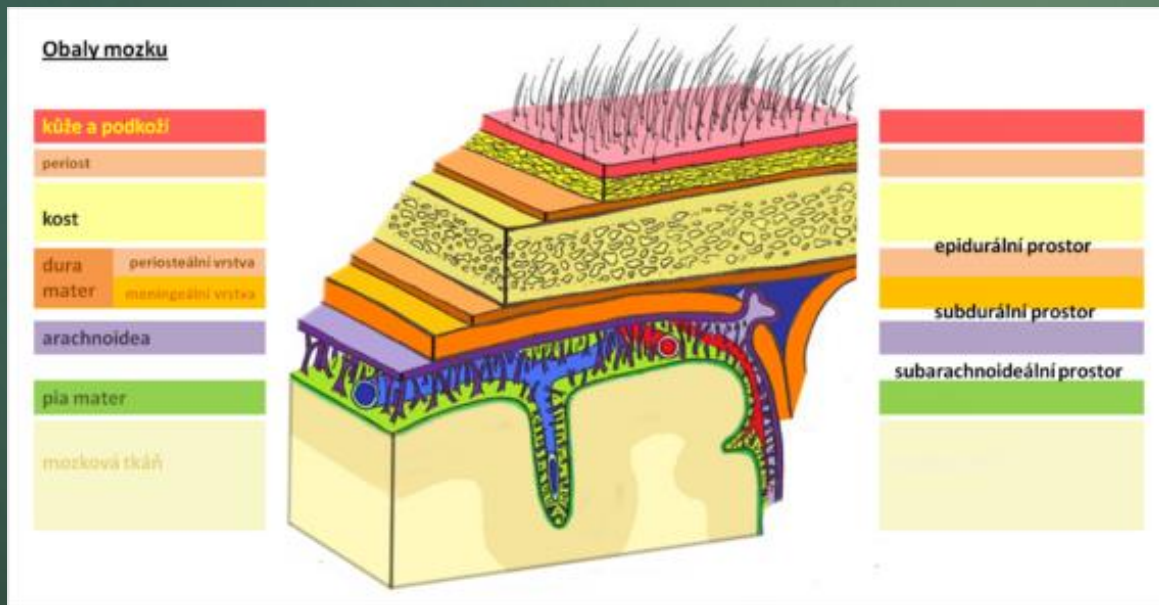


Neurofyziologie

ODDÍLY CNS

- ▶ Lidský mozek = vrcholné dílo architektury NS
- ▶ Všechny části jsou navzájem propojeny
- ▶ Mозek uložen v lebce
- ▶ **Mozkové obaly** : dura mater encephali, arachnoidea encephali, pia mater encephali
- ▶ Přeneseně můžeme hovořit o etážích mozku



4 etáže:

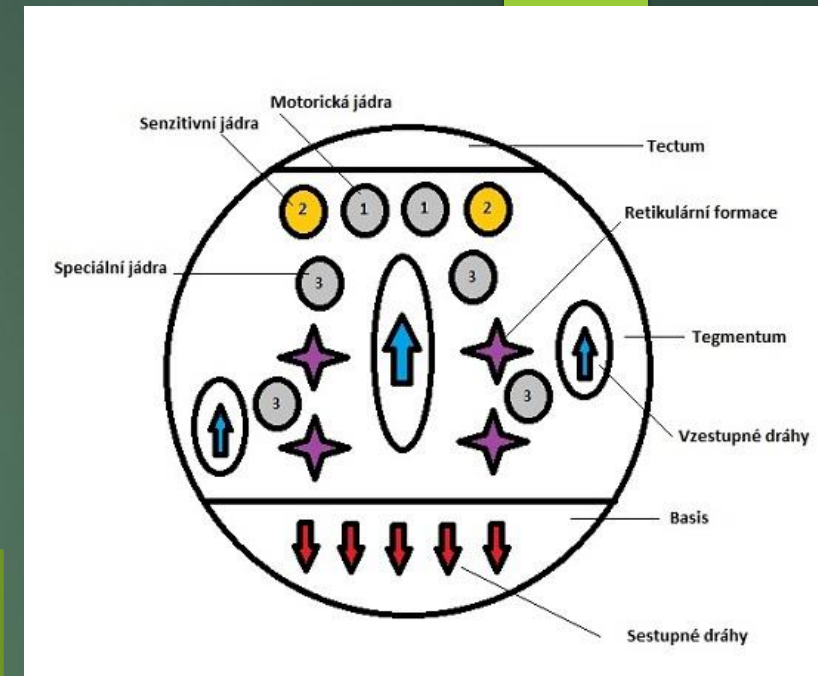
1. mícha
mozkový kmen
2. podkorová centra
3. mozková kůra

RF, limbický systém
i **mozeček**

Mozkový kmen (Truncus encephali)

- ▶ Navazuje na hřbetní míchu
- ▶ 3 části : medulla oblongata, pons a mesencephalon
- ▶ Pro život nezbytný
- ▶ Centrum životních funkcí a reflexů
- ▶ Prostorná síť nervových buněk skrz celý mozkový kmen – RF

RF ascendentní systém- řízení bdělosti – aktivační systém

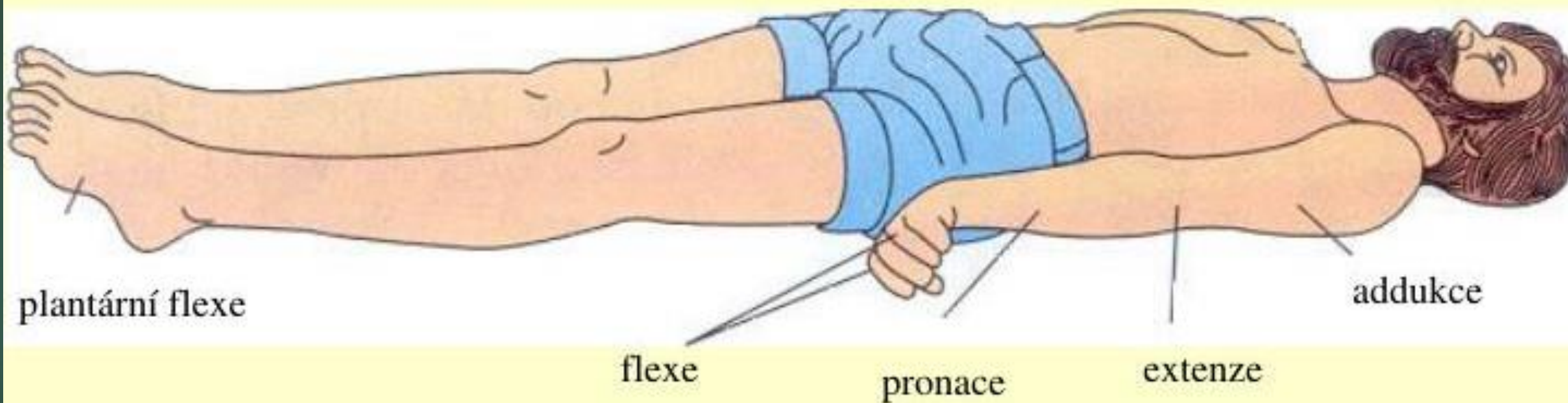


- ▶ Jádra hlavových nervů

Tab. 1 – Funkčně důležité oblasti mozku kmene

	Hlavový nerv	Důležité funkční oblasti
prodloužená mícha	IX, X, XI, XII	kardiovaskulární a respirační centrum nucl. gracilis et cuneatus – somatosenzitivní jádra nucl. solitarius – viscerosenzitivní jádro
pons	V, VI, VII, VIII	
mezencefalon	III, IV	colliculus superior – zraková dráha colliculus inferior – sluchová dráha

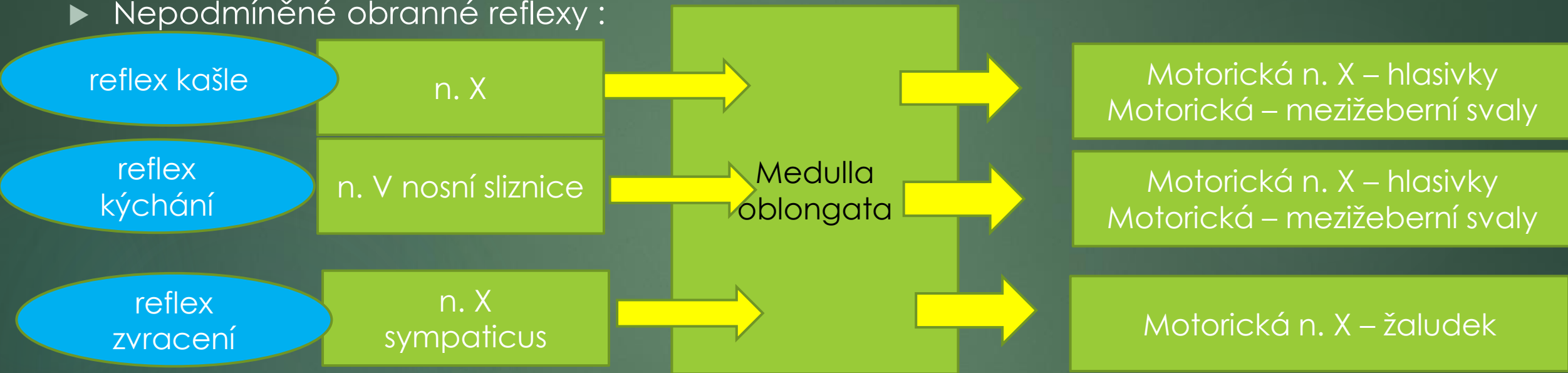
Decerebrační rigidita



Prodloužená mícha

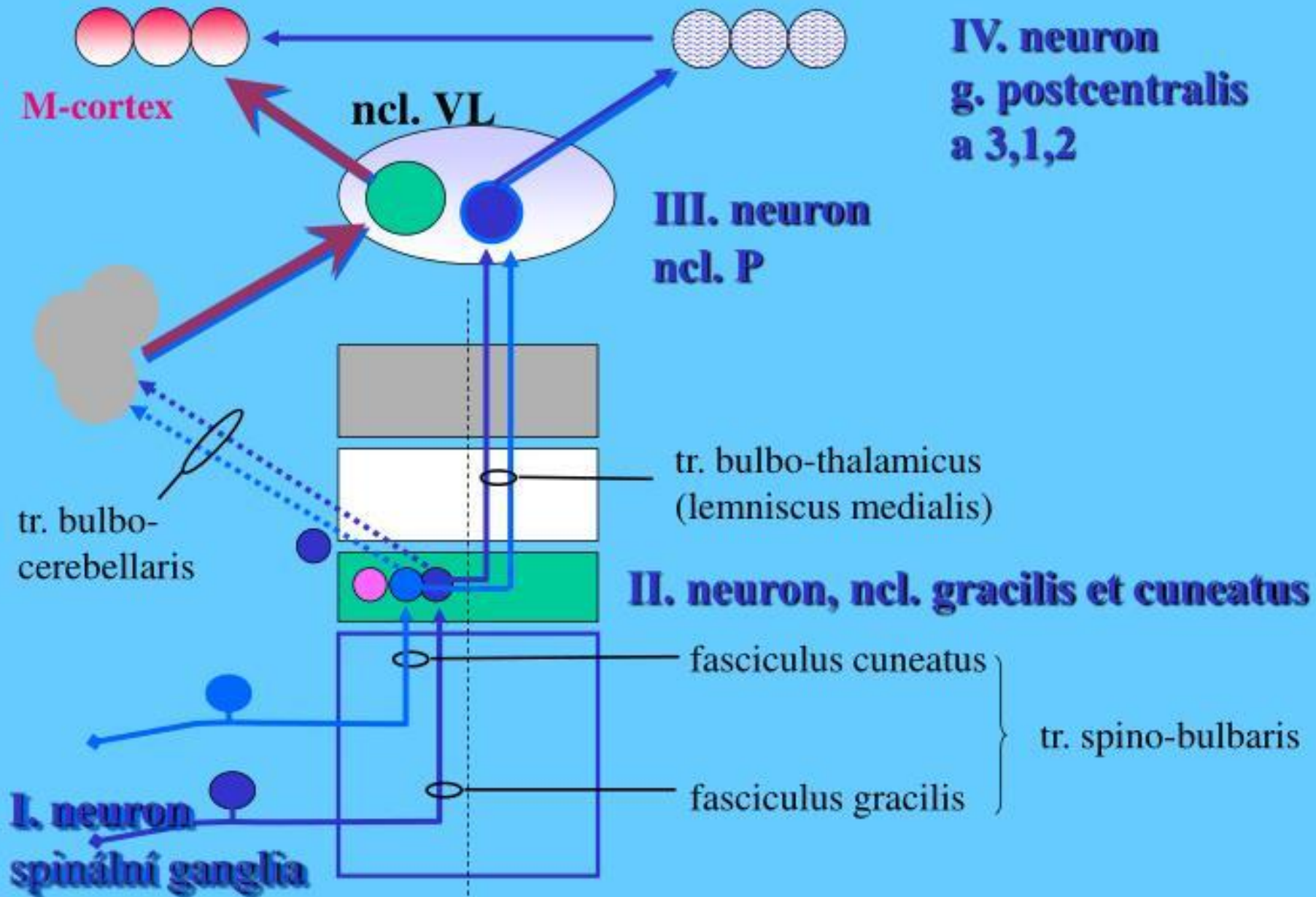
- ▶ Šedá hmota obsahuje jádra hlavových nervů (IX,X,XI,XII) a specifická jádra(ncl. gracilis, ncll. cuneati complexus, olivaris inferior)

- ▶ Nepodmíněné obranné reflexy :



- ▶ S mostem se podílí na **regulaci dýchání**
- ▶ Regulace **krevního oběhu** (kardioexcitační , kardioinhibiční, vasokonstrikční i vazodilatační centrum)a trávení
- ▶ Podílí se na **mimických pohybech, fonaci a řeči**
- ▶ S mostem a středním mozkem řídí **opěrnou motoriku**

DRÁHA STATICKÝCH PROPRIOCEPTIVNÍCH INFORMACÍ



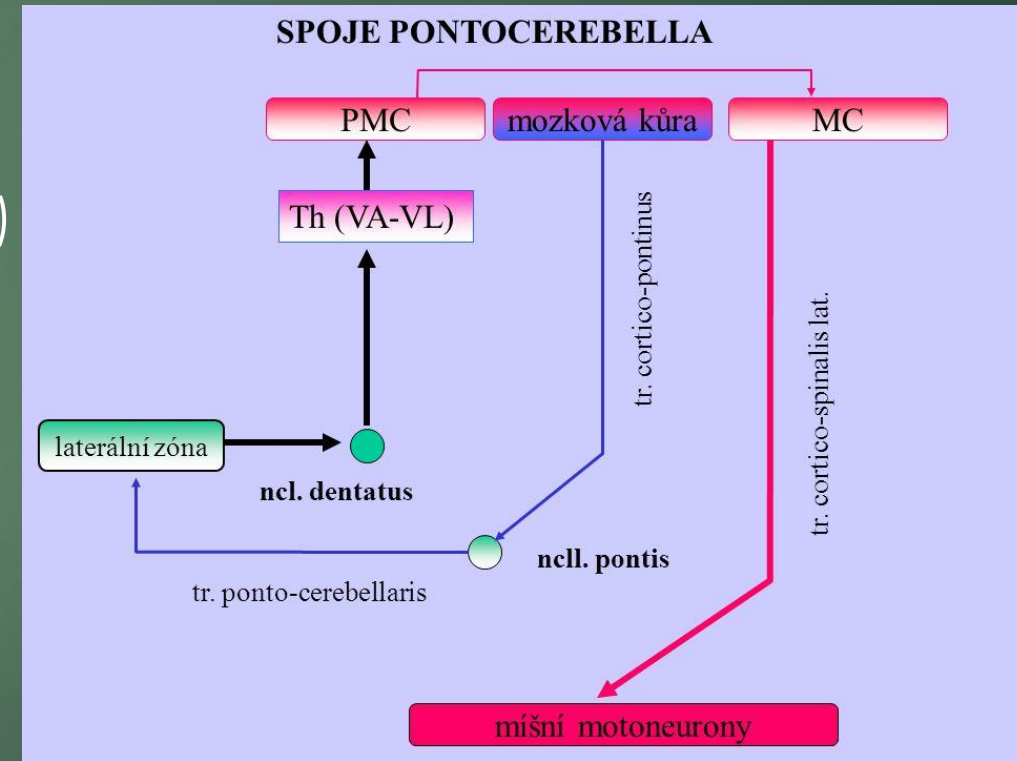
Most

- ▶ Nejširší oddíl mozkového kmene
- ▶ Šedá hmota obsahuje jádra hlavových nervů (V,VI,VII,VIII) + specifická jádra (ncl. olivaris superior, ncll. pontis)
- ▶ Nepodmíněné reflexy

Korneální reflex: V – VII

Okulokardiální reflex: stlačení bulbů – zpomalení SF (V-X)

- ▶ ncl. olivaris - zapojený do sluchové dráhy
- ▶ ncll. pontis – zapojeny do tr. cortico-pontinus a dále tr. ponto.- cerebellaris



Střední mozek

- ▶ Skládá se z **tecta**, **tegmenta** a **crura cerebri**
- ▶ Mezi tegmentem a crura cerebri je **substantia nigra**
- ▶ Šedá hmota obsahuje jádra hlavových nervů (III, IV) a specifická jádra (ncl. ruber, substantia nigra, **substantia grisea centralis**, ncl. interstitialis Cajali, ncl. colliculi inferioris, ncl. pretectales)
- ▶ **Substantia grisea** - zapojena do vnímání bolesti a propojena s RF a limbickým systémem

spojení s hypotalamem = ovlivnění osy hypotalamo-hypofyzární a aktivity ANS (stresová analgezie)

- ▶ **Tectum** – centrum zrakových a sluchových informací
četné spoje s jádry okohybných nervů
- ▶ Nepodmíněné reflexy



Zrakové reflexy: pohyby očí, hlavy na světelné signály

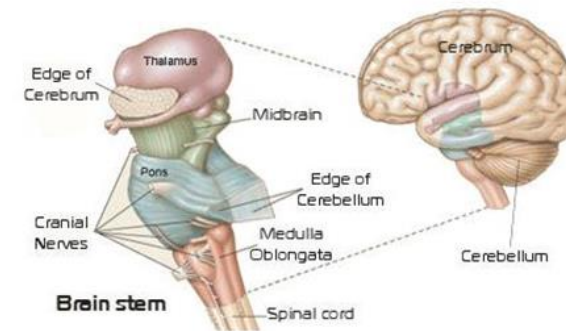
Sluchové reflexy: pohyby očí, hlavy na sluchové podněty

vzpřimovací reflex

- ▶ Účast na řízení motoriky
- ▶ Přepojování informací ze zrakové a sluchové dráhy

Řízení motoriky mozkový kmen

- podíl na mimice, fonaci, řeči,
- centrum zrakových, sluchových rfl.,
 - pohyby hlavy a těla
 - (sluch., světelná stimulace)



- významná motorická jádra:
 - ncl. ruber, subst. nigra

Retikulární formace- řízení proprioreceptivních rfl.,
vztahy mezi podrážděním a útlumem motoric. funkcí,
zajišťuje integraci info z extero, proprioreceptorů,
z mozečku, kůry, regulace svalového tonu

Poruchy mozkového kmene

Hemiparéza s kontralaterálními nálezy na hlavových nervech, často s příznaky hlavových nervů

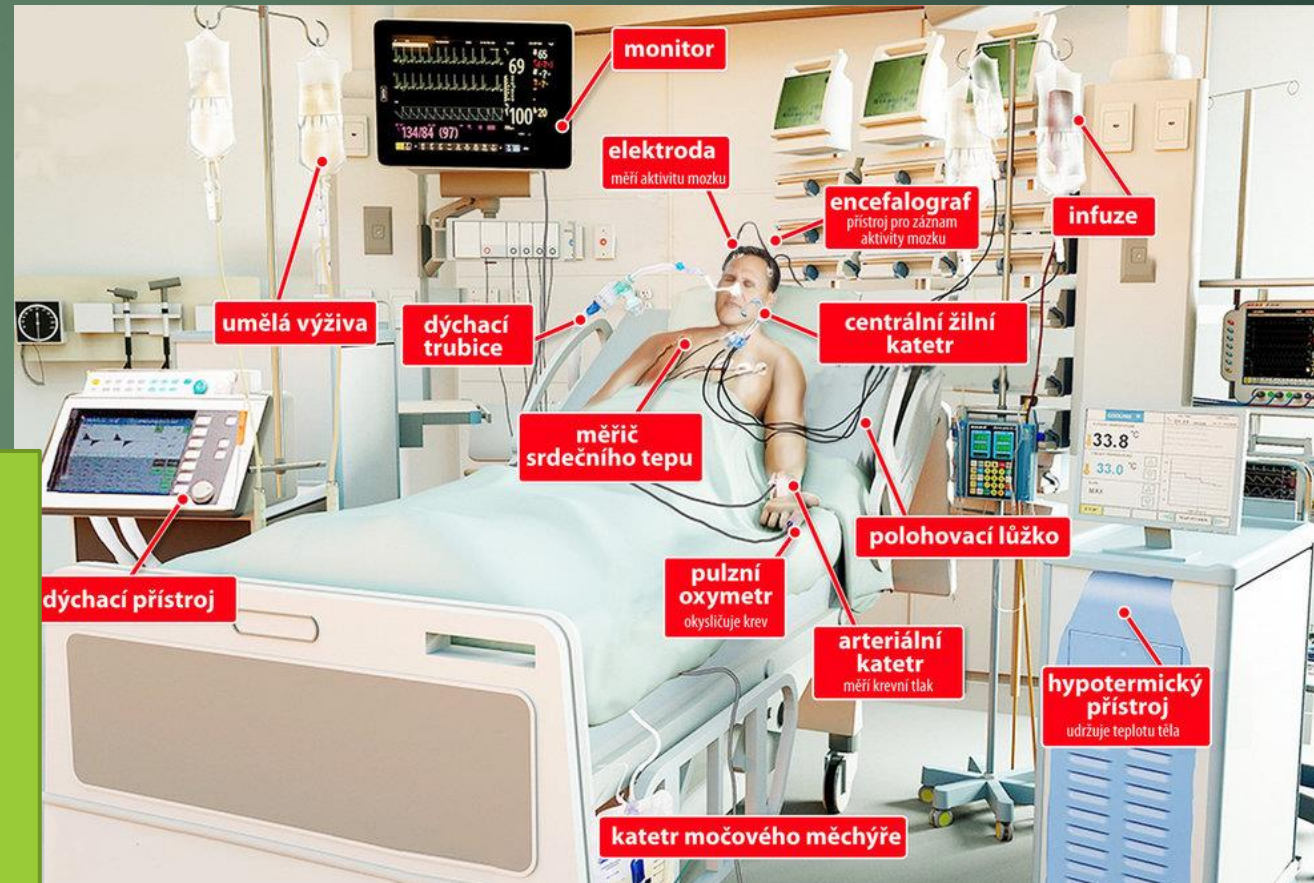
těžší
poruchy

Neslučitelné se životem

Naopak (mozkový kmen neporušen, porušena kůra mozková)

Coma vigile – perzistentní vegetativní stav

- postižený nereaguje na smyslové podněty
- není schopen cílené motoriky
- reflexy jsou zachovány
- neuvědomuje si okolí ani sám sebe
- ale má zachovaný cyklus spánku, dýchá bez podpory



Mezimozek (diencephalon)

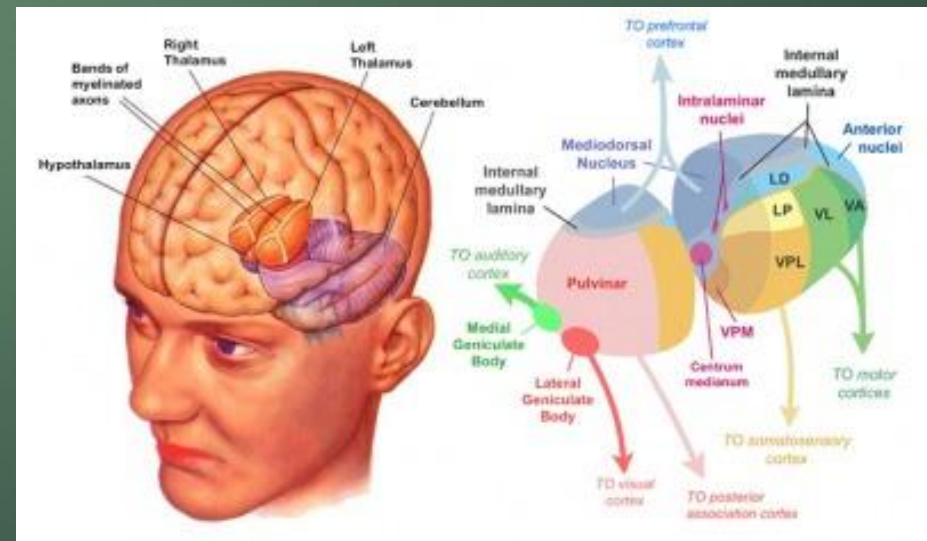
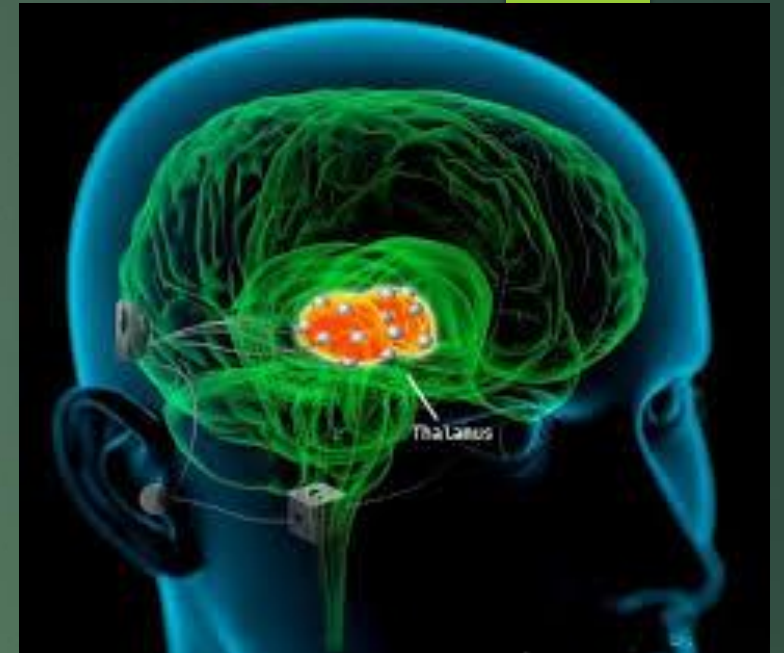
- ▶ Leží mezi mozkovými polokoulemi – pomyslný střed mozku
- ▶ Navazuje na střední mozek a pokračuje do koncového mozku
- ▶ Tvořen: párovým **thalamem** a nepárovým **hypothalamem**

Thalamus = dvě vejčitá tělesa , uprostřed III. mozková komora

- Významné **třídící a přepojovací centrum**
- Připojení senzitivních drah
- Připojení motorických a vegetativních informací
- Spoje z thalamu do všech částí mozku
- S prefrontální kůrou – pracovní paměť
- **Spojen i s limbickým systémem (rychle)- zejména s amygdalou**

Hypothalamus – leží ve středu pod oběma thalamy

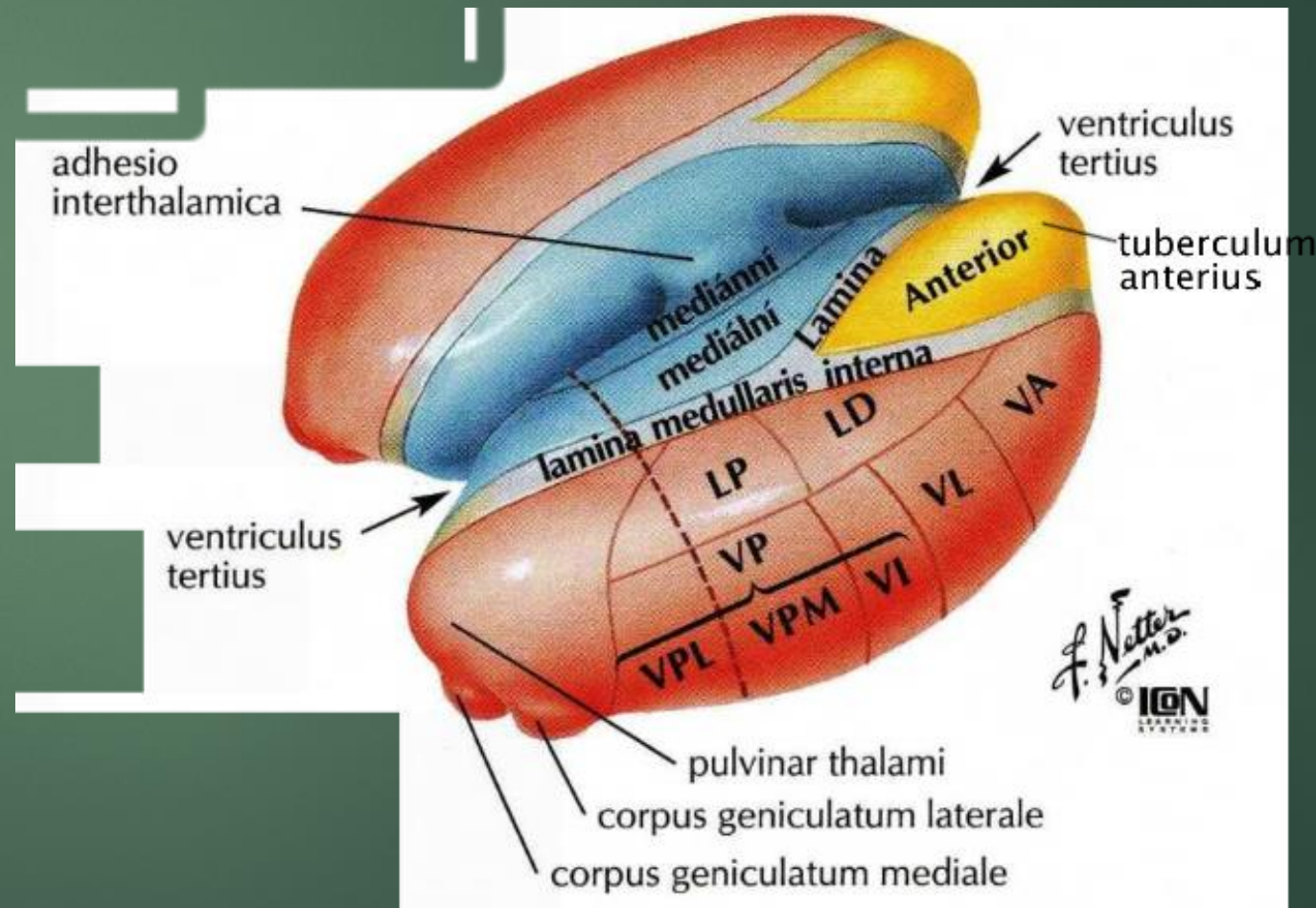
- Hlavní ústředí pro řízení vnitřních (vegetativních) funkcí
- Udržování stálosti homeostázy
- Doprovod emocí, účast na modulaci prožívání a chování
- Řídí biorytmy



Thalamus

▶ jádra se rozdělují se podle **polohy** nebo **zapojení**

- ▶ specifická senzorní jádra
- ▶ specifická nesenzorní jádra
- ▶ nespecifická jádra
- ▶ asociační jádra



Spoje talamu

aférentní

- ▶ senzitivní a senzorická
 - bolest, polohocit, hmat, chuť, rovnováha, sluch, zrak
- ▶ motorická
 - mozeček, BG
- ▶ RF - ARAS
- ▶ limbický systém
 - corpus mammillare, hippocampus

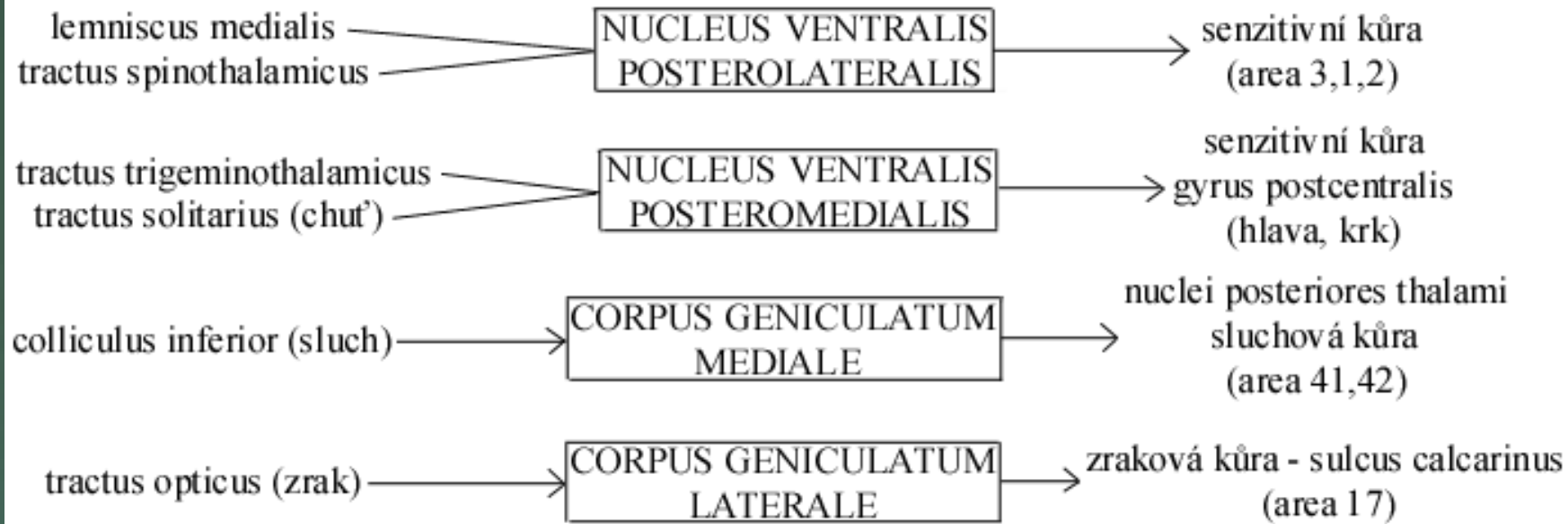
Eferentní

- ▶ mozková kůra + hypothalamus

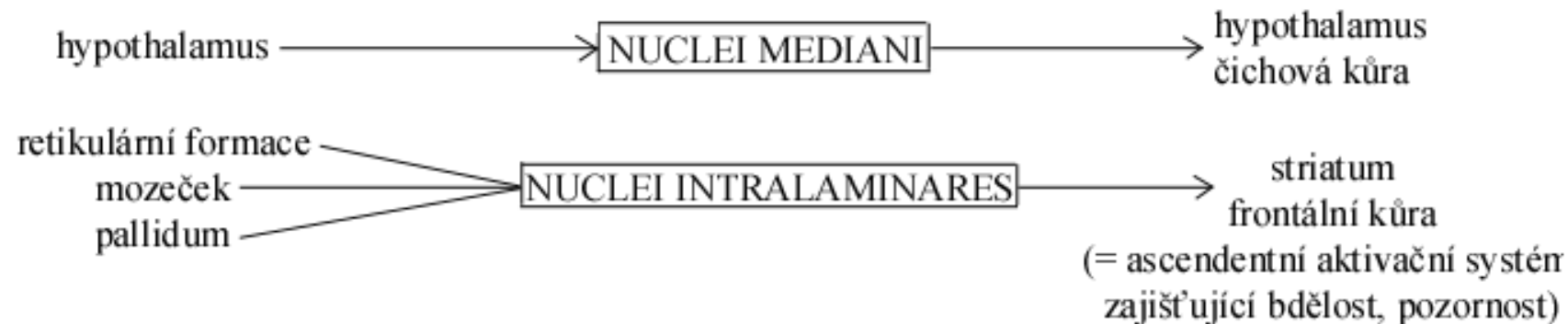
reciproční spoje:

- ▶ BG, RF, mozková kůra, kmen, mozeček, mícha

SPECIFICKÁ SENZORICKÁ JÁDRA



NESPECIFICKÁ JÁDRA



SPECIFICKÁ NESENZORICKÁ JÁDRA

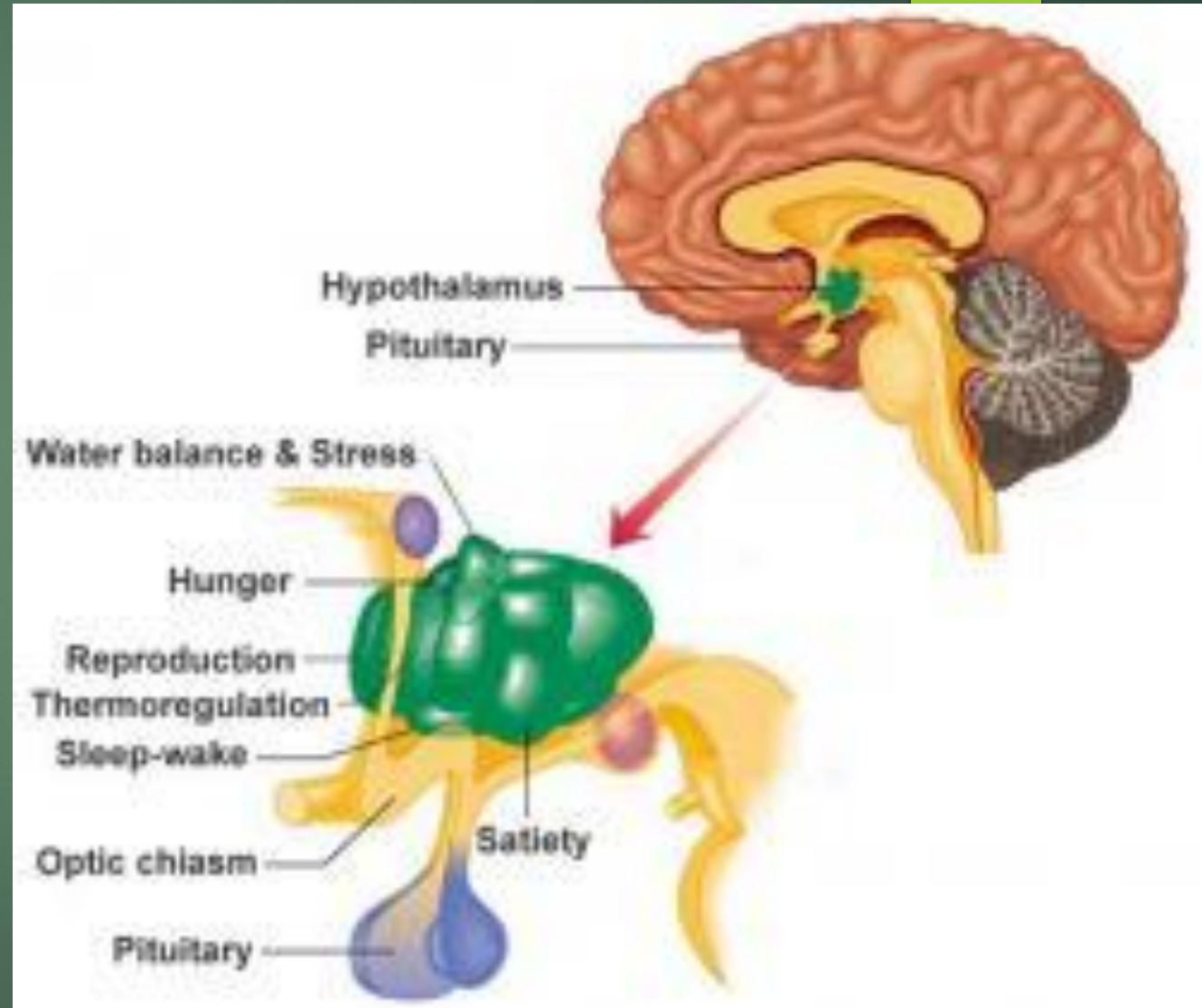


ASOCIAČNÍ JÁDRA



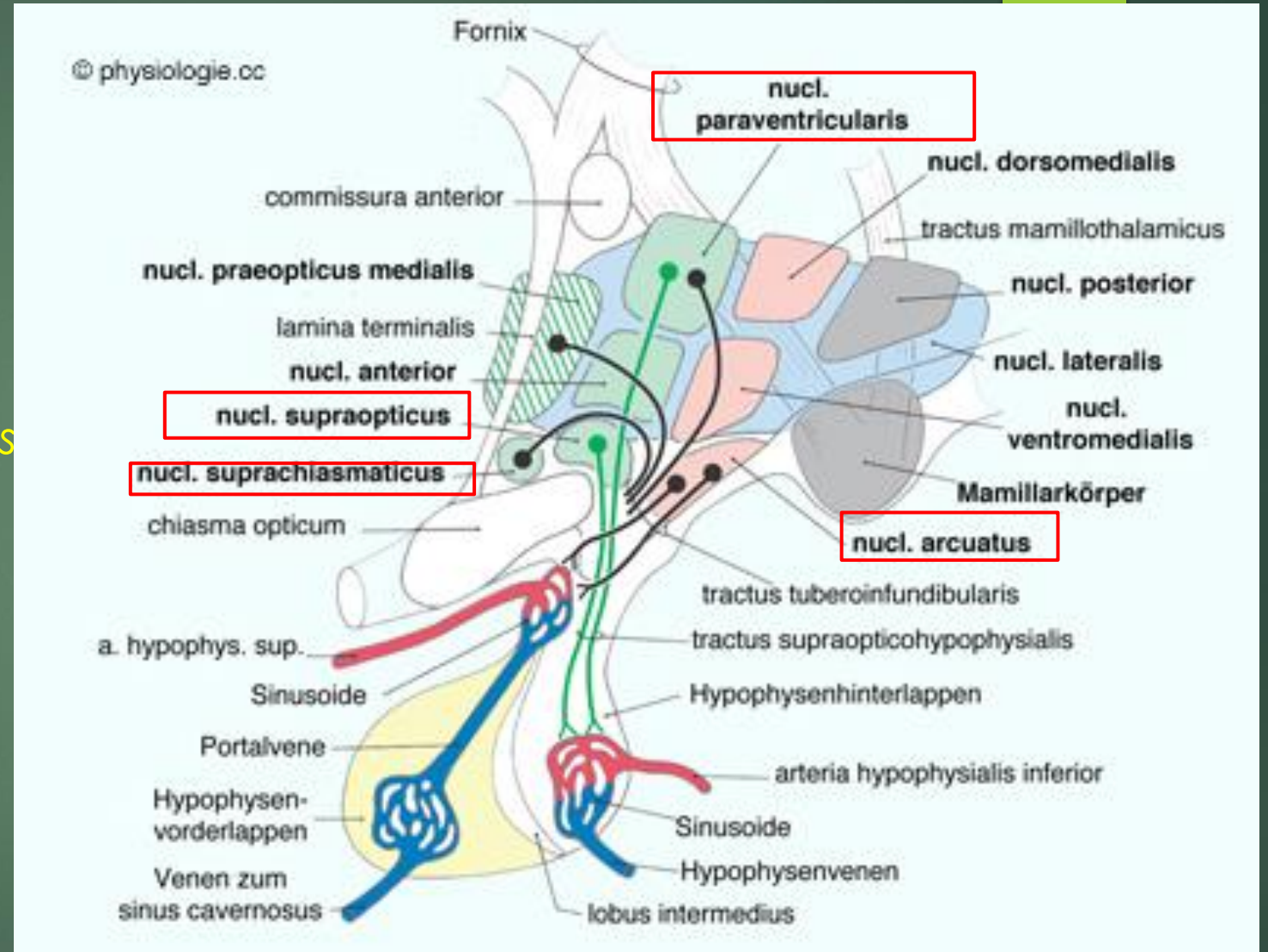
Hypothalamus – funkce

- ▶ termoregulace
 - ▶ centrum **horečky** – **přední h.**
 - ▶ centrum **chladu** – **zadní h.**
- ▶ **laterální h.:** centrum **hladu, žízně a zlosti**
- ▶ **mediální h.:** centrum **sytosti a pasivity**
- ▶ **přední h.:** centrum **spánku a bdělosti**
- ▶ sex
 - ▶ ♂ *nucleus preopticus*
 - ▶ ♀ *nucleus ventromedialis*



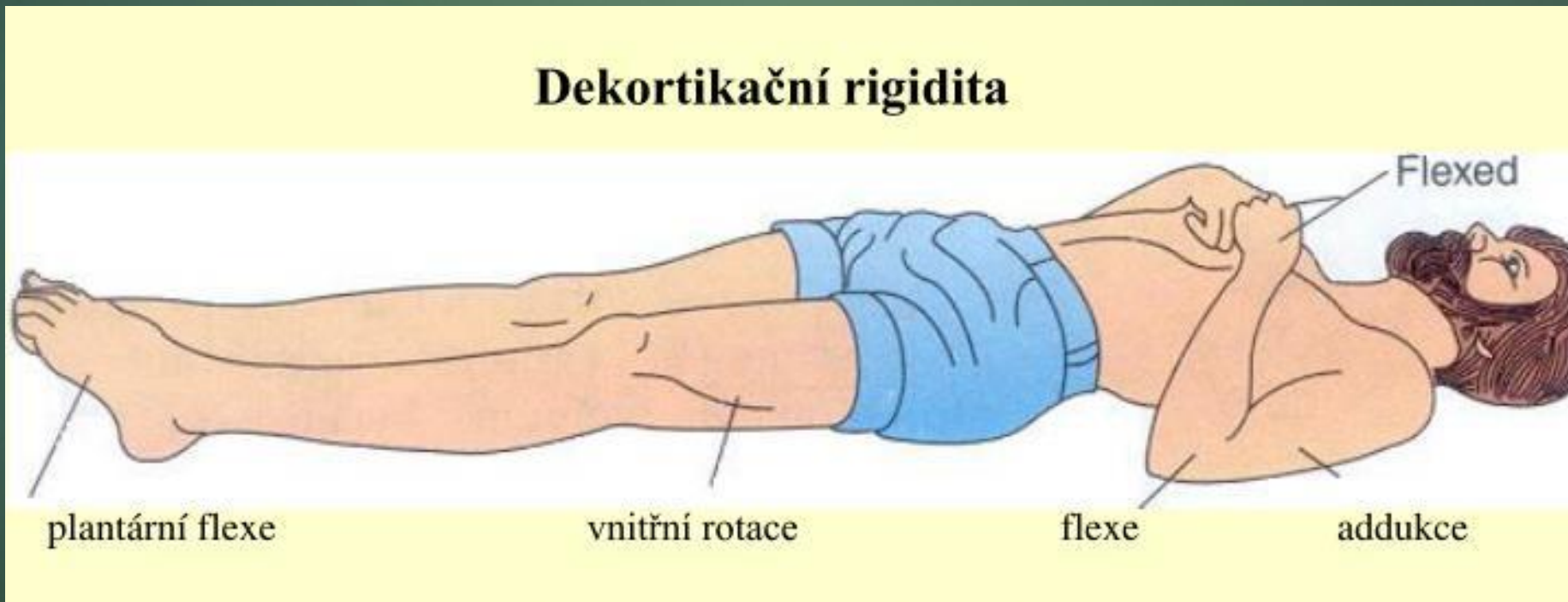
Hypothalamus – funkce

- ▶ *nucl. suprachiasmaticus*
centrum cirkadiálních rytmů
- ▶ *nucl. supraopticus + paraventricularis*
ADH (vazopresin) + oxytocin
- ▶ *nucl. arcuatus (infundibularis)*
statiny a liberiny



Poruchy mezimozku

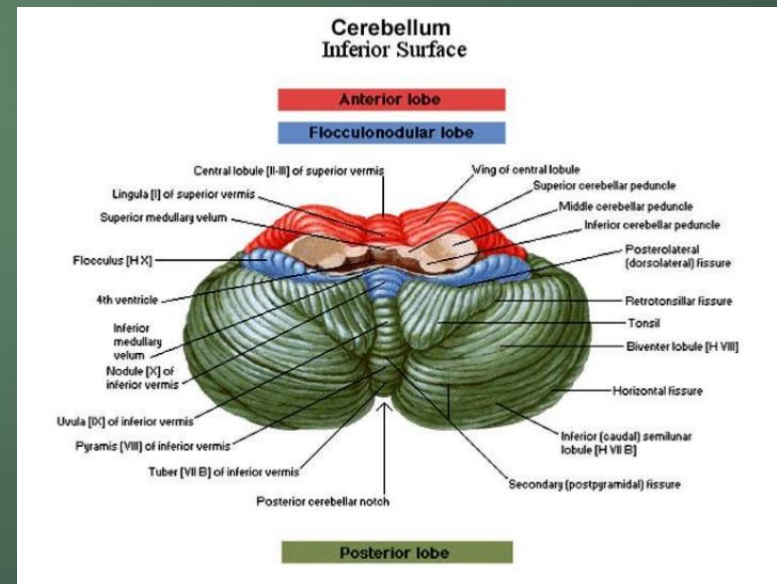
- ▶ **Hypotalmický syndrom:** diabetes insipidus, poruchy vegetativní regulace (hypertermie)
- ▶ **Talamický syndrom:** kontralaterální dysestézie, anopsie, poruchy vědomí (zkalené), hemiataxie, , porucha stereognozie, , choreoatetóza (nádor, infarkt, krvácení)



Mozeček (cerebellum)

- ▶ Leží za mozkovým kmenem (zadní jáma lební)
- ▶ Člení se na 2 mozečkové hemisféry a nepárový mozečkový červ (vermis)
- ▶ S ostatními částmi mozku propojen pomocí 3 mohutných svazků vláken – pedunculi cerebellares craniales, medii et caudatus
- ▶ Role v řízení motoriky
- ▶ Dále napomáhá ve funkcích poznávacích, emočních, vstupuje do procesu učení, myšlení, motivace, prožívání a paměť

Hlavní regulační centrum motoriky, podílí se na motorické paměti



Stavba mozečku

► Šedá hmota

1. Cortex cerebelli

2. Nuclei cerebelli

ncl. fastigii – vestibulární mozeček

ncl. emboliformis – spinální mozeček

ncl. globosus - spinální mozeček

ncl. dentatus – cerebrální mozeček

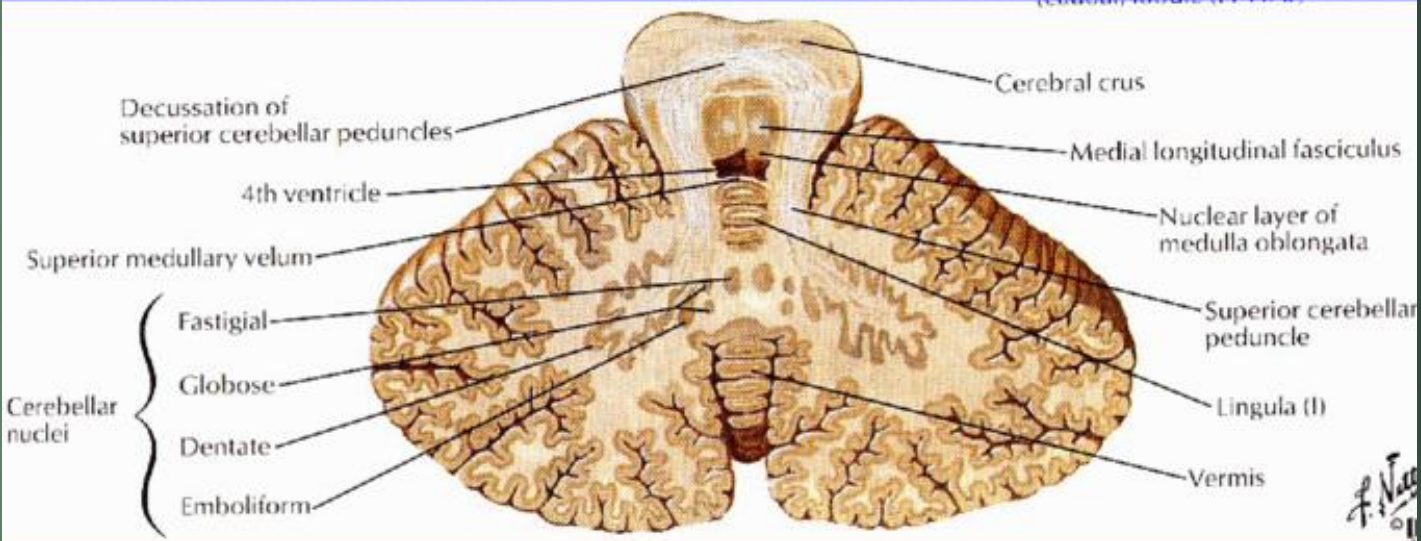
► Bílá hmota

Tractus cerebri

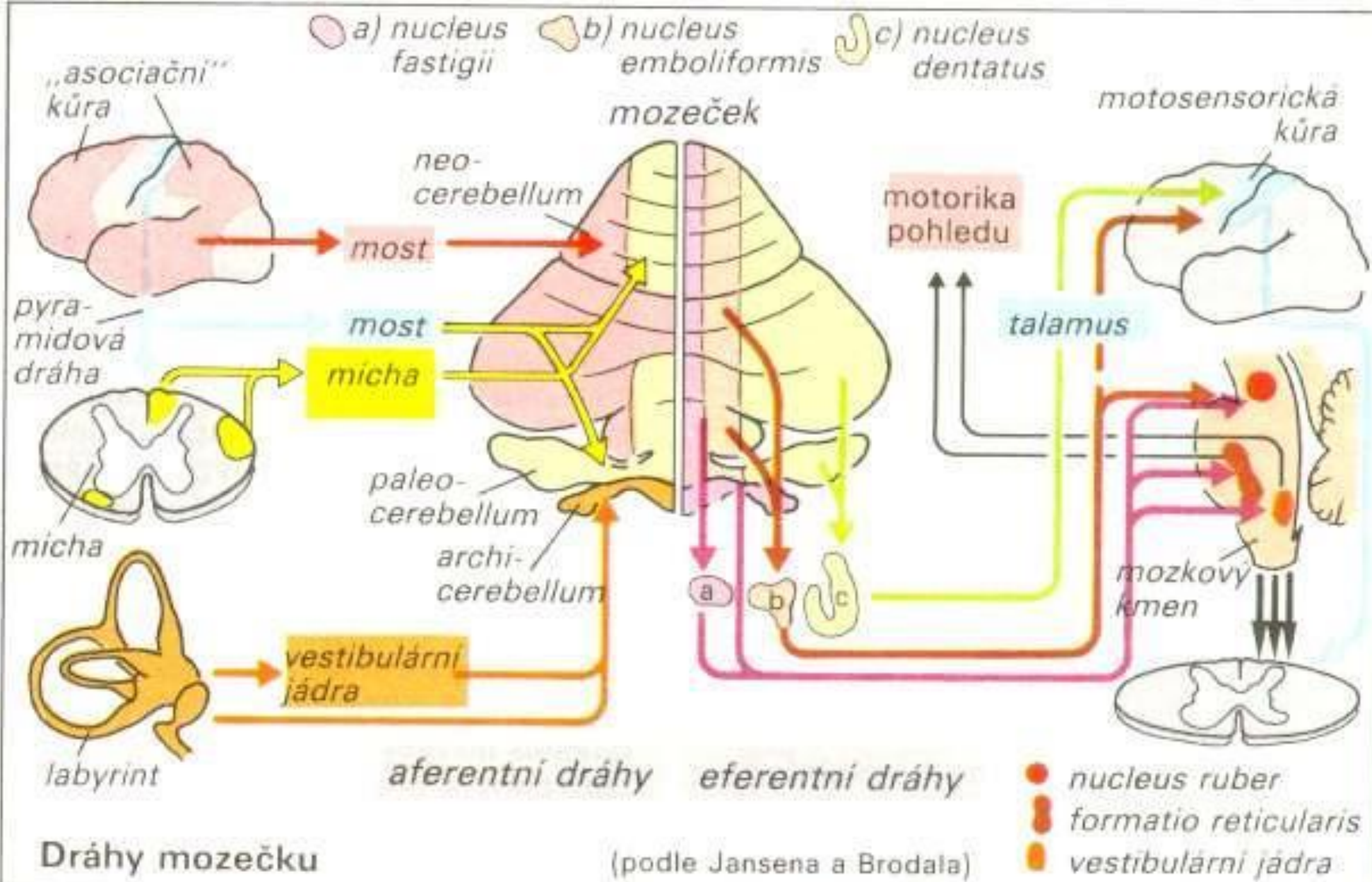
Cerebellar gyri = folia

Gyri = folia, Cortex- podkorová bílá hmota ±
mozečková jádra

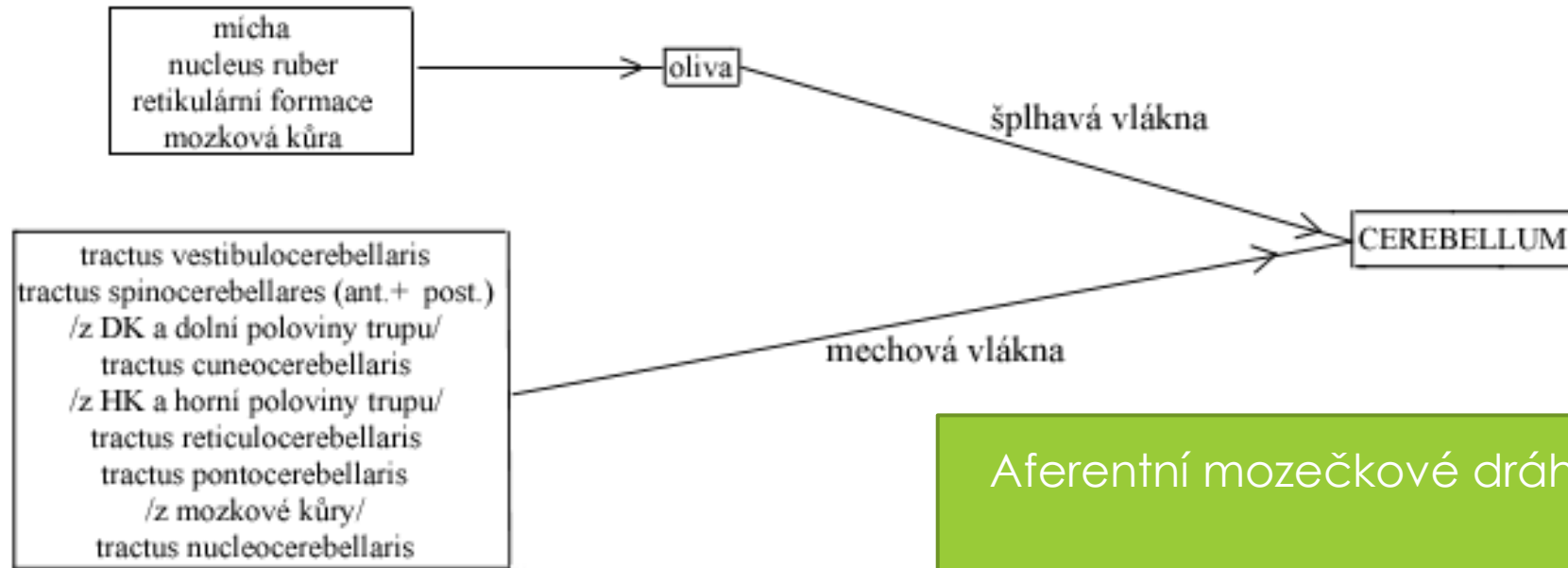
Cortex, subcortical white
matter, nuclei



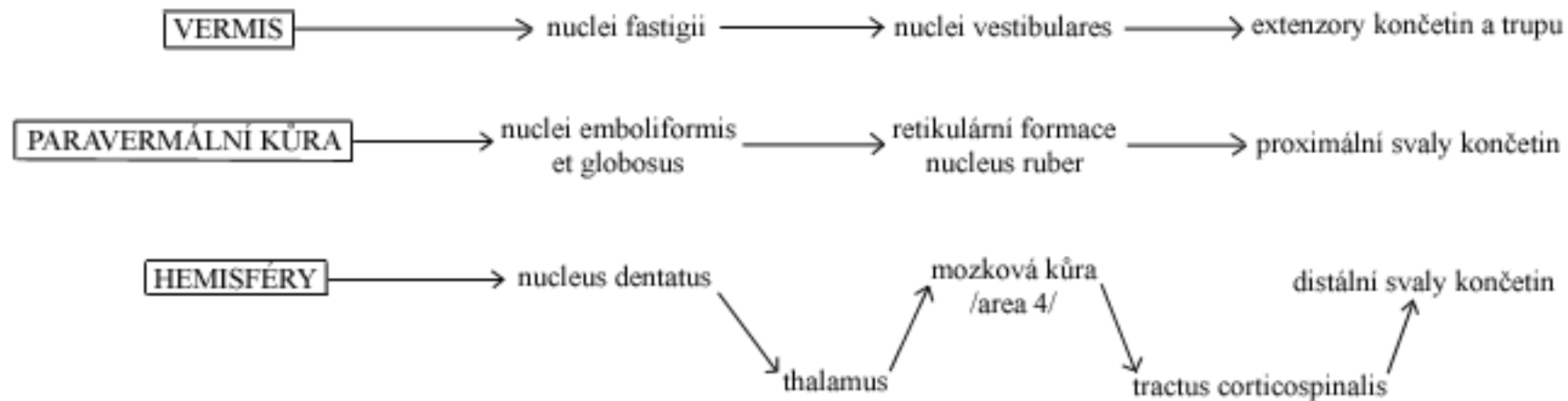
Excessive folding of the cerebellar surface
(cortex)



AFERENTY MOZEČKU



EFERENTY MOZEČKU



Poruchy mozečku

⇒ ztráta koordinace a regulace provádění přesných pohybů

Příčiny: cévní, demyelinizace, sclerosis multiplex, neoplázie, toxiny

Paleocerebelární syndrom (mediální, vestibulární část)

- ztráta rovnováhy
- titubace
- ataxie (stoj a chůze o široké bazi)
- nystagmus
- výrazná porucha při chůzi, běhu (vyžaduje koordinovaný pohyb celého těla)

Neocerebelární syndrom (laterální, hemisféry)

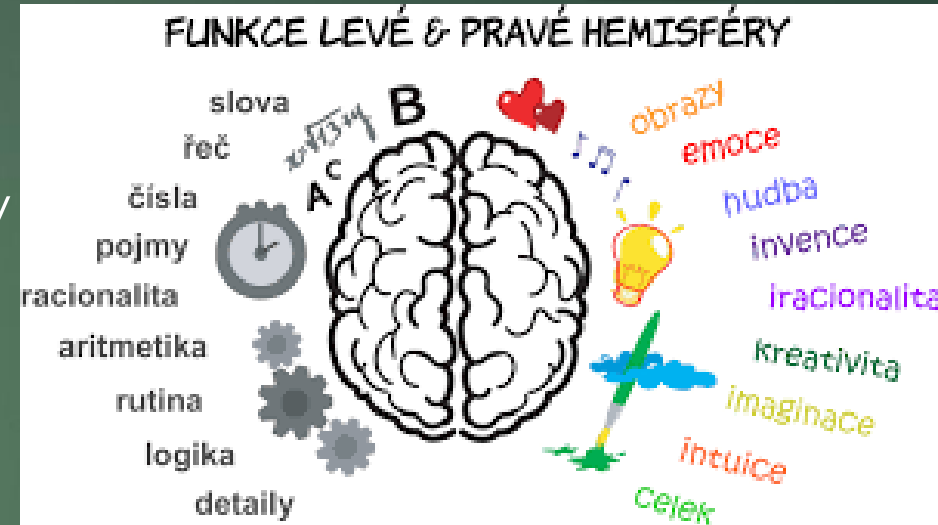
- hypotonie
- dysartrie (obtížná artikulace)
- dysmetrie (problém odhadu vzdálenosti a rozsahu pohybu)
- dysdiadochokinéza (neschopnost vykonávat rychle se střídající pohyby)
- intentční třes (intenzita se zvyšuje s pohybem)



ATAXIE

Koncový mozek (telencephalon)

- ▶ Vývojově nejmladší oddíl CNS
- ▶ Tvořen:
 - 2 mozkovými polokoulemi – **hemisférami** + podkorovými jádry
- ▶ brázdy a rýhy člení povrch – **mozkové závity (gyri cerebri)**
- ▶ Závity zvětšují povrch mozku
- ▶ hemisféry nejsou symetrické



Levá hemisféra: logické, analytické, matematické, technické myšlení, produkce a porozumění řeči

Pravá hemisféra: citově- prožitková, podněty emoční, fantazie, představivost, chápání perspektivy, geometrie prostoru

Obě hemisféry propojeny a spolupracují – četné spoje (přenos informací)

- ▶ **Nové informace** zpracovává spíše **P hemisféra**, známé info, či problémy kognitivní rutiny – L hemisféra

► Každá hemisféra : 5 mozkových laloků

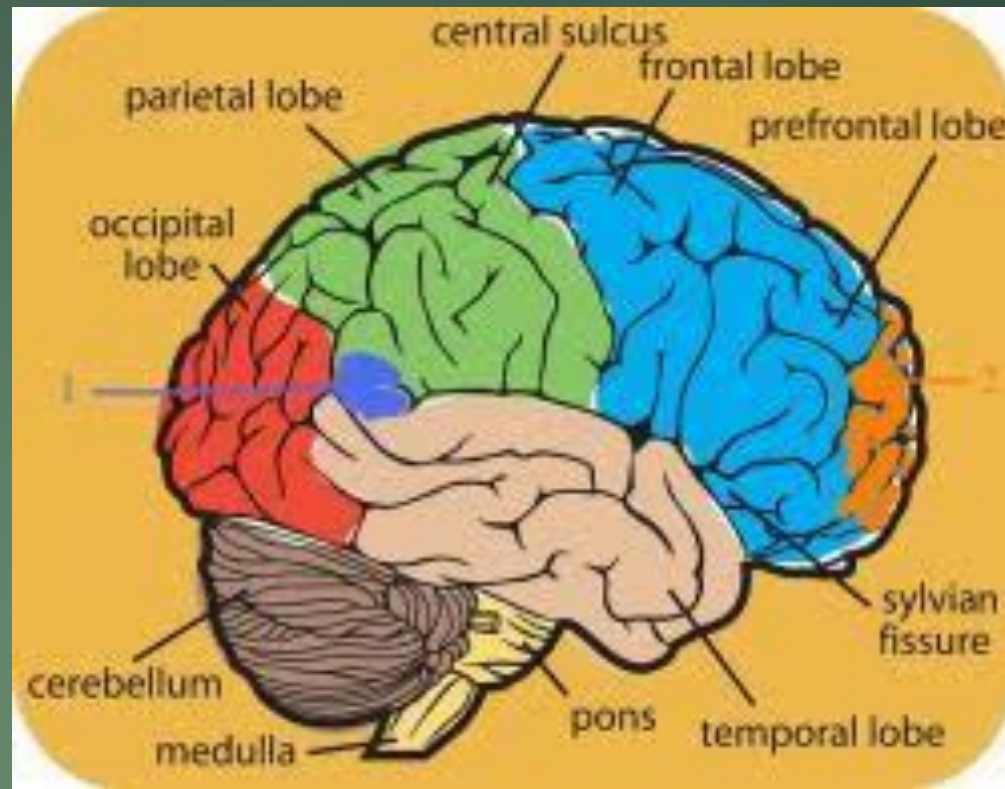
Lalok čelní - frontální

Lalok temenní - parietální

Lalok tylní - occipitální

Lalok spánkový- temporální

Lalok ostrovní – insula



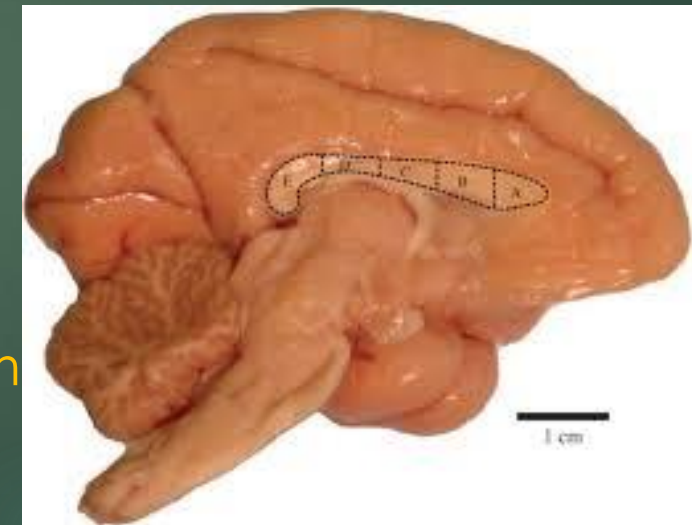
Bílá hmota – nervová vlákna sdružená do svazků – nervových drah

projekční dráhy : propojení kůry s jinými částmi mozku

asociační dráhy: propojení oblastí pouze jedné hemisféry

komisurální dráhy: propojení navzájem P a L hemisféry

nejmohutnější komisurální dráhy v corpus callosum



Šedá hmota : obsahuje těla nervových buněk, je na povrchu jako **cortex cerebri**. V hloubi koncového mozku pak **podkorové subkortikální struktury**

- bazální ganglia
- podkorová část **limbického systému**

Vývojové dělení

► **Paleocortex**

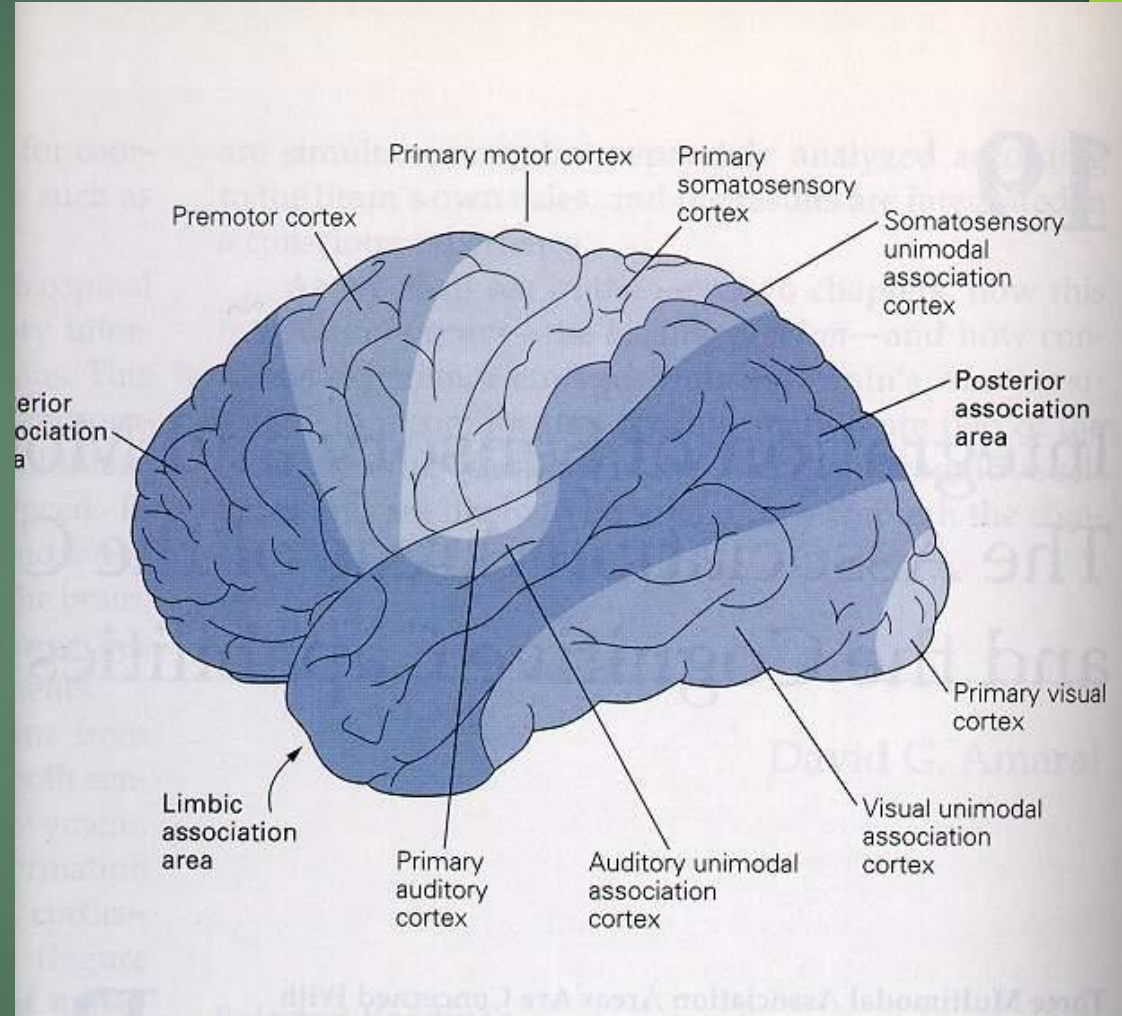
- fylogeneticky nejstarší, 3 vrstvy neuronů
- 1% povrchu kůry
- „čichový mozek“

► **Archicortex**

- méně než 6 vrstev neuronů, 4%
- součást limbického systému

► **Neocortex**

- fylogeneticky nejmladší
- 95%, 6 vrstev neuronů
- sídlo vědomí, paměti, volní motoriky,...



V každém mozkovém laloku – specifické korové oblasti a asociační korové oblasti

Kortikální oblasti

dělí se na:

- ▶ **Primární** – jasně definovaná funkce (motorické, senzitivní, sensorické)
- ▶ **Asociační** (motorické, senzitivní sensorické)– ta se dělí dále na sekundární a terciární



Asociační oblasti

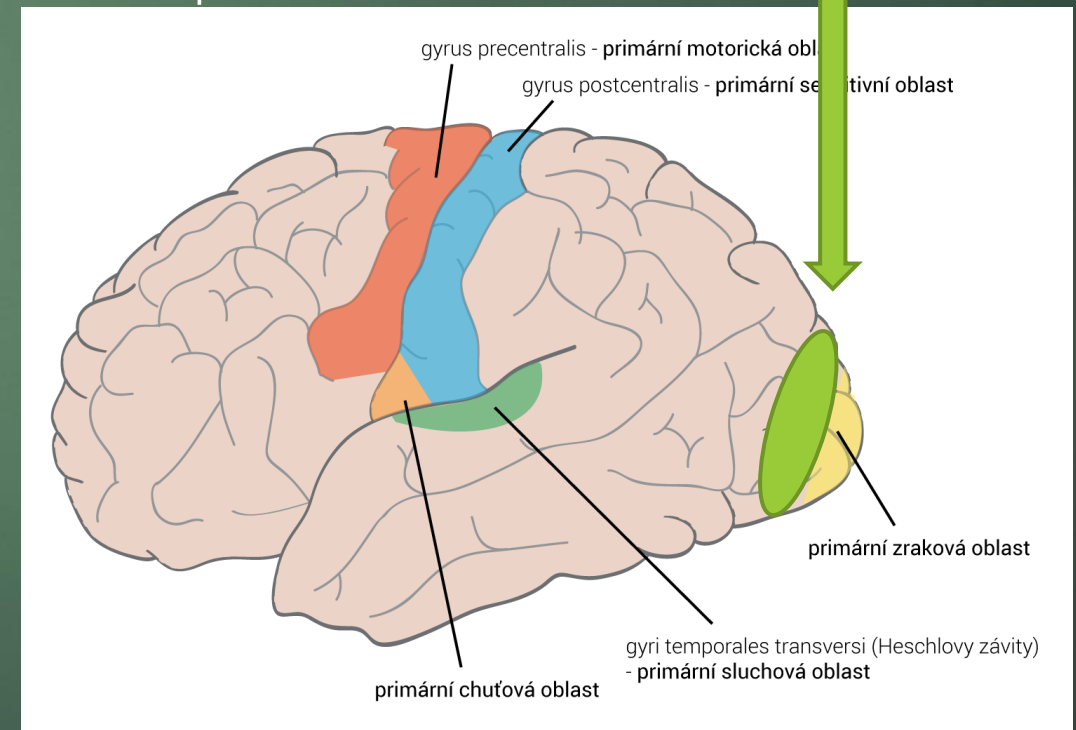
- ▶ Vnímání
- ▶ Cítění
- ▶ Emoce
- ▶ Řeč
- ▶ Čtení
- ▶ Paměť
- ▶ Myšlení
- ▶ Vědomé plánované chování
- ▶ Jemná motorika

Funkční korové oblasti tylního laloku

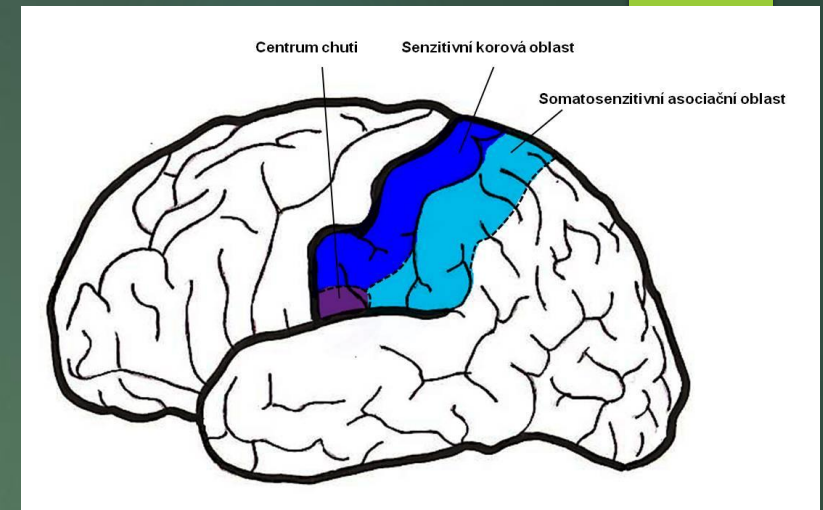
- ▶ Primární a sekundární zraková korová oblast
- ▶ **Primární** – vnímání viděných objektů
- ▶ **Sekundární** – podrobná analýza viděného + zraková paměť

Poruchy: slepota, optické halucinace, porucha čtení, optická agnozie

Sekundární zraková oblast



Funkční korové oblasti temenního laloku



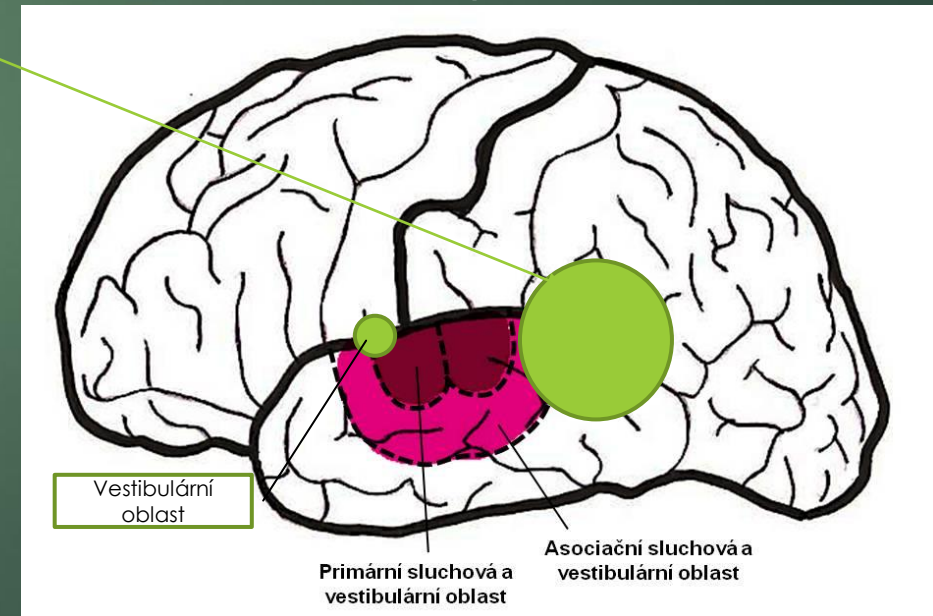
- ▶ Gyrus postcentralis – **primární centrum** senze (uvědomování pocitů z celého těla
- ▶ **Asociační somatosenzitivní oblast** – analyzuje a integruje aferentaci hmatu a polohocitu, vytváří prostorovou představu o vzájemných vztazích jednotlivých částí těla, vnímání pohybu a orientace v prostoru
- ▶ V dolní části postcentrálního závitu – **centrum chuti**

Poruchy: kontralaterální senzitivní hemisyndrom, Jacksnovská epilepsie, poruchy prostorové orientace (nedominantní hemisféra), amnestická afazie (dominantní hemisféra) – tumor, infarkt, krvácení

Funkční korové oblasti spánkového laloku

- ▶ Heschlovy závity – **primární sluchová oblast** (uvědomování si zvuků a tónů)
- ▶ **Sekundární sluchová oblast** – zajišťuje rozeznávání, analyzování a komplexní vnímání zvuků
- ▶ Horní část spánkového laloku – **korové centrum rovnováhy**
- ▶ Rozhraní temenního a spánkového laloku – Wernickeho senzitivní centrum (porozumění řeči)

Poruchy: senzorická afazie (dominantní hemisféra), psychomotorické záchvaty, unciformní záchvaty (čichová aura), korová hluchota, amuzie, porucha koordinace pohybů, poruchy učení a paměti – nádor, infarkt, krvácení



Funkční korové oblasti ostrovního laloku

- ▶ Jediný mozkový lalok, který není na povrchu vidět
- ▶ Uložen v hloubi Sylviovy rýhy, překryt frontálním lalokem, parietálním a zejména temporálním
- ▶ integruje senzorické a limbické funkce
- ▶ Neurony této oblasti hodnotí informace o vnitřním prostředí, spolupodílejí se na udržení homeostázy, tvorba emocí
- ▶ Hlavní funkce souvisí s řízením vegetativních funkcí, emotivitou

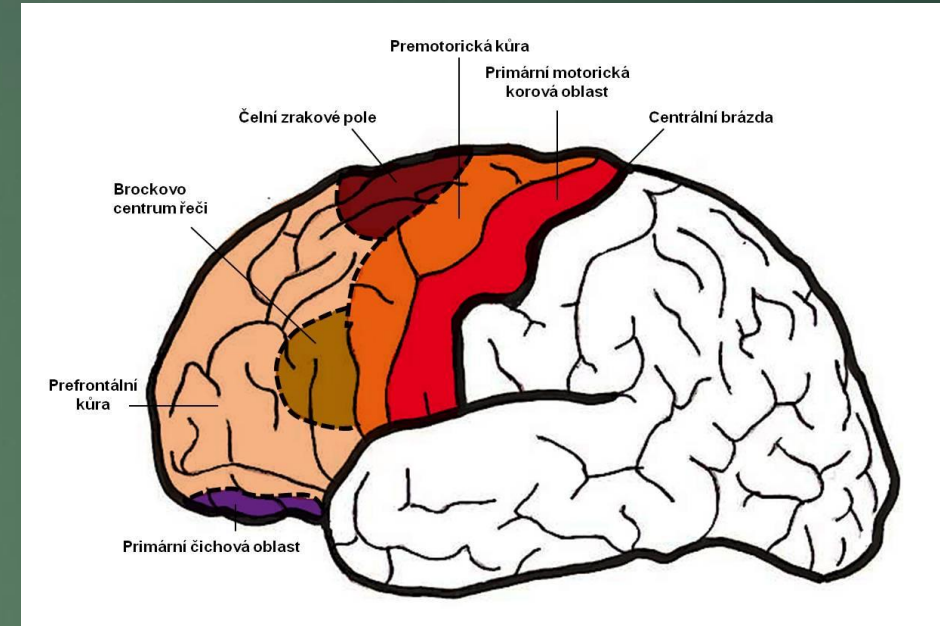
Poruchy: hypoalgezie, poruchy programování řeči

Insulární syndrom: fokální epileptické záchvaty, bolesti břicha, nepříjemné pocity na hrudníku (nádor)

Funkční korové oblasti čelního laloku

- ▶ Zadní část frontálního laloku – **primární motorická oblast** – centrum volního řízení pohybu (motoriky)- precentrální závit
- ▶ Specifická oblast- určen pro řízení jemných pohybů očí = **frontální okohybné pole**
- ▶ **Sekundární motorická oblast**- premotorická oblast (uložena těsně před primární) – význam při přípravě a realizaci nových a složitých, náročných pohybů, při pohybovém učení, při změnách pohybu

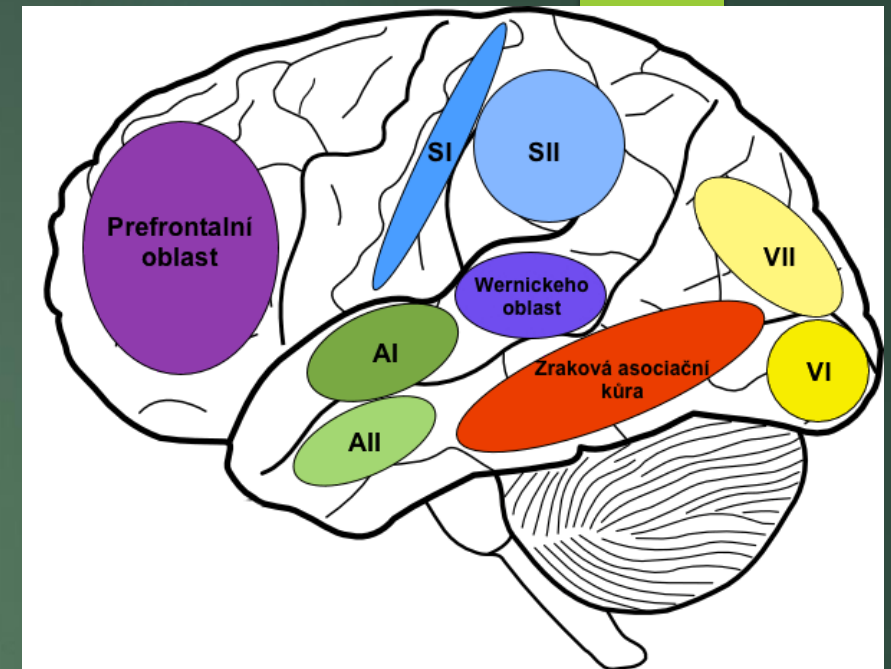
poškození Brocova centra řeči = expresivní (motorická) afazie



frontální syndrom: změna povahy, pasivita, nezájem, fokální motorická epilepsie, kontralaterální motorické parézy, motorická afazie, a agrafie (dominantní hemisféra), porucha čichu, porucha močení (nádor, trauma, infarkt)

Prefrontální kůra

- ▶ Oblast **rostrálně před motorickými oblastmi**, se kterými extenzivně spolupracuje na **plánování komplexních pohybových motivů** a sekvencí
- ▶ dominantní měrou určuje to, co člověka činí člověkem
- ▶ Modulace specifických forem chování (**společenské chování**)
- ▶ Podílí se na **paměťových** pochodech, součást řešení problémů, **testování reality**
- ▶ Je zde lokalizovaná **pracovní paměť**
- ▶ Tato oblast důležitá pro celkovou **integritu osobnosti**
- ▶ Podílí se i na **motivaci**, schopnosti se zaměřit na cíle, **emočním prožívání**, **osobnostní charakteristice**



Každý mozek odlišný – prefrontální kůra vykazuje největší rozdíly

- ▶ Bohaté propojení s dalšími oddíly mozku: amygdala, hipokampus – **afektivně motivační systém s dlouhodobou pamětí**
- ▶ Funkční dozrávání po dosažení plnoletosti (18 – 20 let)
- ▶ Zralá kůra - schopnost plánovat, připravovat, kontrolovat a hodnotit, i korigovat jednání

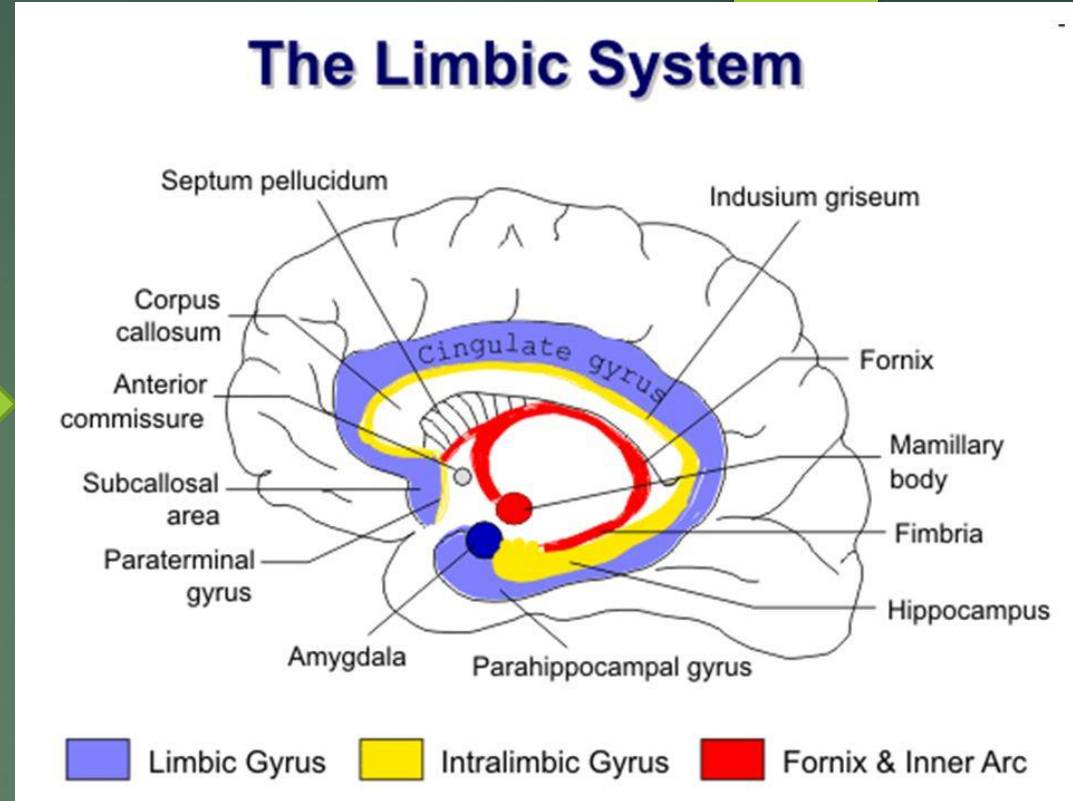
Poškození: velmi pestré psychické projevy

- Změna osobnosti (chybí náhled, dotyčný si neuvědomuje svoje postižení)
- Pokles průbojnosti , sebevědomí, zájmu o okolní svět (postižený je lhostejný, pasivní, nečinný)
- Klesá schopnost plánovat, předvídat a organizovat a celkově regulovat chování (podobá se demenci)
- Emoční labilita, neschopnost sebekontroly (postižení nejsou schopni kultivovat svoje chování a předvídat důsledky svých činů) – euforie, nadnesenost, zuřivost, smutek – běžná je slovní i brachiální agrese

Prefrontální lobotomie: chirurgický zákrok u psychotických pacientů, v letech 1936 – 1978 35 tis lobotomií

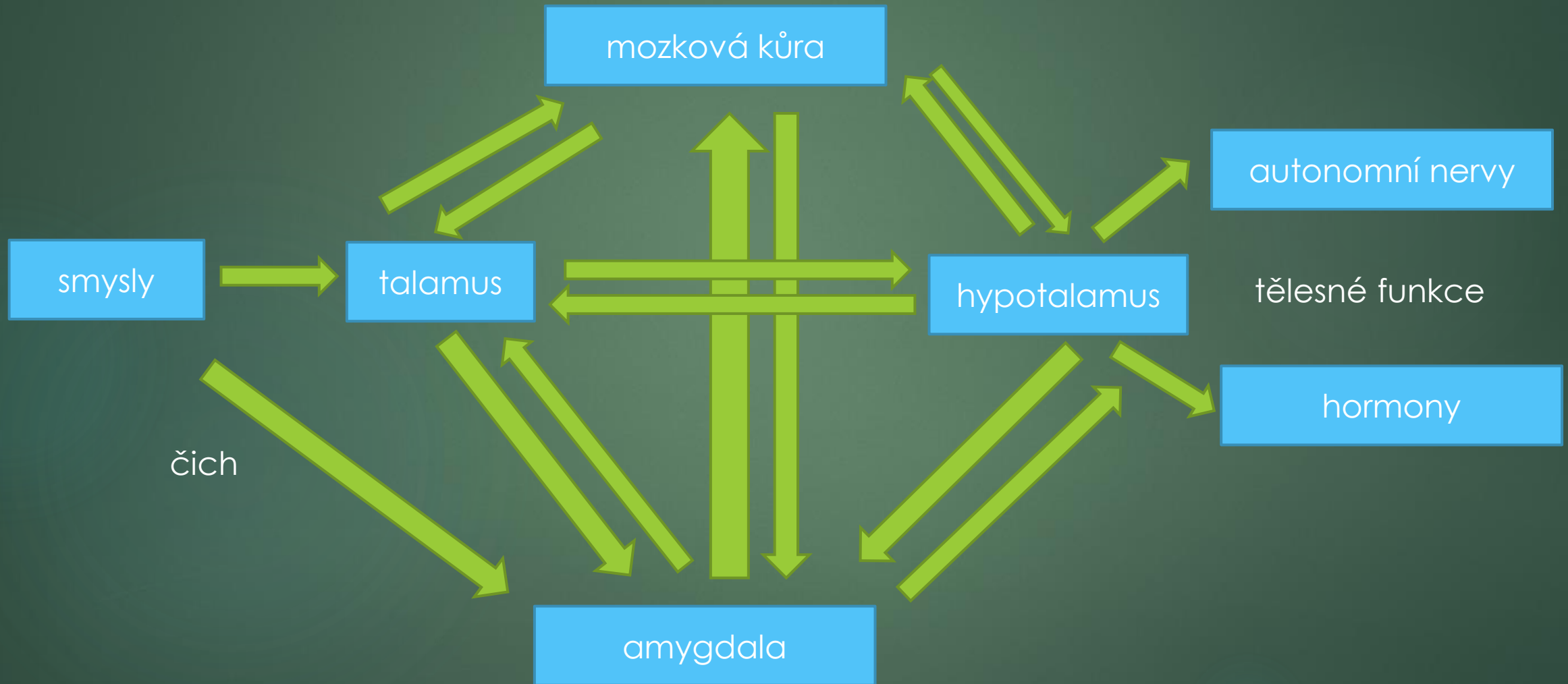
Limbický systém

- ▶ Jeden z nejsložitějších systémů CNS
- ▶ Korové i podkorové struktury
- ▶ Komplexní činnost – ovlivnění tělesných, psychických a sociálních funkcí člověka
- ▶ **Emoce, paměť a motivace, podíl na homeostáze**
- ▶ kontrola **úzkosti, strachu, sociálního a emočního** chování (amygdala)
- ▶ účast na **krátkodobé paměti** (hipokampus) a i řízení srdeční činnosti, dýchání (napojení na hypotalamus) nebo sekrece endokrinních žláz
- ▶ souvislost se **sexuálními projevy** či **péčí o potomstvo**
- ▶ rozsáhlé spoje s asociačními oblastmi frontálního, parietálního a temporálního laloku - podíl na smyslovém vnímání a jeho vyhodnocování
- ▶ Propojení s bazálními ganglii – ovlivňuje **řízení motoriky**
- ▶ Propojení s prefrontální kůrou- ovlivnění **motivace a myšlení**

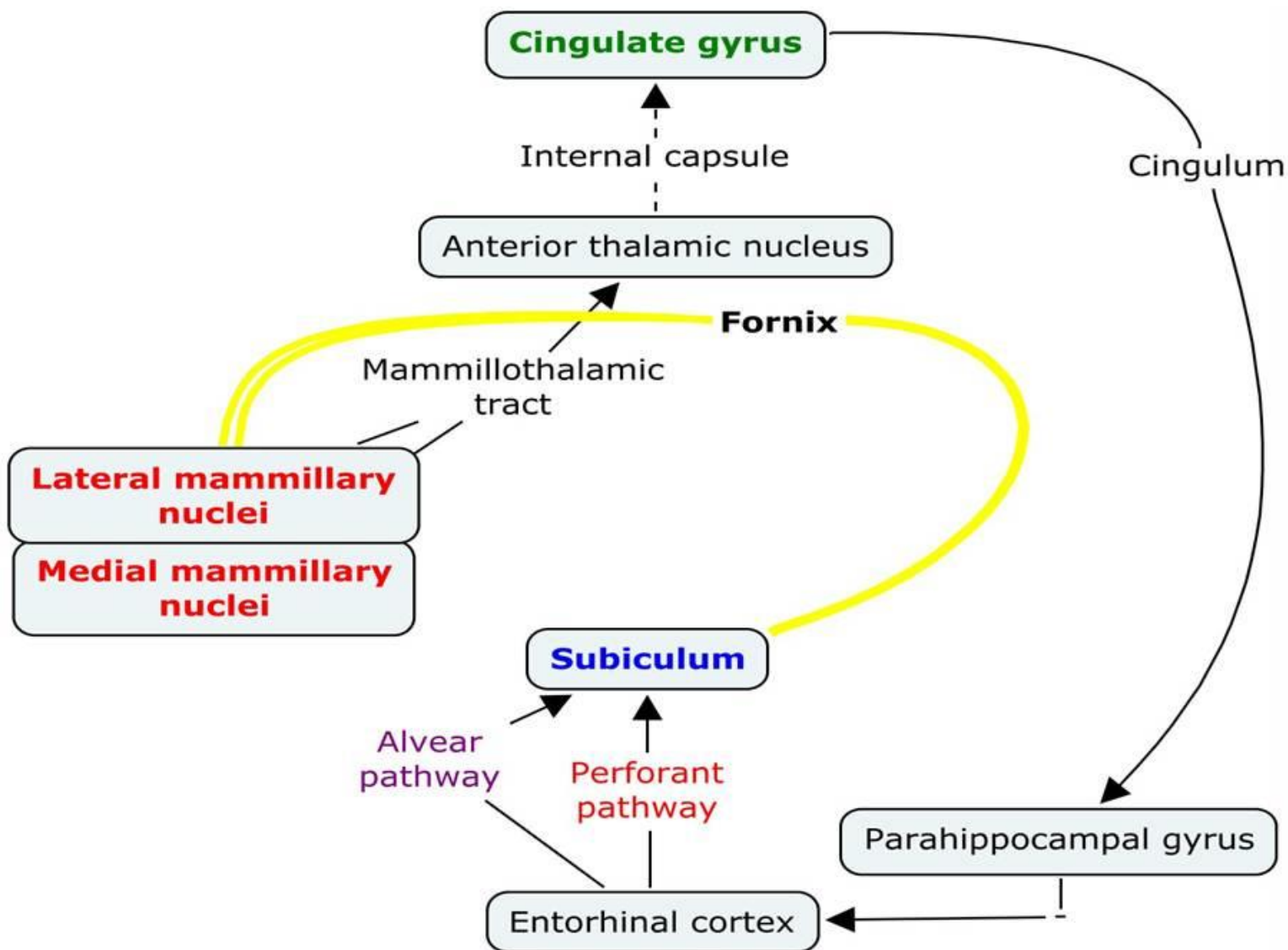


Vliv amygdaly nejen během stresové reakce, ale neustále
Každá emoce má doprovod na tělesné úrovni

Schéma zapojení amygdaly



Papezův limbický okruh



Zajištění spojení hipokampu s korovými oblastmi a podkorovými centry

Vývoj limbického systému

- ▶ Mozkový kmen vyvinut intrauterinně
- ▶ Limbický systém dozrává postnatálně – potřeba emocionální, sociální, vjemový a kognitivní stimul během prvních let života
- ▶ Limbické struktury dozrávají postupně v určeném pořadí:

Corpus amygdaloidum

Po 6. měsíci, nezralé – odpovědné za „oralitu dítěte“

gyrus cinguli (socializace a vývoj lidských vztahů)

Dozrává mezi 7.-11. měsícem. Období první separační úzkosti

Septum verum(socializace a vývoj lidských vztahů)

Dozrává po 3. roce, vývoj až do puberty. Vyzrávání sociálních kontaktů

orbitofrontální a asociační kůra

Dozrává do 25 let, nerovnoměrné dozrávání- vliv na rizikové chování v pubertě

- ▶ Amygdala reaguje automaticky
- ▶ Podílí se na **emoční paměti**
- ▶ Její činnost ovlivněna hipokampem a mozkovou kůrou – **při zvládnání strachu**

poranění amygdaly:

Vznikají poruchy emocionálního chování:

- **přehnané reakce na všechny podněty**
- **nedostatek emocionality**
- **ztráta strachu,**
- **nutkavá potřeba vkládat nevhodné předměty do úst.**

poranění hipokampu:

- u Alzheimerovy choroby je to jedna z prvních oblastí, které bývají poškozeny (potíže s pamětí, dezorientace).
- ztráta paměti a neschopnost zapamatovat si nové zážitky

Poškození ale neovlivňuje schopnost naučit se hrát na hudební nástroj a neovlivňuje ani slovní paměť

Bazální ganglia

Nakupení šedé hmoty v hloubi bílé hmoty hemisfér.

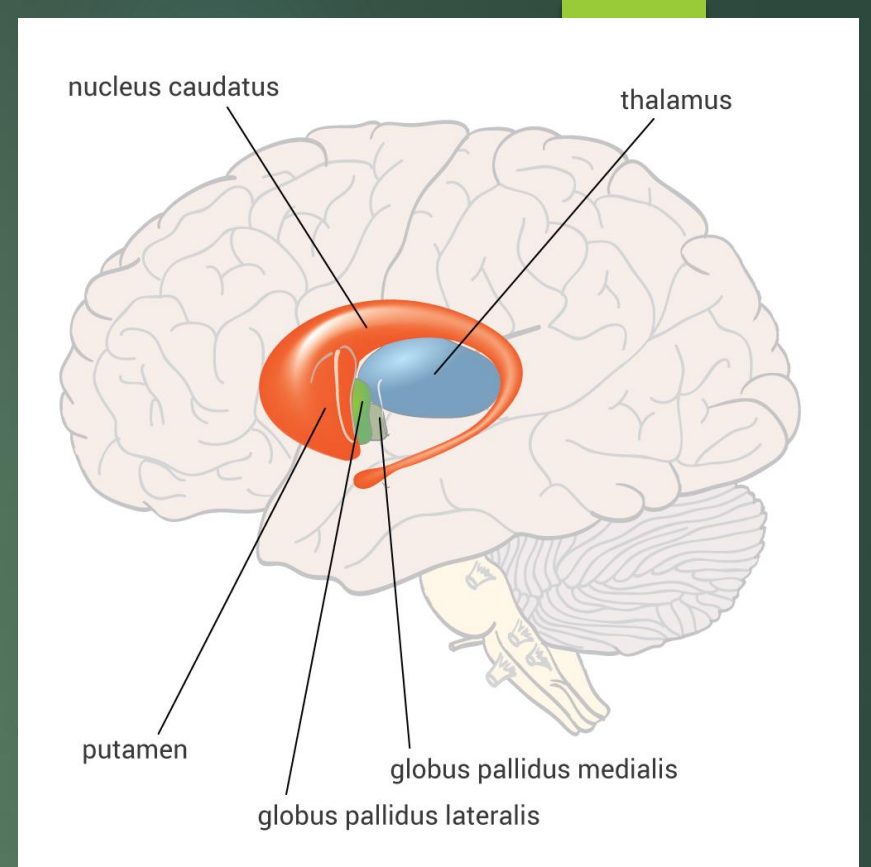
Mohutné podkorové útvary vzájemně propojené ve funkční okruhy:

- ▶ **corpus striatum** (nukleus caudatus + putamen)
- ▶ **pallidum**
- ▶ **podtalamické jádro** (corpus Luysi)
- ▶ **substantia nigra** (ležící ve středním mozku)

Funkce :

- Zasahují do myšlení, ovlivňují pozornost, poznávání, emoce a chování
- **Řízení motoriky, plánování a realizace pohybu, regulace napětí svalů**
- **Vytváření motorických návyků**

hlavní neuromediátory : dopamin , glutamát , GABA , acetylcholin



Poškození bazálních ganglií – podle okruhů (jejich zapojení)

- ▶ **exekutivní dysfunkce:** porucha duševních pochodů podílejících se na realizaci cíleného chování vedoucího k určitému mentálnímu nebo motorickému výkonu (formulace cílené činnosti, plánování, plnění cíleného plánu a účinný výkon)
- ▶ změny osobnosti, poruchy zájmu, motivace, iniciativy, emoční labilita, inadekvátní euforie
- ▶ nehybnost, inkontinence, apatie, abulie, ztráta komunikace, nepřijímání potravy

Extrapiramidové poruchy hybnosti - syndromologie

Hypokinetický (parkinsonský)

- bradykineze, akineze, hypokineze
- rigidita
- klidový tremor
- posturální poruchy

Hyperkinetický

- tremor
- dystonie
- chorea
- myoklonus
- tik

Retikulární formace

- ▶ Síť navzájem **propojených**, fylogeneticky starých **jader**
- ▶ Od krční míchy – mozkový kmen- mezimozek
- ▶ Komunikace dráhami se všemi částmi CNS
- ▶ Aferentace ze senzitivních drah (kolaterálami)
- ▶ Správná činnost nepostradatelná pro život
- ▶ **Aktivační** a **inhibiční vliv** na CNS včetně mozkové kůry
- ▶ Jsou zde centra životně důležitých funkcí a reflexů, koordinuje činnost hlavových nervů, zapojena do vnímání bolesti (tr. spinoreticularis), řízení motoriky a ovlivňuje endokrinní systém

Retikulární formace

➤ **integrace senzorických vstupů**

