatální vývoj NS

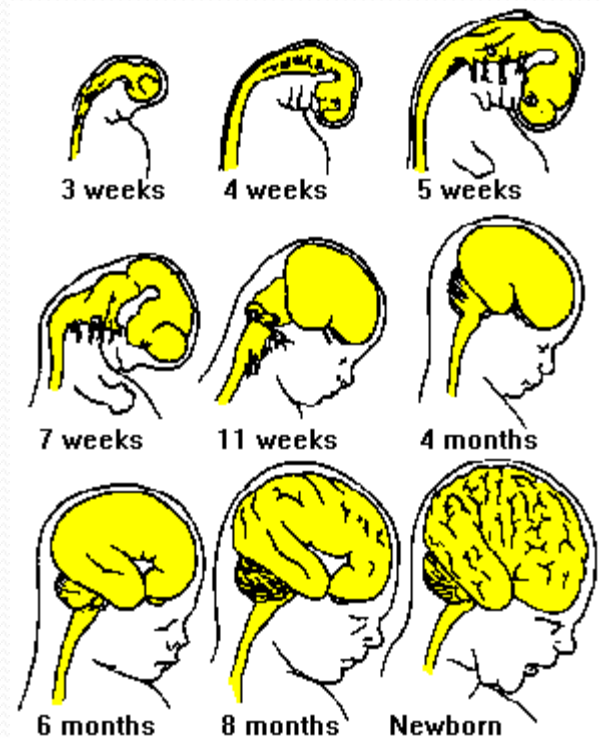
- **Embryonální vývoj:** NS vzniká z ektodermu (neuroektoderm) → neurální ploténka → neurální valy a rýha → **neurální trubice**



Neurální trubice - 20. den (2mm)

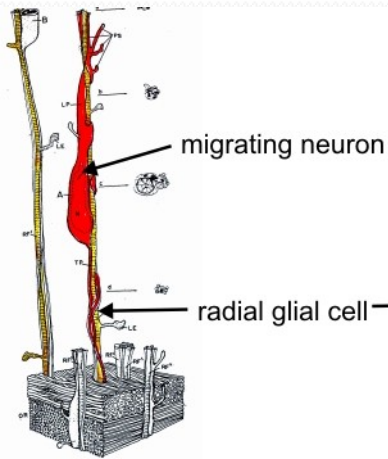
Prenatální vývoj NS

- Na konci neurální trubice se záhy formuje základ mozku – tři primární mozkové váčky:
 - přední mozek (proencefalon)
 - střední mozek (mezencefalon)
 - zadní mozek (rombencefalon)
- V 5. týdnu z proencefalonu vzniká telencefalon a diencefalon a z rombencefalonu metencefalon a myelencefalon

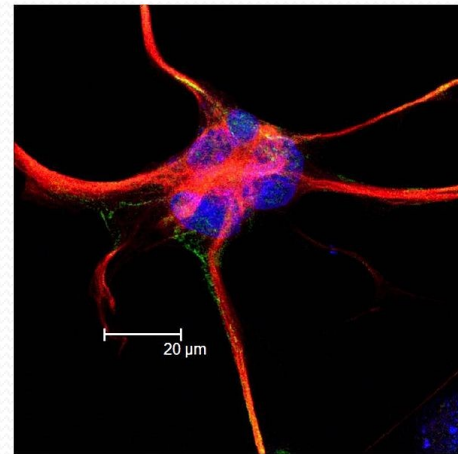


Vývoj NS – molekulární a buněčná úroveň

- Vývoj NS je podmíněn aktivací **genů** a působením **růstových faktorů**
- Neuroektodermové buňky neurální trubice postupně diferencují v **neuroblasty** (mateřské buňky (prekurzory) neuronů) a **glioblasty** (mateřské buňky glií)
- Nové neurony **migrují** do různých částí vyvíjejícího mozku, kde formují jeho struktury
- Neurony migrují mj. za pomoci radiálních glií (prekurzory astrocytů) – jakoby šplhají po jejich výběžcích.
- Jakmile neurony dosáhnou své pozice rozvětvují své výběžky (axony a dendrity) a spojují se s jinými neurony prostřednictvím synapsí
- Růstové faktory regulují vývoj neuronů, tvorbu výběžků a synapsí. Bez jejich přísunu neurony hynou. Neurony, které nezformují funkční nervové sítě prohrávají soutěž o zdroje (růstové faktory) a zanikají.
- Nejvíce neuronů má jedinec kolem narození. Před narozením a krátce po narození umírá mnoho neuronů – přirozené (nepatologické) regresivní děje.



migrující neuron po radiální glii



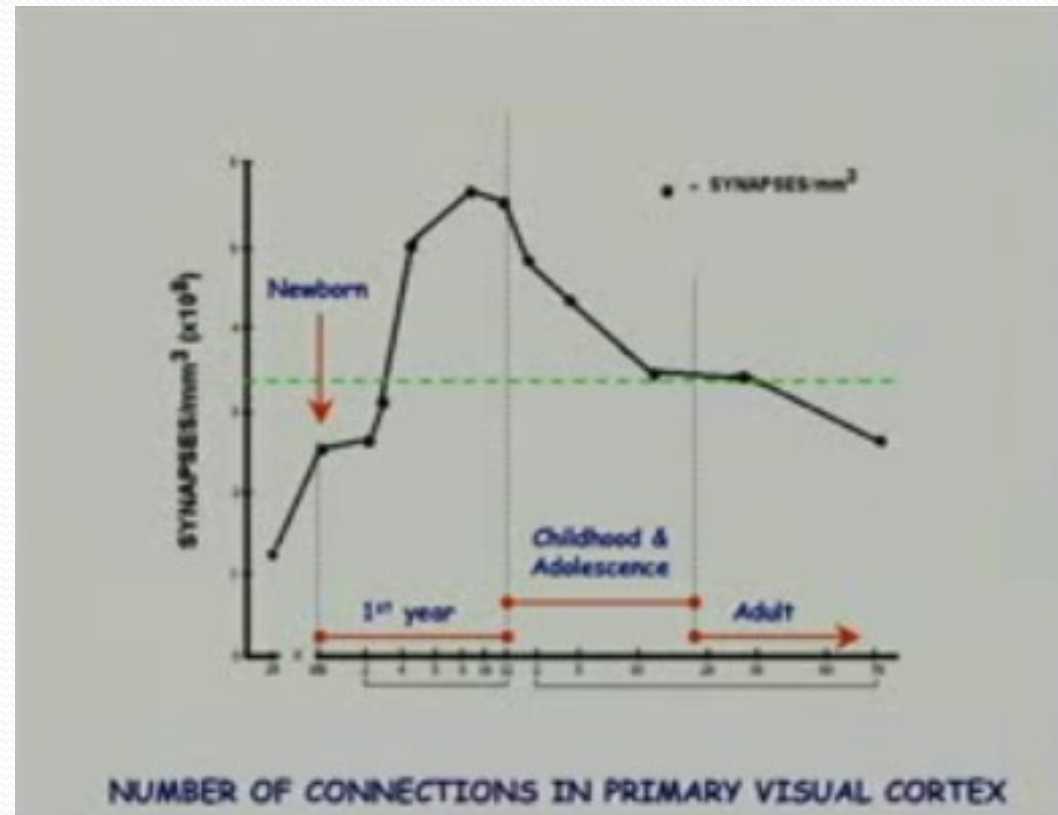
astrocyt



vznik nové synapse - synaptogeneze

Postnatální vývoj mozku

- Při narození není mozek zralý a některé jeho části se vyvíjejí přinejmenším do pozdní adolescence
- Fáze synaptické nadprodukce a prořezávání (pruning)
- Okénka vývoje (emoční vývoj, vývoj řeči, vývoj osobnosti...) – kritické senzitivní periody vývoje



Vývojové vady

- Narušené biologické zrání mozku a NS
- Faktory genetické a/nebo environmentální (infekční, traumatické, toxické...)
- Pervazivní vývojové poruchy, specifické vývojové poruchy
- Downův syndrom, dětská mozková obrna, rozštěpy páteře....

anencefalus



Stárnutí

- Dochází k **přirozené** atrofii mozkové tkáně – úbytků neuronů a jejich synapsí ve frontálním laloku (motorika a komplexní kognitivní funkce), temporálním laloku (paměťové a sluchové funkce) a okcipitálním laloku (zrakové funkce) a mnohem méně v parietálním laloku (hmatové funkce)
- Kvantita a kvalita synapsí není jen vrozená, ale ovlivněna celoživotními vnějšími vlivy (vzdělání, kognitivní trénink)

Rané psychické trauma a mozek

Psychické trauma

- Vystavení extrémně stresové situaci, která překračuje běžnou lidskou zkušenost. Spojeno s pocity bezmoci, hrůzy a intenzivního strachu. Ze situace se nelze jednoduše vymanit útekem nebo útokem (*fight or flight*), jedinec často volí formy intrapsychického úniku (disociace, zmrznutí, únik do fantazie, out of body experience).
- A) Trauma z ohrožení života nebo zdraví popř. sebeúcty či jiných psychický a fyzických zdrojů – přírodní a společenské katastrofy (vátky), interpersonální násilí
- B) Trauma z ohrožení citových vazeb (attachmentu) k významným osobám v dětství (CAN)

Syndrom CAN



- CAN – child abuse and neglect – syndrom zneužívaného, týraného a zanedbávaného dítěte
- V populaci poměrně široce zastoupen, ale tabuizován
- Rizikový etiologický faktor prostředí mnoha psychických poruch - poruchy osobnosti (hraniční), disociativní, konverzní poruchy, posttraumatická stresová porucha, afektivní a úzkostné poruchy, psychosomatická onemocnění, poruchy příjmu potravy, závislosti, psychotické poruchy

Stresová reakce



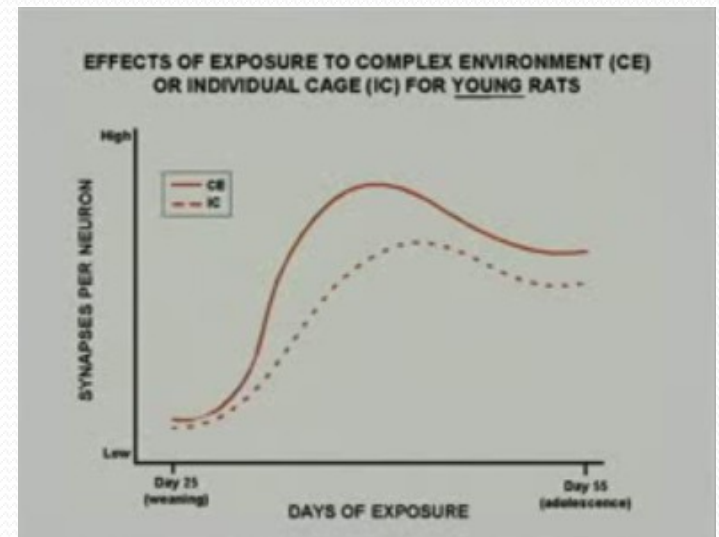
- Během (traumatického) stresu dochází k aktivaci sympatiku a **hypotalamo-hypofyzální-adrenální osy (HPA)**, která jedince připravuje k boji nebo úniku a zvyšuje jeho šance na přežití
- HPA - působení adrenokortikotropního hormonu (ACTH) z adenohypofýzy jsou z dřeně a kůry nadledvin uvolňovány stresové hormony – **adrenalin** a **glukokortikoidy** (zvláště kortizol)
- Zvýšení svalového napětí, prokrvení svalů, zrychlení dechu, tepu, krevního tlaku, uvolnění energetických zásob...
- Dlouhodobé působení stresu má vliv na rozvoj mnoha psychosomatických onemocnění (diabetes, hypertenze, ischemická choroba srdeční, žaludeční vředy atp.)
- Glukokortikoidy mají negativní vliv na nervovou soustavu, neboť jsou **neurotoxické!** (snižují počet neuronů a jejich synapsí, blokují neurogenezi)

Rané trauma a mozek

- Postnatálně vyvíjející se části mozku u malých dětí jsou během kritických period svého vývoje zvláště zranitelné k působení **neurotoxických glukokortikoidů**
- U dětí a dospělých, kteří byli v dětství traumatizováni nalézáme menší objem hipokampu, vermis mozečku, corpus callosum, šedé hmoty určitých oblastí kůry...
- Raná negativní zkušenost rovněž formuje abnormní synaptické spoje (rané učení – v dospělosti často implicitní, nevědomé, automatizované, posilované) (např. nikomu nevěř, intimita je spojená s bolestí, když budeš mít někoho rád, tak tě zradí apod.)
- Porucha nebo kreativní přizpůsobení nepříznivým podmínkám v dětství, které se teprve v dospělosti stávají nefunkčními?

Pozitivní zkušenost a mozek

- Podnětné, vlídné, láskyplné, respektující prostředí pozitivně stimuluje vývoj mozku
- Obr. – počet synapsí u krys vychovávaných po narození v podnětném a nepodnětném prostředí.
- Psychoterapie a mozek



Trauma a mozek - literatura

- Teicher, M. H., Andersen, S. L., Polcari, A., Anderson, C. M., Navalta, C. P., Kim, D. M. (2003): The neurobiological consequences of early stress and childhood maltreatment. *Neuroscience and biobehavioral reviews* 27, 33-44.
- Teicher, M. H., Samson, J. A., Polcari, A., McGreenery, C. E. (2006): Sticks, stones and hurtful words: Relative effects of various forms of childhood maltreatment. *American Journal of Psychiatry* 163, 993-1000.
- Teicher, M. H., Tomoda, A., Andersen, S. L. (2006): Neurobiological consequences of early stress and childhood maltreatment: Are results from human and animal studies comparable? *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1071, 313-323.
- Tomoda, A., Navalta, C. P., Polcari, A., Sadato, N., Teicher, M. H. (2009): Childhood Sexual Abuse Is Associated with Reduced Gray Matter Volume in Visual Cortex of Young Women. *Biol Psychiatry* 66, 642-648.
- Tomoda, A., Sheu, Y., Rabi, K., Suzuki, H., Navalta, C. P., Polcari, A. (2010): Exposure to parental verbal abuse is associated with increased gray matter volume in superior temporal gyrus. *Neuroimage* 54, 280-286.
- Read, J., Perry, B. D., Moskowitz, A., Connolly, J. (2001): The Contribution on early traumatic events to schizophrenia in some patients: A traumagenic neurodevelopmental model. *Psychiatry* 64, 319-345.