

MOZEČEK

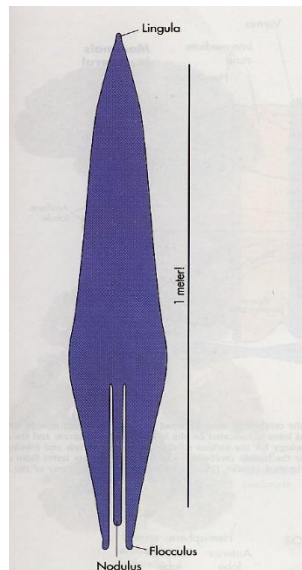
David Kachlík

Mozeček = Cerebellum

10 % hmotnosti celého mozku

více než $\frac{1}{2}$ neuronů celého mozku

$\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ plochy mozku



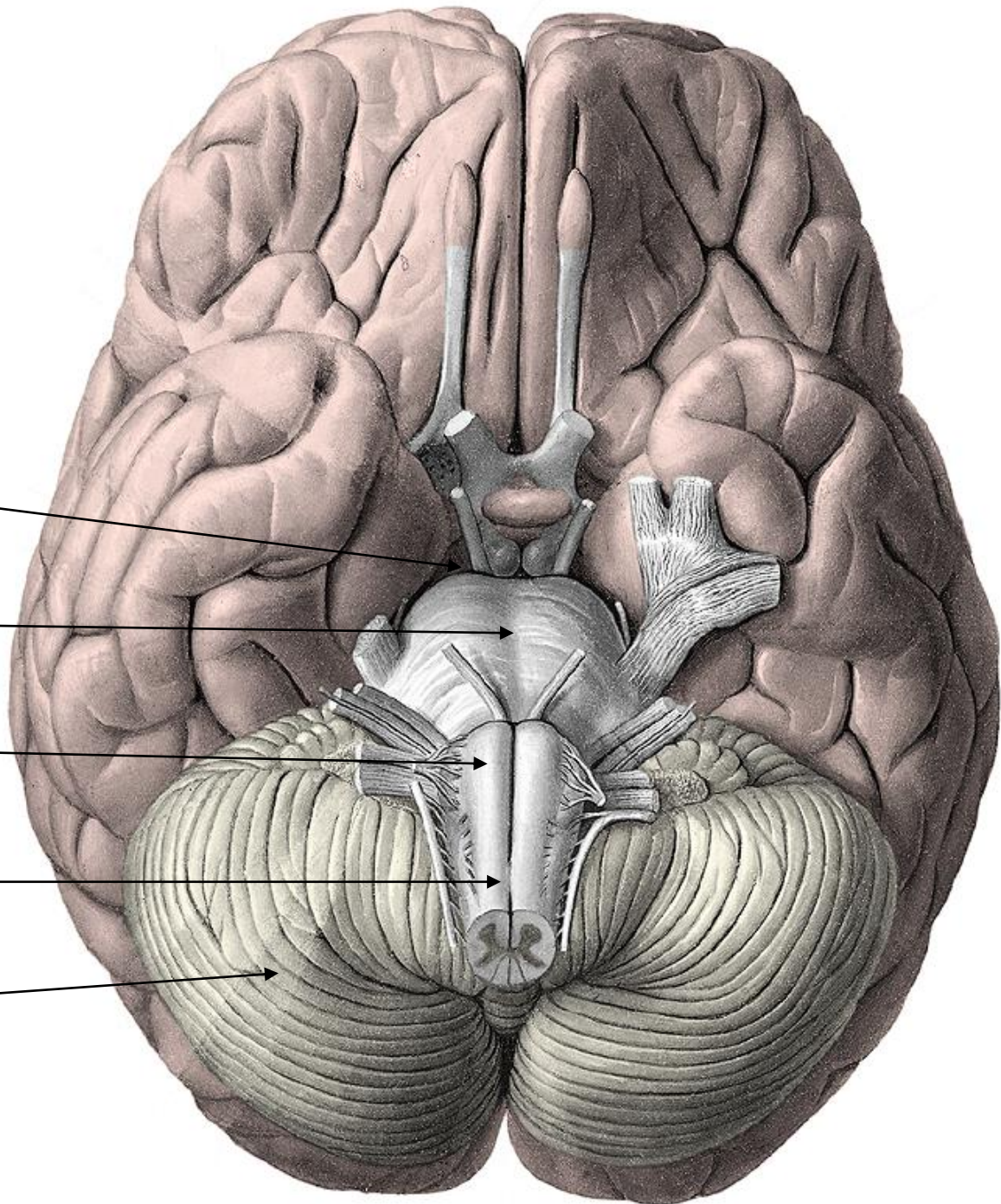
Mesencephalon

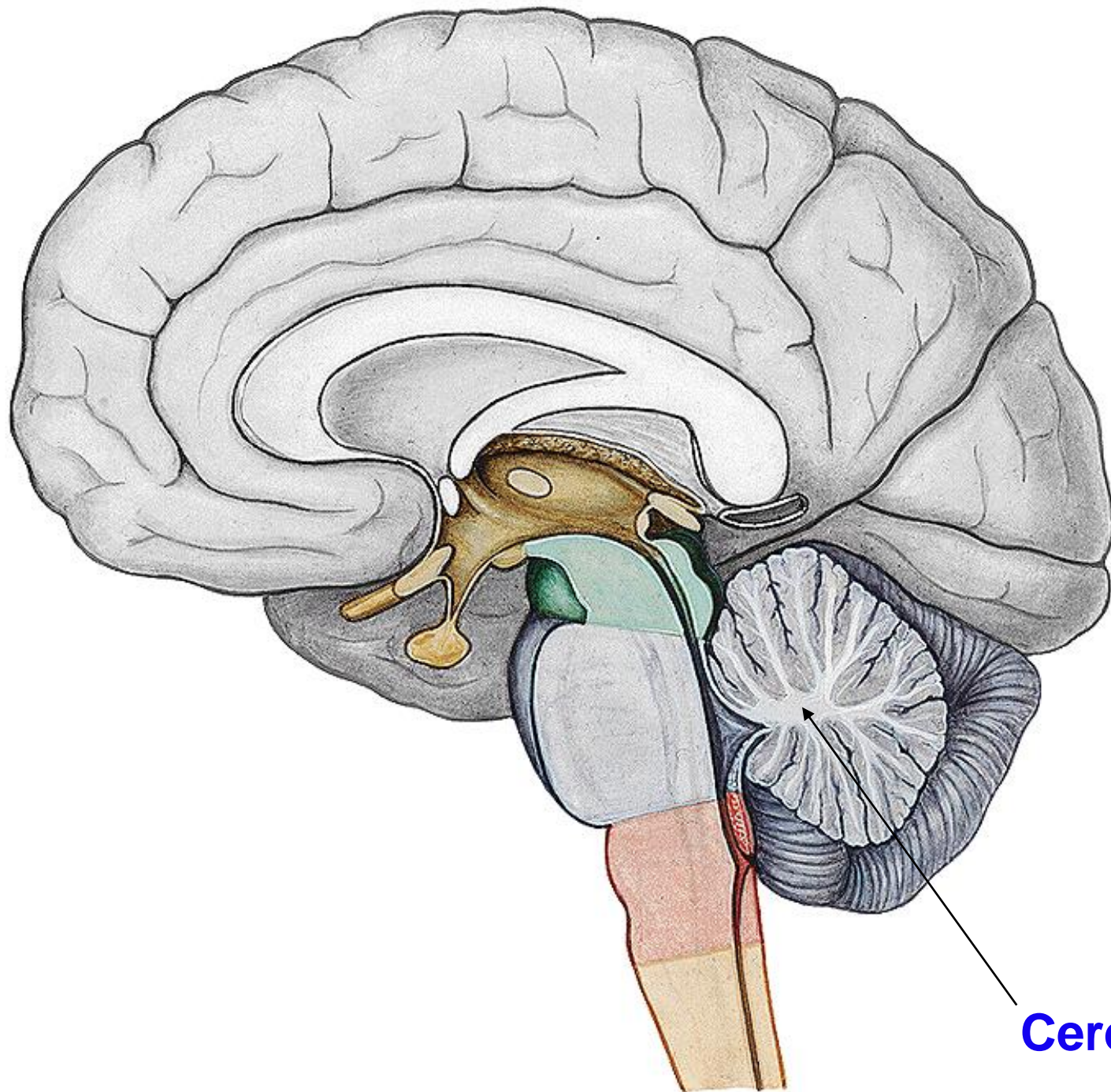
Pons

Medulla oblongata

Medulla spinalis

Cerebellum





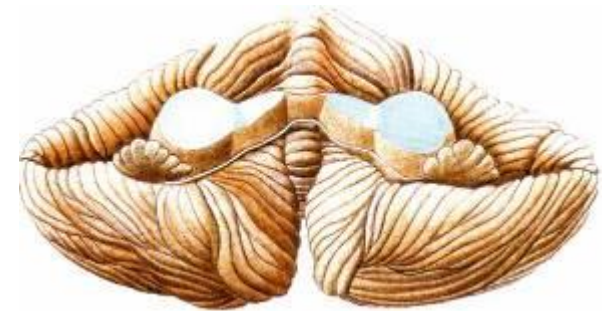
Cerebellum

Mozeček – dělení

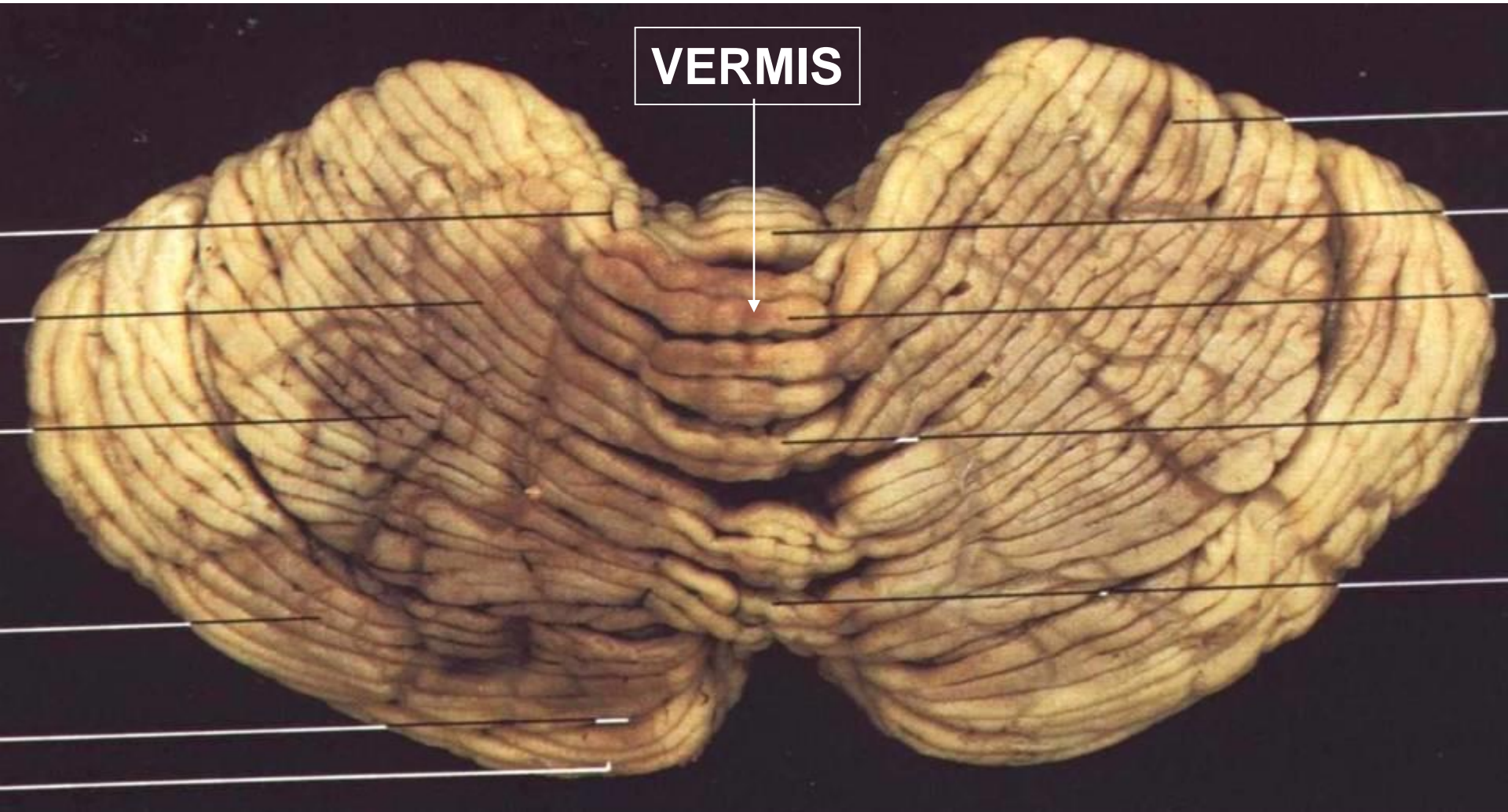
- dle vývoje:
 - archicerebellum
 - paleocerebellum
 - neocerebellum
- dle funkce:
 - vestibulocerebellum
 - spinocerebellum
 - cerebrocerebellum (= pontocerebellum)
- dle funkčního umístění:
 - vermis a lobus flocculonodularis
 - paravermální (intermediální) zóna
 - hemisféry (laterální zóna)
- dle vnější stavby:
 - lobus anterior
 - lobus posterior
 - lobus flocculonodularis

Mozeček – popis

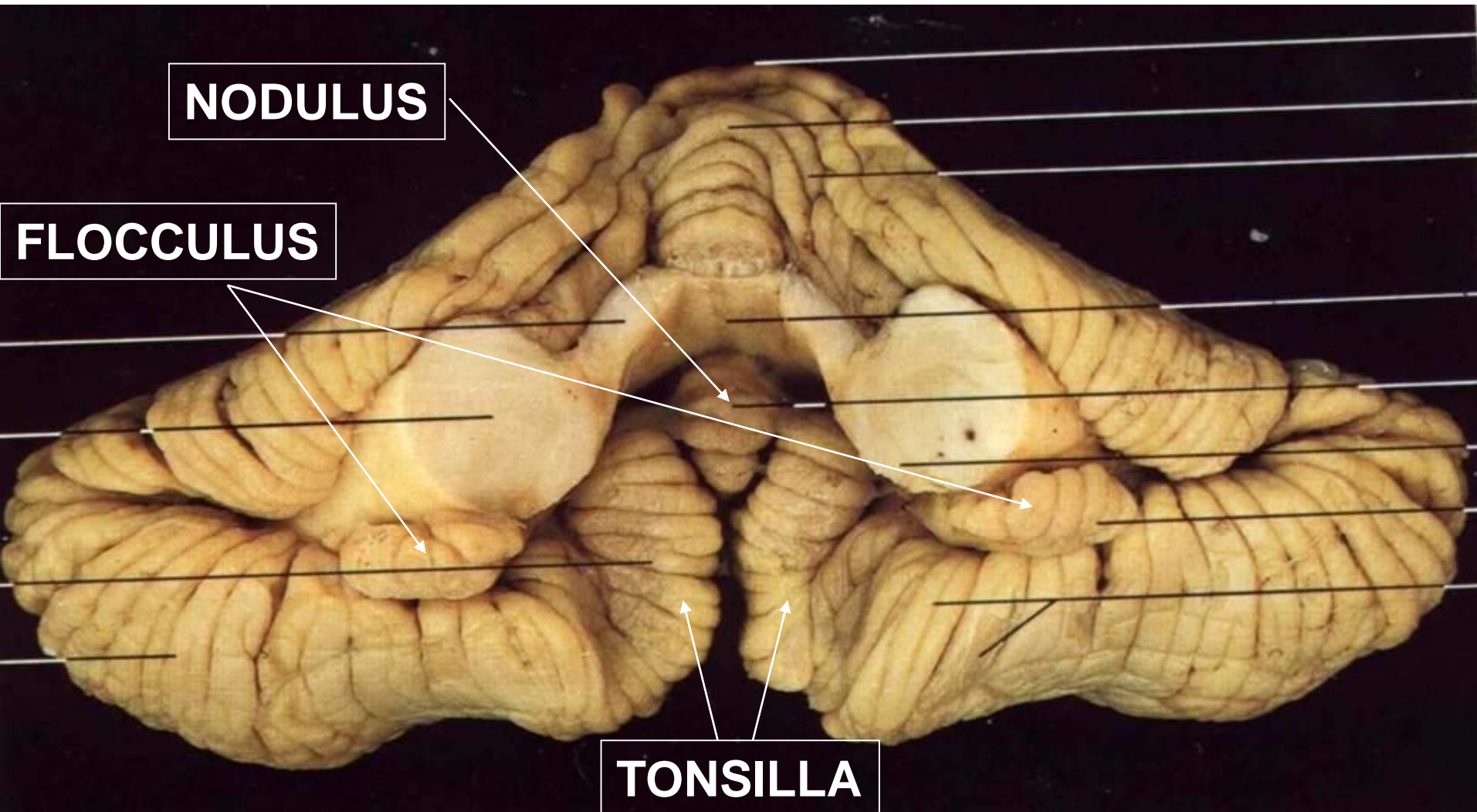
- **folia cerebelli** (*lístky*)
- **fissurae cerebelli** (*štěrbiny*)
- **vermis** (*červ*) – nepárový uprostřed
- **hemispheria** (*polokoule*) – párové
- **3 lobi** (*laloky*)
 - menší části
 - 10 v červu [I - X] – např. nodulus
 - 10 v polokoulích [H I - H X]
 - **tonsilla** – při otoku se vsouvá do foramen magnum a utlačuje kmen
 - flocculus



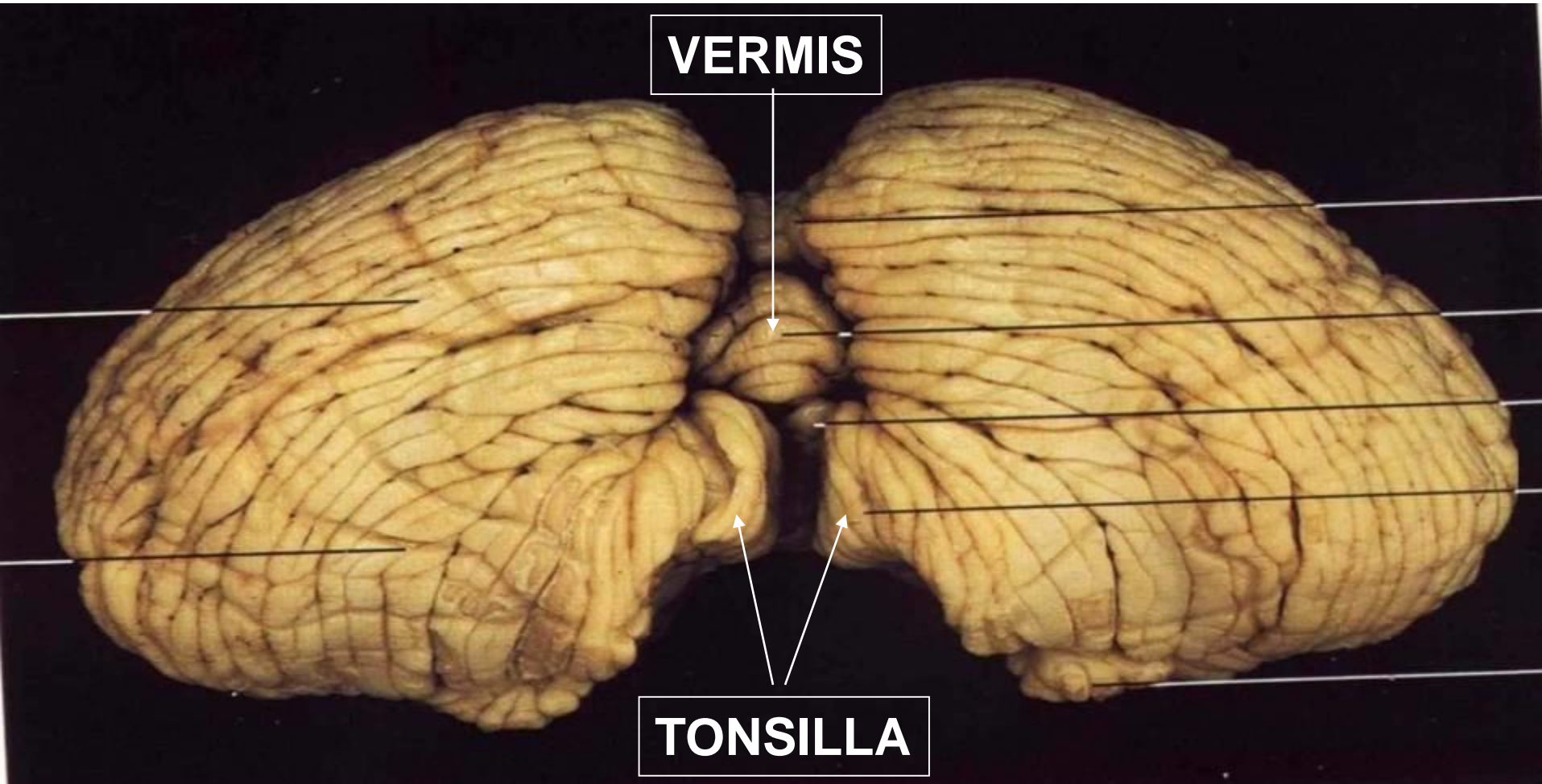
Mozeček – zadní pohled

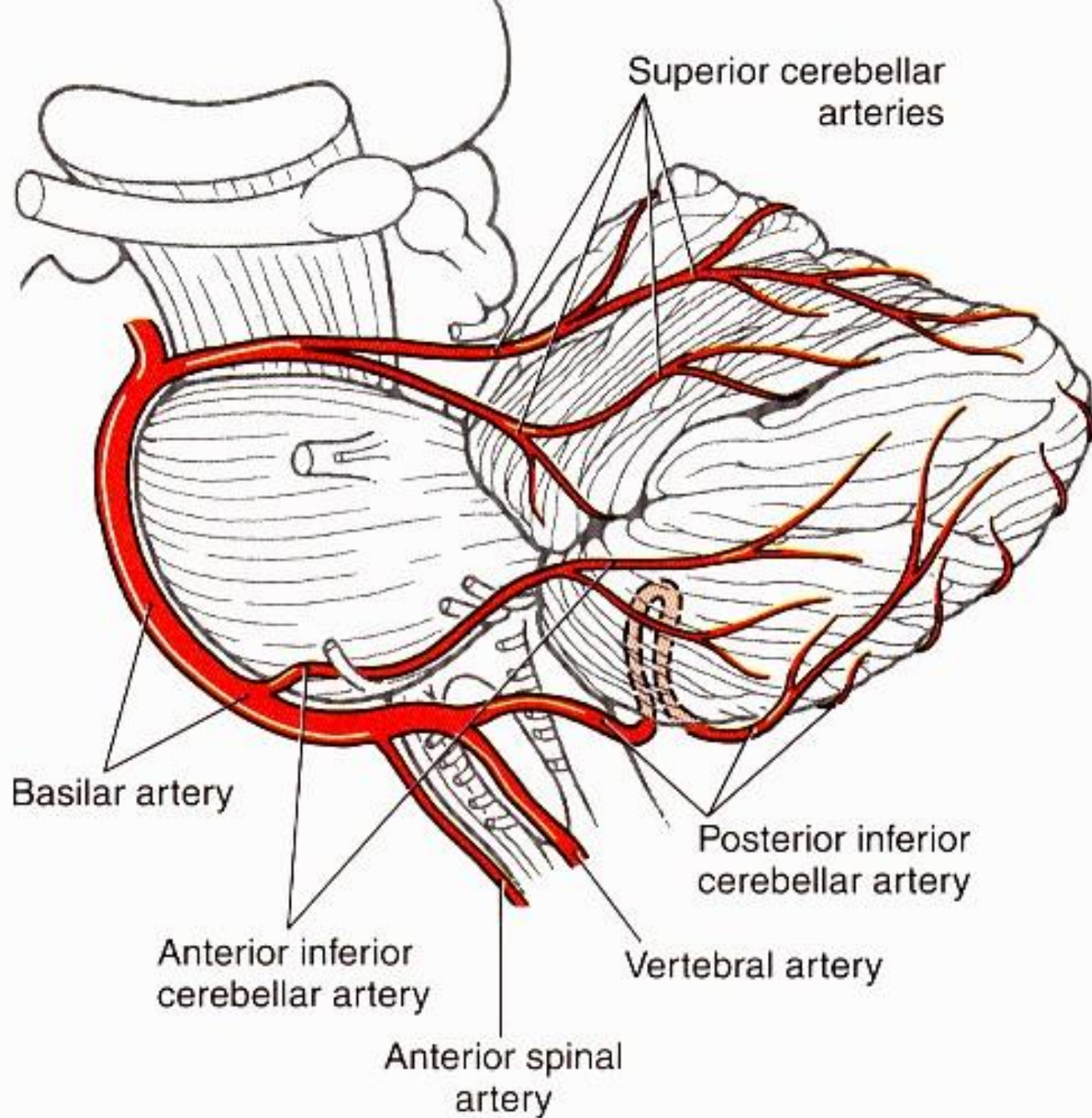


Mozeček – přední pohled



Mozeček – dolní pohled

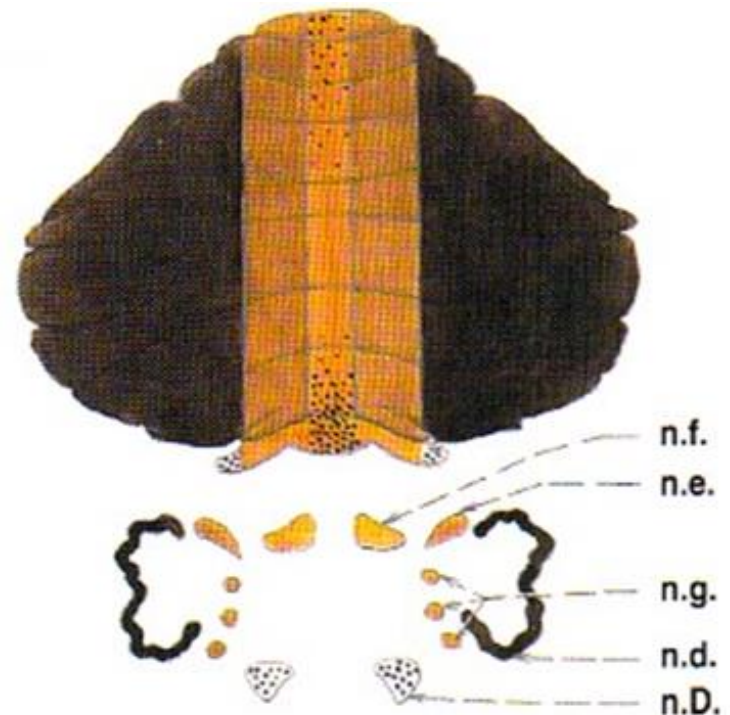
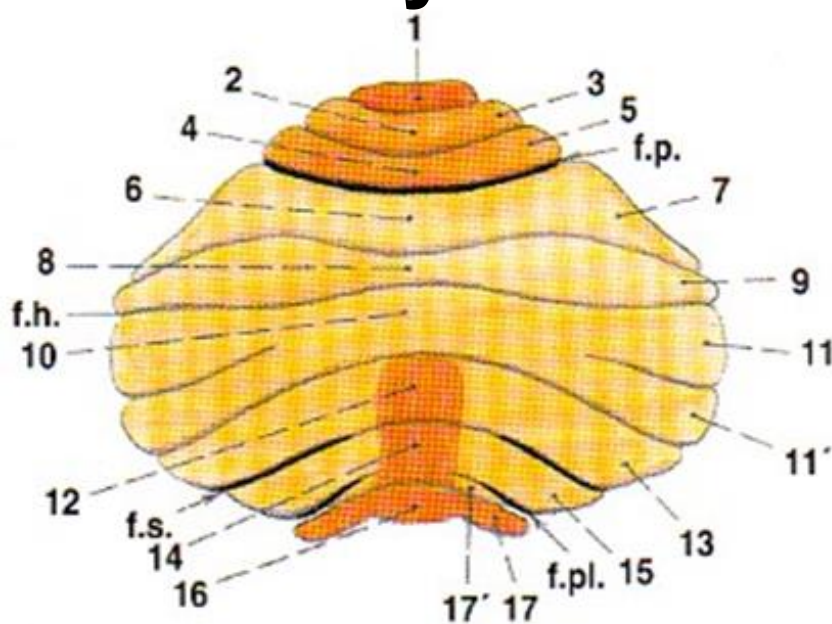




Mozeček – funkční části

3 podélné zóny

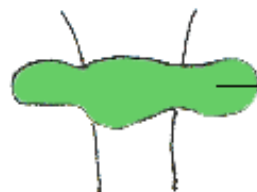
- **vermis + lobus flocculonodularis**
- **paravermální kůra**
- **hemisféry**



VÝVOJ MOZEČKU

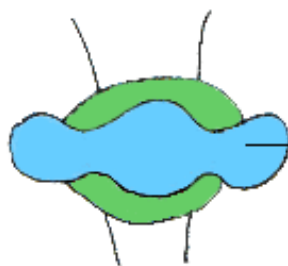
dorzální pohled (pohled shora)

RYBY



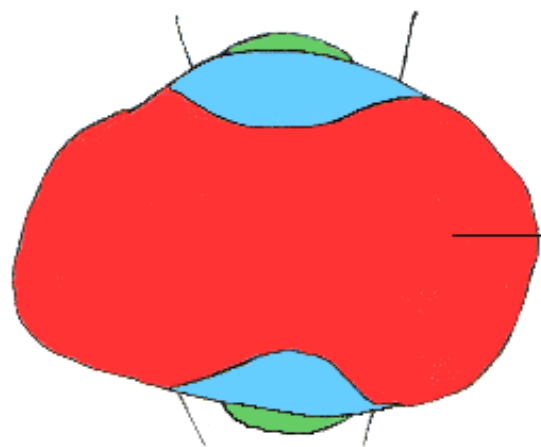
vestibulocerebellum

PLAZI



spinocerebellum

SAVCI

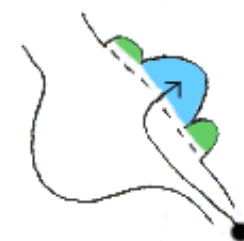


neocerebellum

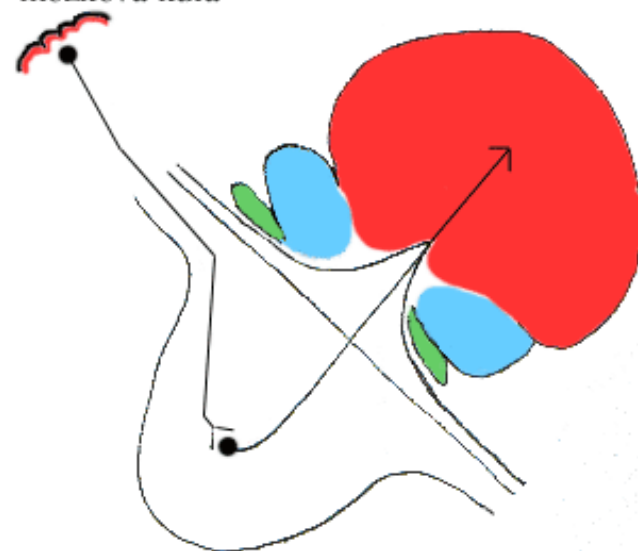
laterální pohled



PONS



mozková kůra



Mozeček – vývojové části

- lobus anterior [I-V + H I - H V]

= **spinocerebellum = paleocerebellum**

fissura prima

- lobus posterior [VI-IX + H VI - H IX]

= **pontocerebellum = neocerebellum**

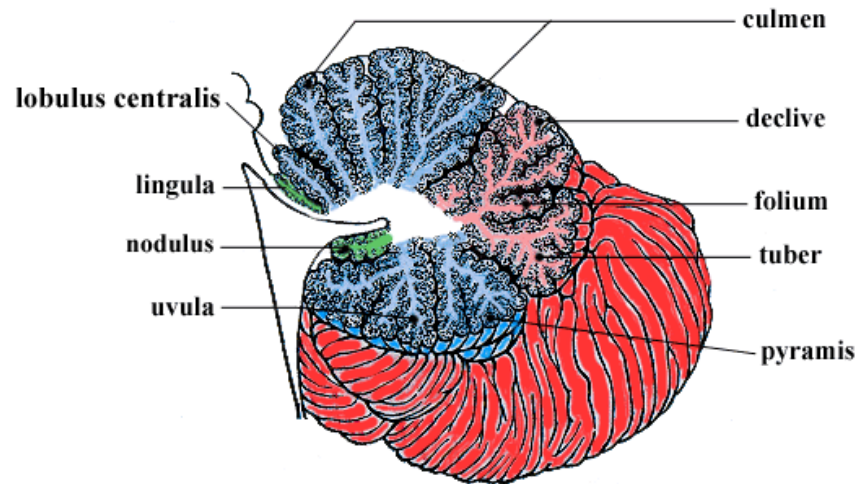
fissura posterolateralis

- lobus flocculonodularis [X + H X]

= **vestibulocerebellum = archicerebellum**

SCHÉMA FYLOGENETICKÉHO VÝVOJE MOZEČKU

pohled na sagitální řez skrz vermis cerebelli



PŮVODNÍ
HYPOTETICKÝ STAV



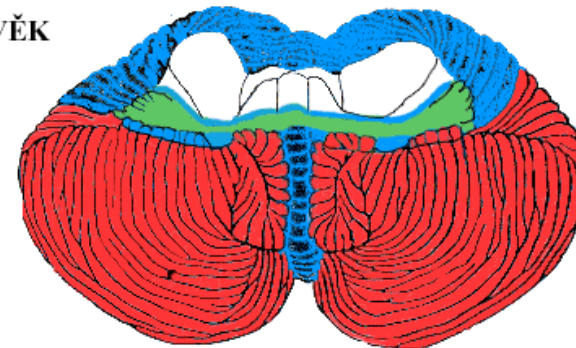
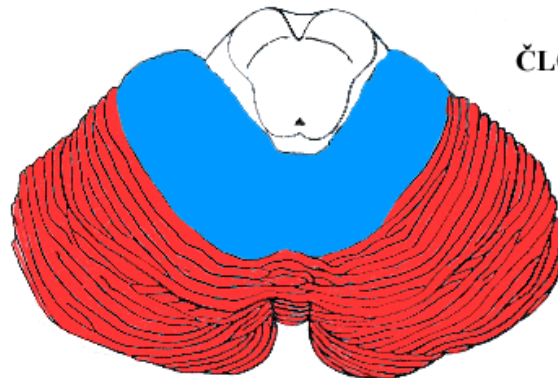
PLAZI



SAVCI

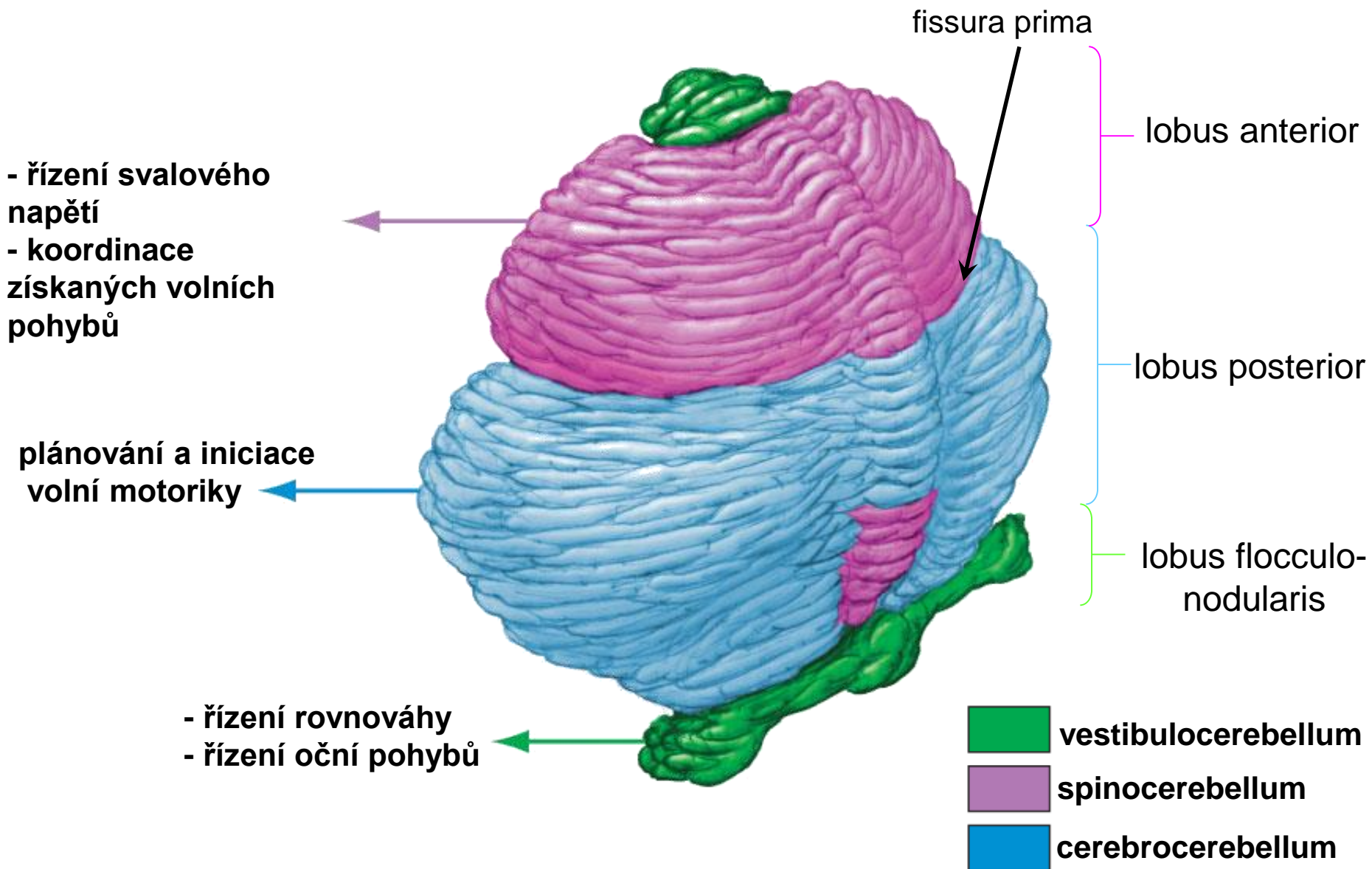


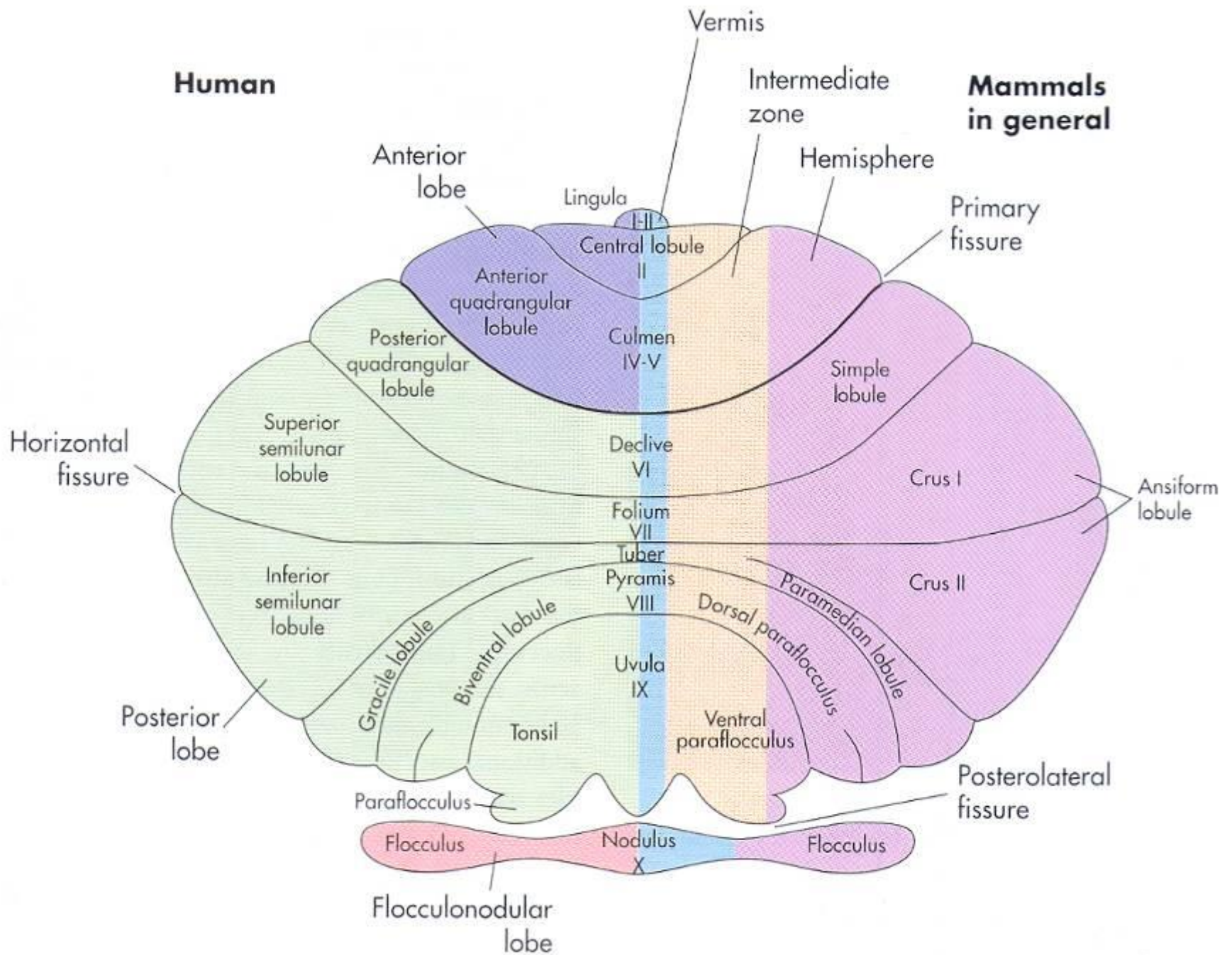
ČLOVĚK



zeleně - vestibulocerebellum
modře - spinocerebellum
červeně - neocerebellum

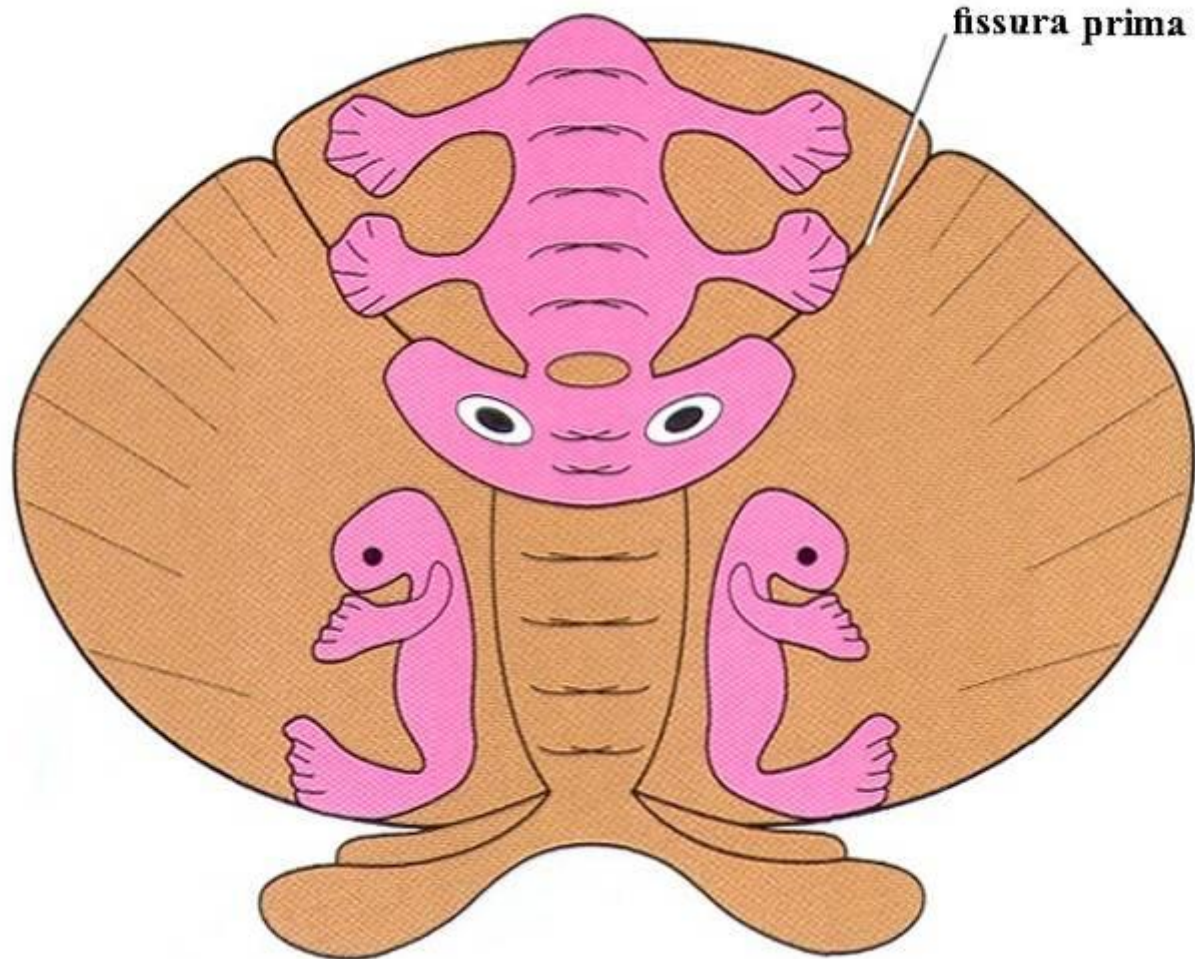
Mozeček





Mozečkový homunkulus

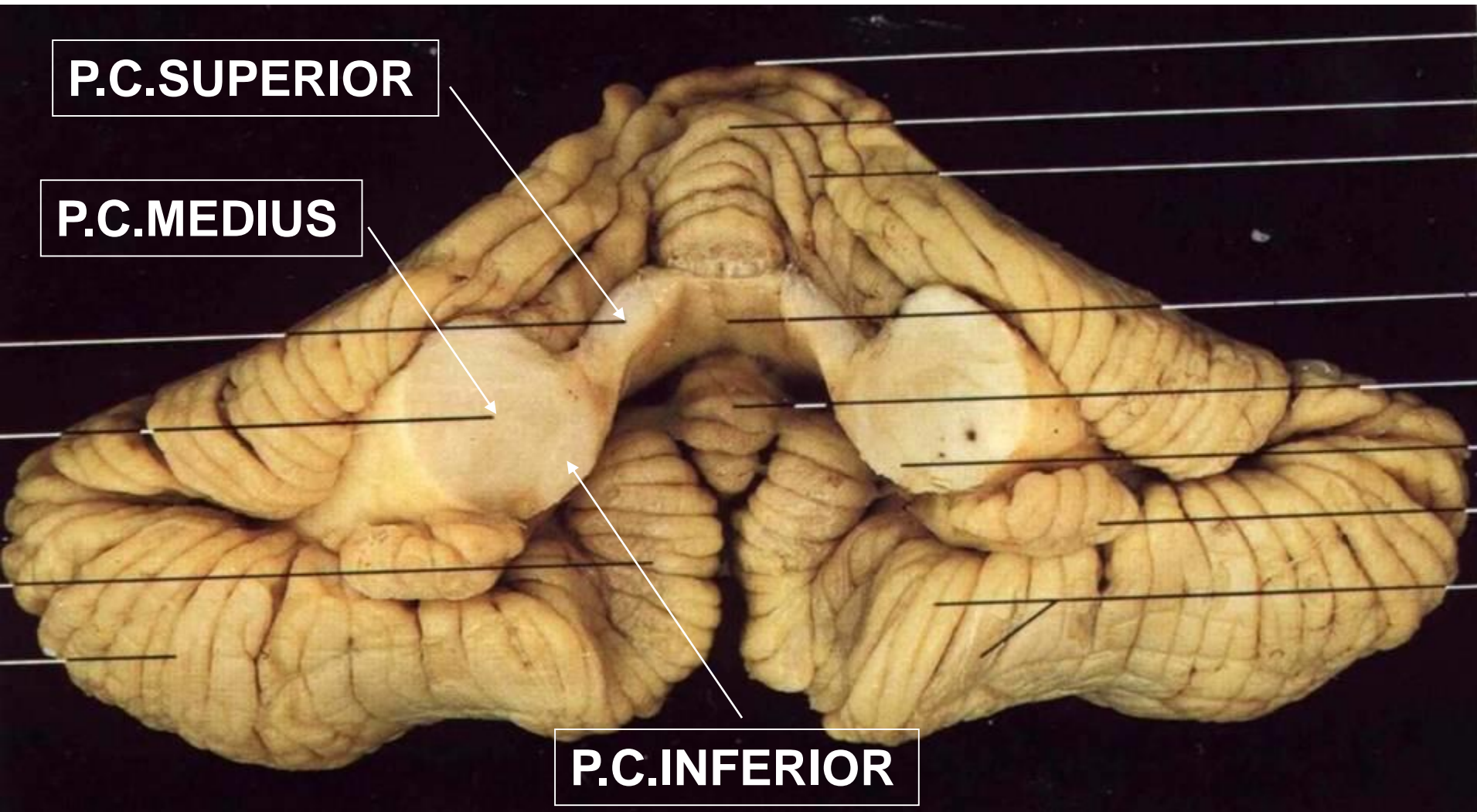
PROJECTIO SOMATOSENSORIA



Mozeček – stopky

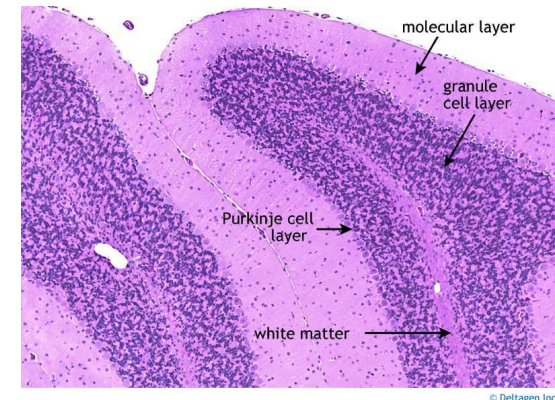
- **pedunculus cerebellaris inferior**
 - corpus restiforme
 - corpus juxtarestiforme
- **pedunculus cerebellaris medius**
(= brachium pontis)
 - AF: *tractus cortico-ponto-cerebellaris*
- **pedunculus cerebellaris superior**
(= brachium conjunctivum)

Mozeček – přední pohled

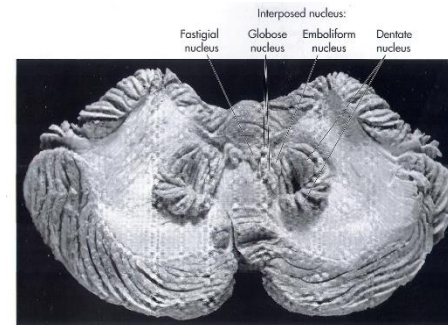


Mozeček – vnitřní stavba

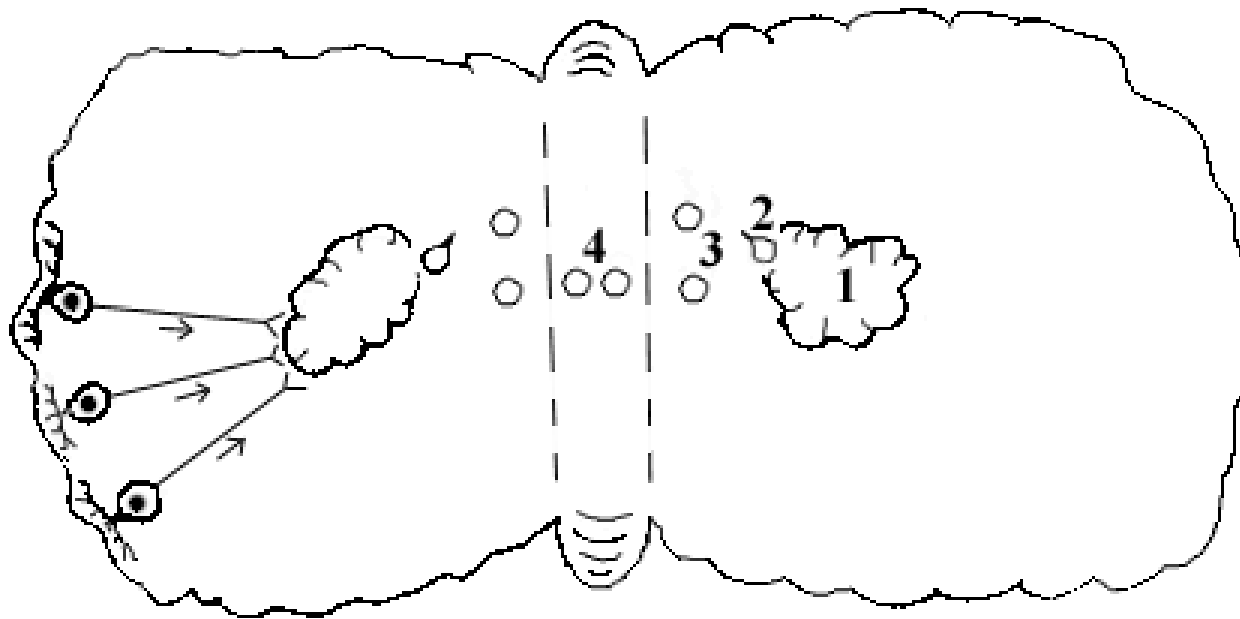
- **cortex cerebelli (kůra mozečku):** strata (3 vrstvy) – *arbor vitae*
 - stratum moleculare
 - stratum purkinjese
 - stratum granulosum



- **corpus medullare cerebelli:** nuclei cerebelli 4 párová jádra („Don't Eat Greasy Food“)
 - nucleus dentatus (= lateralis cerebelli)
 - nucleus emboliformis (= interpositus anterior)
 - nucleus globosus (= interpositus medialis)
 - nucleus fastigii (= medialis cerebelli)



Mozeček – jádra



- 1 - nucleus dentatus
(ncl. lateralis cerebelli)
- 2 - nucleus emboliformis
(ncl. interpositus anterior)
- 3 - nucleus globosus
(ncl. interpositus posterior)
- 4 - nucleus fastigii
(ncl. medialis cerebelli)

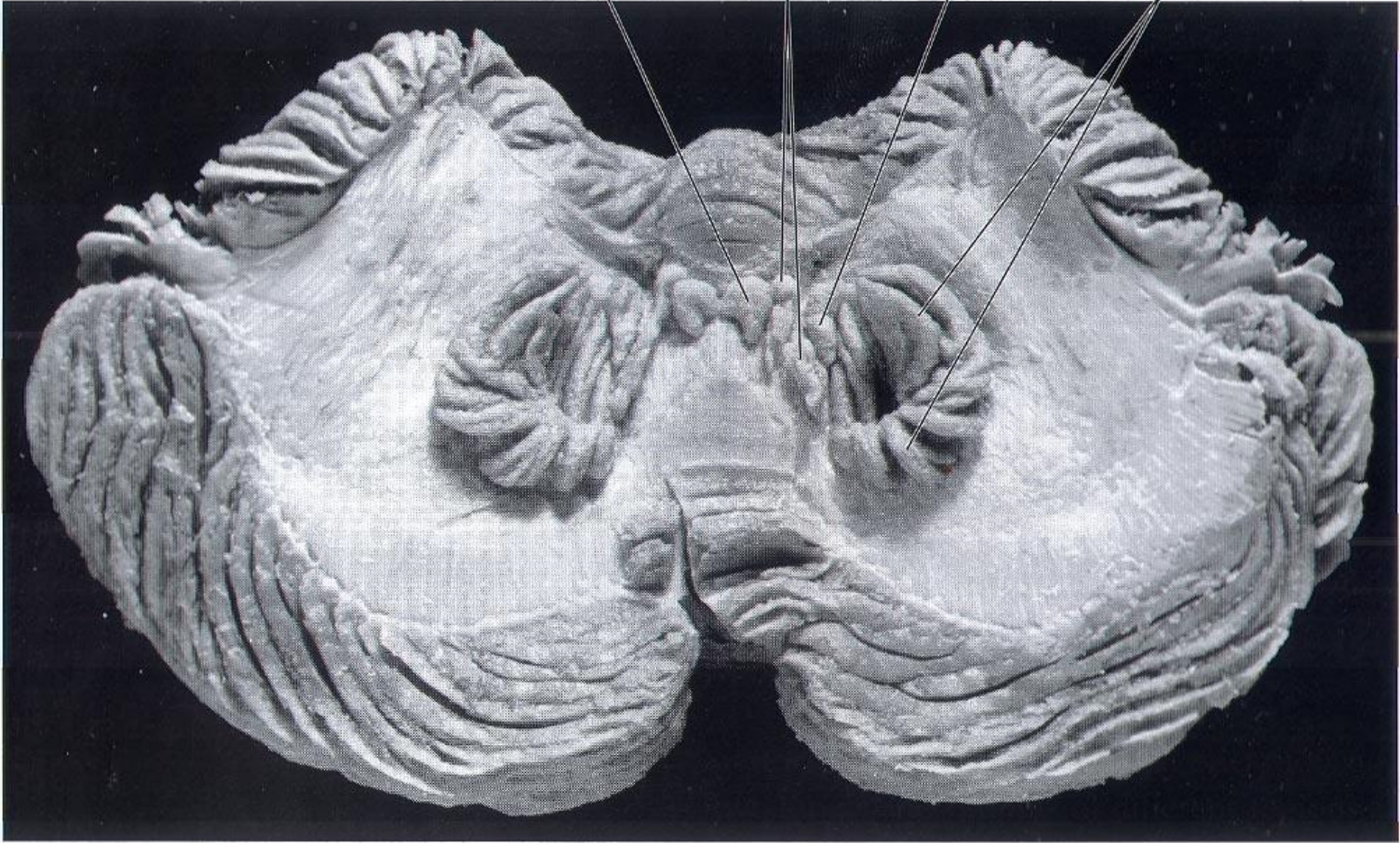
Interposed nucleus:

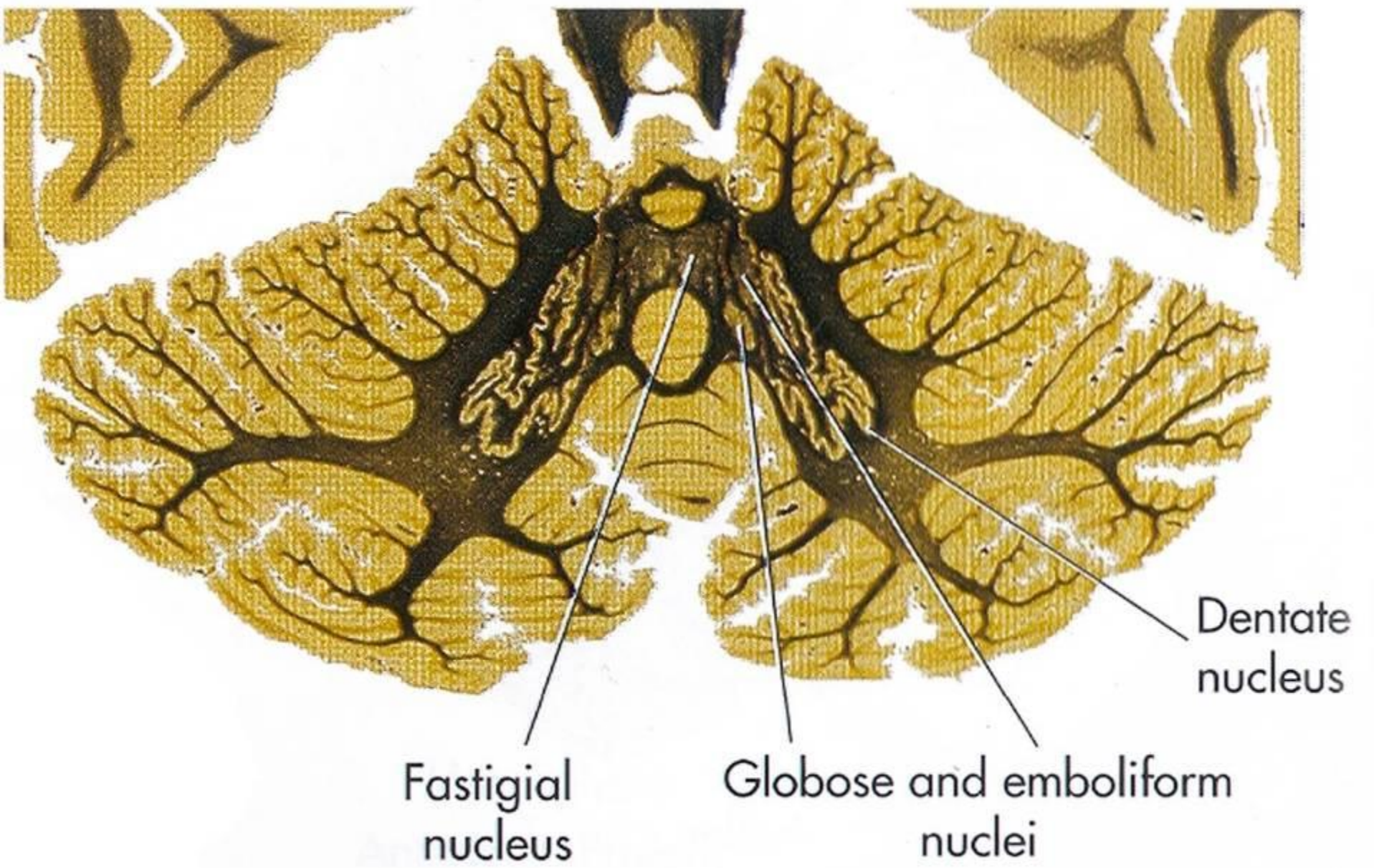
Fastigial
nucleus

Globose
nucleus

Emboliform
nucleus

Dentate
nucleus





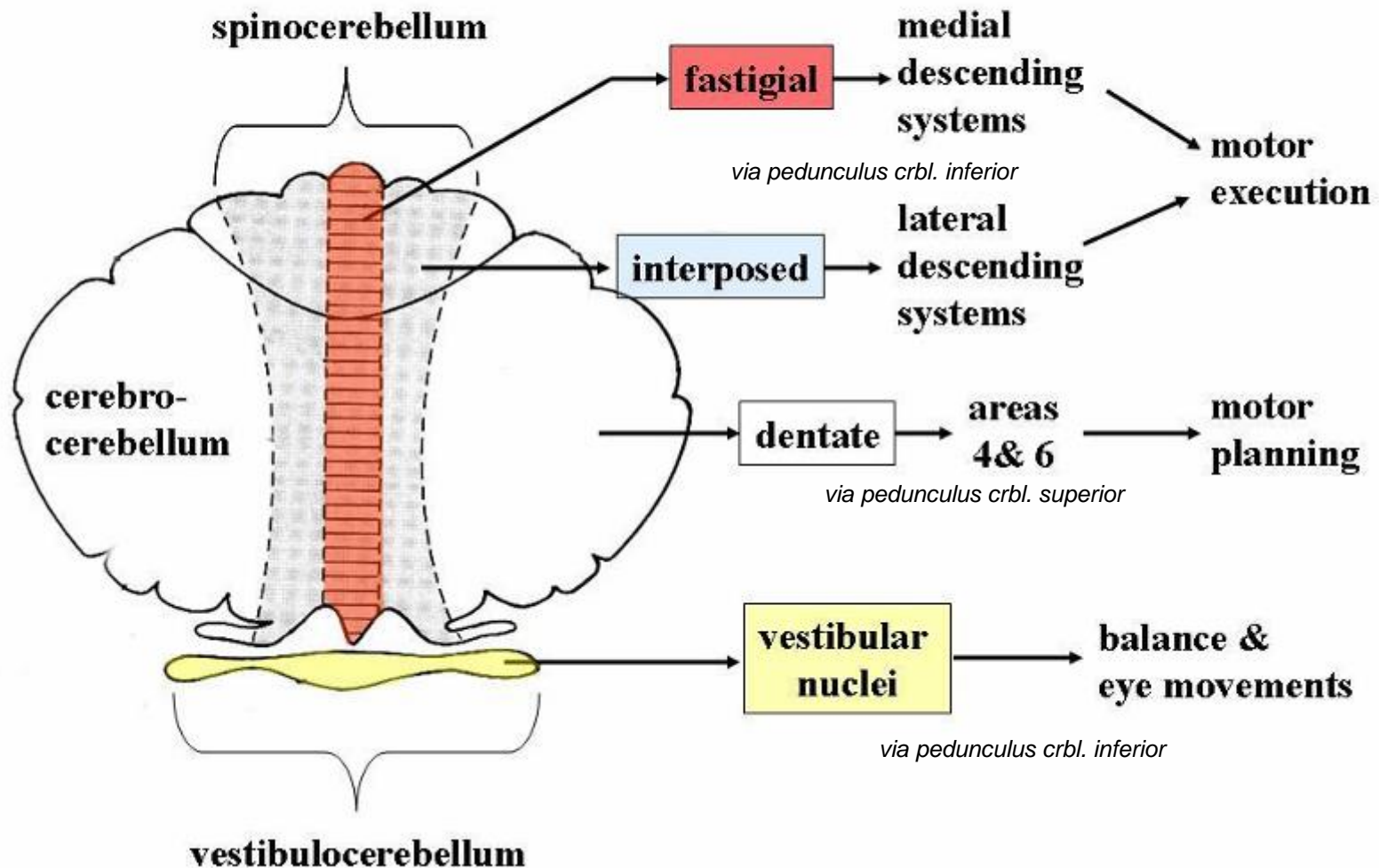
Fastigial
nucleus

Globose and emboliform
nuclei

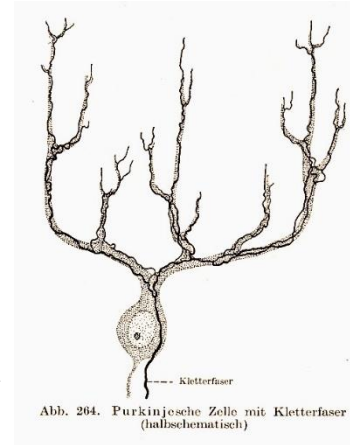
Dentate
nucleus

Mozeček – jádra a zapojení

Cerebellar Output



Mozeček – vrstvy kůry



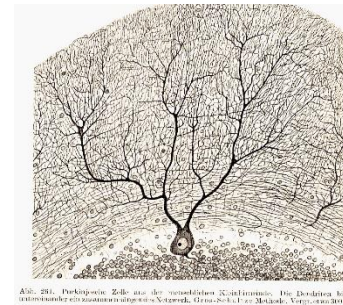
- stratum moleculare

- neuron stellatum (**hvězdicová buňka**)
- neuron corbiforme (**košičová buňka**)
- neurofibra paralela (**souběžné/paralelní vlákno**) – axony zrníčkových buněk

- stratum purkinjese

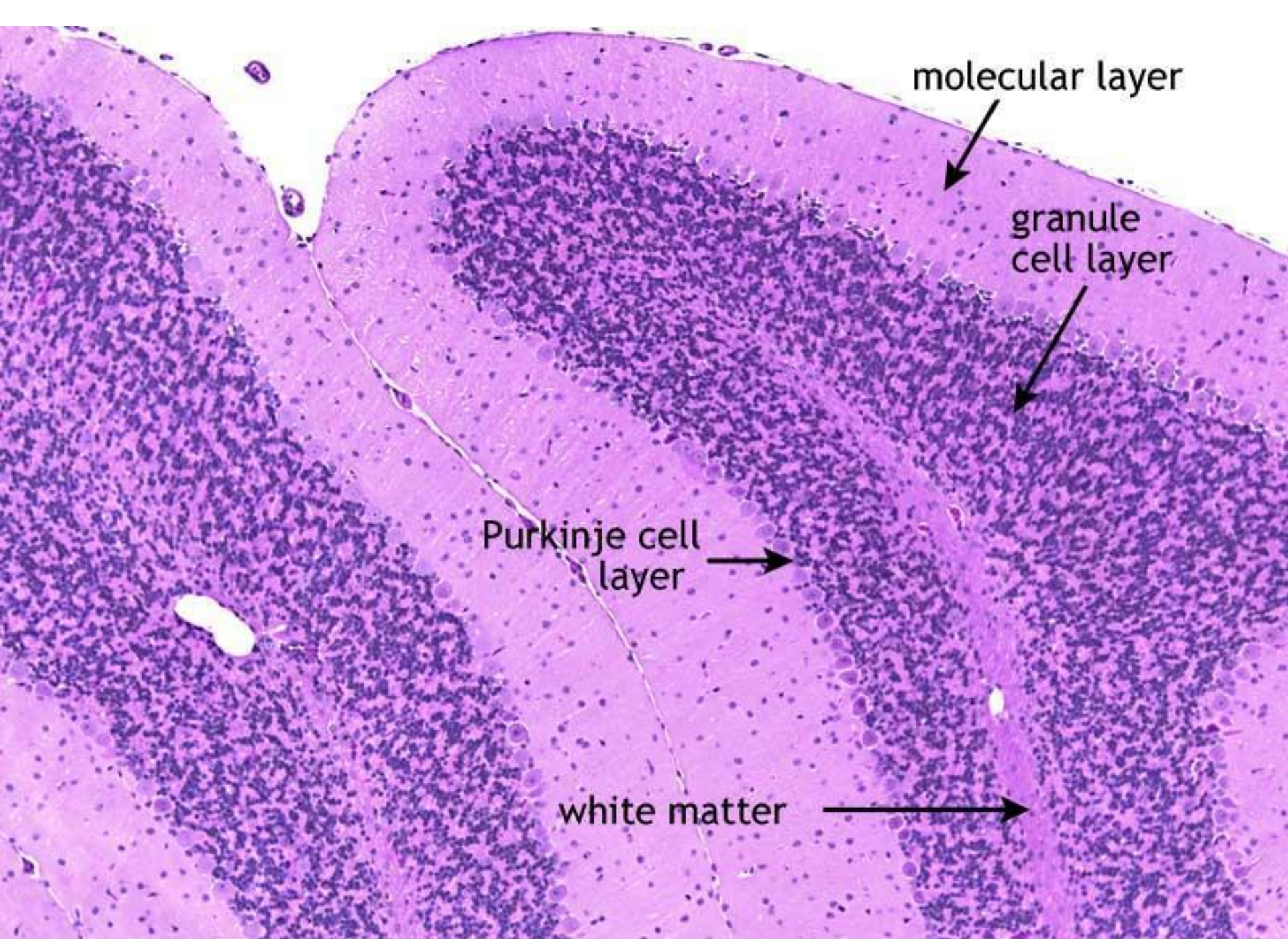
(= *dříve* stratum neurium piriformium; stratum gaglionicum)

- neuron purkinjese (**Purkyňova buňka**)
 - corbis neurofibrarum (bohaté větvení do stratum moleculare)
 - axony k jádrům mozečku



- stratum granulare

- neuron granulosum (**zrníčková/granulární buňka**)
- neuron stellatum magnum Golghi (**Golgiho buňka**)
- další 3 typy buněk
- glomerulus cerebelli
- aferentní vlákna: neurofibra muscosa (**mechové vlákno - Glu**) + ascendens (**šplhavé vlákno - Asp**)



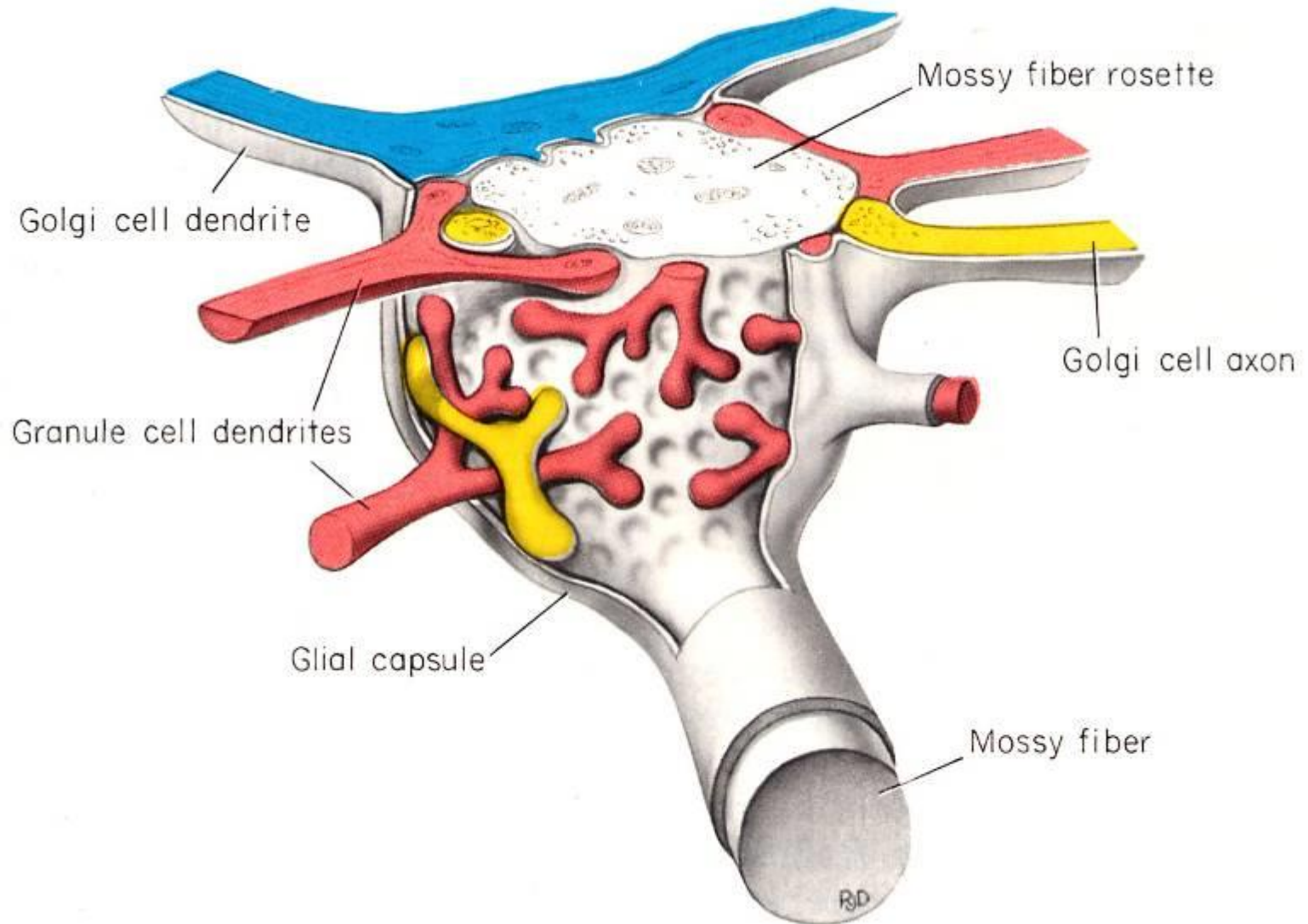
molecular layer

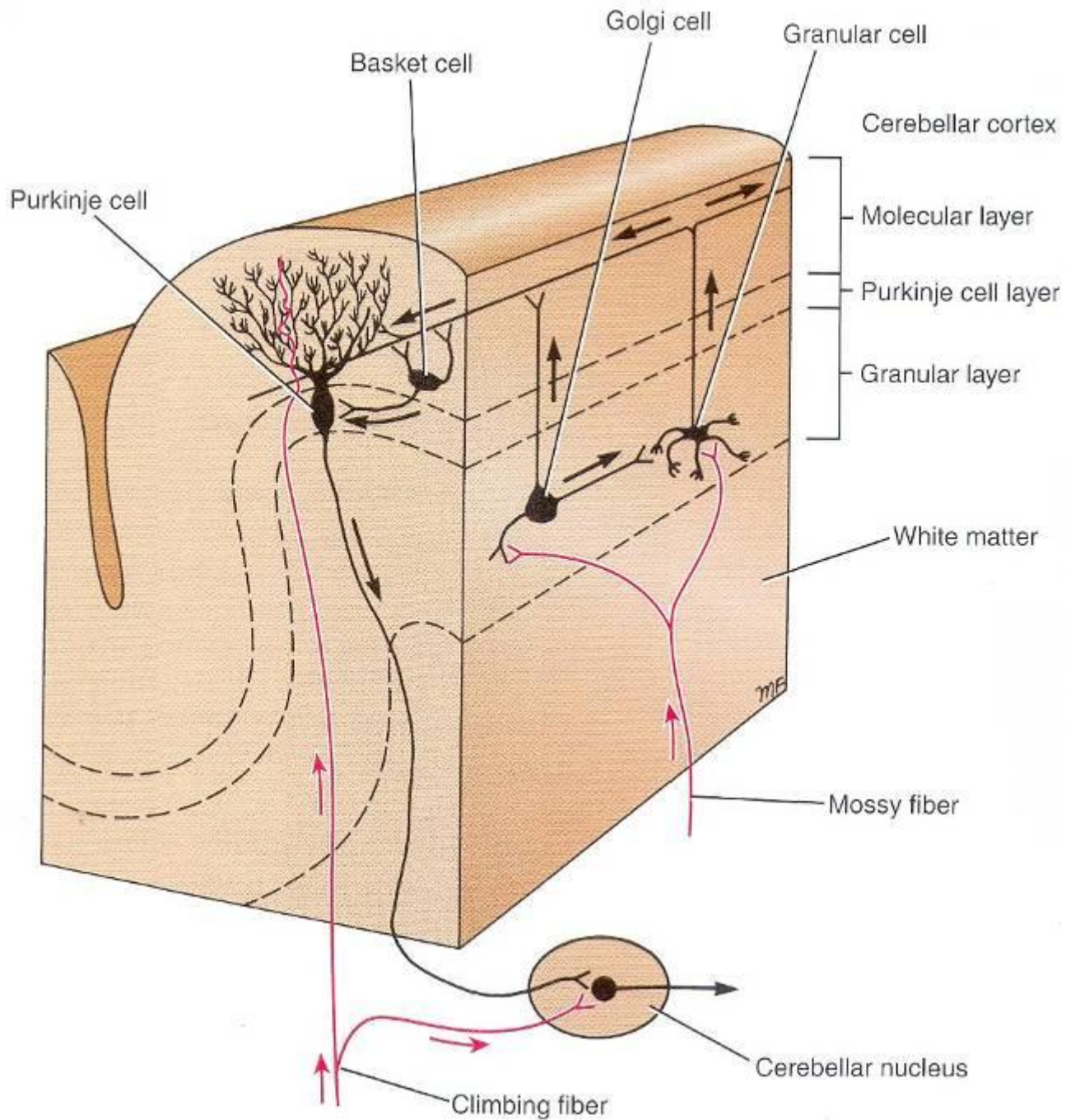
granule cell layer

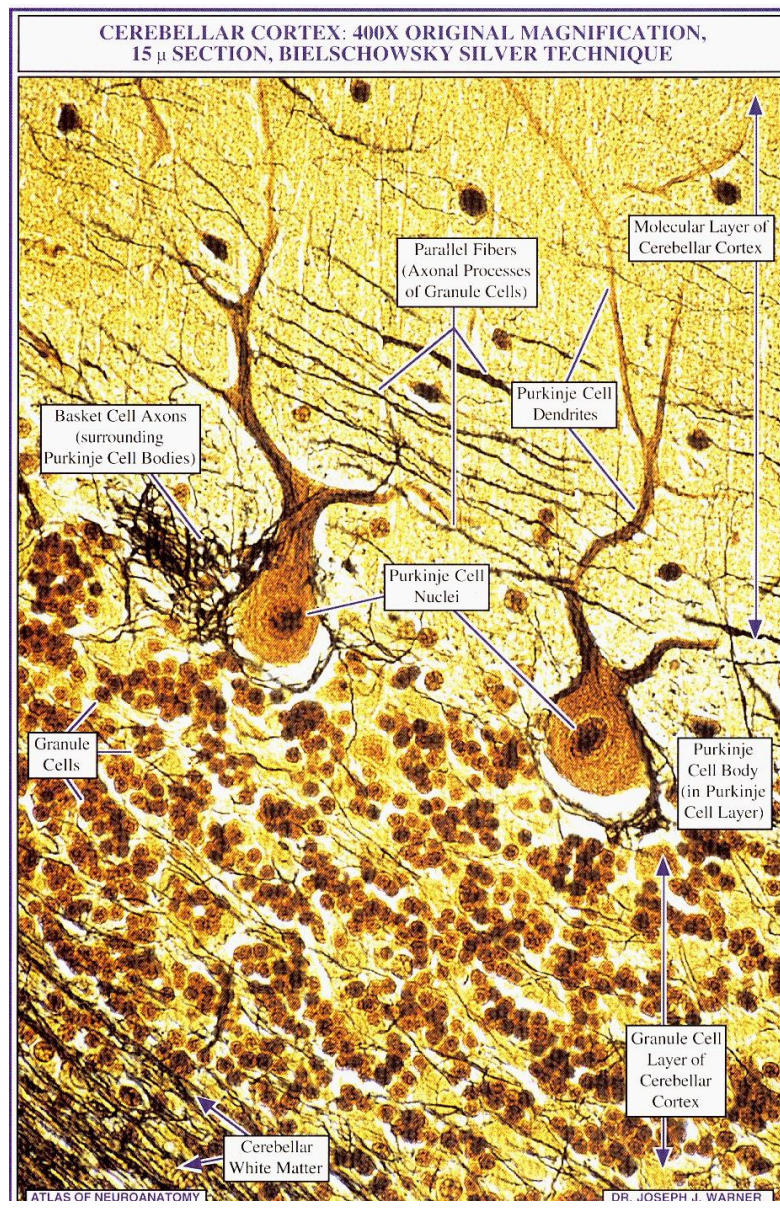
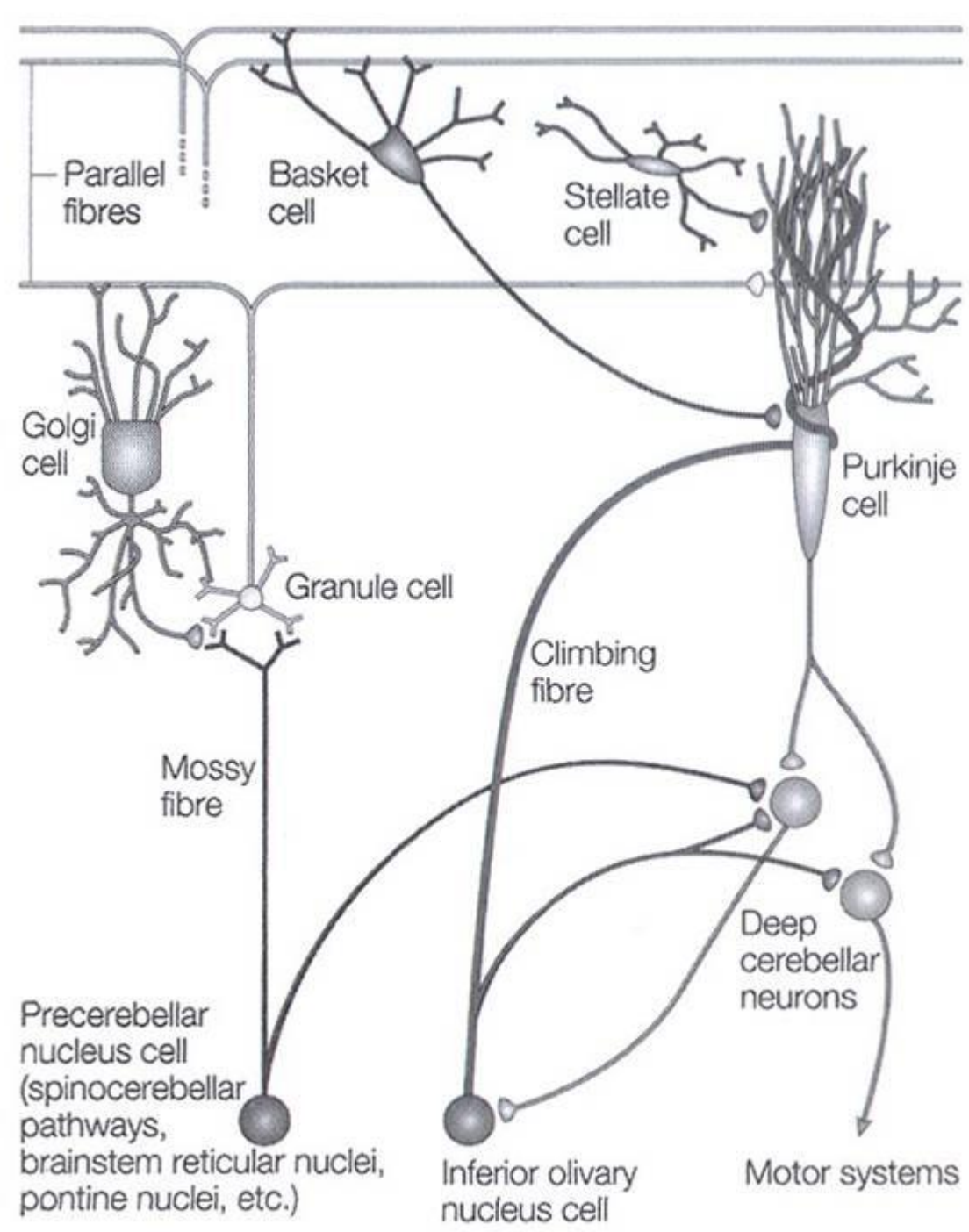
Purkinje cell layer

white matter

Glomerulus cerebelli







Mozeček – aferentace *rovnováha*

- tractus vestibulocerebellaris directus

vestibulum → PCI) → nodulus + uvula (*ipsilat.*)
míjí ncll. vestibulares a vede přímo do mozečku !

- tractus vestibulocerebellaris indirectus

vestibulum → ncll. vestibulares → PCI → lobus
flocculonodularis + vermis (*bilat.*)

Mozeček – aferentace *propriocepce (polohocit)*

mícha → medulla oblongata → PCI → vermis
+ paravermální kůra (*ipsilaterální*)

- tractus spinocerebellaris posterior
- tractus cuneocerebellaris
- tractus spinocerebellaris rostralis

mícha → křížení na míšní úrovni →
mesencephalon → PCS → křížení v
mozečkové kůře → vermis + paravermální
kůra (*ipsilaterální*)

Mozeček – aferentace z kůry

- **tractus cortico-ponto-cerebellaris** (17.000.000 vláken)

telencephalon → capsula interna → ncll. pontis → fibrae pontis transversae → křížení → PCM → kůra mozečku (*kontralat.*)

- **tractus cortico-olivo-cerebellaris**

telencephalon → capsula interna → complexus olivaris inf. (*bilat.*) → křížení → PCI → kůra mozečku

- **tractus cortico-reticulo-cerebellaris**

telencephalon (hlavně senzomotorická kůra) → capsula interna → precerebellární jádra RF (*bilat.*) → křížení → PCM+PCI → kůra mozečku

volní motorika, příprava pohybu, nastavení správného svalového tonu

Mozeček – eferentace

ncl. fastigii

1. → PCI → ncl. vestibularis lat. *Deitersi (bilat.)* → tr. vestibulospinalis
2. → PCI → RF (*bilat.*) → tr. reticulospinalis
3. → hlavové nervy, svalstvo krku

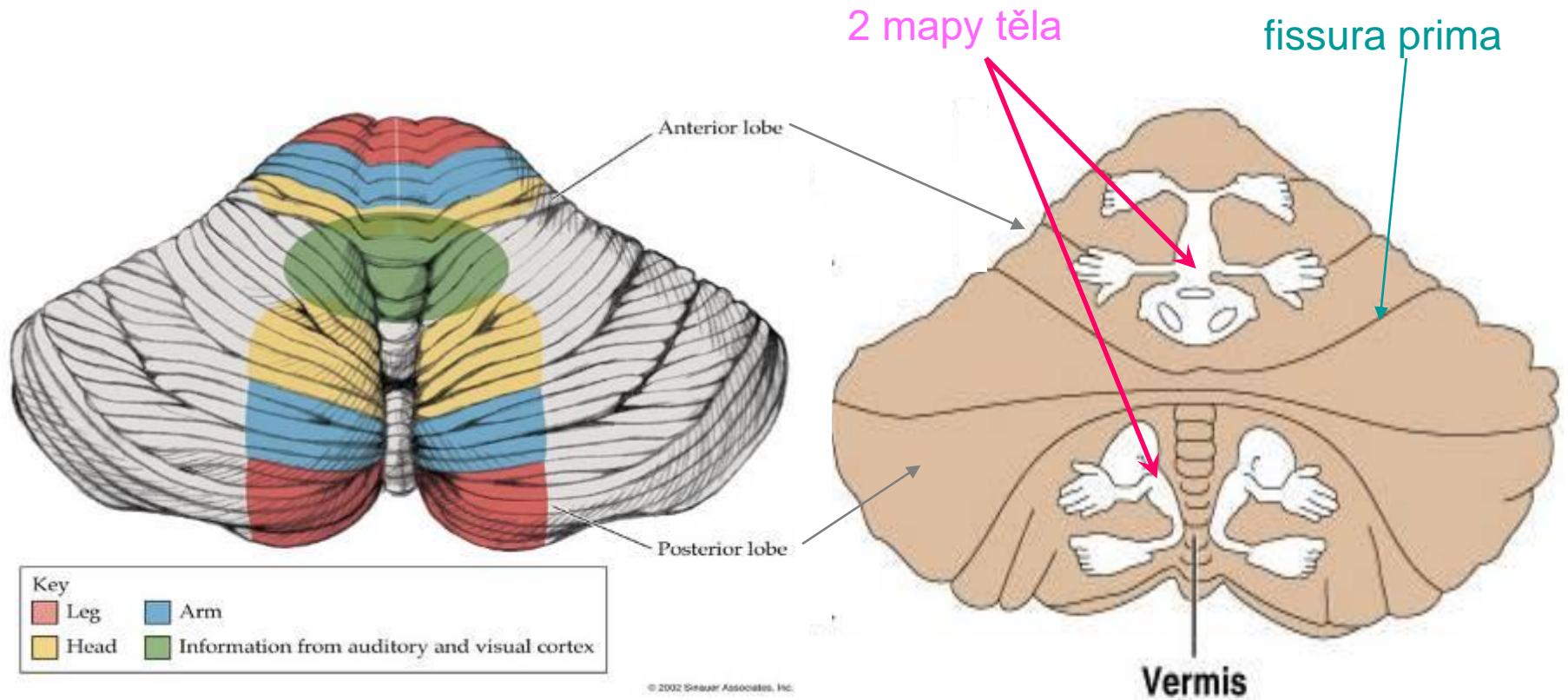
ncll. interpositi (globosus + emboliformis)

→ PCS → křížení → ncl. ruber (pars magnocellularis) → tractus rubrospinalis → křížení → mícha (*ipsilat.*)

ncl. dentatus

→ PCS → křížení → ncl. VA+VL thalami → area 4
→ tr. corticospinalis → křížení → mícha (*ipsilat.*)

Aferentace do mozečku somatotopická organizace



somatosenzorická a motorická projekce z mícha a mozkové kůry je do stejných míst

Mozeček – hlavní okruhy

- okruh: mozková kůra-mozeček

mozková kůra → most / oliva / RF (oliva) – ncl. pontis / complexus olivaris inferior → *křížení* → kůra → ncl. dentatus → *křížení* → thalamus (ncl. VL) → mozková kůra

- Papezův mozečkový kontrolní okruh:

ncl. dentatus → *křížení* → ncl. ruber (pars parvocellularis) → oliva → *křížení* → ncl. dentatus

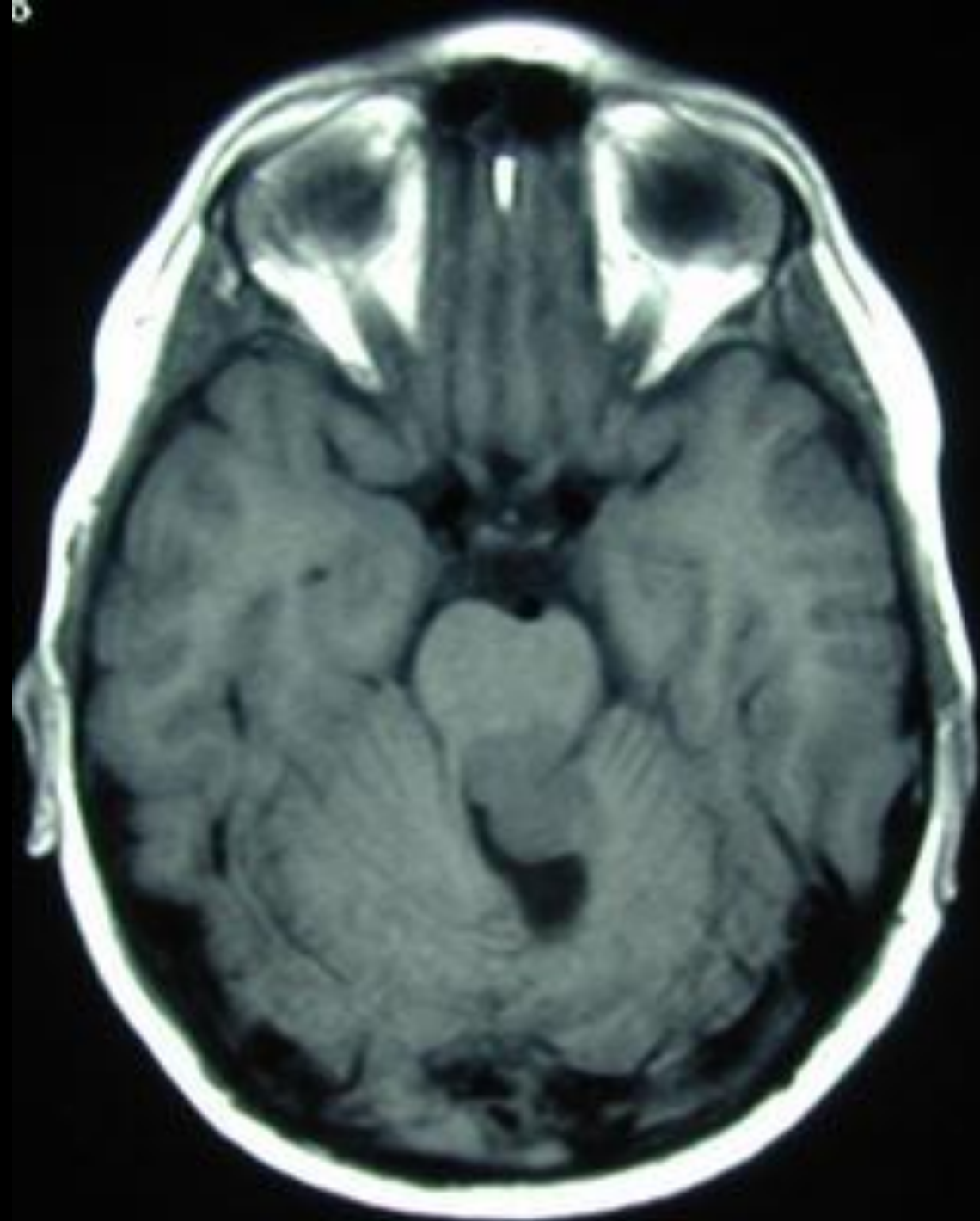
– učení se nejen motorickým, ale i kognitivním a jazykovým dovednostem

- mozková kůra – mozeček: **vždy kontralaterálně**
- mozeček – tělo: **vždy ipsilaterálně**

Archicerebellum (vestibulocerebellum)

- lobus flocculonodularis + vermis
- rovnováha
- *nystagmus*
- spojení s ncl. vestibulares
(inferior + medialis)

nejčastější příčina: *meduloblastom*



Paleocerebellum (spinocerebellum)

- lobus anterior
- AF: tractus spinocerebellaris anterior + posterior
- polohocit a pohybocit (informace o reflexech)
- kolaterály přímo na mozečková jádra
- EF: činnost antigravitačních svalů, koordinace činnosti agonistů/antagonistů
- postoj (chůze)

Neocerebellum (cerebrocerebellum)

- lobus posterior
- AF: tractus cortico-ponto-cerebellaris
- kolaterály k mozečkovým jádrům
- EF: motorická kontrola
 - koordinace jemných pohybů končetin
 - zpětnovazebná úprava motorické aktivity
 - společně s mozkovou kůrou plánuje pohyby

Mozečkový syndrom

- svalová hypotonie (zvýšený rozsah a pasivita pohybů)
- ataxie (porucha koordinace)
 - hypermetrie – dysmetrie
 - makrografie, skandovaná řeč, megafonie, bradylálie
 - adiadochokinéza
 - asynergie („opilecká chůze“)
- intenční tremor
- nystagmus a závratě
- (hyporeflexie elementárních posturálních reflexů)

Mozečková ataxie

ataxická chůze a
postoj
nádor mozečku
vlevo

- ve stoje padání doprava
- pevný stoj na pravé noze
- vratký stoj na levé noze
- ataktická chůze



Mozečkový kognitivně-afektivní syndrom

- kognitivní dysmetrie
 - chybějící představa pohybu
- porucha exekutivních (výkonných) funkcí
- postižení prostorových úloh
- osobnostní změny
 - oploštění (snížená emoční reaktivita), desinhibice, neadekvátní chování
- metalinguistické (jazykové) obtíže
 - dysprozodie, agrammatismus, mírná anomie
 - nenachází logické vazby mezi výroky

Mozeček – shrnutí

- rovnováha
- převážně motorická funkce
 - tvorba, podpora a udržování svalového napětí
 - součinnost s kůrou při plánování pohybu
 - složité a jemné pohyby: tanec, řeč, psaní
- „komparátor“
- jiné funkce – kognice, senzorické vnímání, paměť

Alcohol Damages the Cerebellum

Control



Alcoholic



nedostatek thiaminu (B1) způsobuje degeneraci lobus anterior cerebelli

Sullivan et al., Neuropsychology, In press

Agensis cerebelli

- vzrozené chybění mozečku
- jen mírná ataxie a mírná mentální retardace

