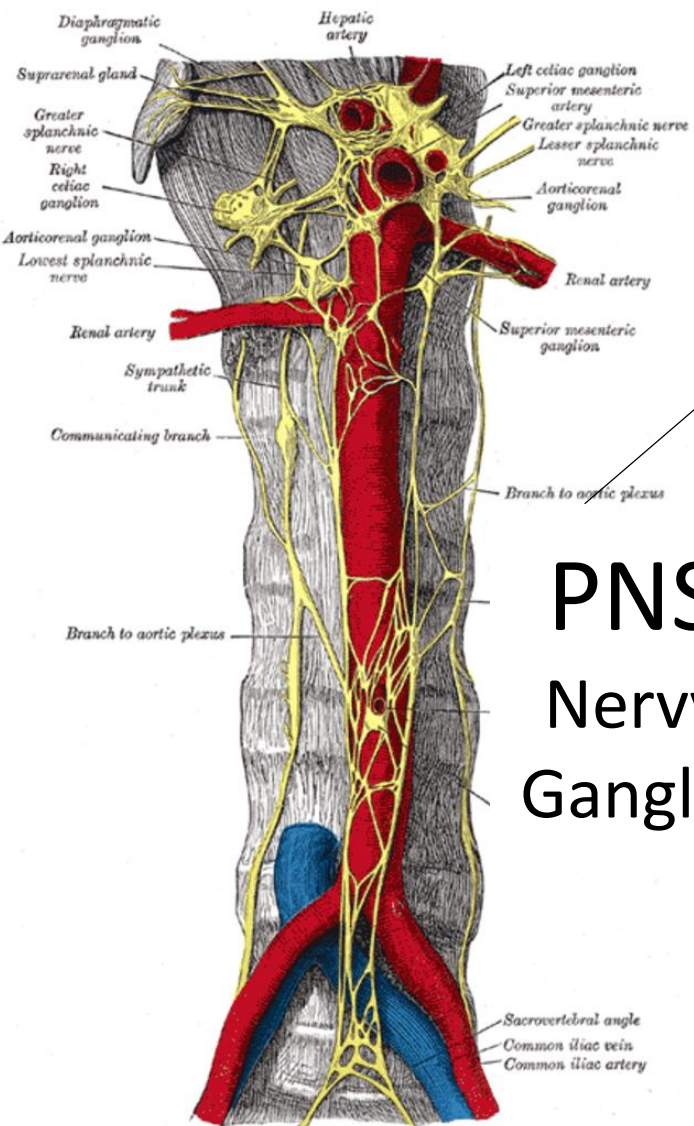


Nervový systém

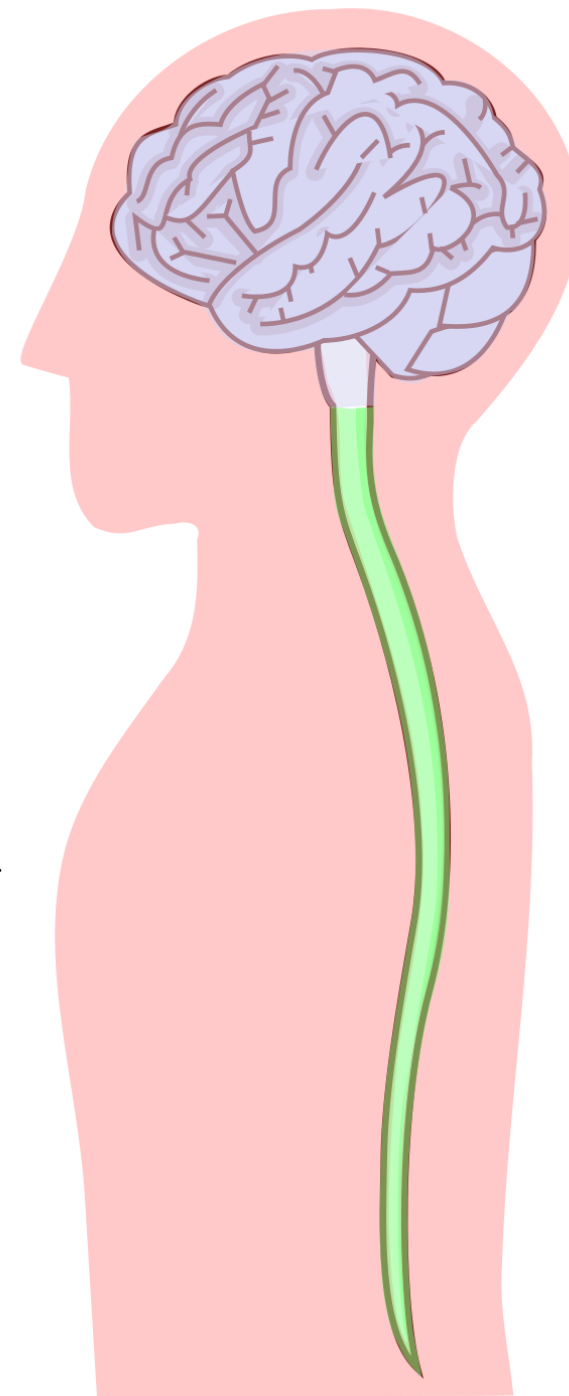
MUDr. Pavel Rožtok

Nervový systém



PNS
Nervy
Ganglia

CNS
Mozek
Mícha



Přiřadte odpovídající výroky k jednotlivým pojmům

- | | |
|---------------|--|
| 1. Bílá hmota | a) Může být myelinizovaný a nemyelinizovaný |
| 2. Šedá hmota | b) Obsahuje zejména výběžky neuronů |
| 3. Dendrit | c) Spleť výběžků neuronů i glie v šedé hmotě |
| 4. Axon | d) Obsahuje těla i výběžky neuronů |
| 5. Myelin | e) Je prakticky vždy nemyelinizovaný |
| 6. Neuropil | f) Lipidový obal zlepšující vedení signálu v axonu |

1b; 2d; 3e; 4a; 5f; 6c

-
- | | |
|---------------|--|
| 1. Bílá hmota | a) Může být myelinizovaný a nemyelinizovaný |
| 2. Šedá hmota | b) Obsahuje zejména výběžky neuronů |
| 3. Dendrit | c) Spleť výběžků neuronů i glie v šedé hmotě |
| 4. Axon | d) Obsahuje těla i výběžky neuronů |
| 5. Myelin | e) Je nemyelinizovaný |
| 6. Neuropil | f) Lipidový obal zlepšující vedení signálu v axonu |

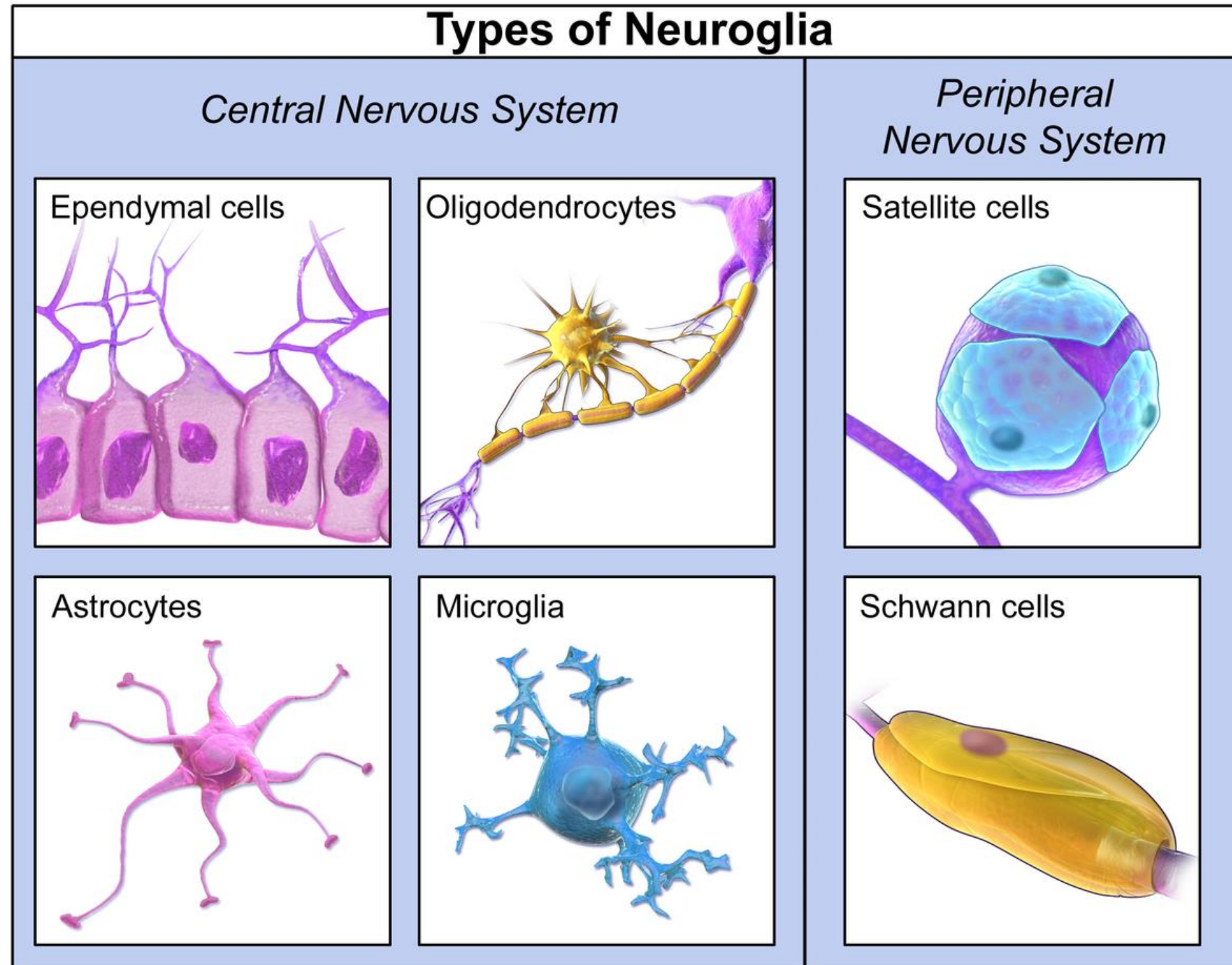
Složení nervové tkáně

- Buňky
 - Neurony (velmi heterogenní, schopnost tvorby vzruchu)
 - Glie (podpůrné funkce)
- Extracelulární matrix
 - Velmi malé množství

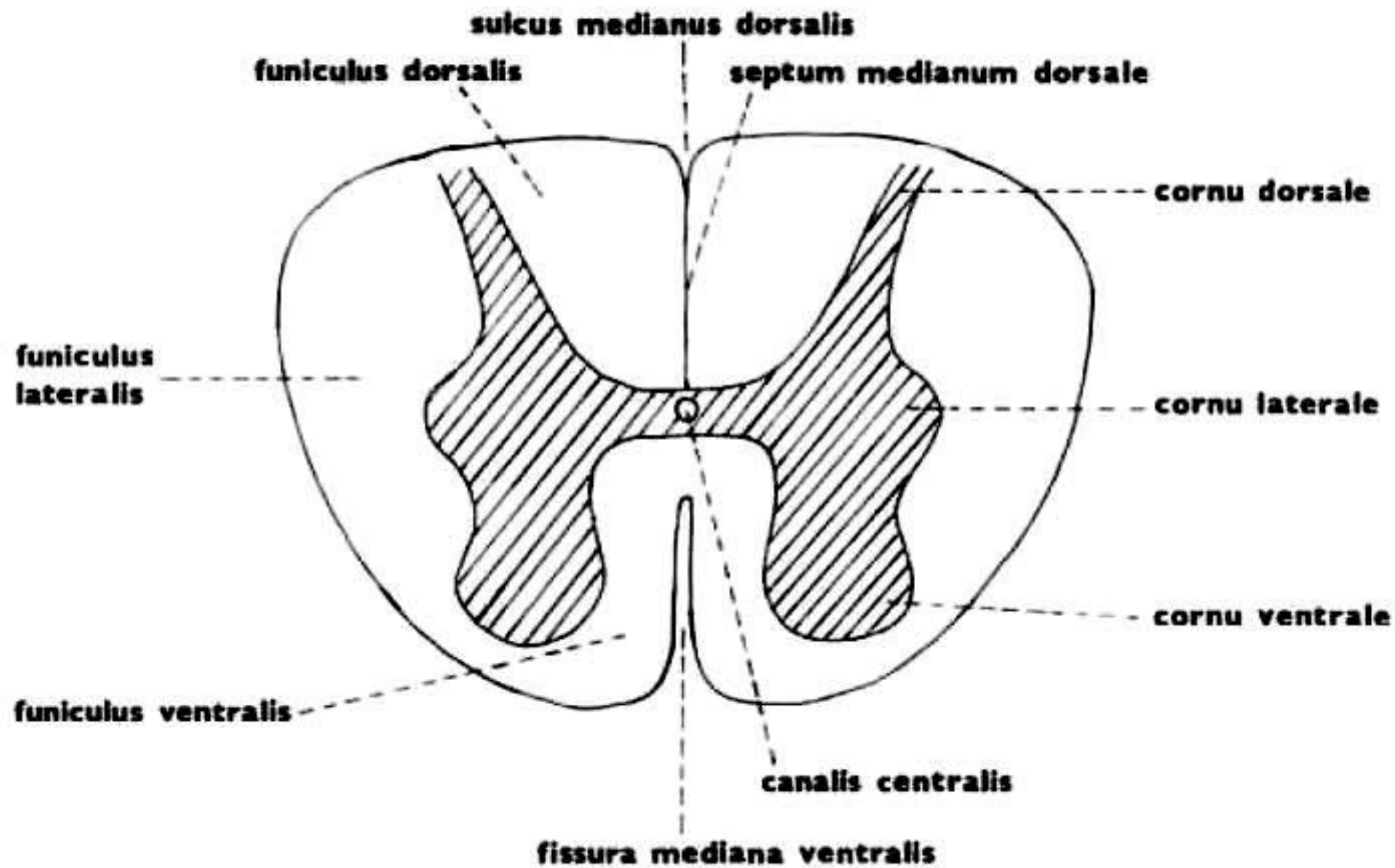


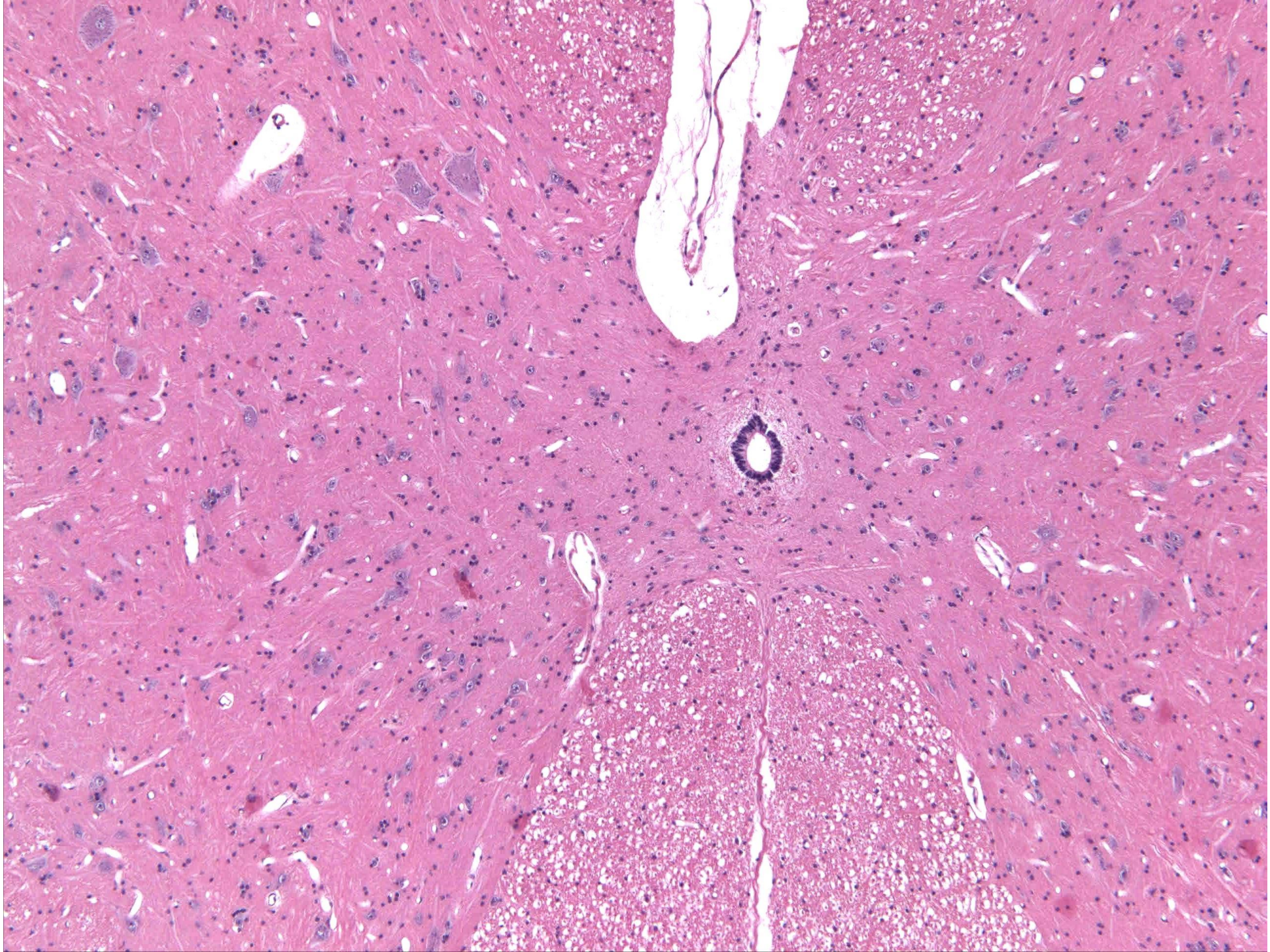
Neuroglie

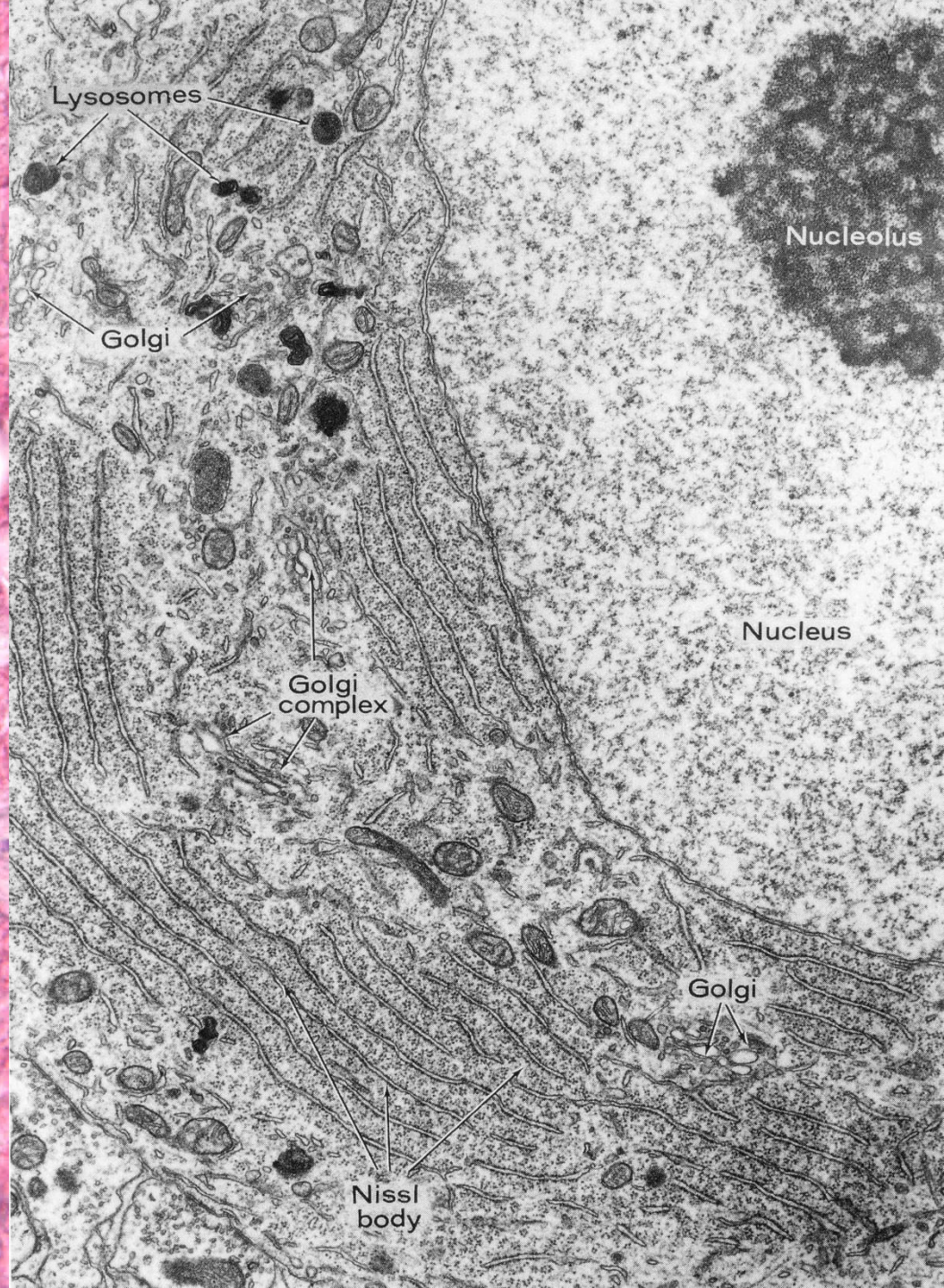
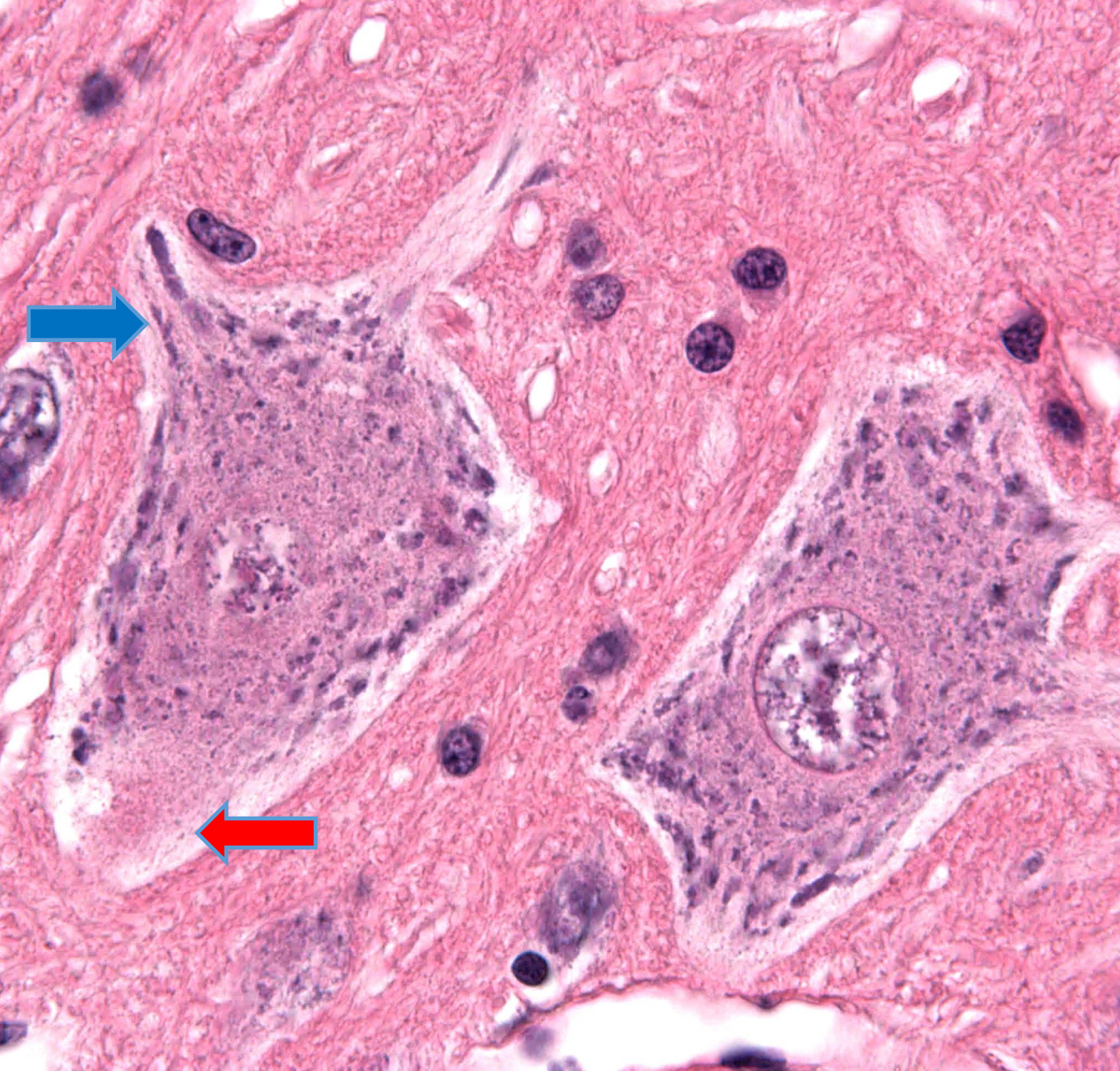
- CNS
 - Astrocyty
 - Fibrilární (bílá hmota)
 - Plasmatické (šedá hmota)
 - Oligodendrocyty
 - Mikroglie
 - Ependymové
- PNS
 - Schwannovy
 - Satelitové

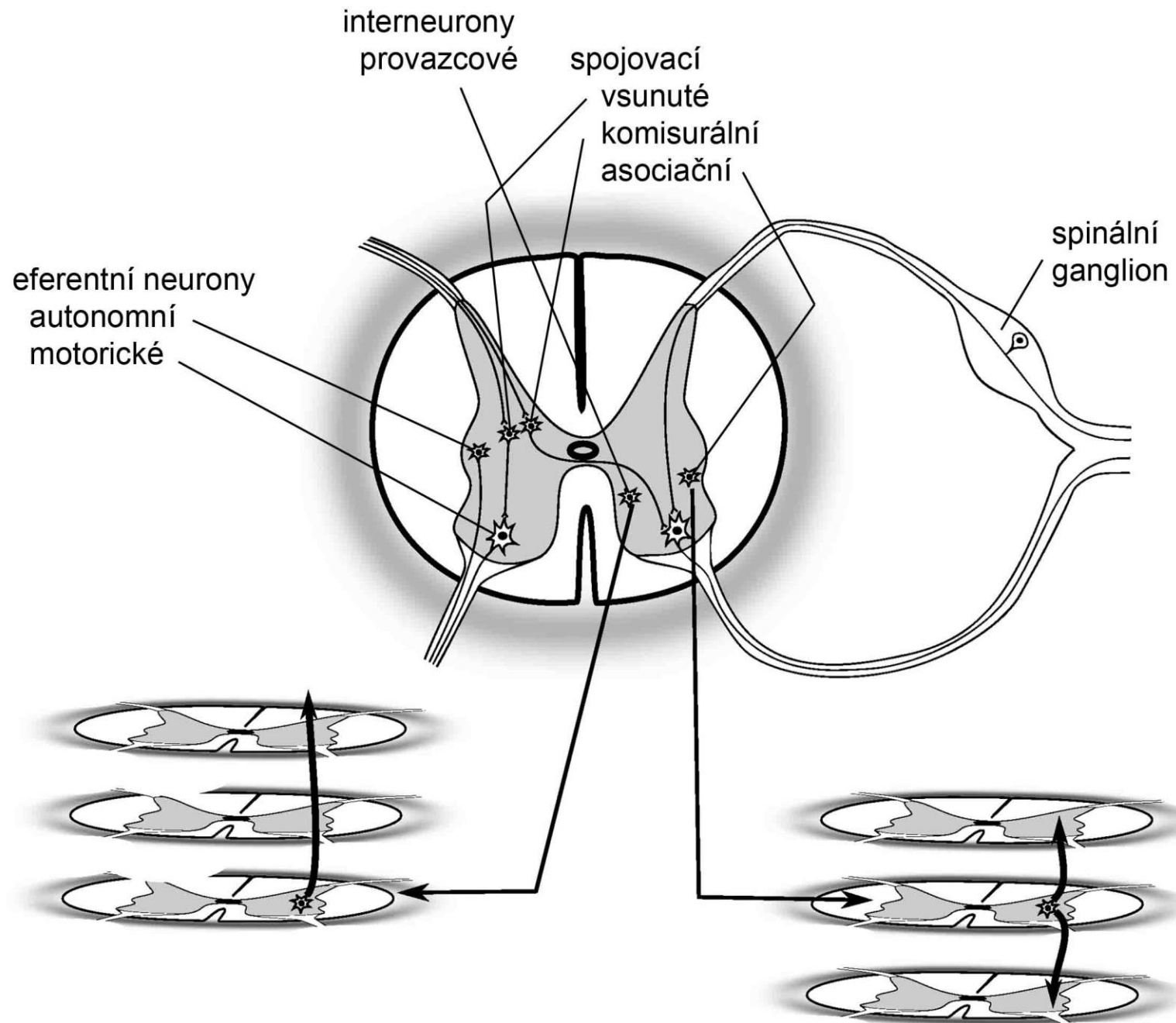


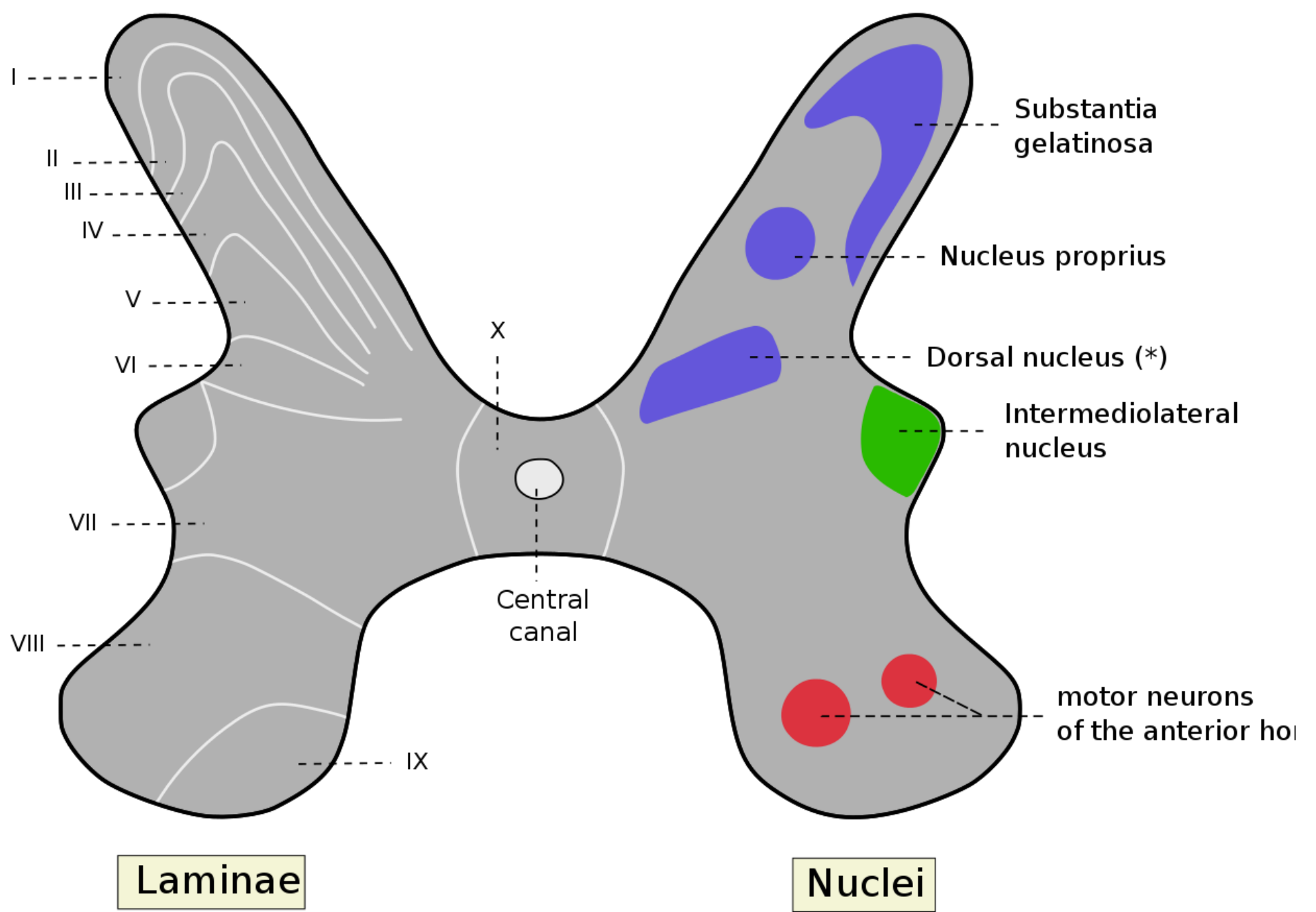
MEDULLA SPINALIS











* Posterior thoracic nucleus or Column of Clarke

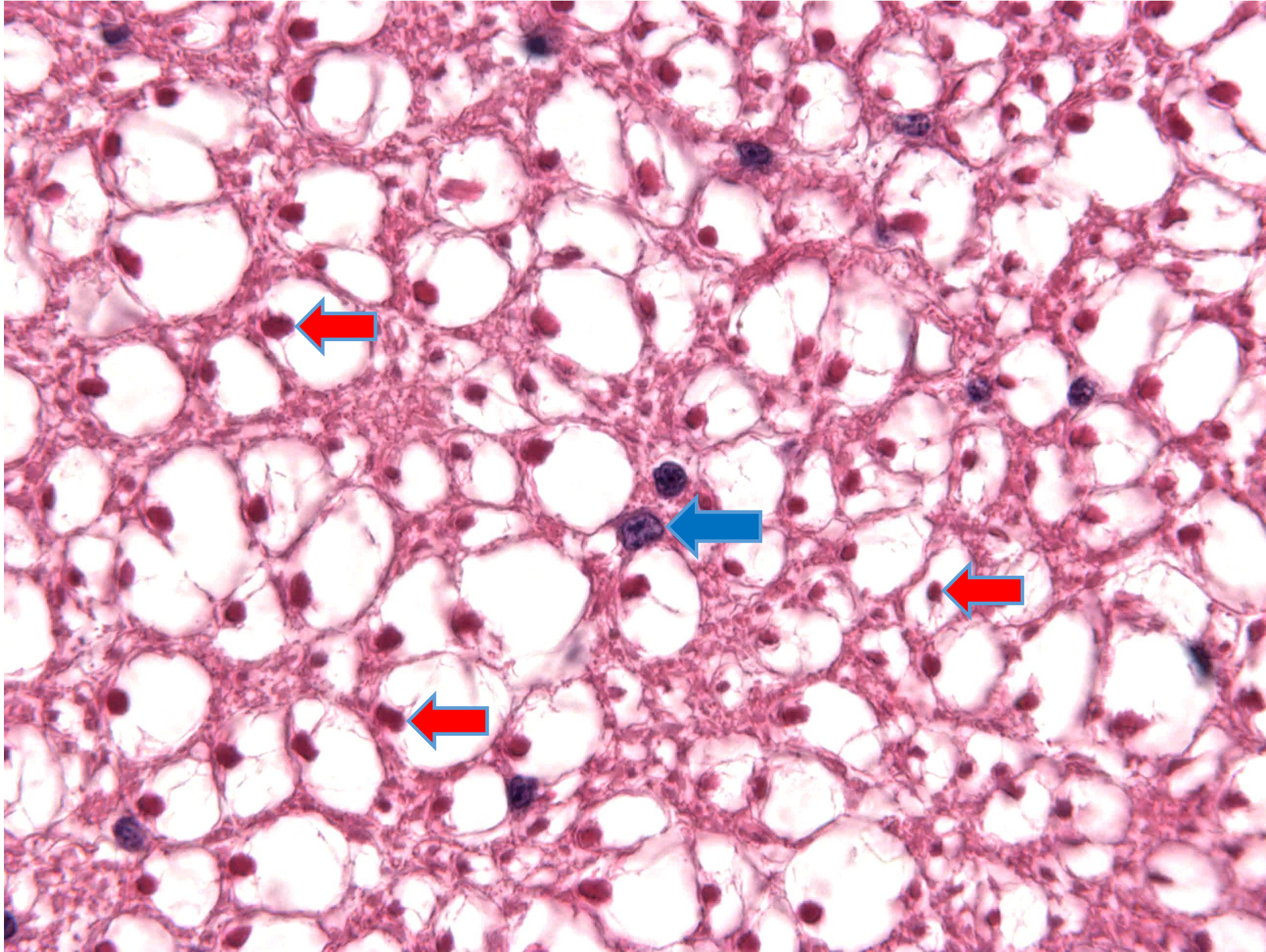
Otázky

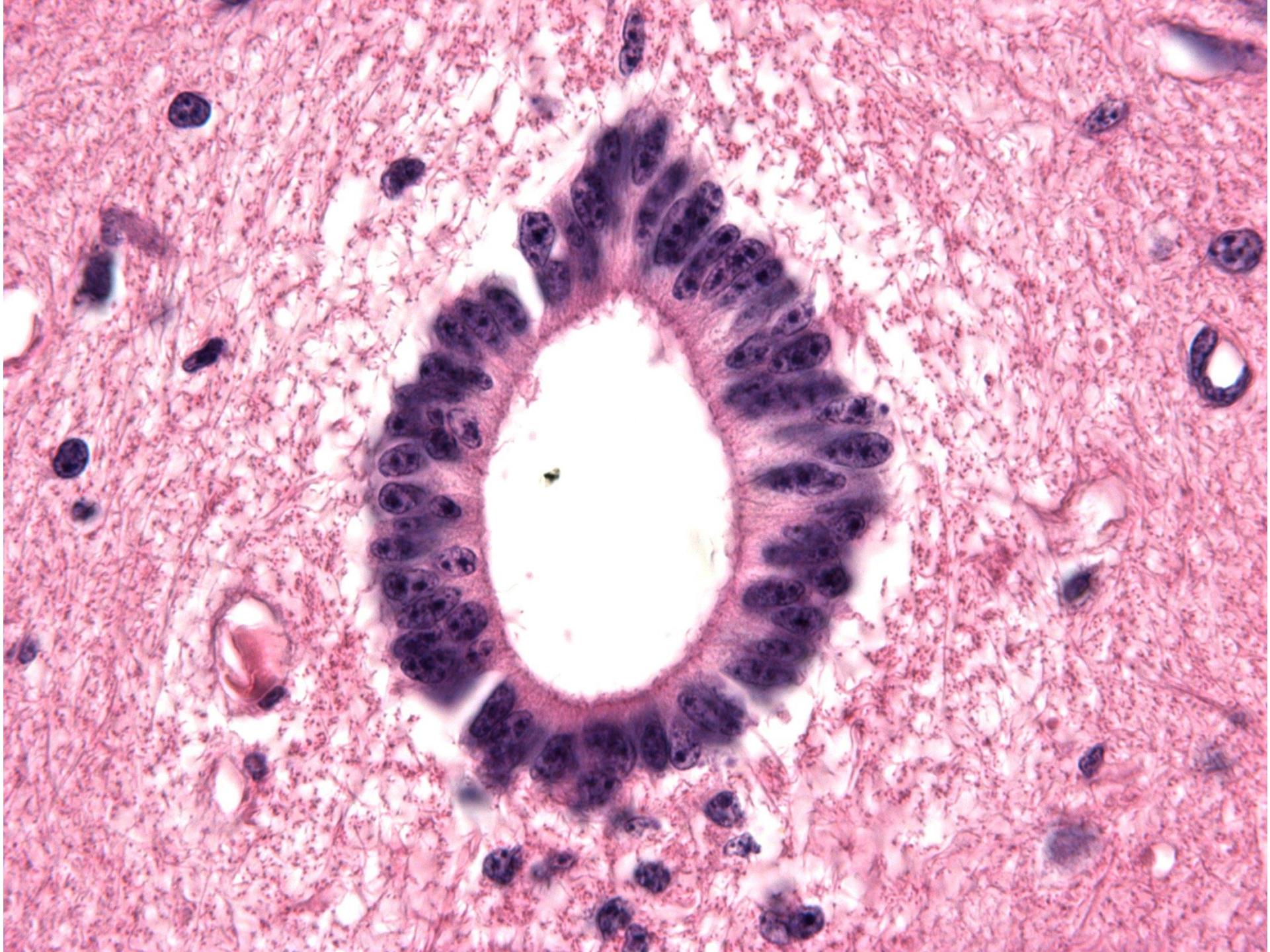
1. Víte, jaké virové onemocnění postihuje motoneurony?
Setkáváme se s ním často?
2. Jaké dva neurony se podílejí na nejjednodušších míšních reflexech?
3. Jakou část míchy a mozku postihuje roztroušená skleróza? Víte, který z hlavových nervů bývá často postižen?

Otázky

1. Poliomyelitida (dětská obrna) je virové onemocnění s fekálně-orálním přenosem, jehož nejzávažnější forma způsobuje paralýzu. Nemoc byla téměř vymýcena očkováním.
2. Nejjednodušší reflexní oblouky (např. patelární) se skládají z pseudounipolárního neuronu dorsálního míšního ganglia a alfa-motoneuronu. U složitějších se zapojují také interneurony.
3. RS je autoimunitní zánětlivé demyelinizační onemocnění postihující nejvíce bílou hmotu CNS (šedá hmota může být také ovlivněna) a velmi často postihující nervus opticus. Podobným onemocněním s odlišným patofyziologickým podkladem je neuromyelitis optica (Devicova choroba).

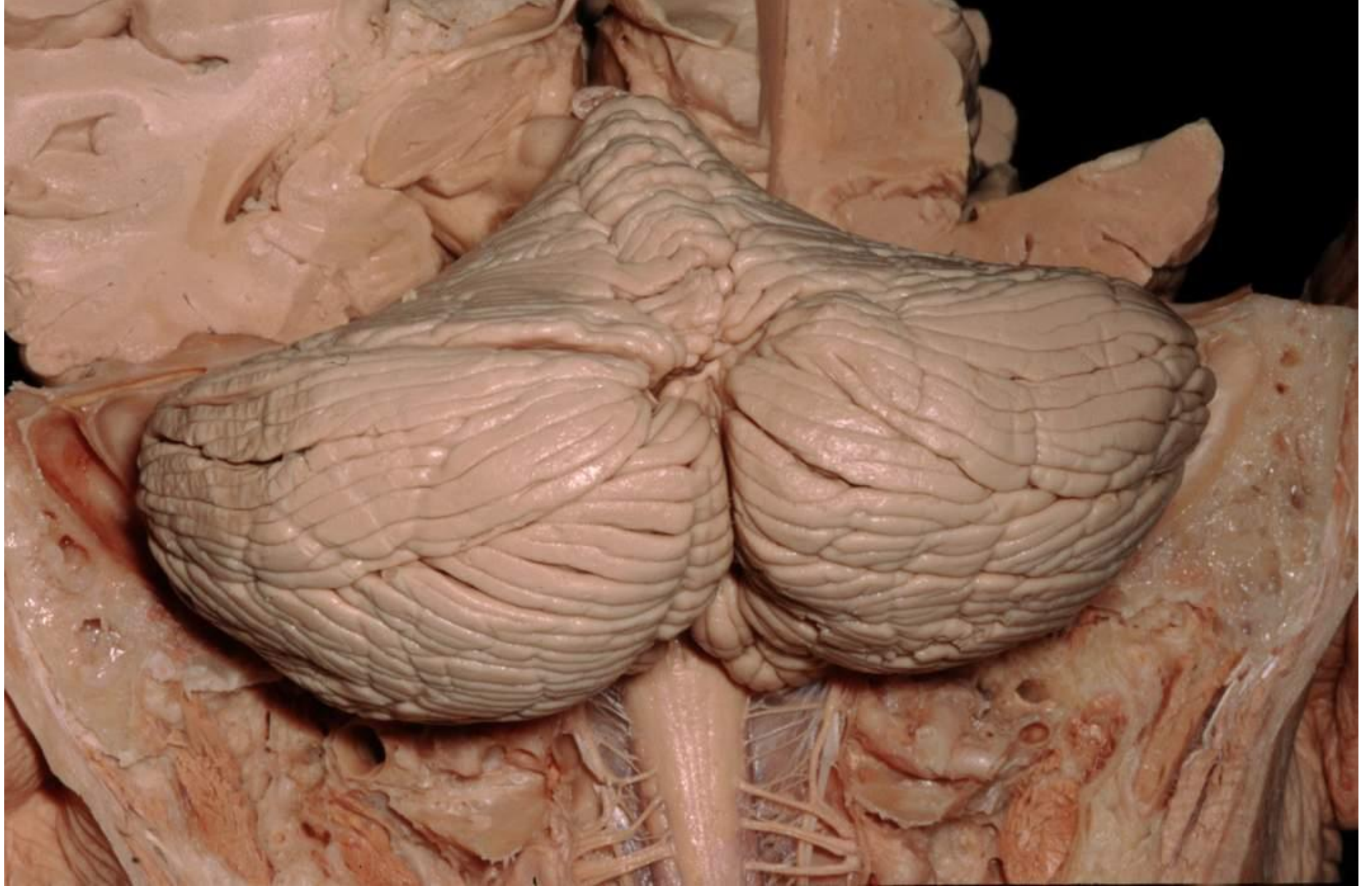
Červená (axony)
Modrá (oligodendrocyt)

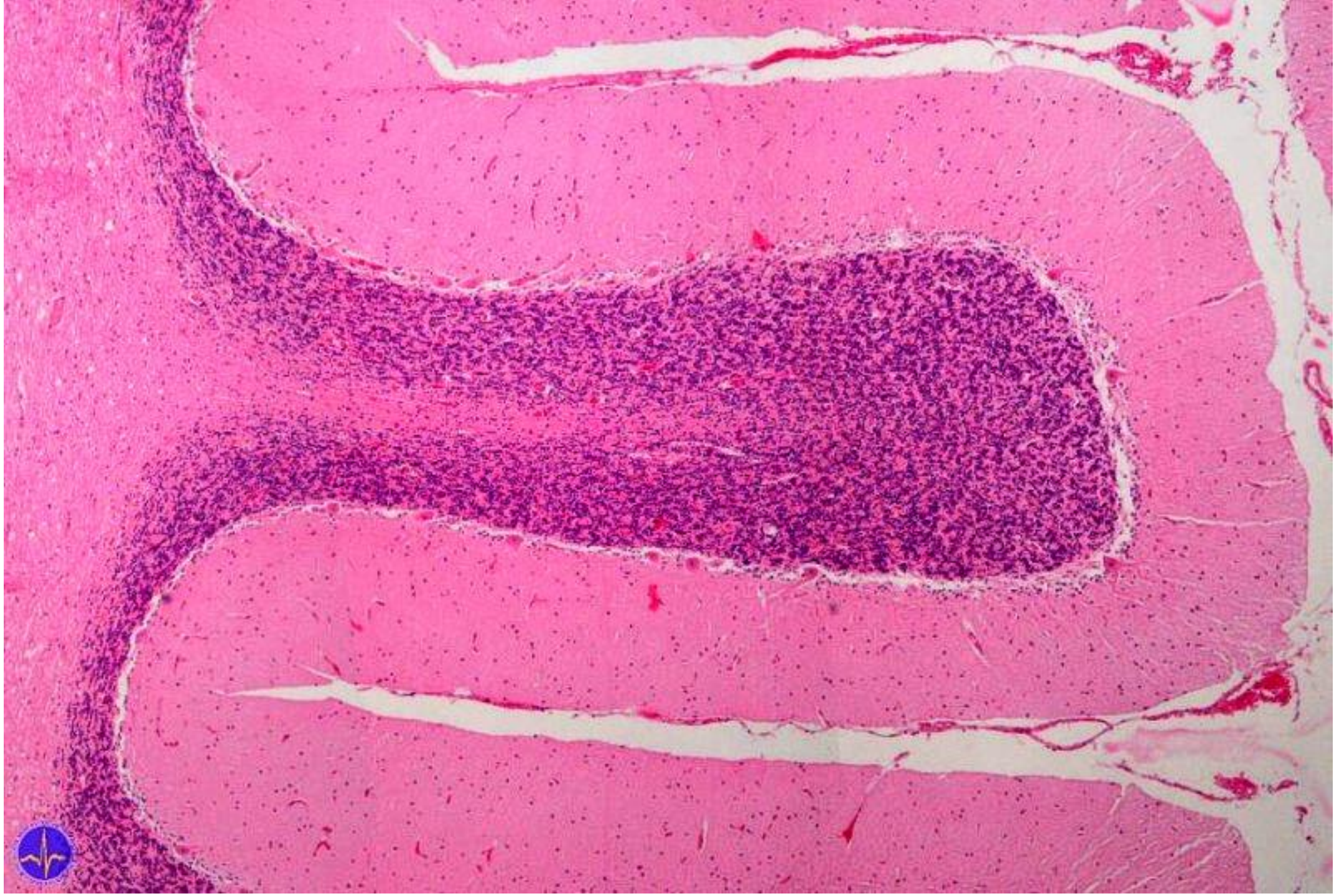


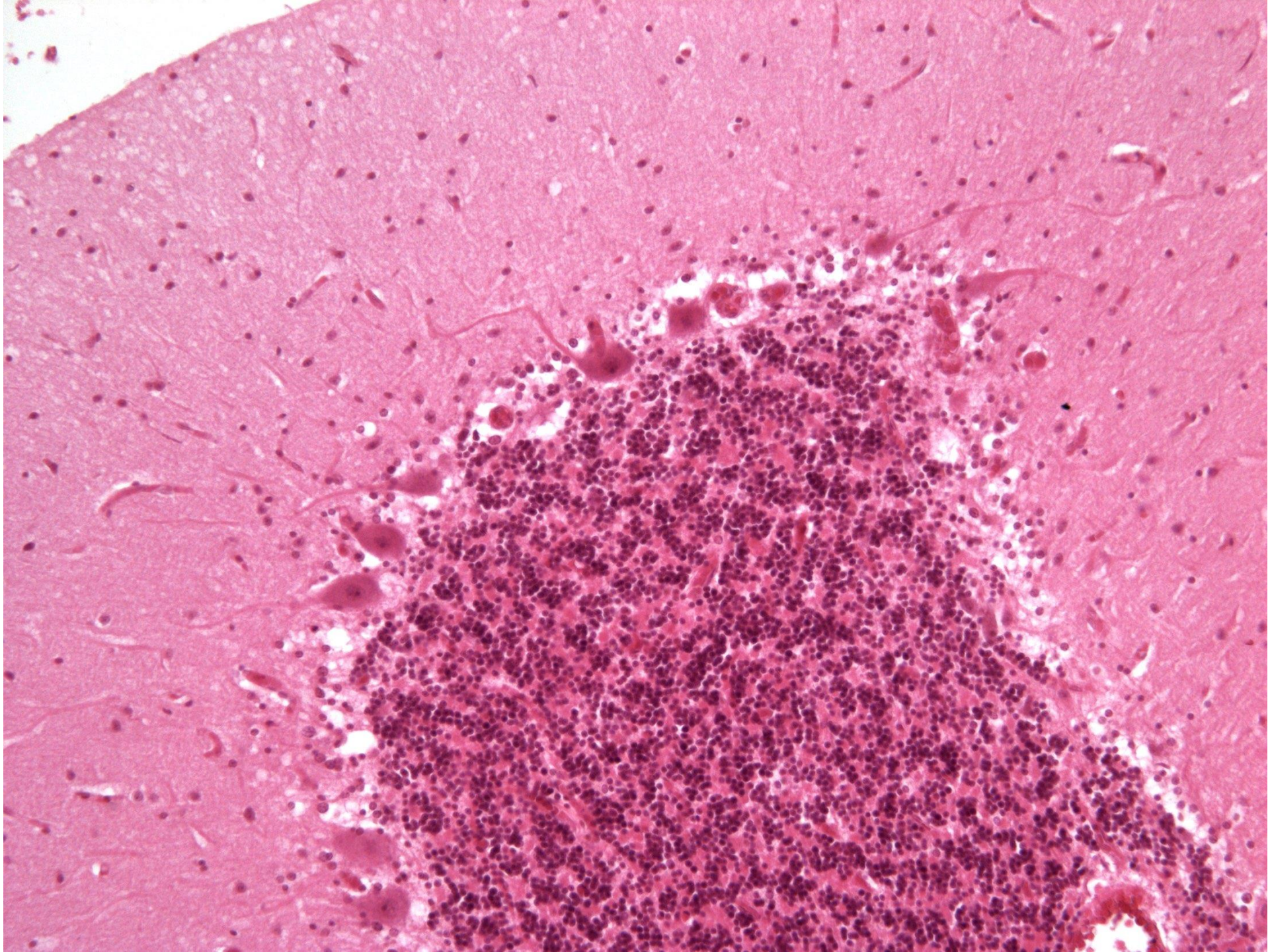


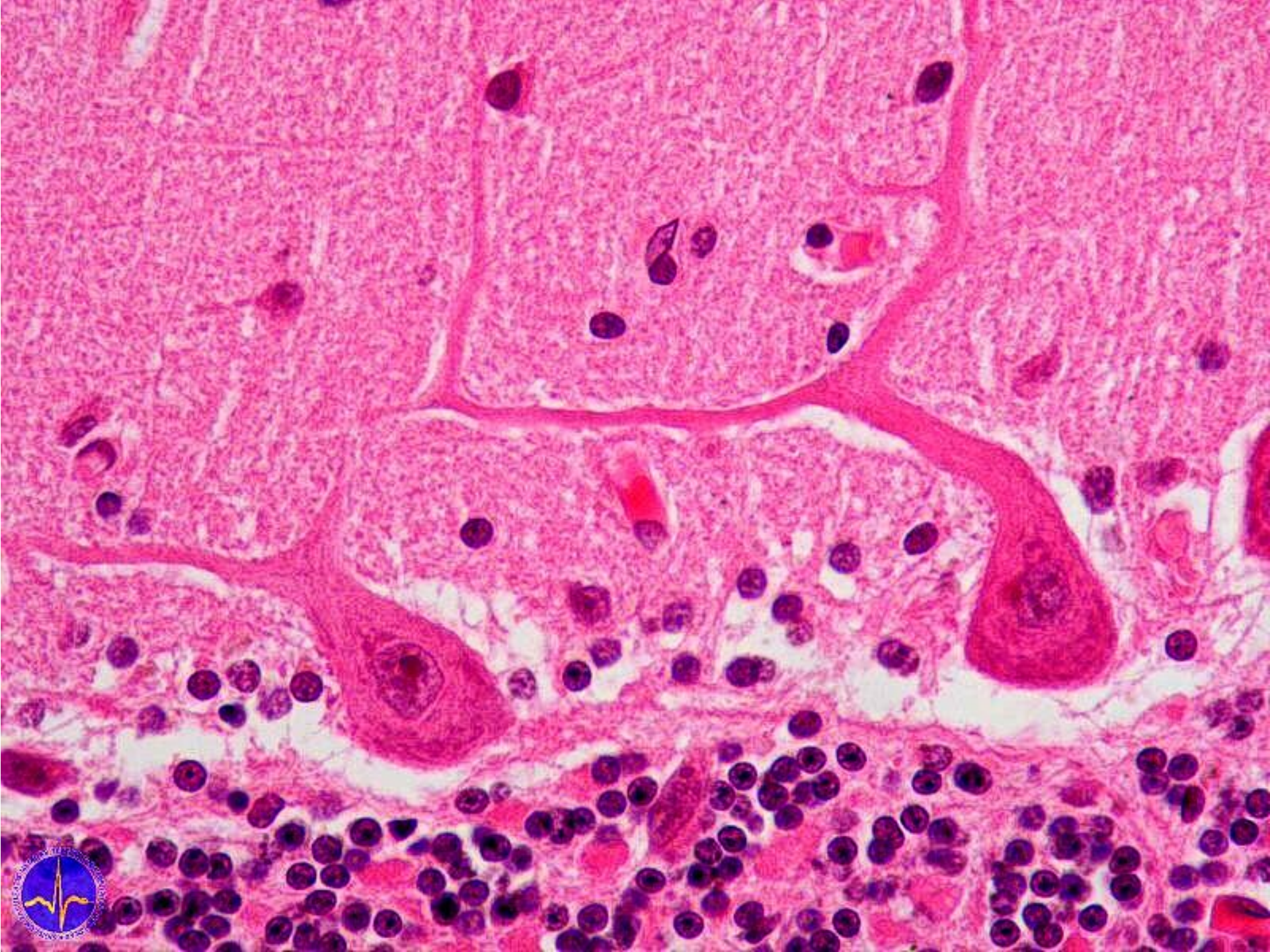
Mícha – shrnutí

- **Bílá hmota** míchy je rozdělena průběhem axonů míšních kořenů na **funiculi dorsales, laterales a ventrales**
- **Šedá hmota** obsahuje těla neuronů, a to jak motoneuronů, tak nejrůznějších interneuronů, popisujeme zde přední, zadní a laterální rohy a commusurae griseae, podrobnější dělení představují Rexedovy lamely či míšní jádra
- **Interneurony** plní celou řadu funkcí, např. se podílejí na míšních reflexech, zajišťují koordinaci svalových skupin či předávají senzitivní informaci do mozku (např. tractus spinothalamicus), dělíme je tedy na **spojovací** (asociační, komisurální a vsunuté) a **provazcové**
- **Centrální kanál** je vystlán ependymovými buňkami, podobajícími se svým uspořádáním epitelu, ovšem v mnohém se od epitelu liší, např. nemají basální laminu



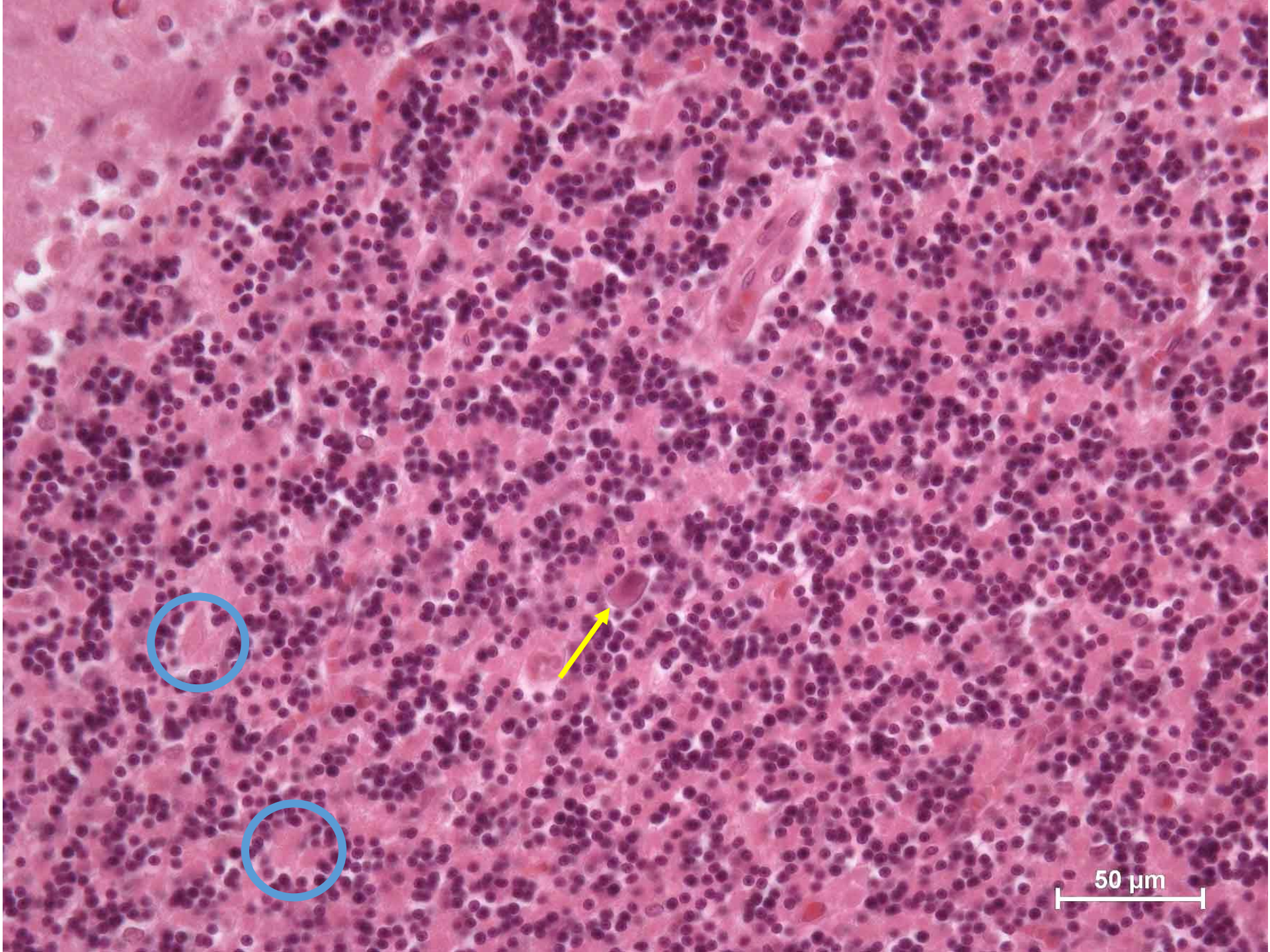






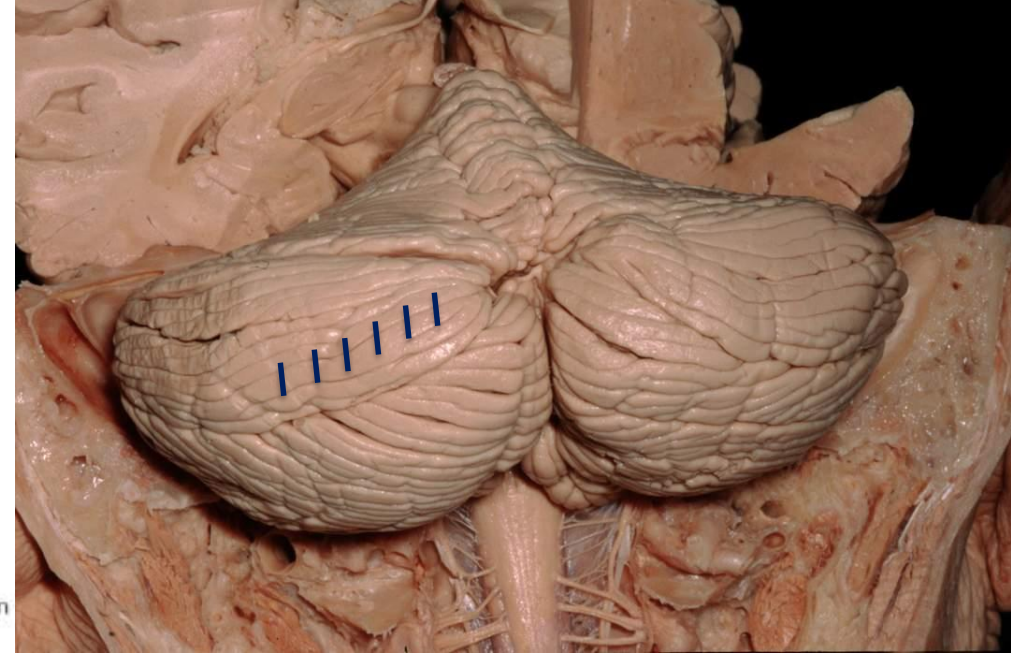
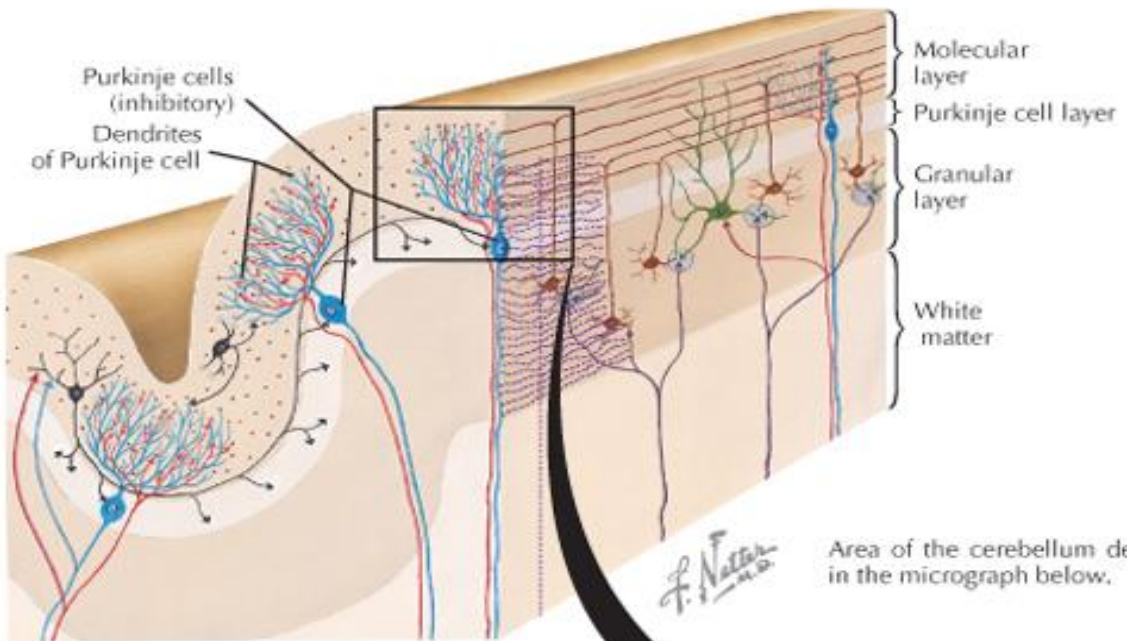
Golgiho
neuron
(žlutá)

Mozečkové
glomeruly
(modrá)



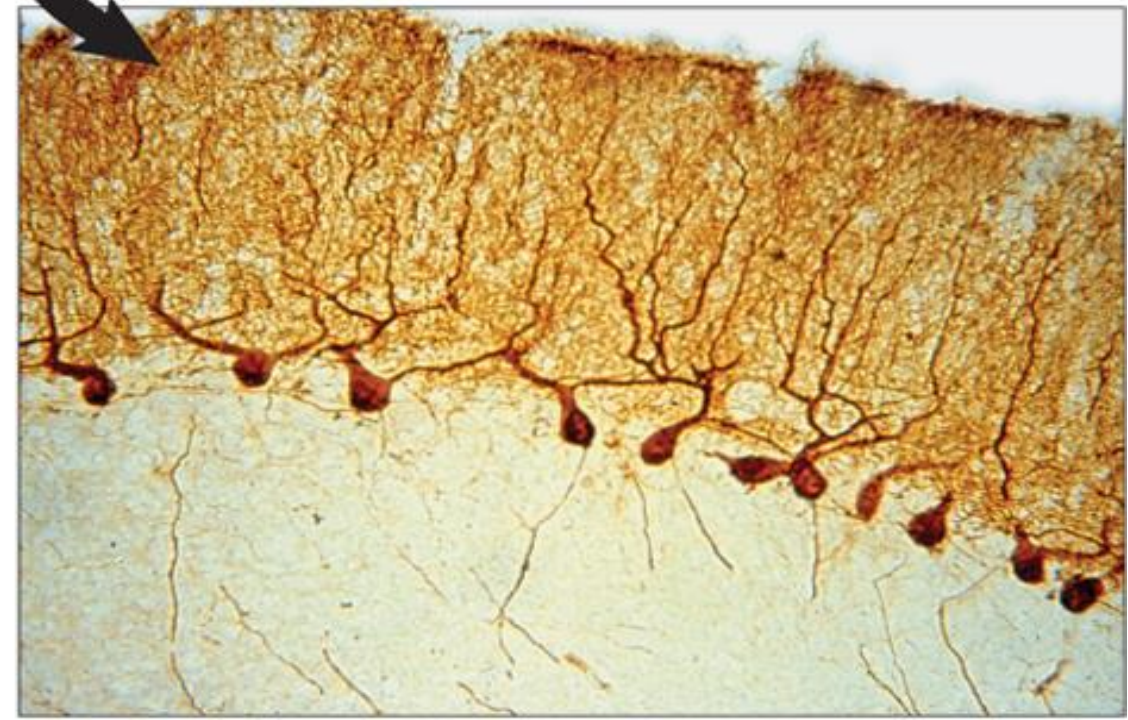
50 μm

Types of neurons in the cerebellar cortex.



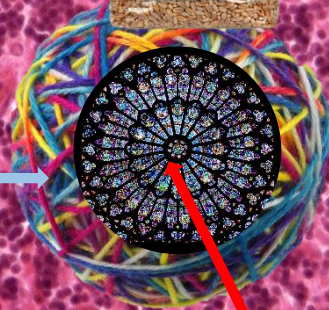
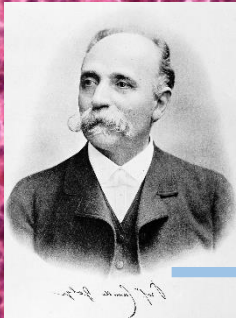
F. Netter M.D.

Area of the cerebellum delineated by the rectangle is seen in the micrograph below.



► **Immunocytochemical staining of Purkinje cells in the cerebellar cortex.** An antibody to parvalbumin selectively labels Purkinje cells, so that their cell bodies, basal axons, and elaborate apical fan-like dendritic tree are clear. 135x. Immunoperoxidase-diaminobenzidine. (Courtesy of Dr. K. G. Bainbridge)





Přehled mozečku

Kůra

- Stratum **moleculare** – košíčkové, hvězdicovité bb.
- Stratum **gangliosum** – Purkyňovy bb.
- Stratum **granulare** – Golgiho bb., granulární neurony

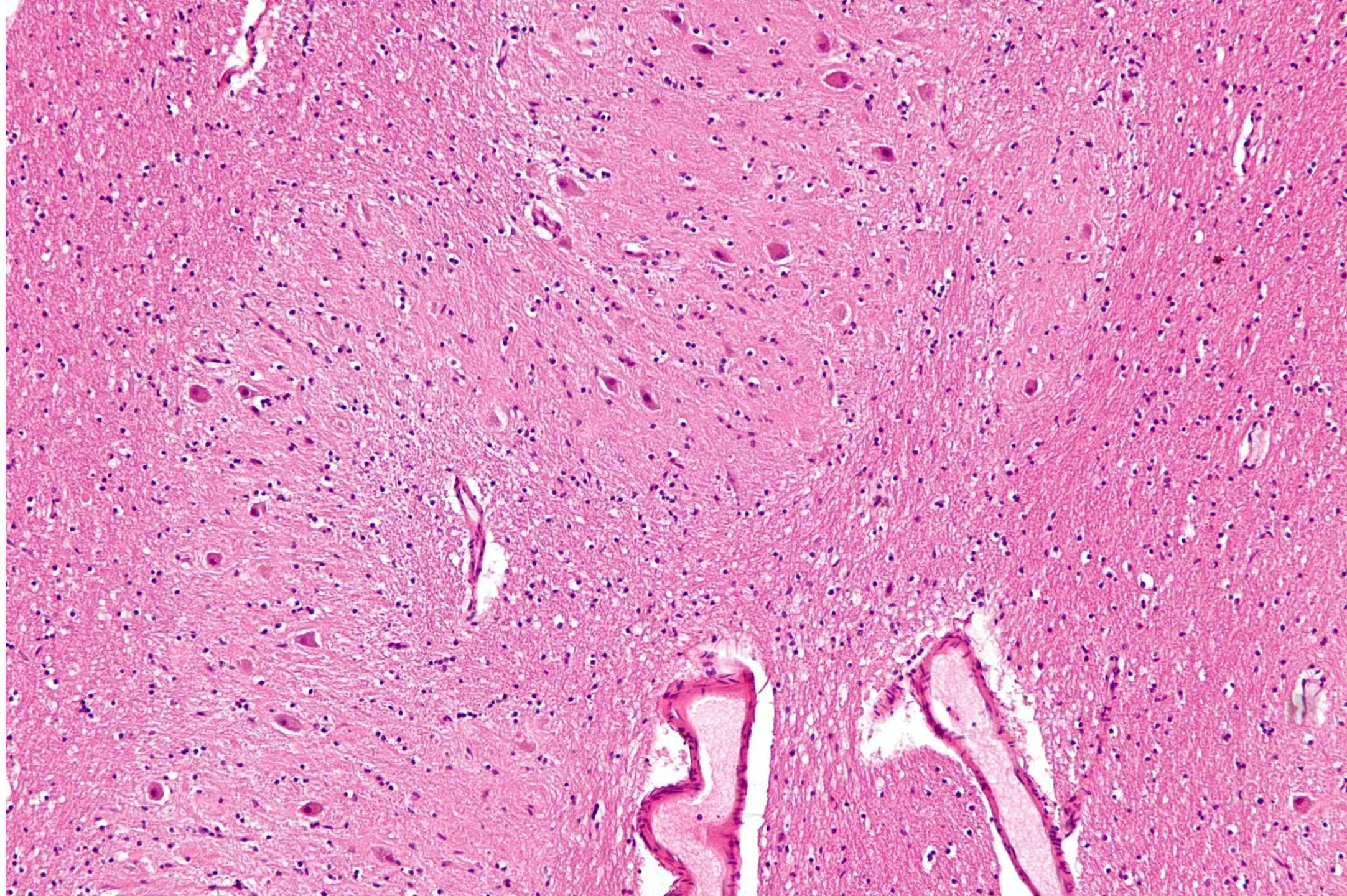
Bílá hmota

- **Vlákná mechová** (z nucleí pontis a dalších jader) a **vlákna šplhavá** (z oliva inferior)
- **Axony Purkyňových buněk** končící v jádrech mozečku
- Axony neuronů jader

Jádra mozečku

- Nucleus fastigii, nc. emboliformis, nc. globosus, nc. dentatus

5 neurony, 4 jádra, 3 vrstvy, 2 vlákna, 1 výstup

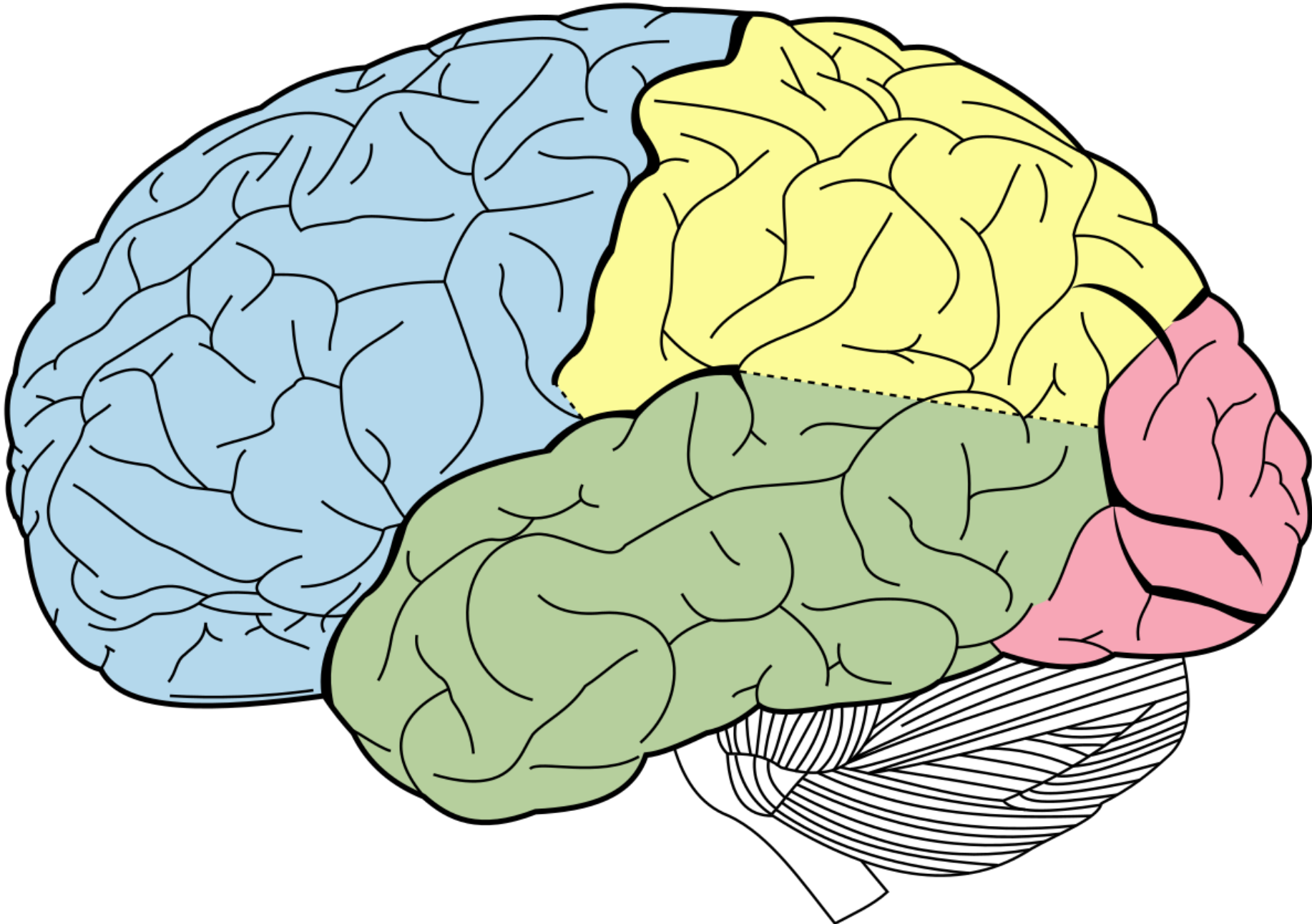


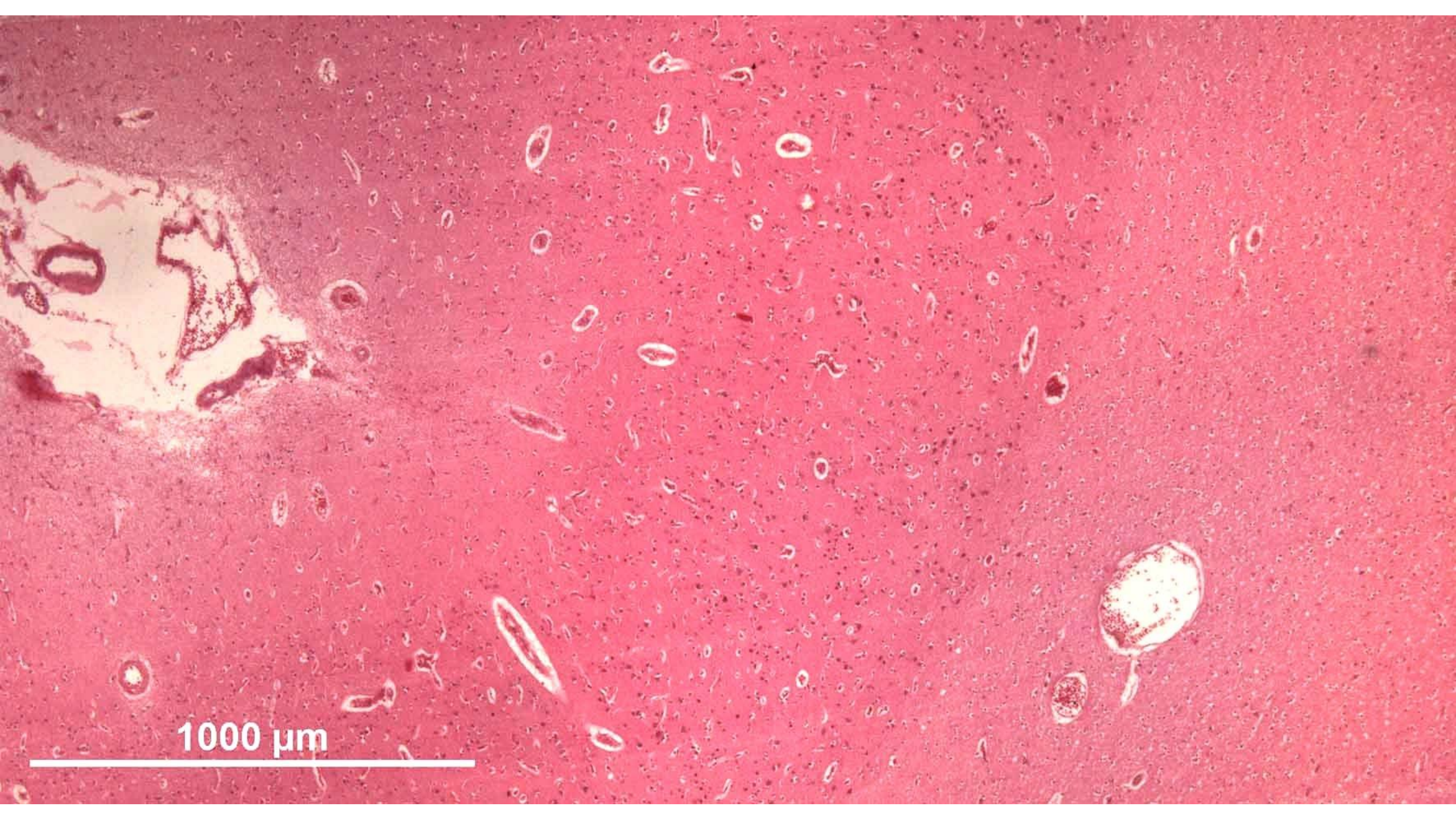
Úkoly a otázky:

1. Seřadte vzestupně následující struktury podle počtu Purkyňových buněk, se kterými vytváří synaptické kontakty: vlákna šplhavá, košíčkové buňky, vlákna mechová, paralelní vlákna
2. Jak se projeví poškození mozečku? Víte, jaká často užívaná návyková látka vyvolává mozečkový syndrom?
3. Co znamenají slova glomus a glomerulus? Zkuste vypsát struktury lidského těla s tímto jménem.

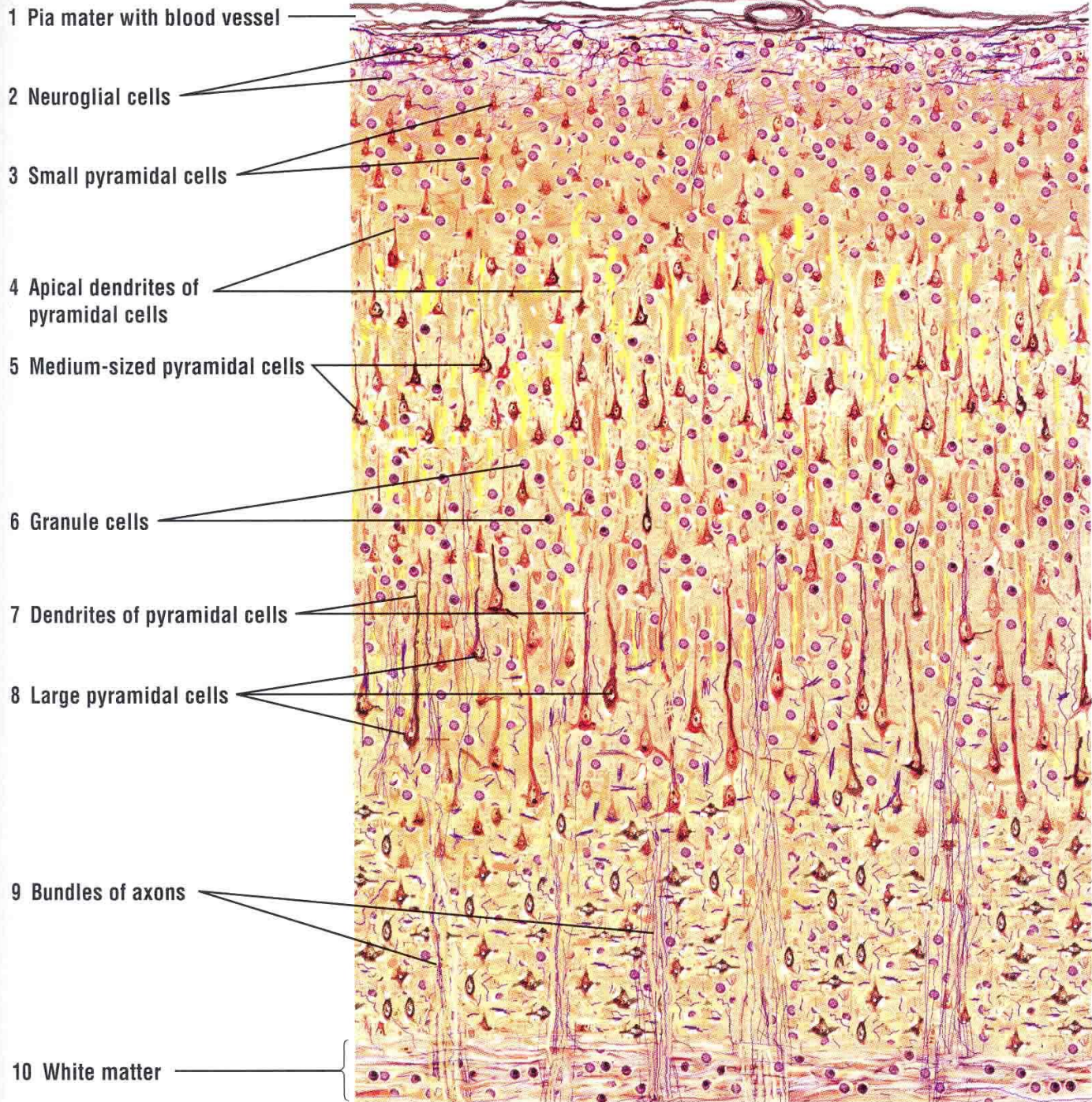
Úkoly a otázky:

1. Vlákna mechová (0), vlákna šplhavá (1), košíčkové buňky (10-12), paralelní vlákna (až 500)
2. Poškození mozečku se projeví zhoršenou stabilitou, nerovnováhou, zhoršenou koordinací pohybů (mezi symptomy patří ataxie, adiadochokineze, rebound fenomén, tremor, dysartrie...). Alkohol má negativní efekt na mozeček jak při akutní intoxikaci, tak při dlouhodobém užívání.
3. Klubko a klubíčko, např. glomus caroticum (chemoreceptor v arteria carotis), glomerulus ledviny, mozečkový glomerulus, glomerulus ofactorius (kontakt axonů neuroepitelových čichových buněk a mitrálních buněk v bulbus olfactorius)

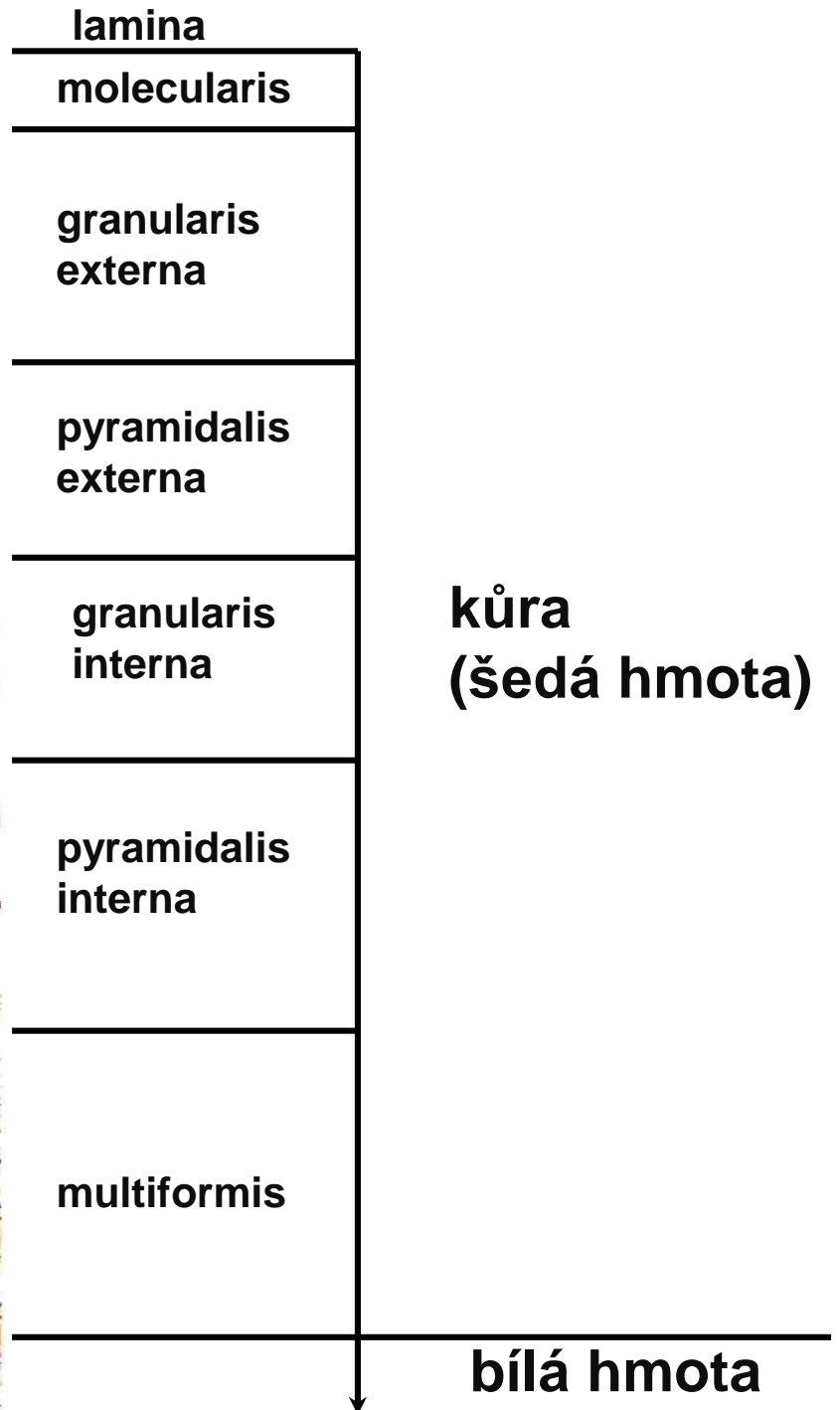




1000 μm

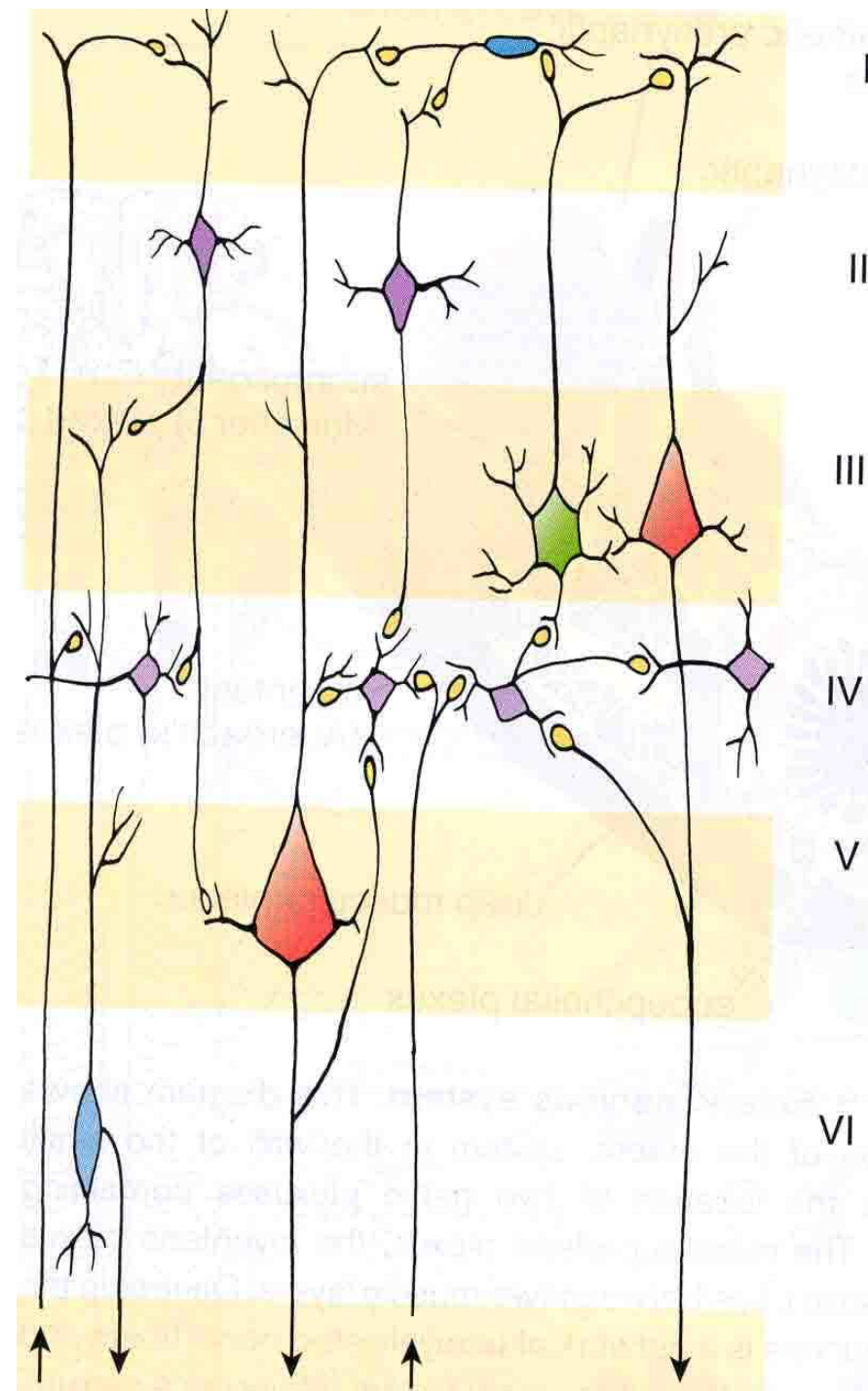
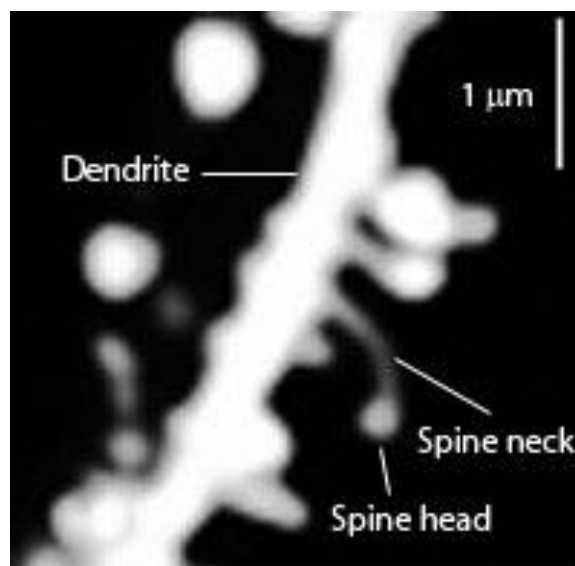
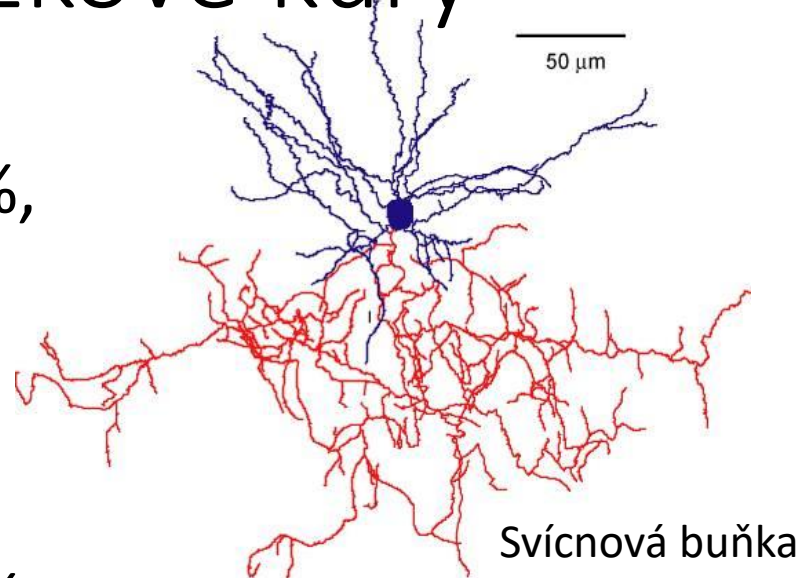


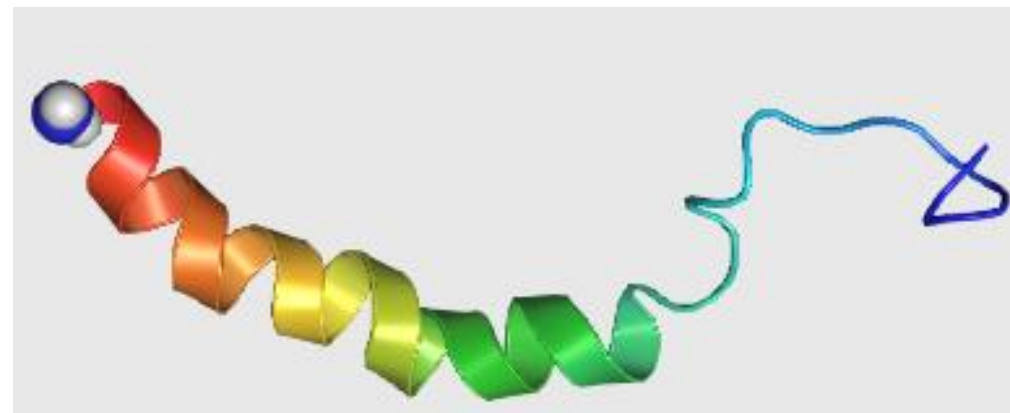
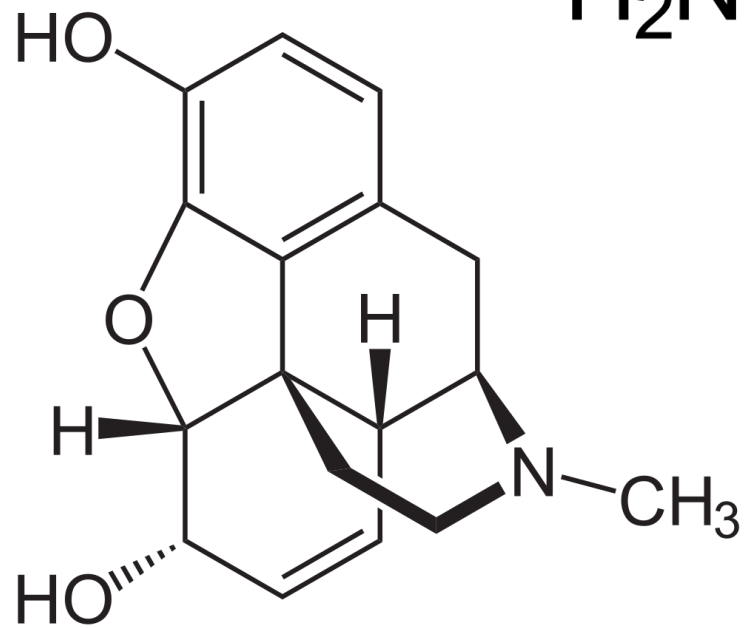
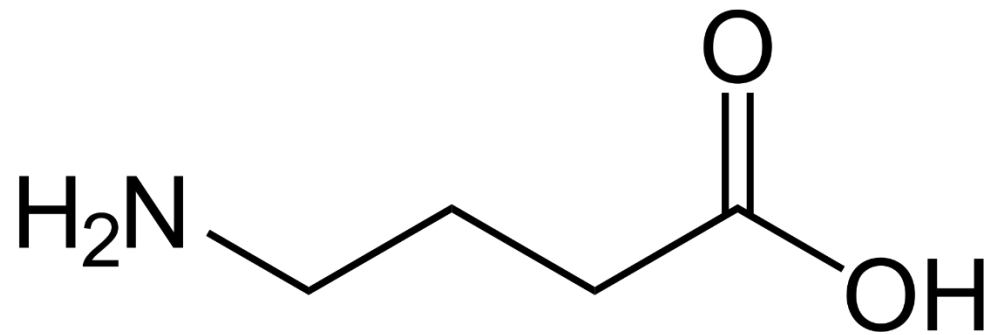
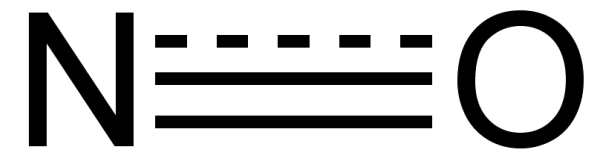
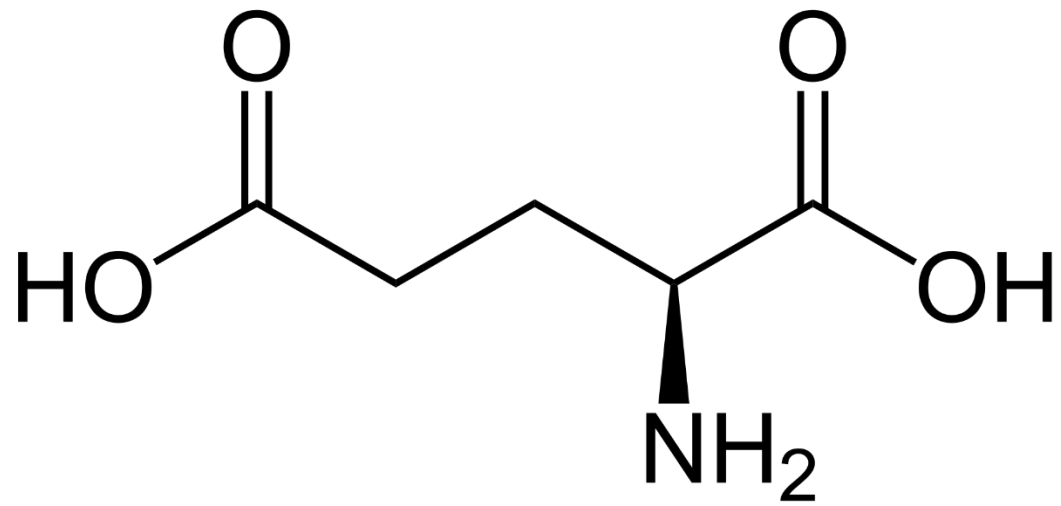
- 1 Pia mater with blood vessel
- 2 Neuroglial cells
- 3 Small pyramidal cells
- 4 Apical dendrites of pyramidal cells
- 5 Medium-sized pyramidal cells
- 6 Granule cells
- 7 Dendrites of pyramidal cells
- 8 Large pyramidal cells
- 9 Bundles of axons
- 10 White matter



Neurony mozkové kůry

- Inhibiční (20 – 30%, **GABA**)
 - Množství typů (např. košíčkovité, svíčnové...)
- Excitační (70 – 80%, **glutamát**)
 - Pyramidové
 - Hvězdicovité s dendritickými trny



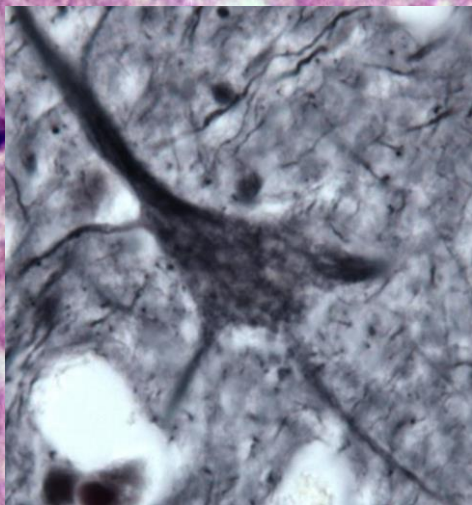
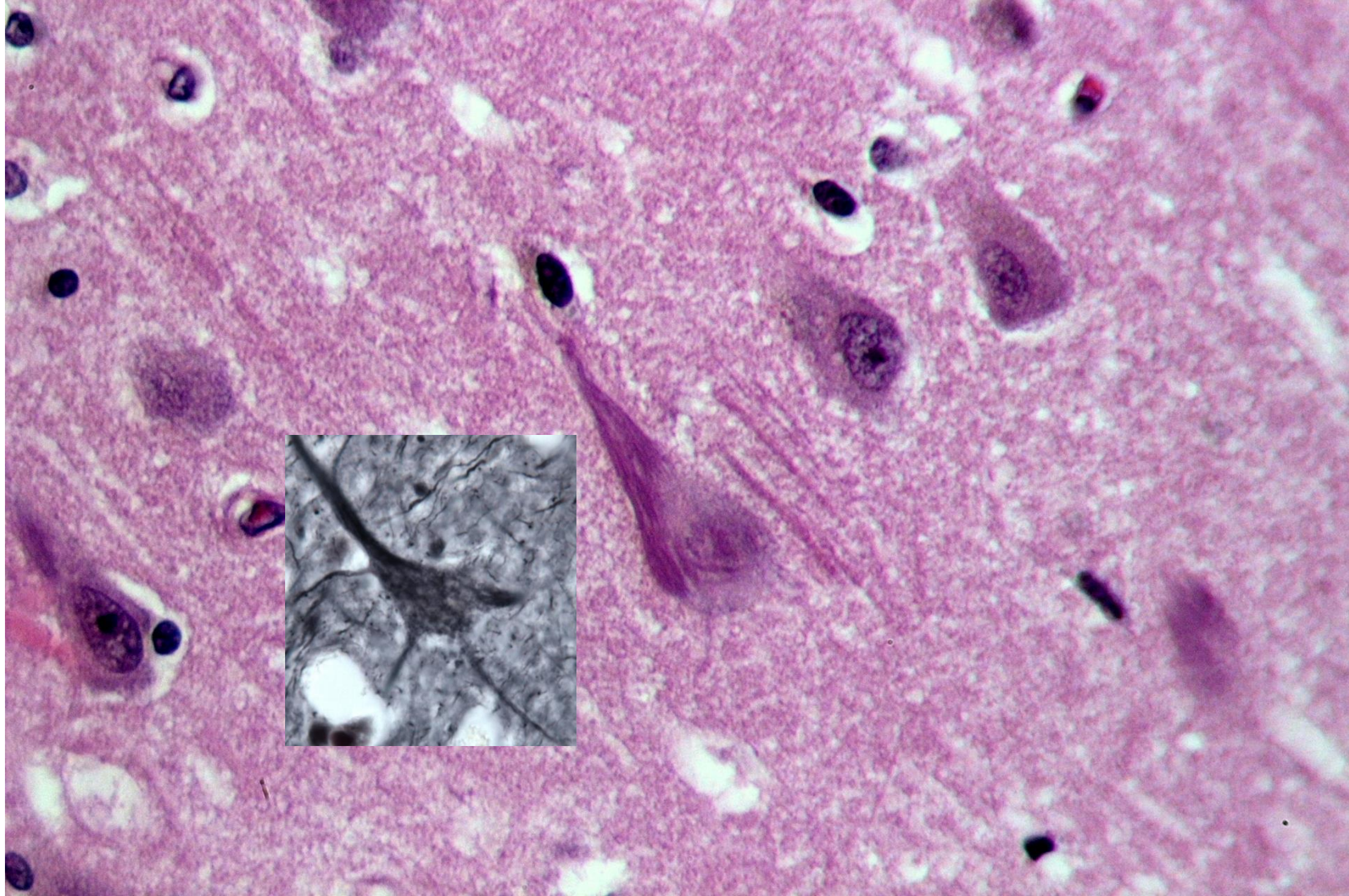


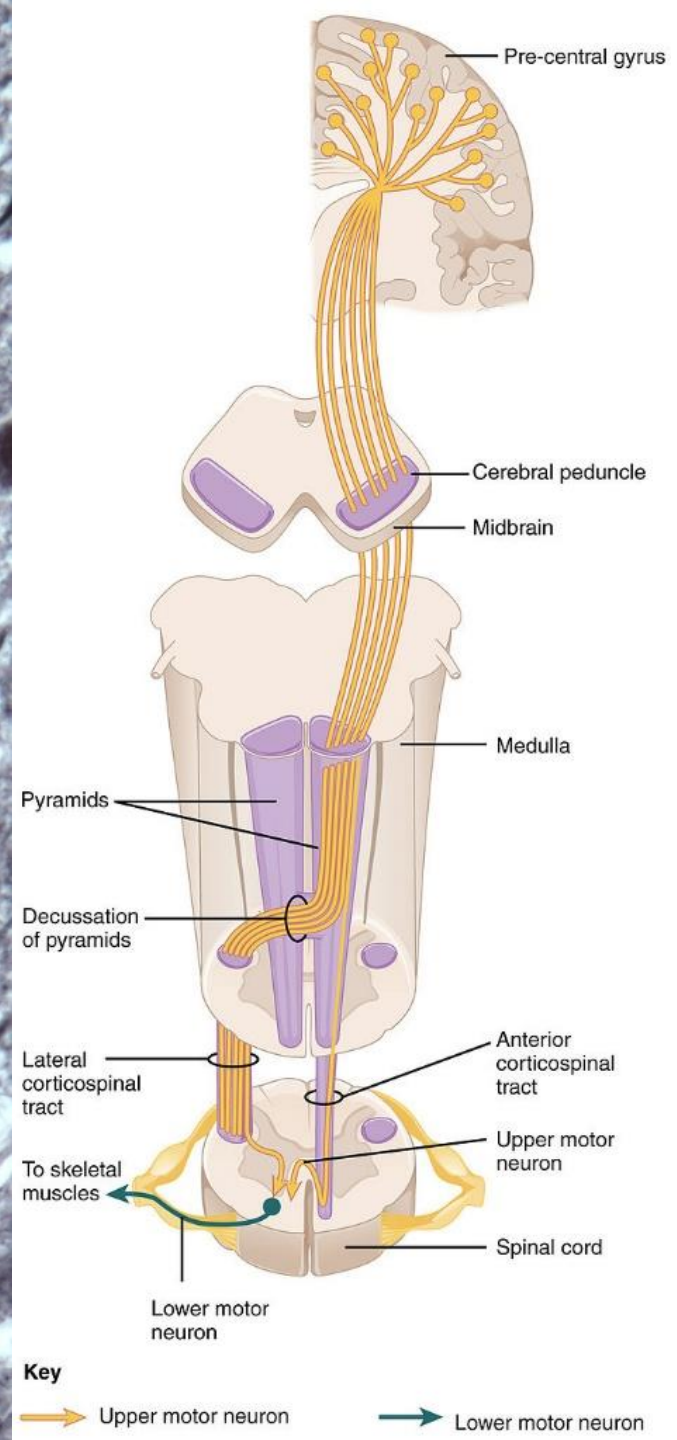
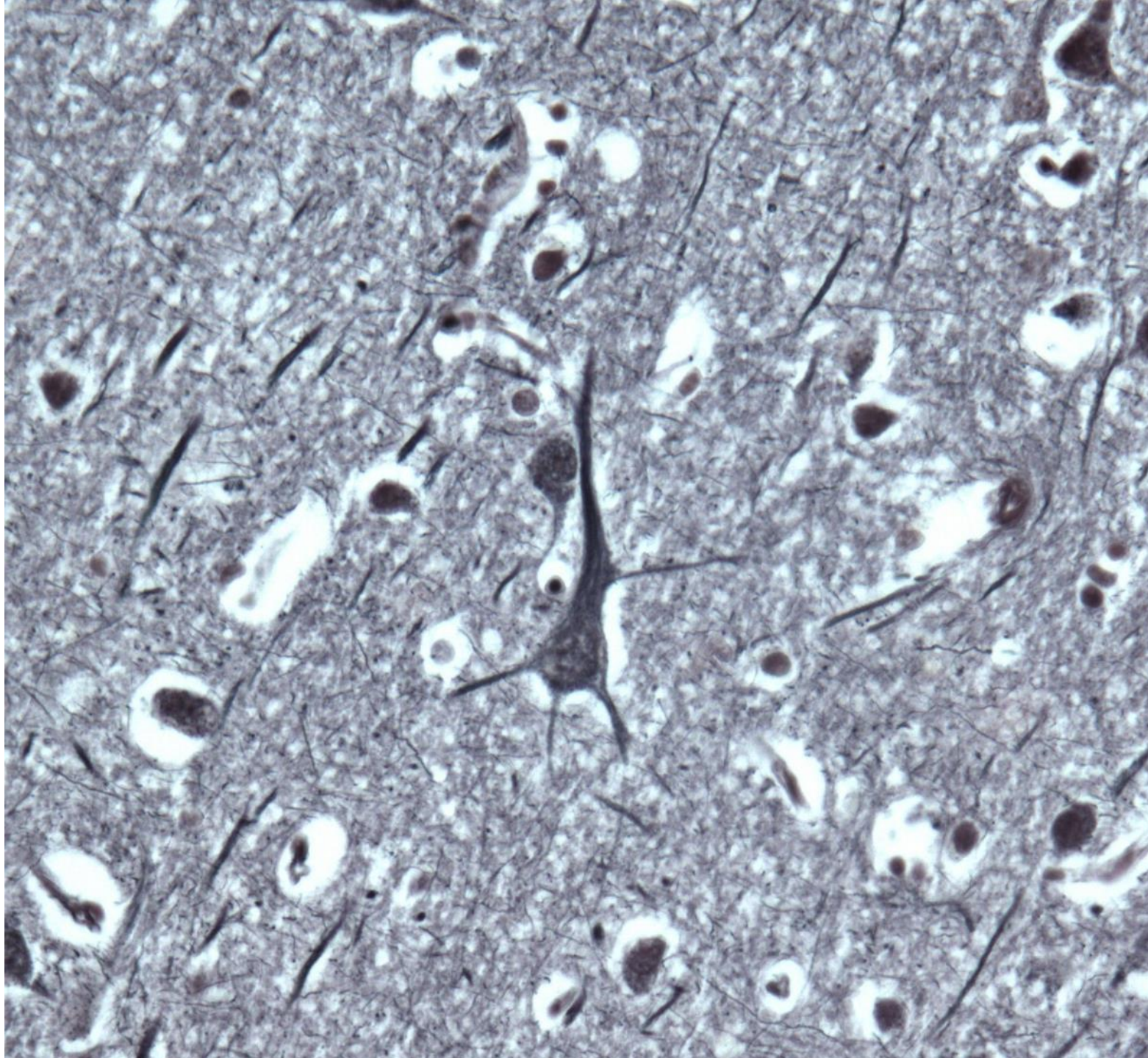
Otázky k zamyšlení:

1. Jaký myslíte, že je poměr excitačních a inhibičních neuronů u myši? Je tam více nebo méně inhibičních neuronů než u člověka?
2. Jakou funkci mají košíčkové neurony v mozečku? Ve které vrstvě se nacházejí?
3. Nacházejí se pyramidové neurony i v jiných vrstvách, než lamina pyramidalis externa et interna?
4. Co je hlavním výstupem mozkové kůry směrem k nižším částem CNS a k jiným oblastem kůry?

Otázky k zamyšlení:

1. Většinou se udává podíl okolo 15 procent u myši, u primátů se podíl celkově pohybuje mezi 20 a 30 procenty, v některých specifických částech bylo zjištěno až okolo 40 procent inhibičních neuronů.
2. Inhibují vždy několik Purkyňových buněk a tím modulují jejich funkci. Nacházejí se ve stratum moleculare.
3. Ano, menší pyramidové neurony se nacházejí v obou granulárních laminách i v lamina multiformis.
4. Jsou to zejména axony velkých pyramidových buněk v lamina V a VI, zatímco spoje s jinými oblastmi kůry (asociační či komisurální) pocházejí nejčastěji z lamina II. a III.





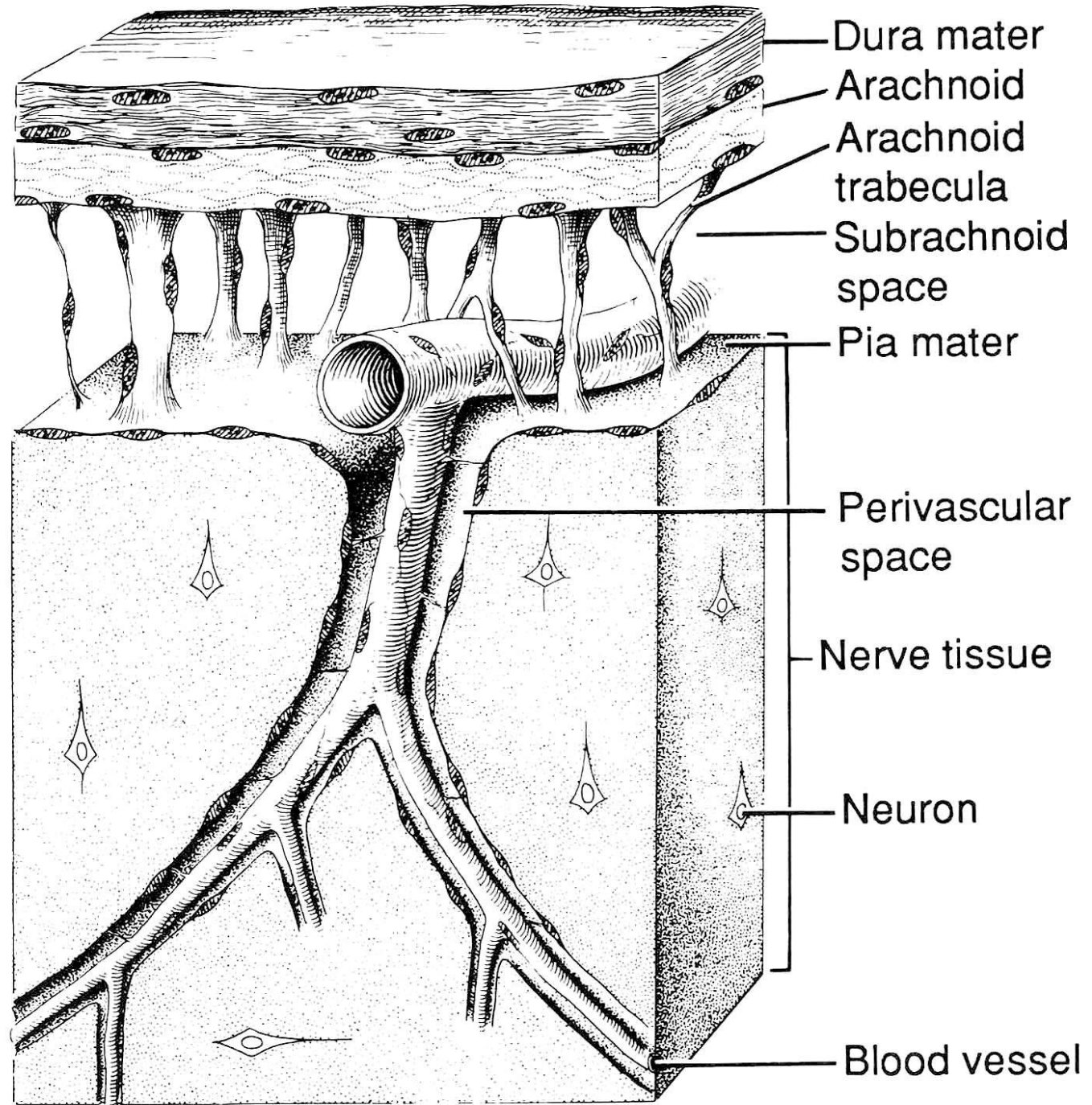
Mozková kůra – přehled

- Nachází se na povrchu mozku a člení se na **paleocortex** a **archicortex**, které se skládají ze tří vrstev, a šestivrstevný **neocortex**, struktura se tedy značně liší v jednotlivých oblastech kůry

Kůra je **vrstevnatá**, neocortex se člení na 6 vrstev:

- Lamina **molecularis**: poměrně málo buněčná vnější vrstva, obsahuje však četná vlákna
- Lamina **granularis externa**: malé bb.
- Lamina **pyramidalis externa**: dominantní jsou středně velké pyramidové bb.
- Lamina **granularis interna**: malé neurony jak excitační, tak inhibiční
- Lamina **pyramidalis interna**: až 100 mikrometrů velké pyramidové neurony **Betzovy** (jejich axony tvoří pyramidové dráhy)
- Lamina **multiformis**: směs mnoha neuronálních typů
- Všechny vrstvy obsahují velmi rozmanitou populaci inhibičních neuronů
- Obě granulární vrstvy jsou charakteristické přítomností neuronů menší velikosti
- Pozor, pyramidové buňky se nevyskytují výlučně v pyramidových vrstvách
- MGP GPM

Meningy



mícha

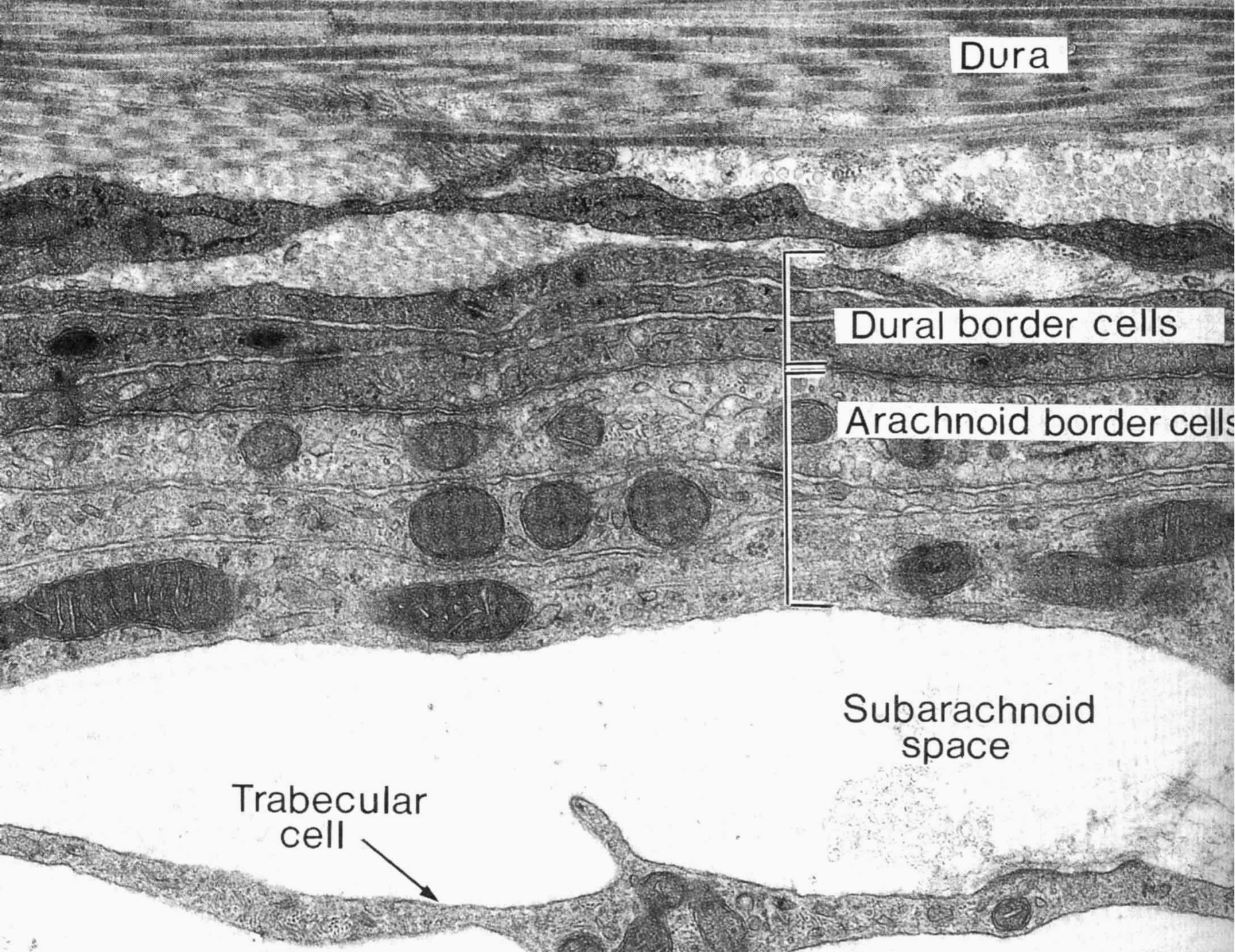


pia

arachnoidea

dura

50 μm



Dura

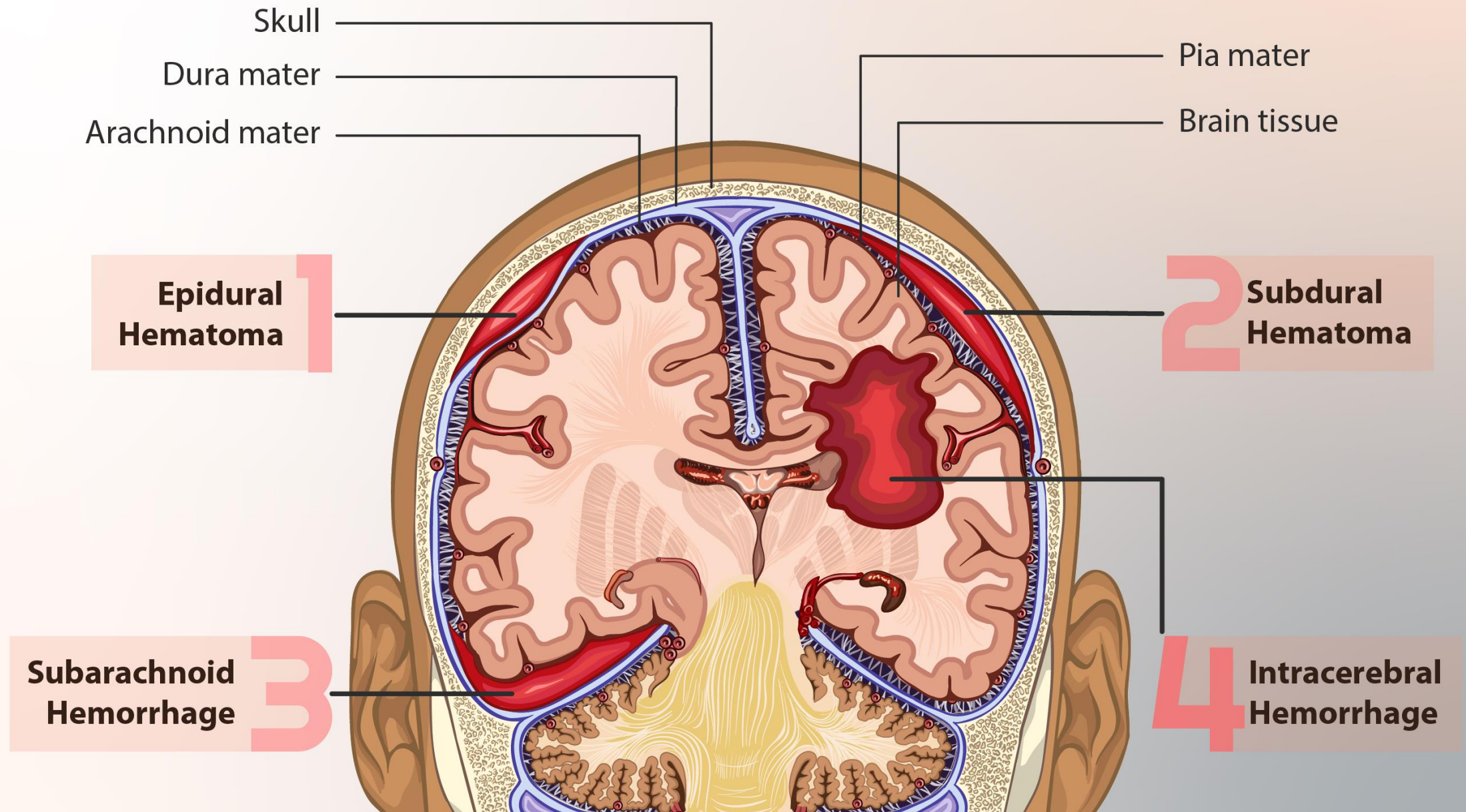
Dural border cells

Arachnoid border cells

Subarachnoid space

Trabecular cell

Types of brain hemorrhage



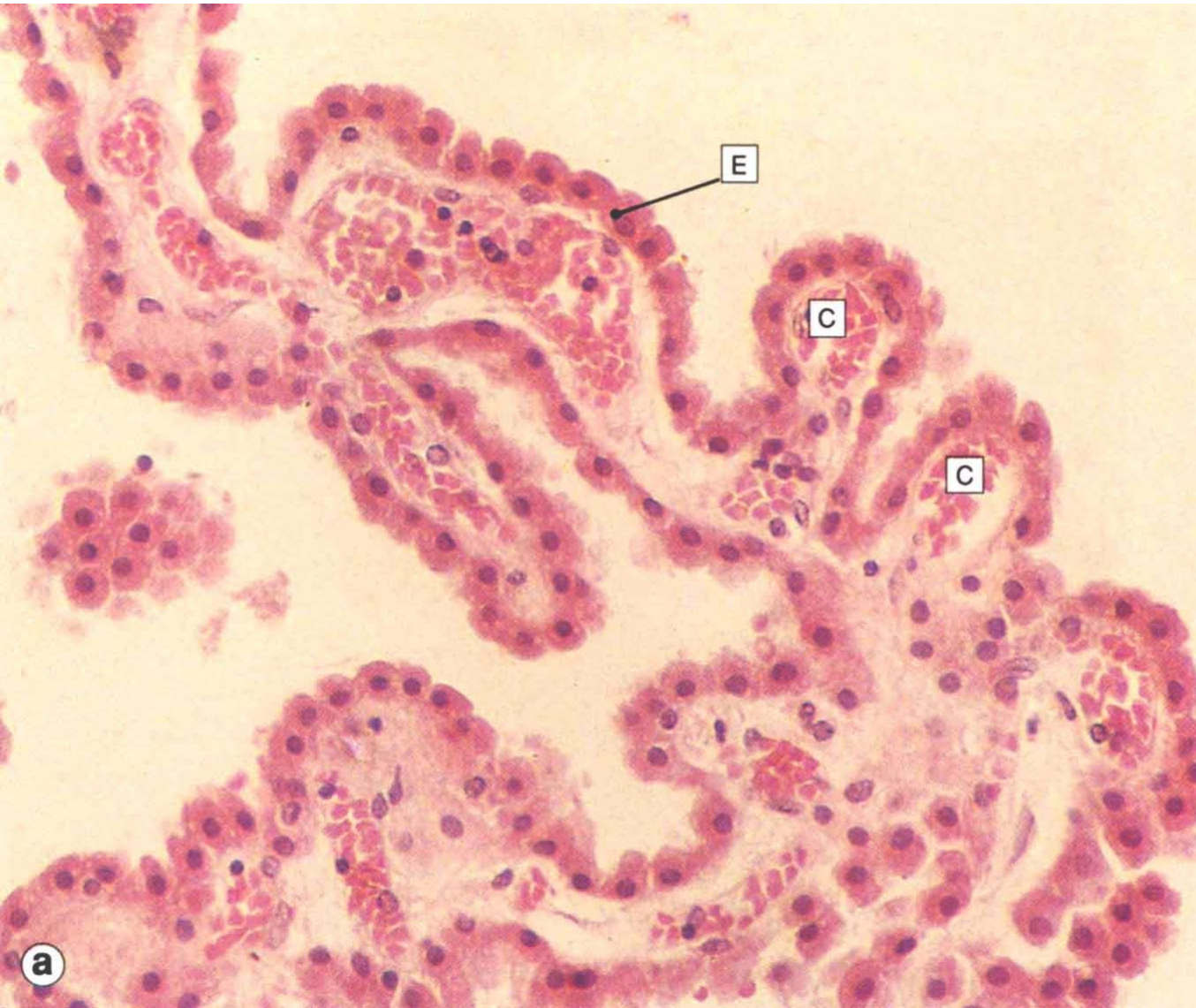
Otázky k zamyšlení:

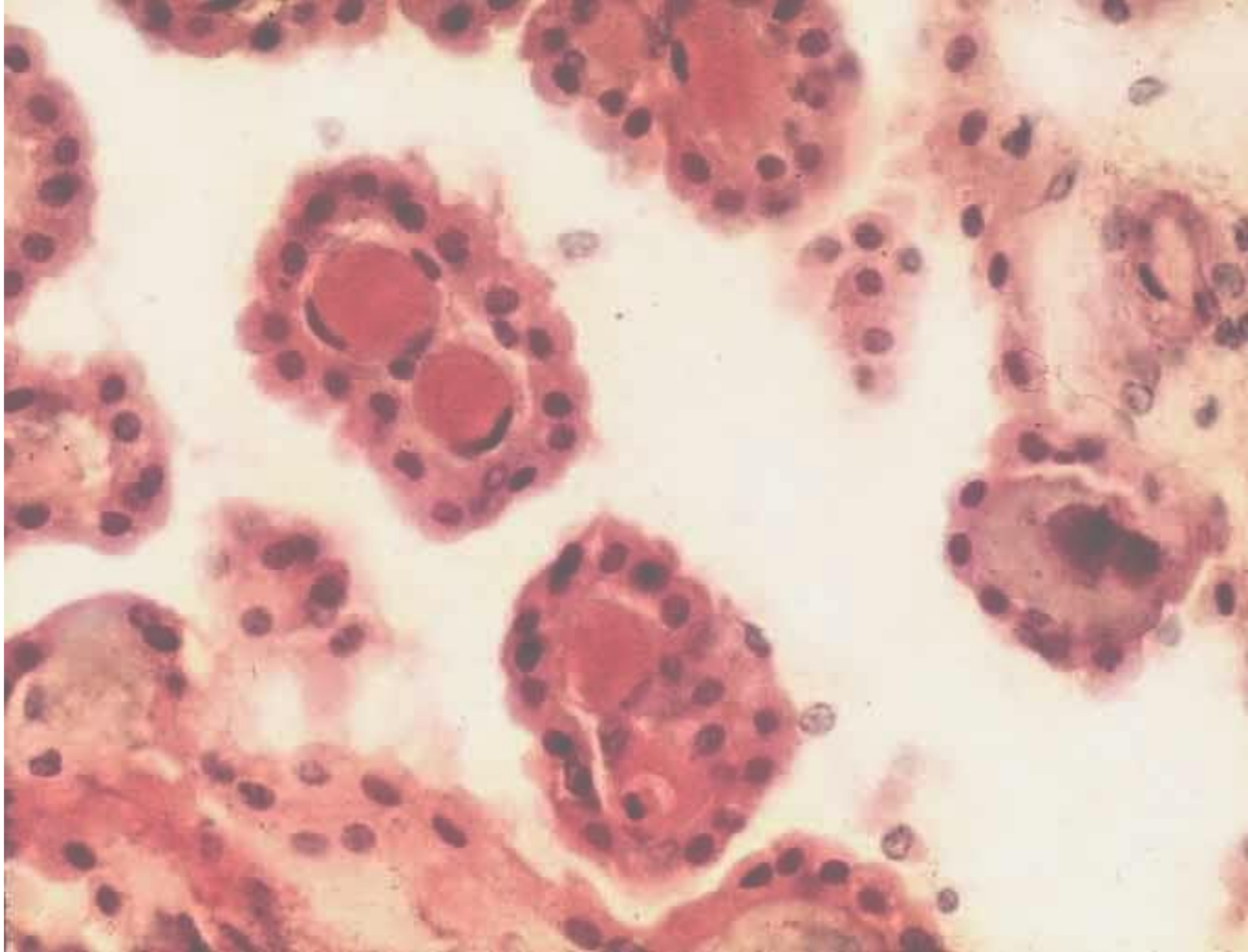
1. Co je to meningitida? Jak se projevuje? Co ji může způsobit?
2. Víte, jak se projevuje subarachnoideální krvácení?
3. Zkuste odhadnout, jaké skupiny lidí jsou nejvíce náchylné k subdurálnímu krvácení? Proč?

Otázky k zamyšlení:

1. Jedná se o zánět mozkových obalů projevující se například ztuhlostí šíje, bolestí hlavy, horečkou či fotofobií. Může ji způsobovat celá řada patogenů, zejména virových a bakteriálních. Proti některým (např. *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis*, *Haemophilus influenzae*) se dá očkovat.
2. Náhle vzniklou bolestí hlavy vedoucí až ke ztrátě vědomí, často v návaznosti na zvýšení tlaku (zvedání těžkých předmětů, kašel, defekace).
3. Větší náchylnost mají zejména senioři, neboť kombinují větší riziko pádu a atrofii mozku, která napíná cévy v subdurálním prostoru. Dalšími skupinami jsou sportovci, lidé s poruchami krevní srážlivosti, alkoholici a týrané děti.

Plexus choroideus





Otázky a úkoly:

1. Co tvoří hematolikvorovou bariéru? Porovnejte průchodnost této bariéry s hematoencefalickou bariérou.
2. Popište cirkulaci likvoru. Která struktura se stará o vstřebávání likvoru zpět do krve? Co se stane při poruše cirkulace likvoru?
3. Víte, co je to lumbální punkce? Jaké parametry při ní sledujeme?

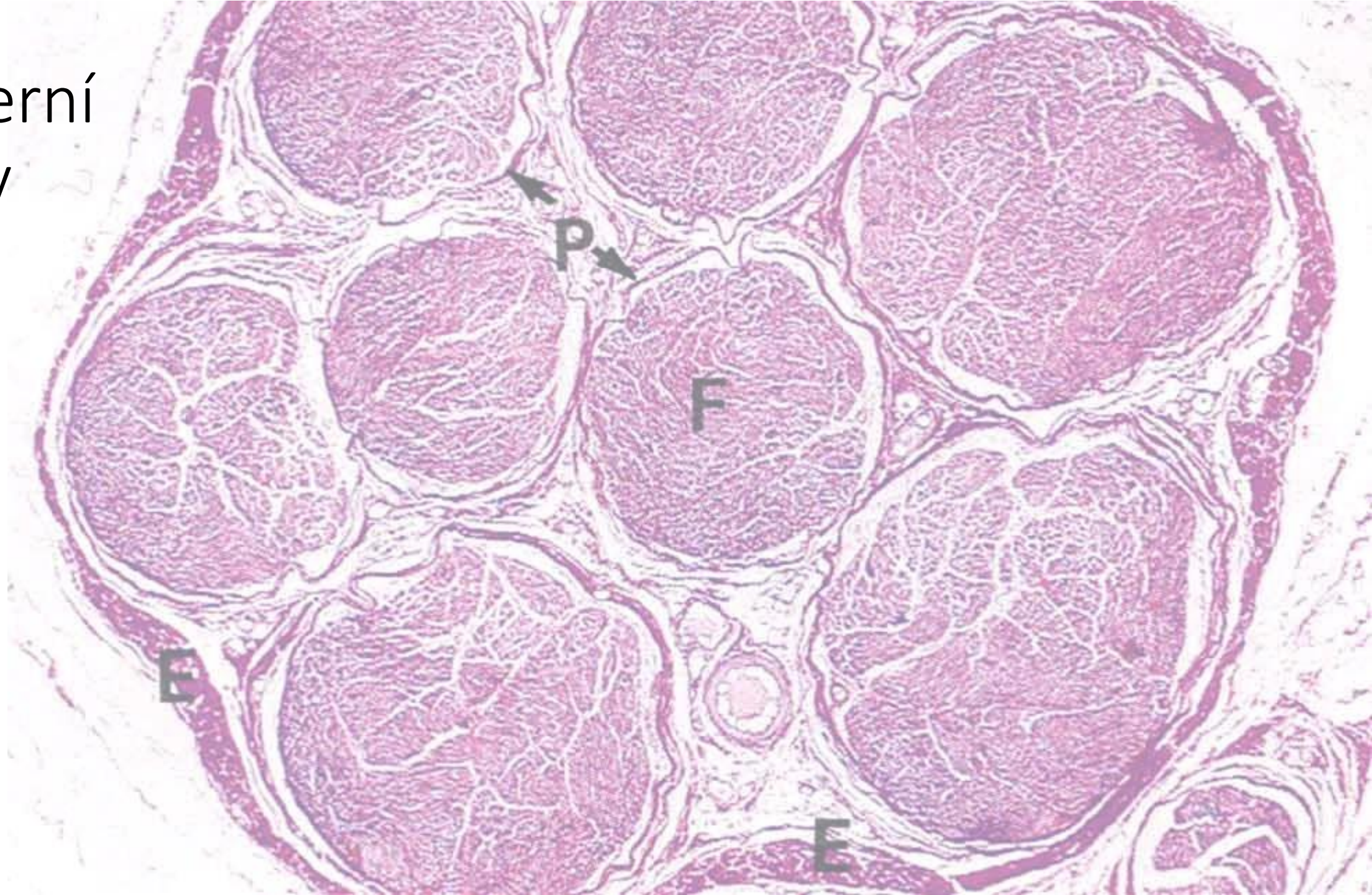
Otázky a úkoly:

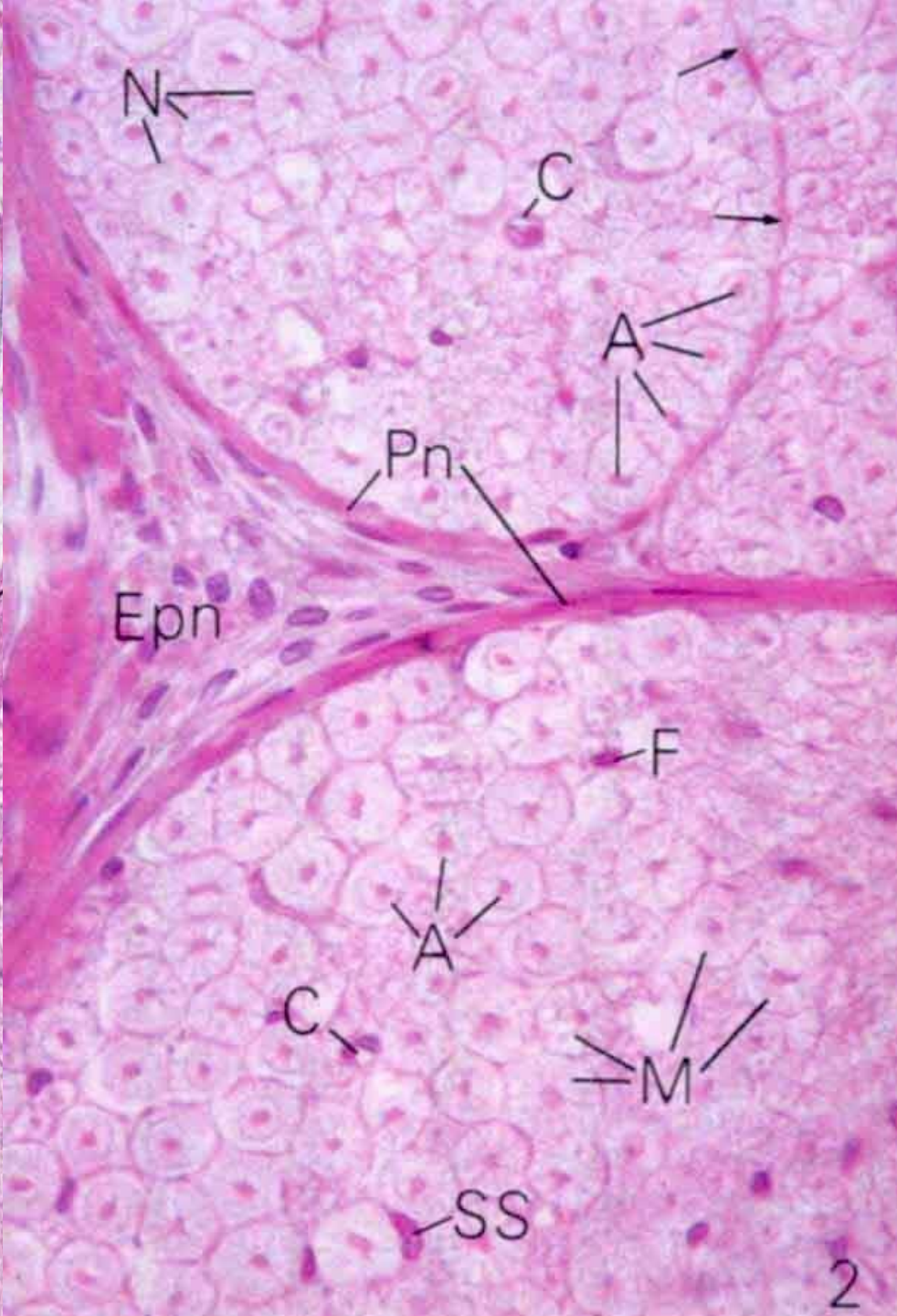
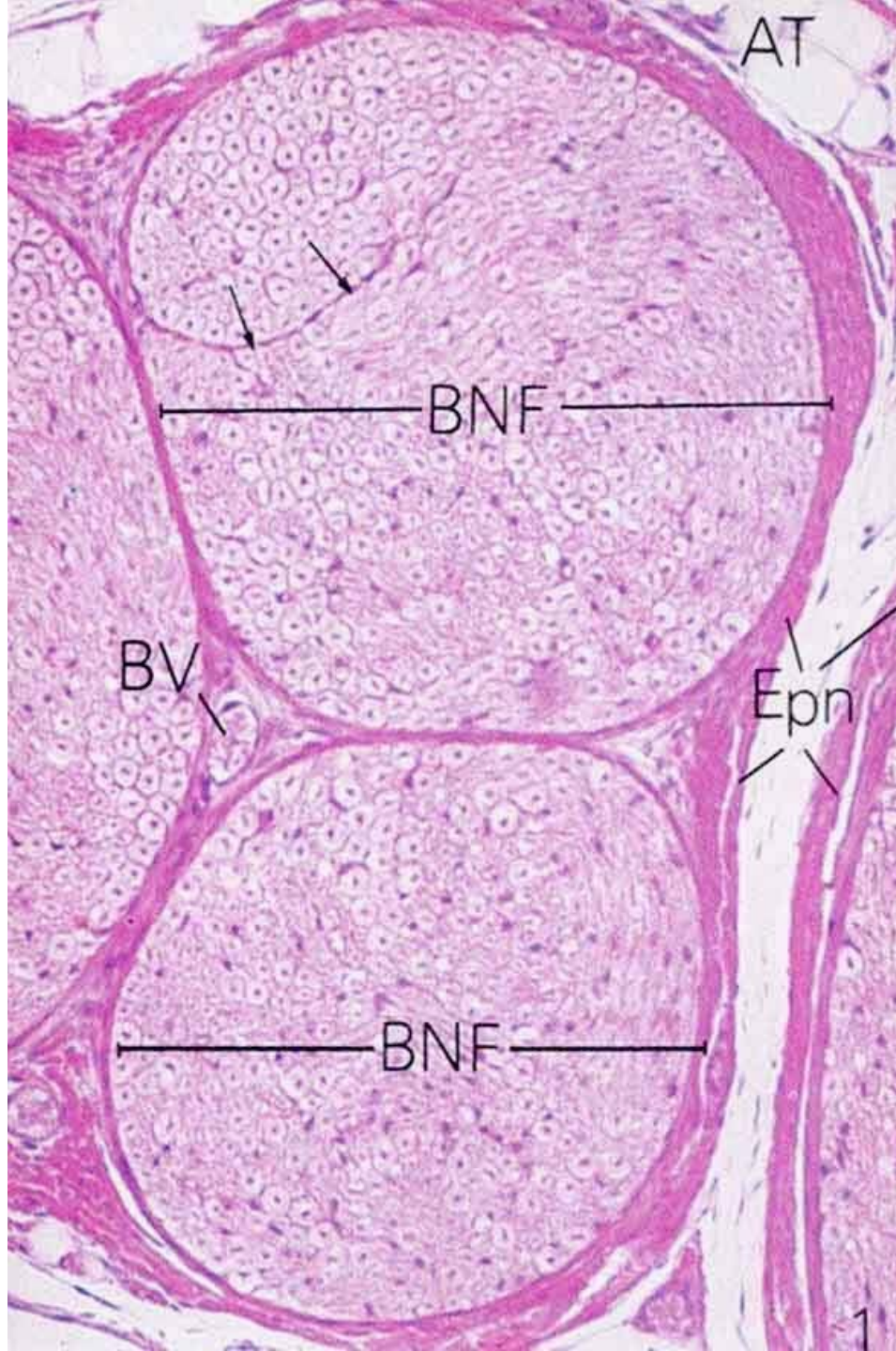
1. Hematolikvorová bariéra je zajišťována zejména spojovacími komplexy mezi epitelovými buňkami choroidálního plexu. Je relativně propustná ve srovnání s hematoencefalickou bariérou.
2. Po produkci v choroidálním plexu postranních komor se likvor přesouvá přes foramina Monroi do třetí a skrz canalis Sylvii do čtvrté mozkové komory a odtud se dostává přes foramen Magendii a foramina Luschkae do subarachnoidálního prostoru, kde se vstřebává do krve pomocí Pacchioniho granulací. Při poruše může vznikat hydrocefalus.
3. Punkce páteřního kanálu za účelem odběru likvoru. Vyšetřujeme jej zejména cytologicky, mikrobiologicky a biochemicky.

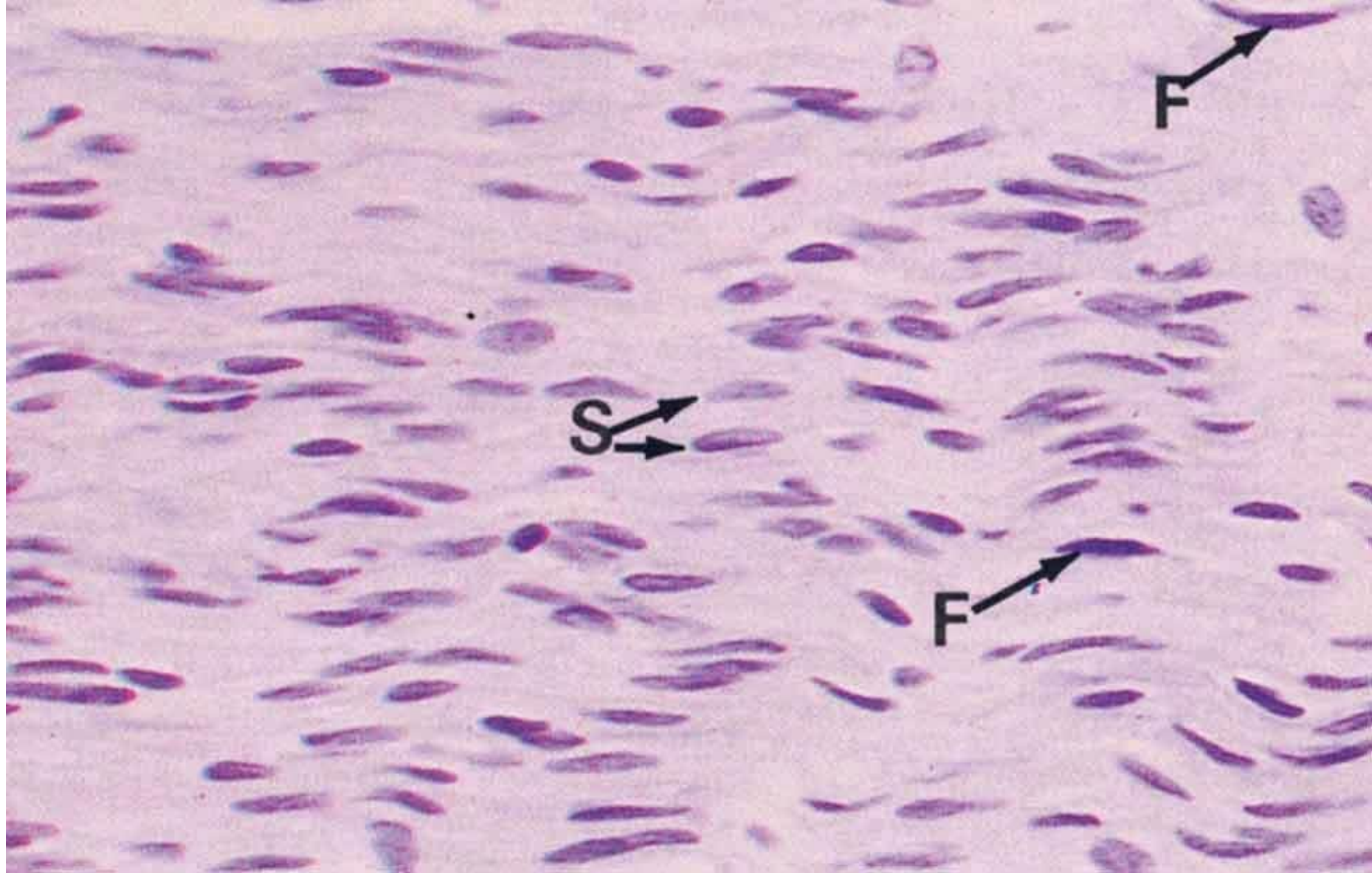
Obaly CNS a plexus choroideus – přehled

- **Dura mater** je tvořena **hustým kolagenním vazivem** a vnitřněji uloženou vrstvou plochých durálních hraničních buněk
- V lebce plynule přechází do periostu lebečních kostí a obsahuje **venózní sinusy**, v oblasti páteřního kanálu je vytvořen **epidurální prostor** obsahující tuk a cévní pleteně
- **Arachnoidea** je tvořena bezcévnou vazivovou tkání, na hranici s dura mater obsahuje **arachnoidální hraniční buňky**, pod touto tenkou vrstvou odstupují směrem k pia mater **trabekuly**
- **Pia mater** se nachází na povrchu CNS a sleduje také průběh cév, od CNS je oddělena pomocí **lamina limitans gliae superficialis**, skládá se z **bohatě vaskularizovaného řídkého kolagenního vaziva**
- **Plexus choroideus** je výchlipka pia mater do mozkových komor tvořená **řídkým kolagenním vazivem** s četnými kapilárami, na povrchu nacházíme **jednovrstevný kubický až nízce cylindrický epitel**

Periferní
nervy



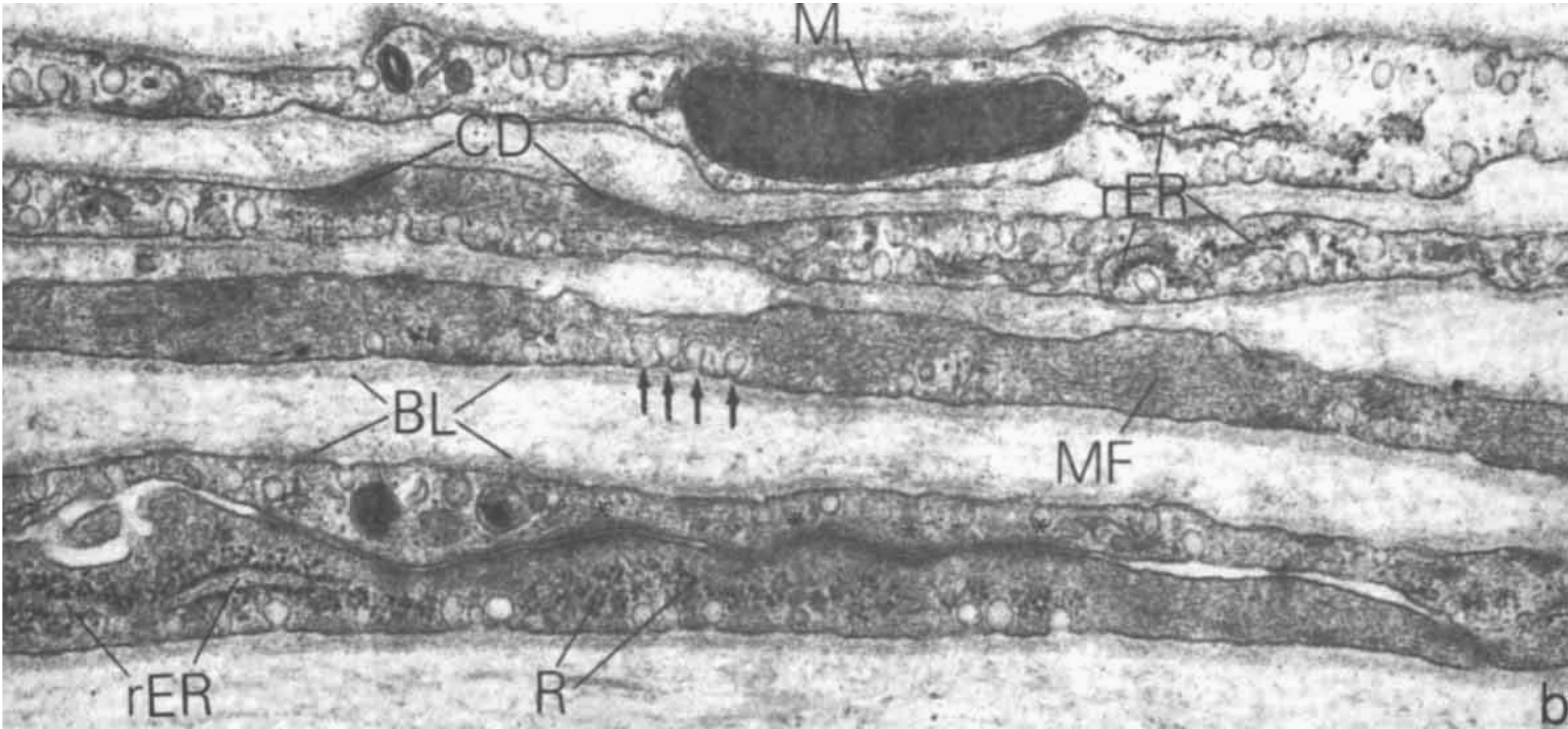






500 nm

Perineurium



Otázky a úkoly

1. Co se stane s neurony, pokud je nerv přerušen? Může nastat regenerace? Co se stane s inervovaným svalem?
2. Co je to schwannom? Který hlavový nerv bývá typicky postižen?

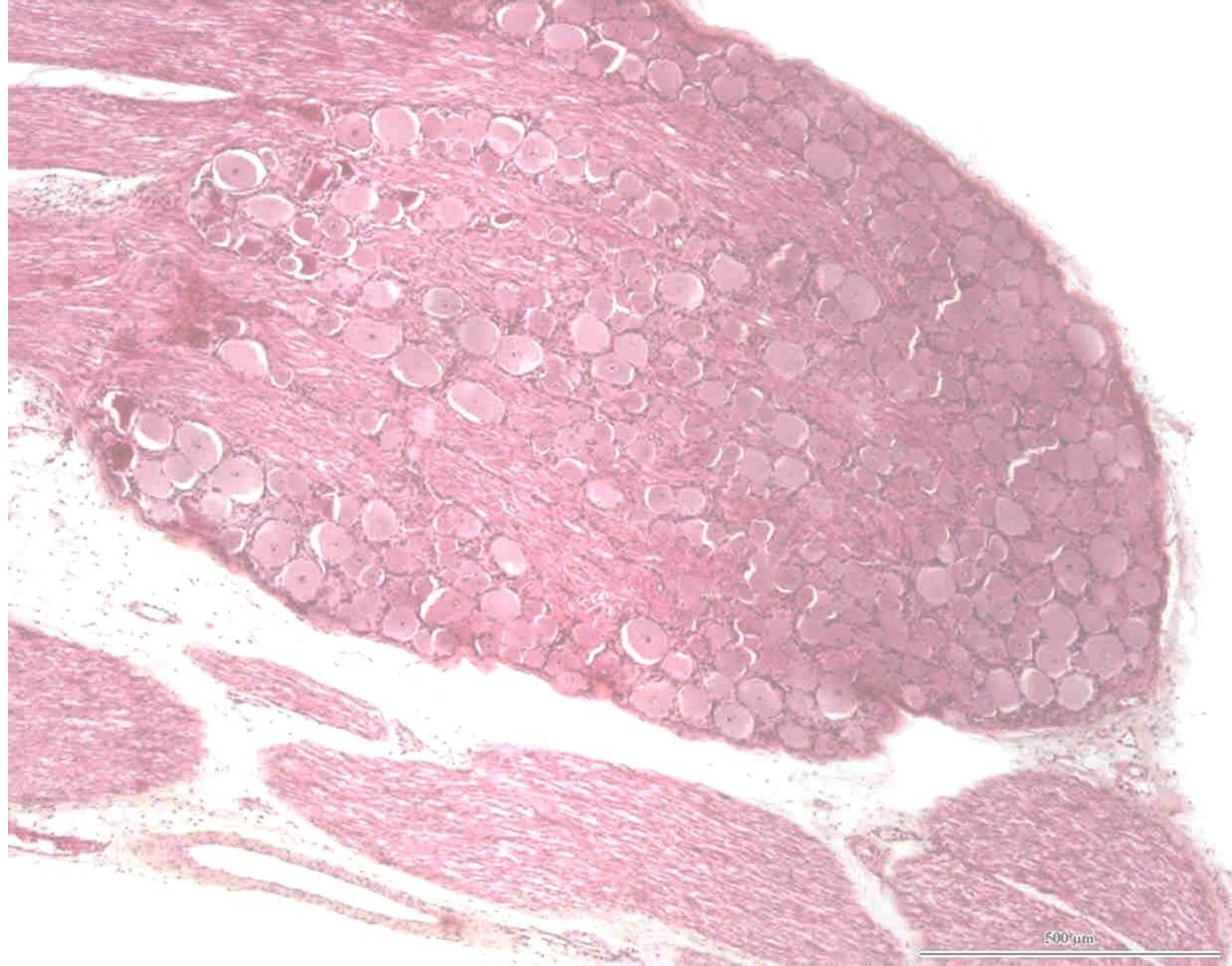
Otázky a úkoly

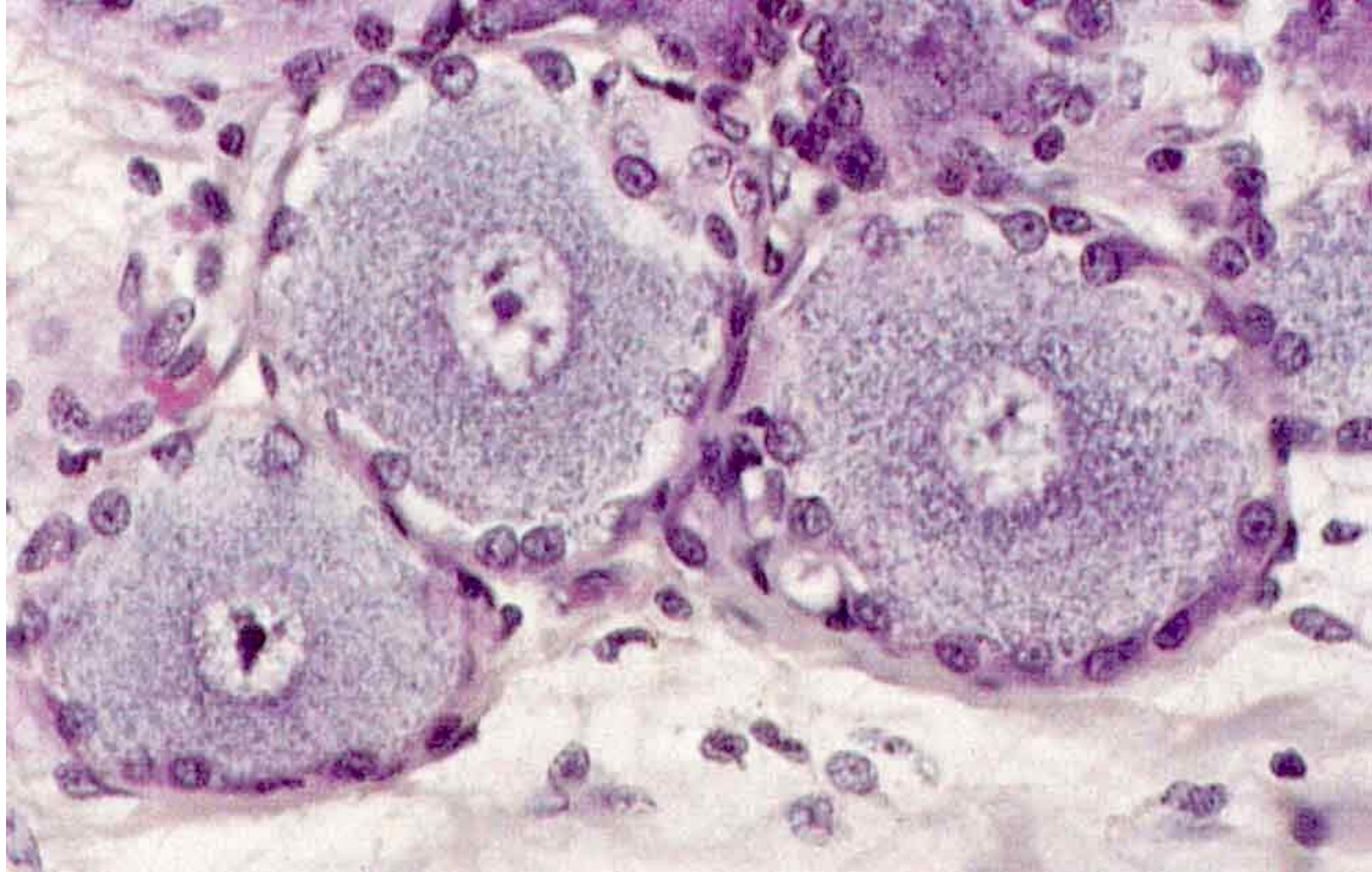
1. Při porušení axonu nastává tzv. **Wallerova degenerace**. Dochází k desintegraci cytoskeletu axonu a myelinové pochvy. V těle také dochází ke změnám, jako je například chromatolýza (ztráta Nisslovy substance). Schwannovy buňky vytvoří dráhu, kudy prorůstají výběžky z proximálního pahýlu axonu rychlostí asi 3 mm/den. Inervovaný sval atrofuje.
2. Je to benigní nádor ze Schwannových buněk. Nejtypičtější je vestibulární schwannom postihující VIII. hlavový nerv. Může být asociován s genetickým onemocněním – neurofibromatózou 2. typu.

Nervy – přehled

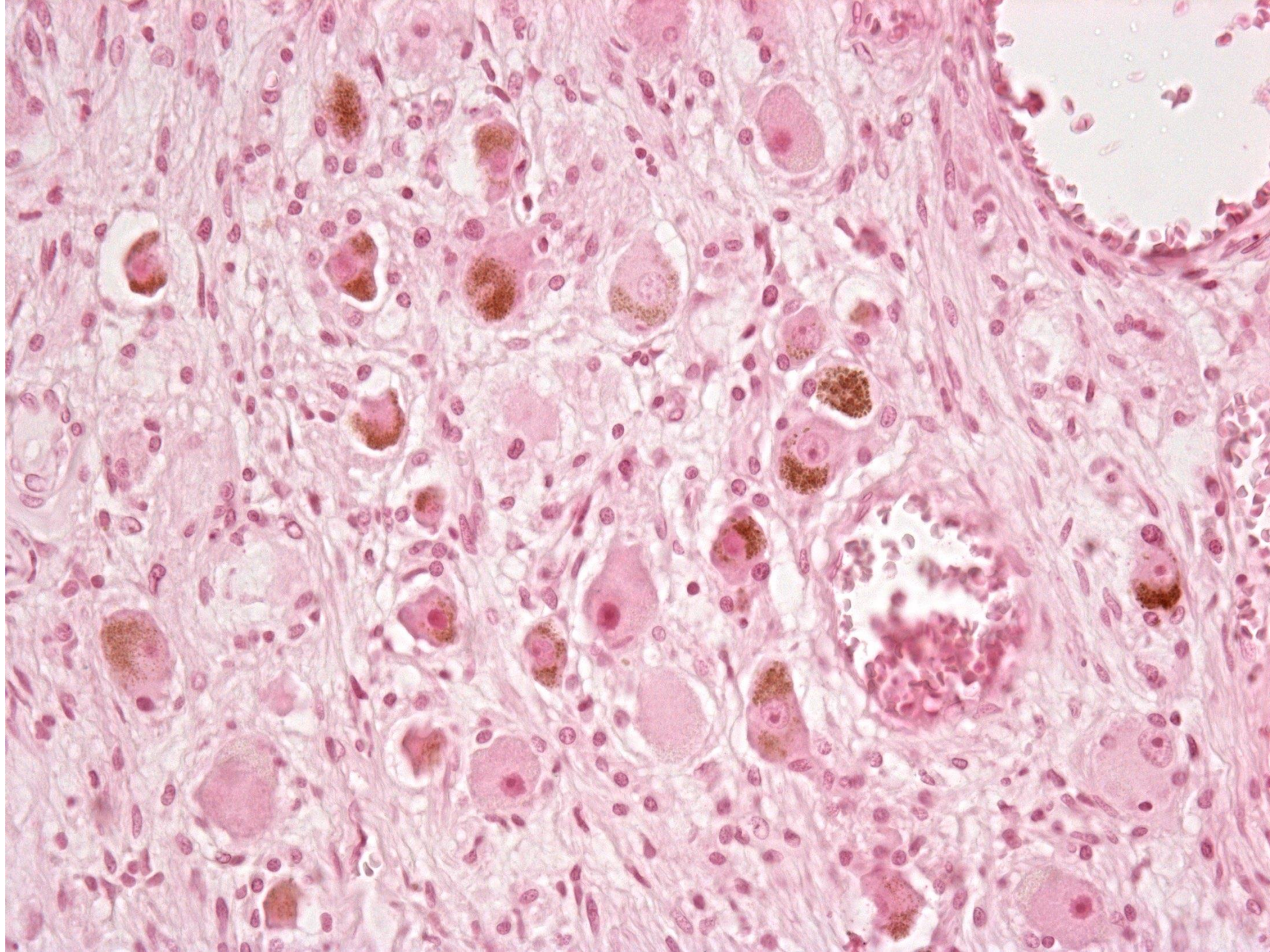
- Skládají se ze **svazků axonů** doprovázených **Schwannovými buňkami** a obalů
- Axony periferních nervů mohou být jak **myelinizované**, tak **nemyelinizované**, periferní myelin se trochu liší od centrálního
- Těla neuronů jsou v CNS, nebo v gangliích, v periferních nervech se jejich těla nenacházejí, zastižená jádra patří jiným buňkám
- Uvnitř jednotlivých axonálních svazků se nachází **endoneurium** (retikulární vlákna a amorfní hmota) a jsou obaleny **perineuriem** (několik vrstev zvláštních oploštělých buněk se znaky epitelu i pojiva, společně s fibroblasty a extracelulární matrix včetně kolagenních a retikulárních vláken)
- **Epineurium** se nachází na povrchu nervu a mezi jednotlivými svazky nervových vláken, je tvořeno **kolagenním vazivem** s poměrně četnými **cévami**

Spinální ganglion





Vegetativní ganglion



Ganglia – přehled

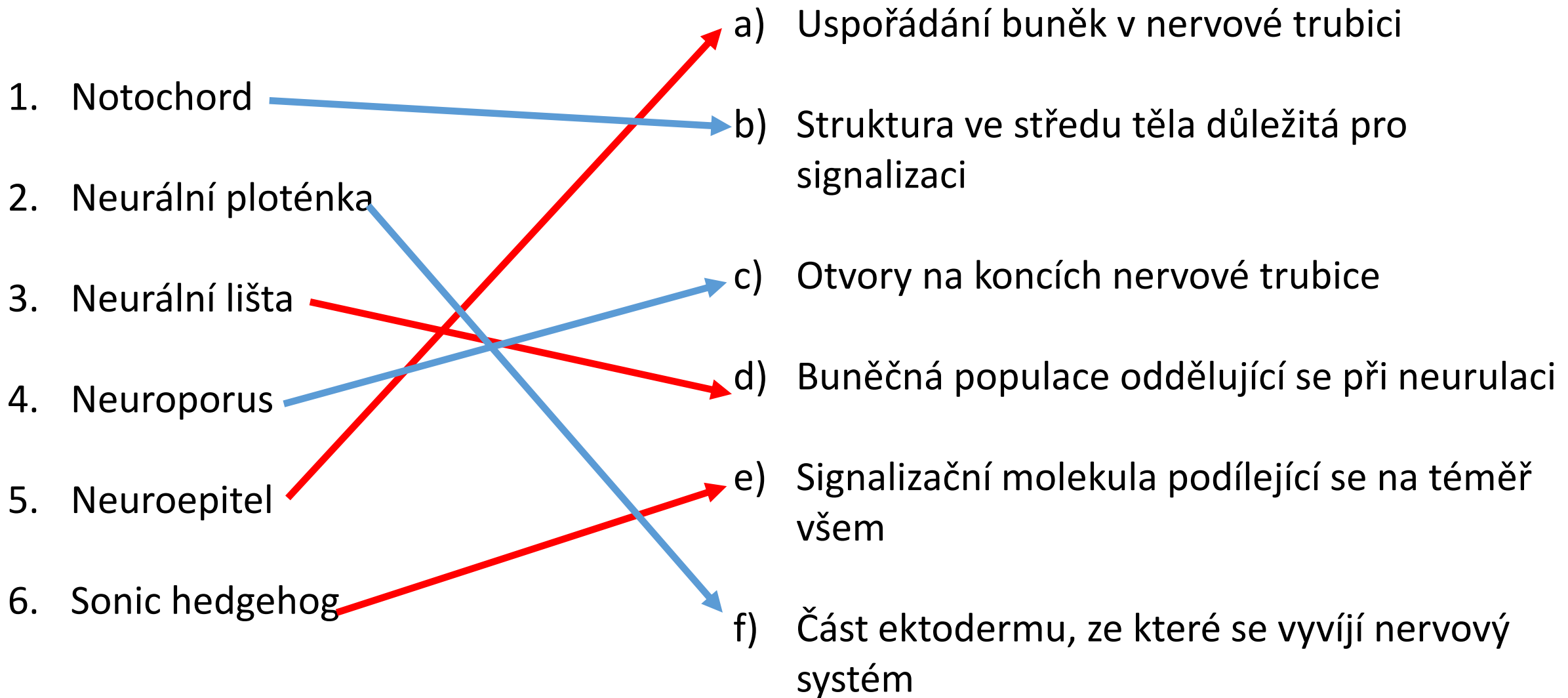
- **Skupiny neuronů** mimo CNS uložené v opouzdřených strukturách podél průběhu periferního nervu
- Těla neuronů jsou obklopena speciálními gliovými buňkami, nazývanými **satelitové buňky**
- **Senzitivní ganglia** obsahují aferentní pseudounipolární neurony a jsou uložena ve foramina intervertebralia u zadních míšních kořenů, nebo v průběhu hlavových nervů
- Ganglia VIII. hlavového nervu obsahují neurony bipolární
- **Autonomní ganglia** obsahují eferentní multipolární neurony
- **Sympatická ganglia** jsou větší a nacházejí se v blízkosti páteře (**paravertebrální a prevertebrální**)
- **Parasympatická ganglia** jsou v hlavové části umístěna v průběhu nervů **III., VII., IX., X.**, ostatní drobná ganglia bývají uložena **v blízkosti cílových orgánů**, často dokonce **intramurálně**
- Jako zvláštní část ANS se někdy vyčleňuje mohutný **enterický nervový systém**

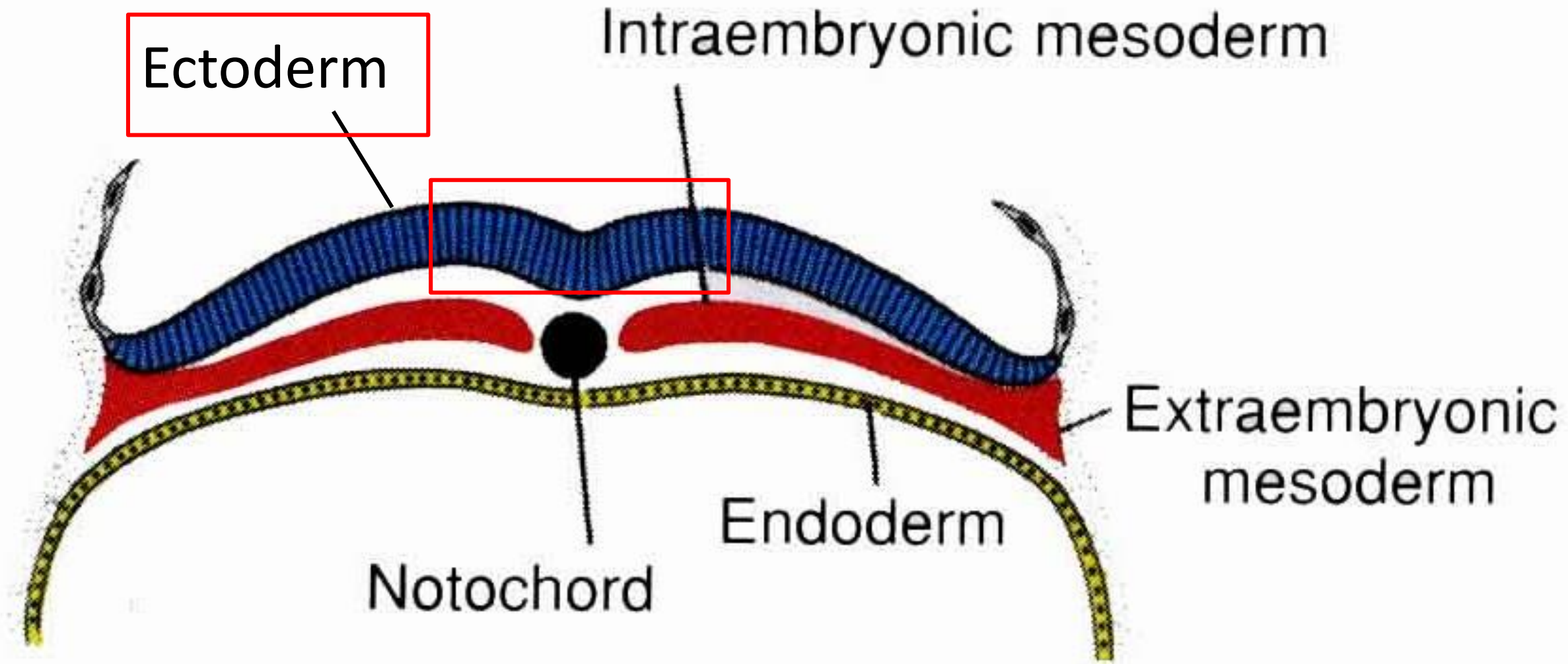
Pojmy embryologie

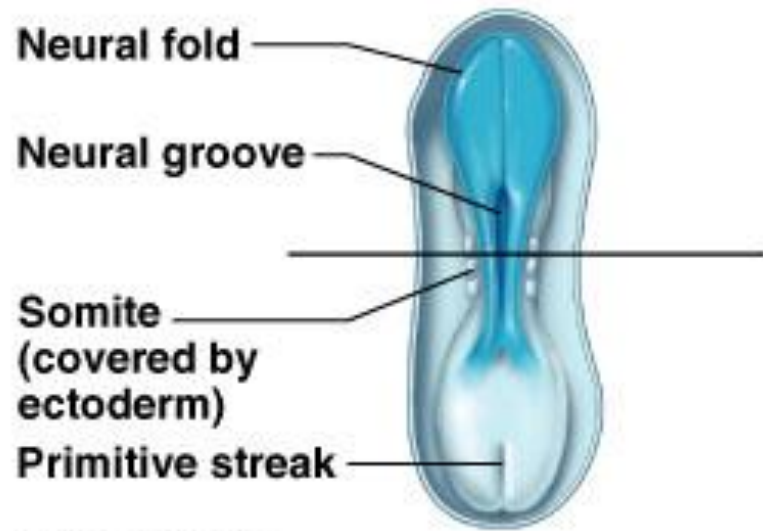
1. Notochord
2. Neurální ploténka
3. Neurální lišta
4. Neuroporus
5. Neuroepitel
6. Sonic hedgehog

- a) Uspořádání buněk v nervové trubici
- b) Struktura ve středu těla důležitá pro signalizaci
- c) Otvory na koncích nervové trubice
- d) Buněčná populace oddělující se při neurulaci
- e) Signalizační molekula podílející se na téměř všem
- f) Část ektodermu, ze které se vyvíjí nervový systém

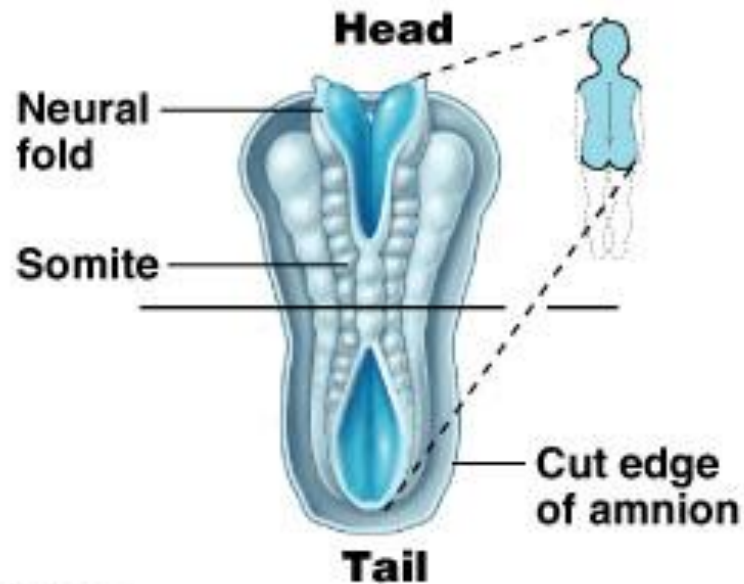
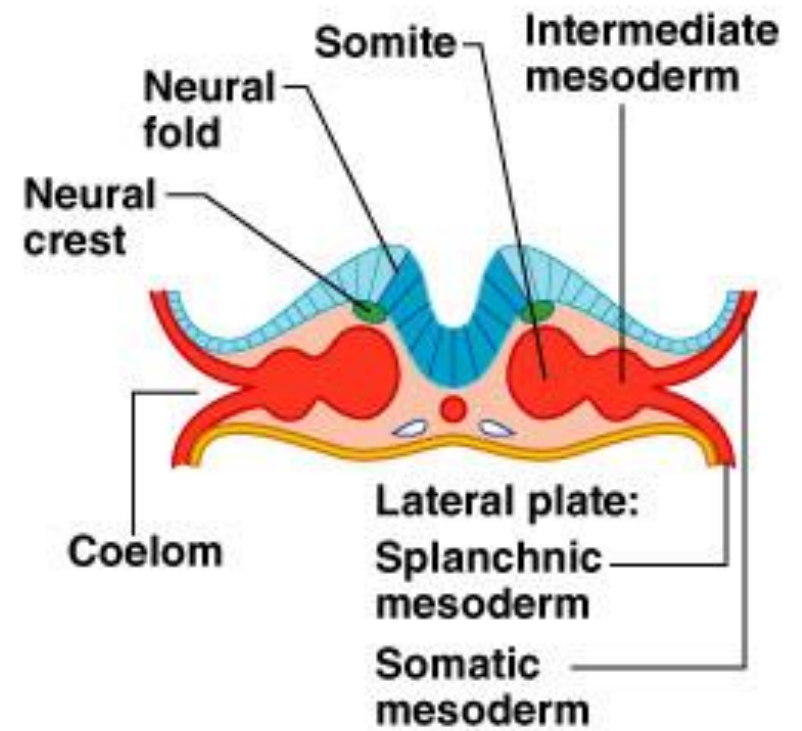
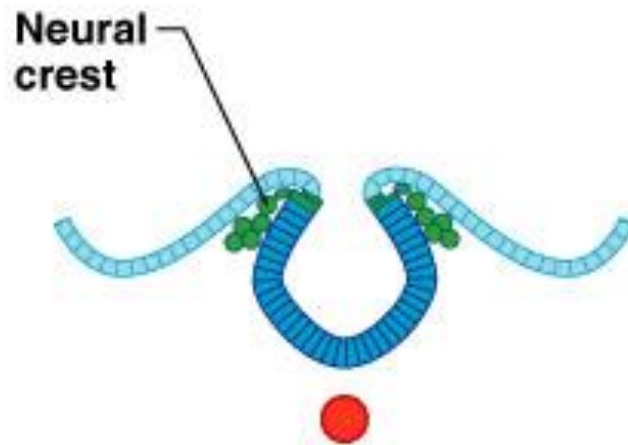
1b; 2f; 3d; 4c; 5a; 6e



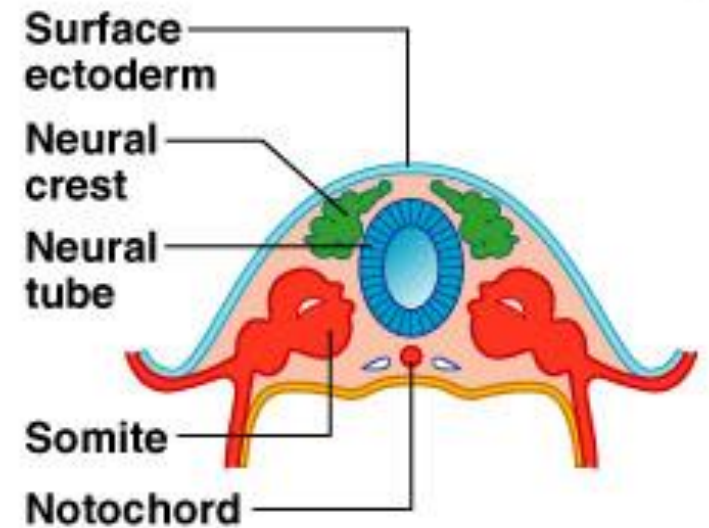
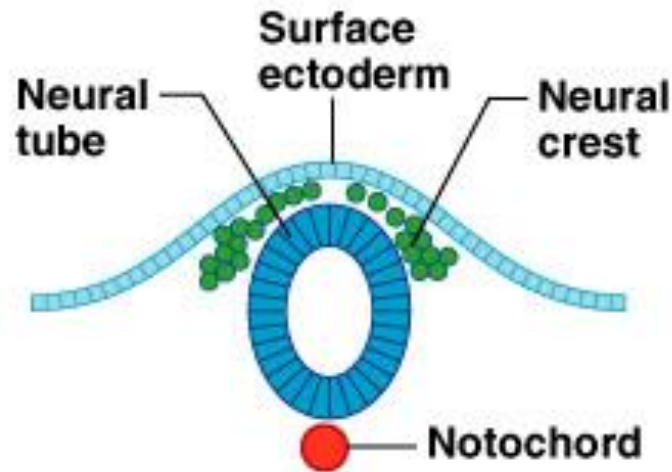




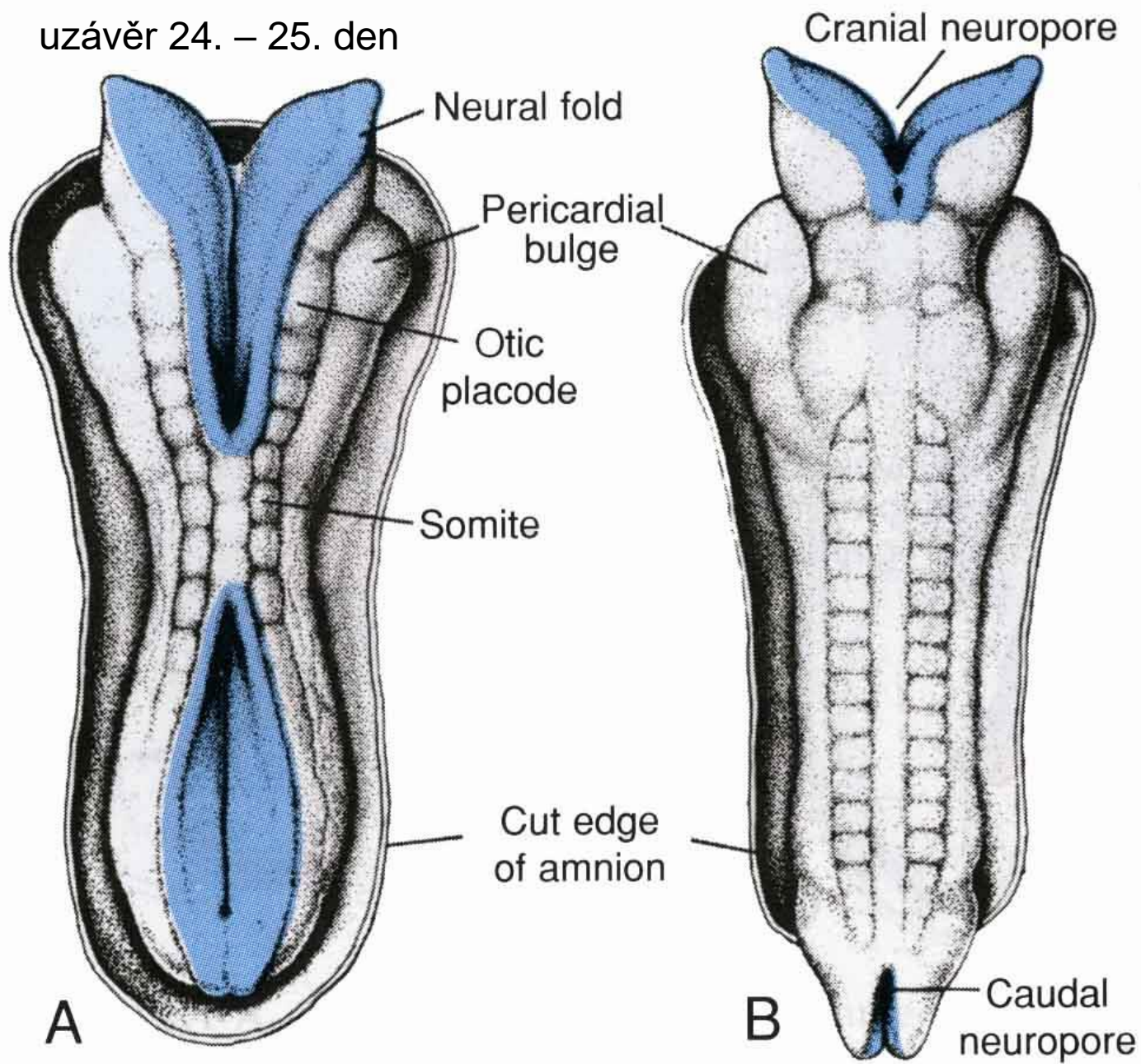
(c) 20 days



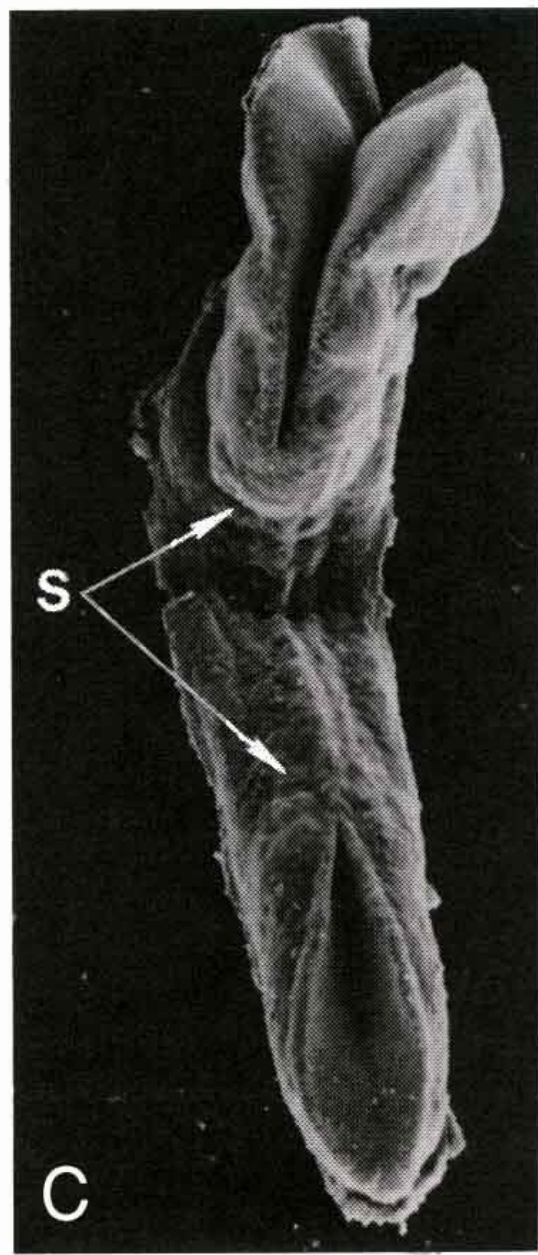
(d) 22 days



uzávěr 24. – 25. den

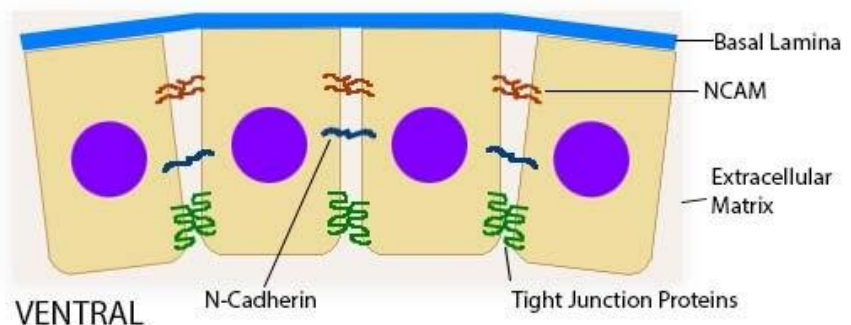


22nd day



uzávěr 26. – 28. den

DORSAL

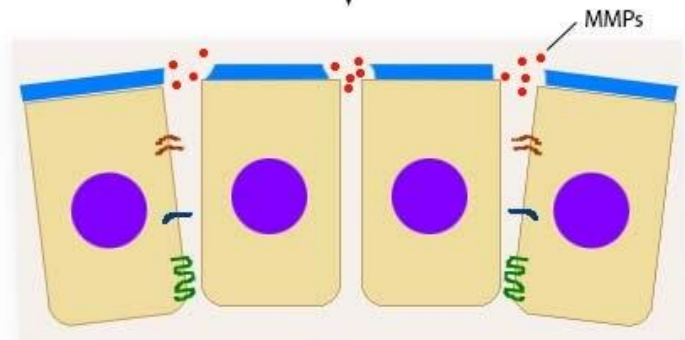


VENTRAL

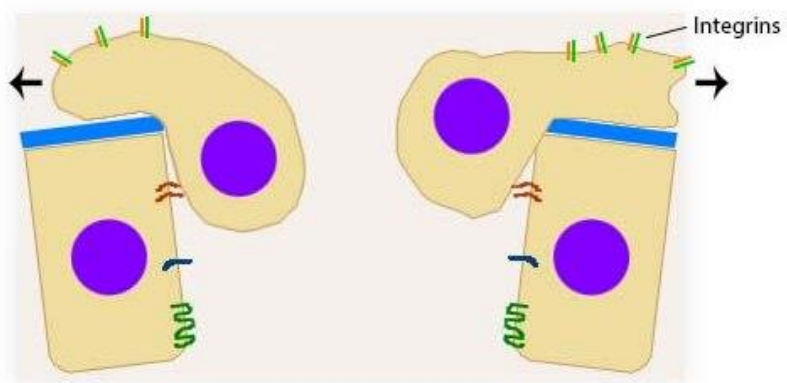
N-Cadherin

Tight Junction Proteins

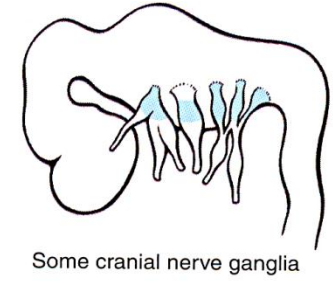
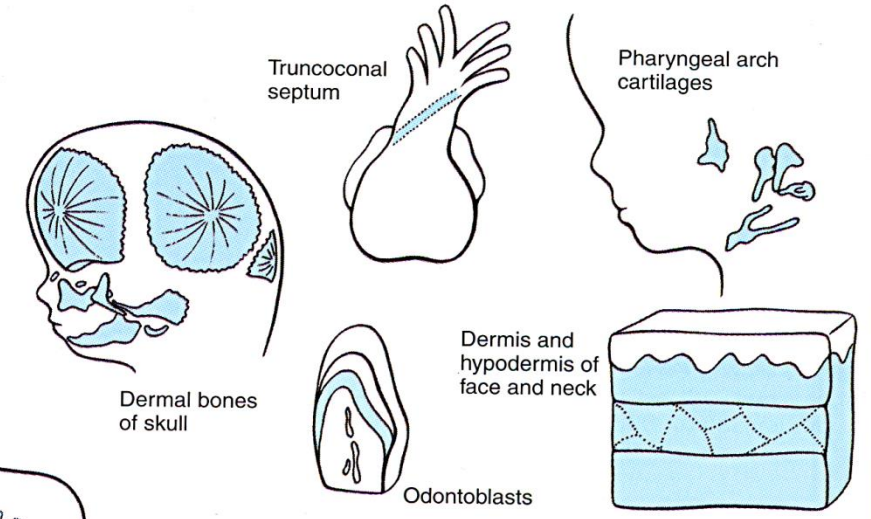
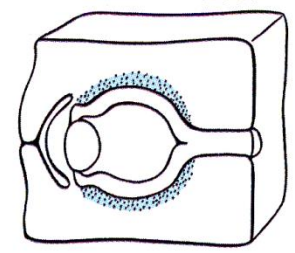
Downregulation of CAMs and tight junction proteins and secretion of MMPs to degrade basal lamina



Completion of epithelial-mesenchymal transition leads to delamination and migration

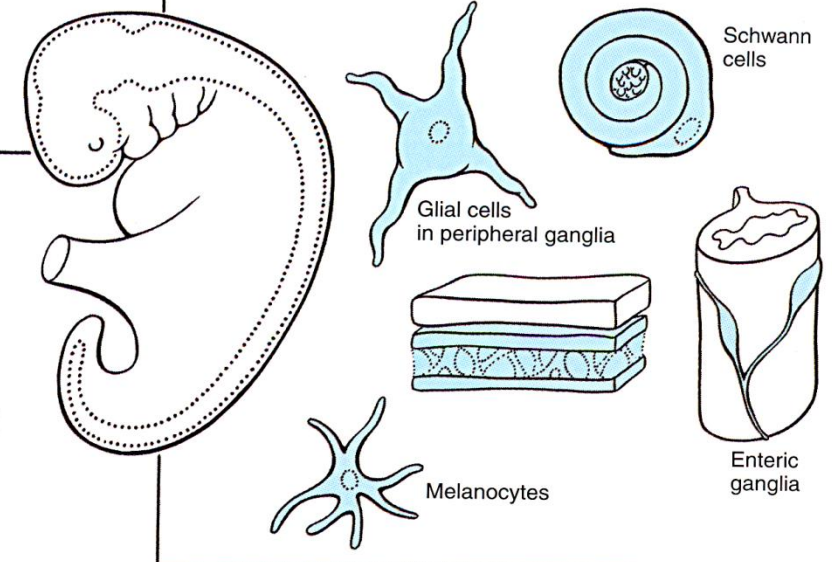


Cranial neural crest

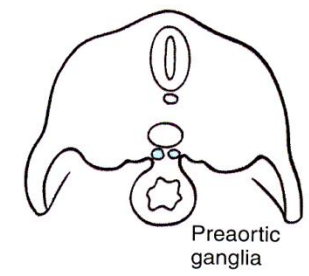


Some cranial nerve ganglia

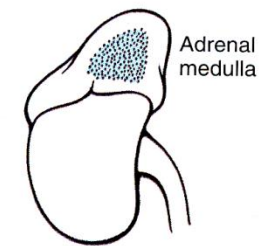
Cranial and spinal neural crest



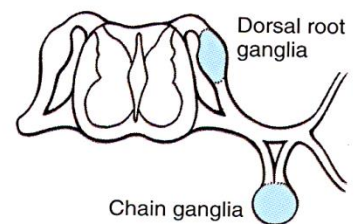
Spinal neural crest



Preaortic ganglia



Adrenal medulla



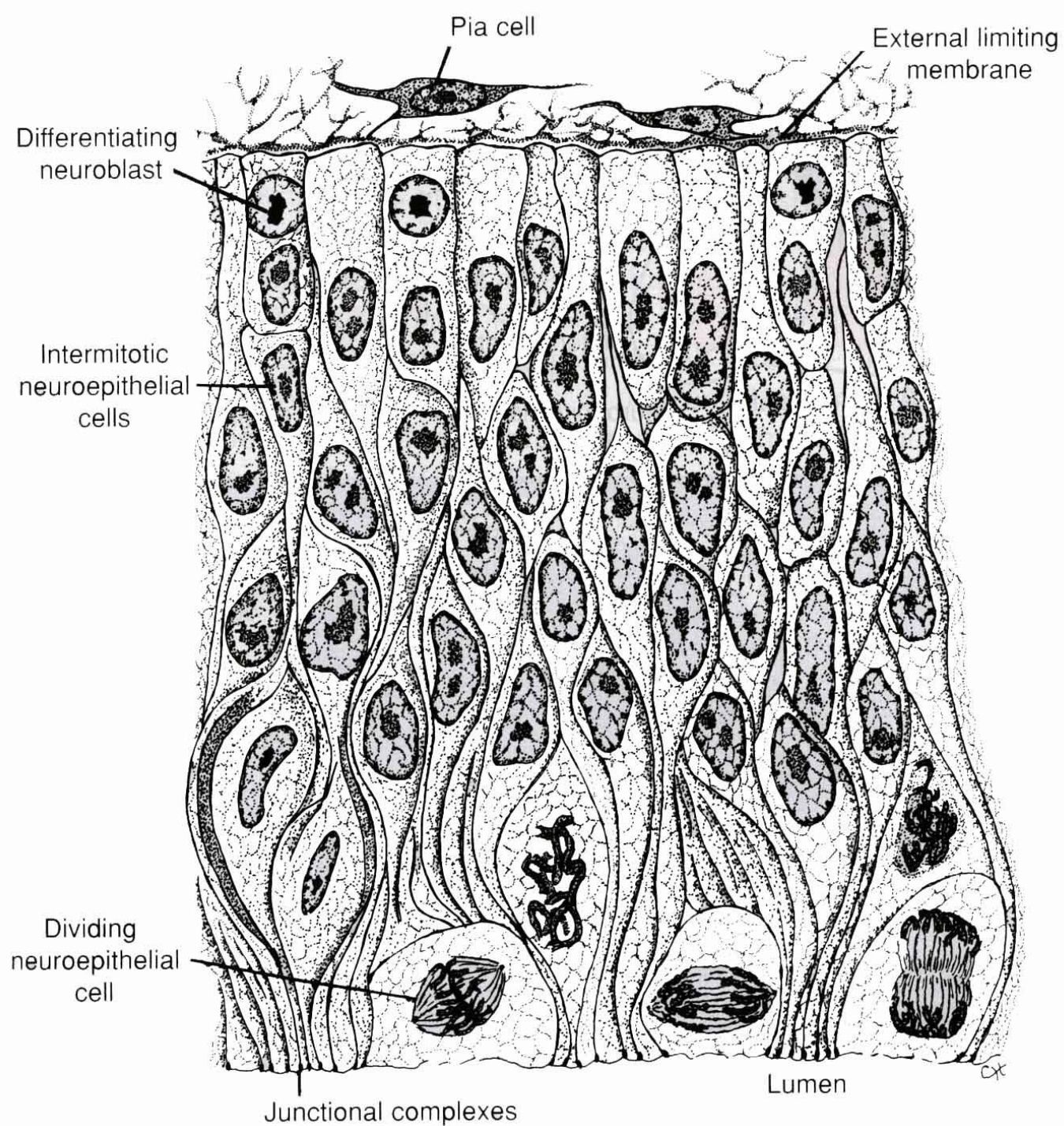
Dorsal root ganglia

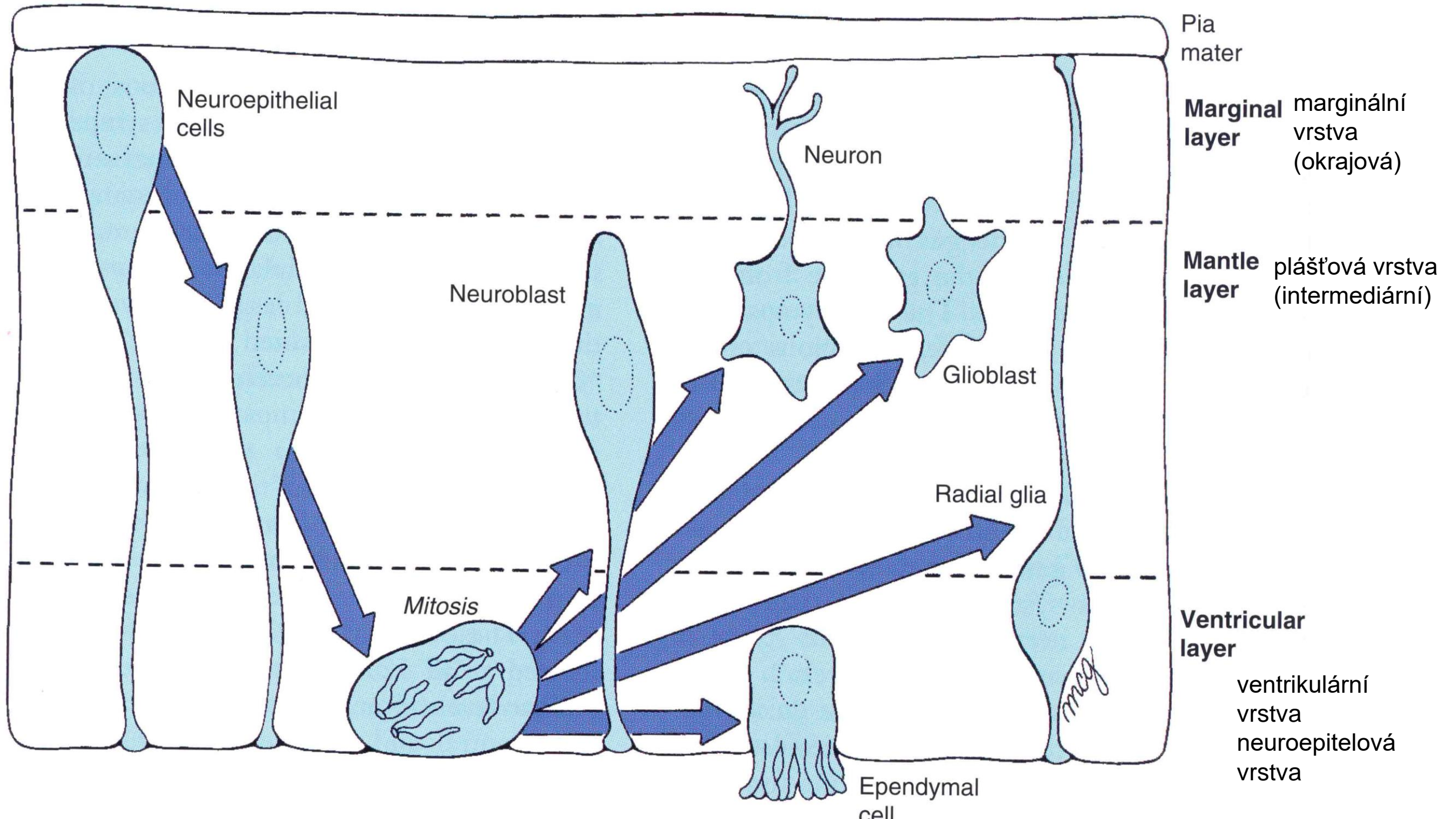
Chain ganglia

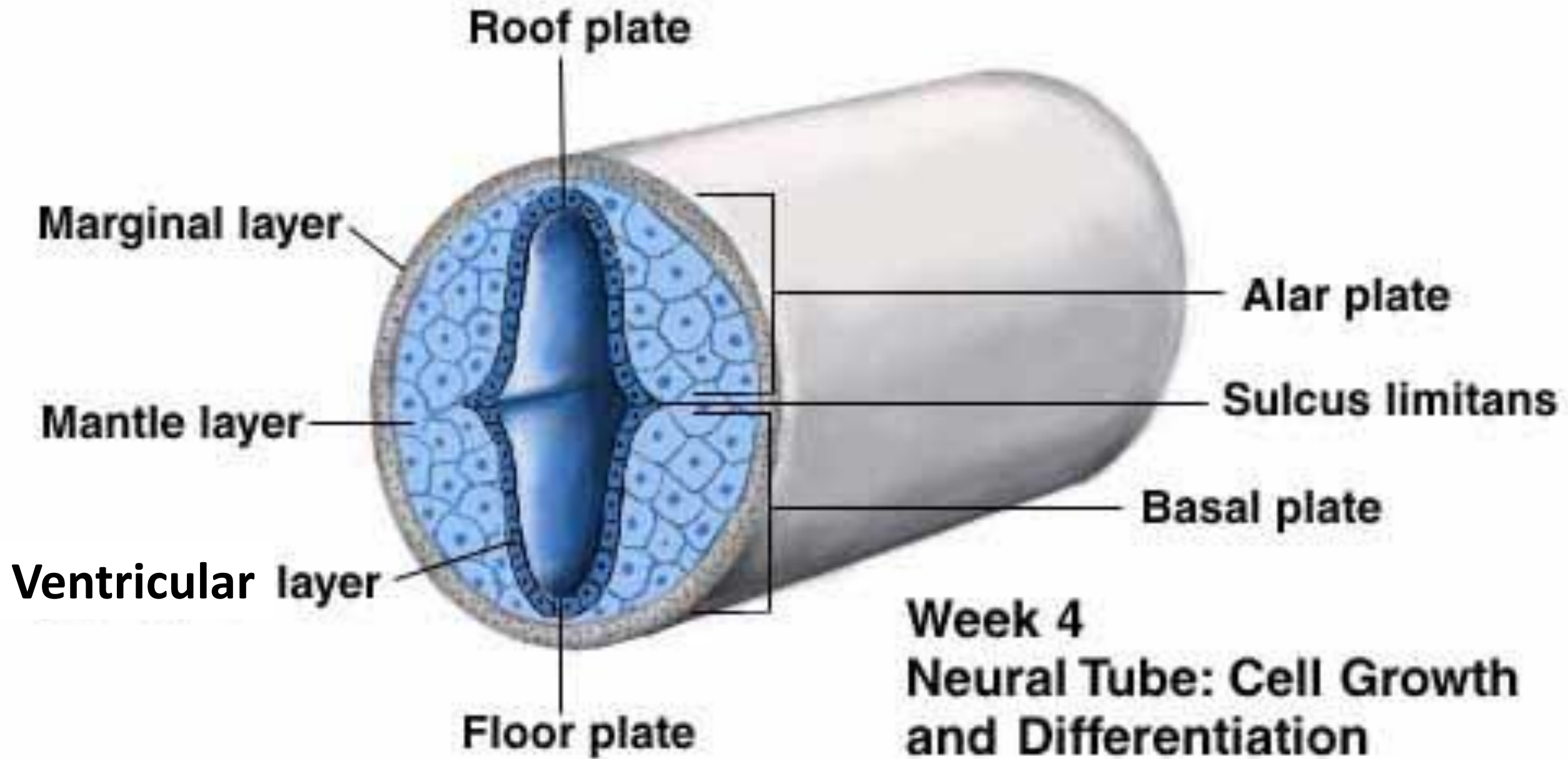
Vznik nervové trubice - **neurulace**

- Po gastrulaci se část ektodermu blízka střední čáře diferencuje v **nervovou ploténku**
- Laterální okraje nervové ploténky se zvyšují za vzniku **nervových valů**, naopak ve středu se prohlubuje **nervová brázda**
- Tento proces pokračuje až do spojení nervových valů dorzálně – vzniká stropní ploténkou uzavřená **neurální trubice**
- Nejdříve se uzavírá v okcipitocervikální oblasti (rhombencefalon a cervikální mícha), poté se uzávěr šíří kaudálně a kraniálně, jako poslední se uzavírá **kaudální neuroporus** (26. – 28. den)
- Část buněk nervových valů prochází epitelo-mezenchymovou transformací za vzniku **neurální lišty**, tato důležitá populace pak přispívá např. k PNS, pojivu hlavy a krku, srdeční septaci, mění se v odontoblasty, melanocyty kůže, dřevň nadledvin...

Histogeneze nervového systému - neuroepitel

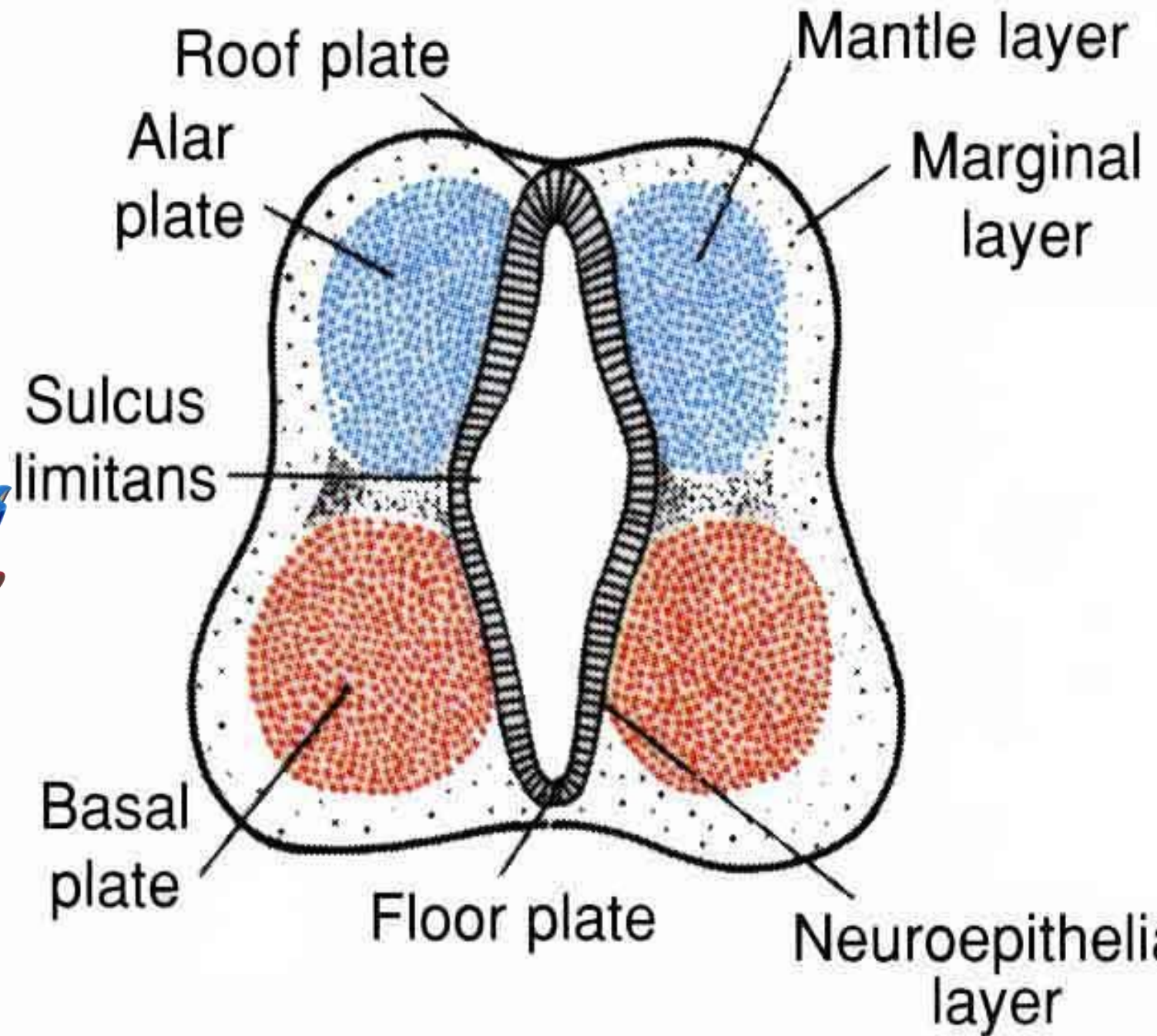
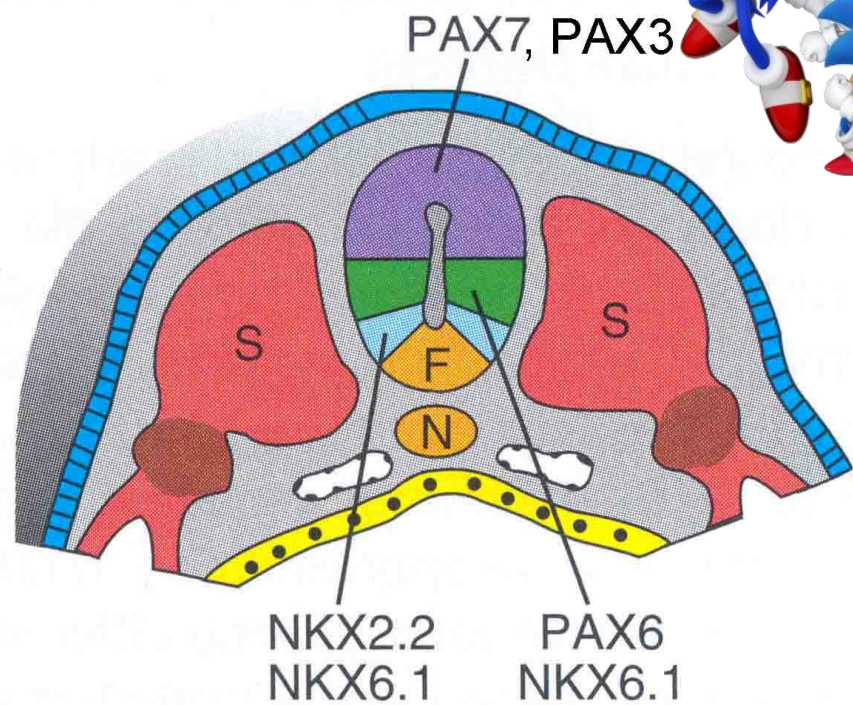
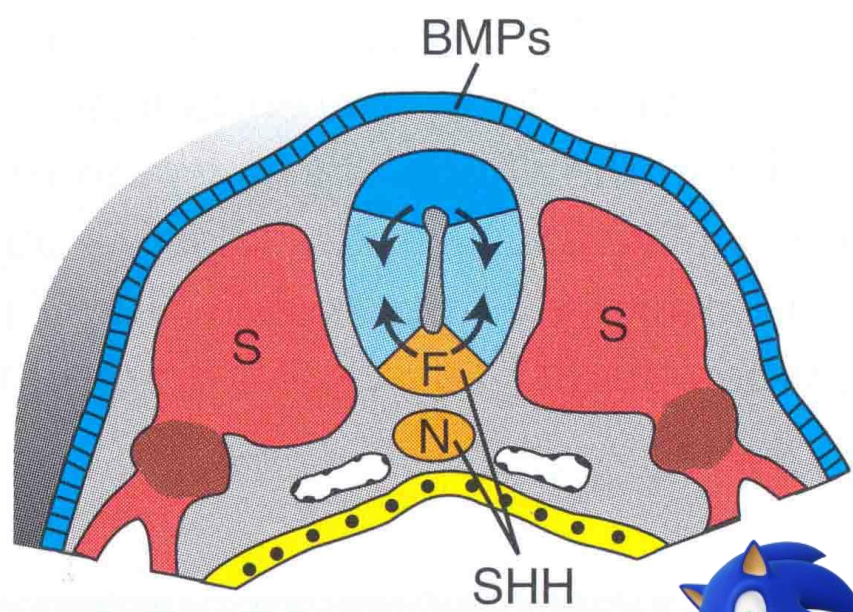






Cytodiferenciace v CNS

- Začíná po uzavření nervové trubice (první se uzavře rozhraní krční a okcipitální oblasti)
- Stěna této trubice je počátečně tvořena vrstvou neuroepitelu
- Mitóza probíhá ve **ventrikulární zóně** (vnitřní zóna blízká centrálnímu kanálu)
- První nově vzniklou populací jsou **neuroblasty** (mladé neurony) migrující do **plášťové zóny**, která je předchůdcem šedé hmoty
- Neuroblasty dále vytvářejí svými výběžky **marginální zónu**, která se posléze vyvíjí v bílou hmotu
- Migraci neuronů napomáhá **radiální glie**
- Další (tedy později tvořenou) populací jsou **glioblasty**, které dávají vznik oligodendrocytům a astrocytům
- **Mikroglie** jsou buňky příbuzné makrofágům, nevznikají tedy z neuroepiteliových buněk



A

B



PAX7, PAX3
NKX2.2
NKX6.1
PAX6
NKX6.1

Sulcus limitans

Basal plate

Floor plate

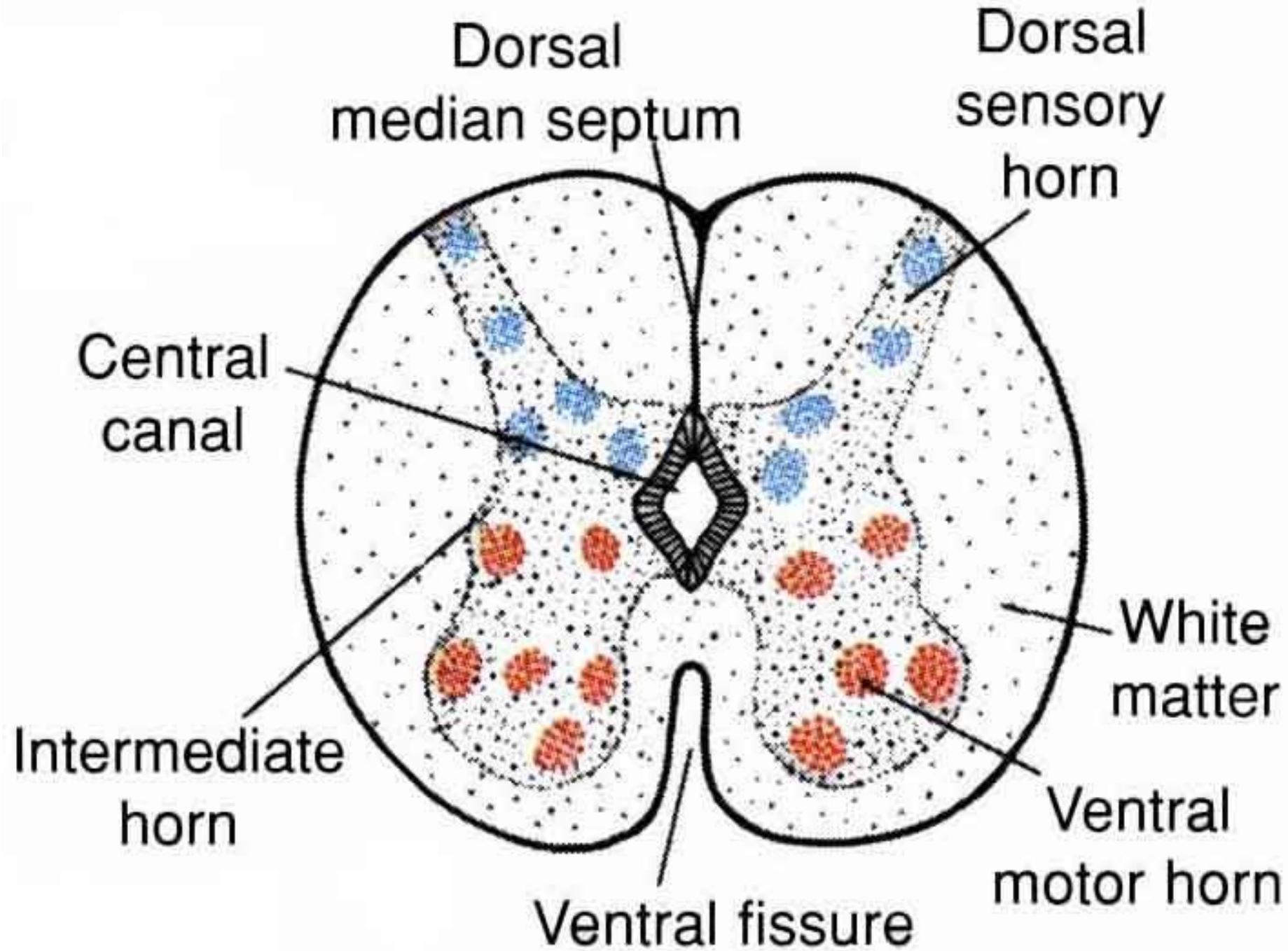
Neuroepithelial layer

Roof plate

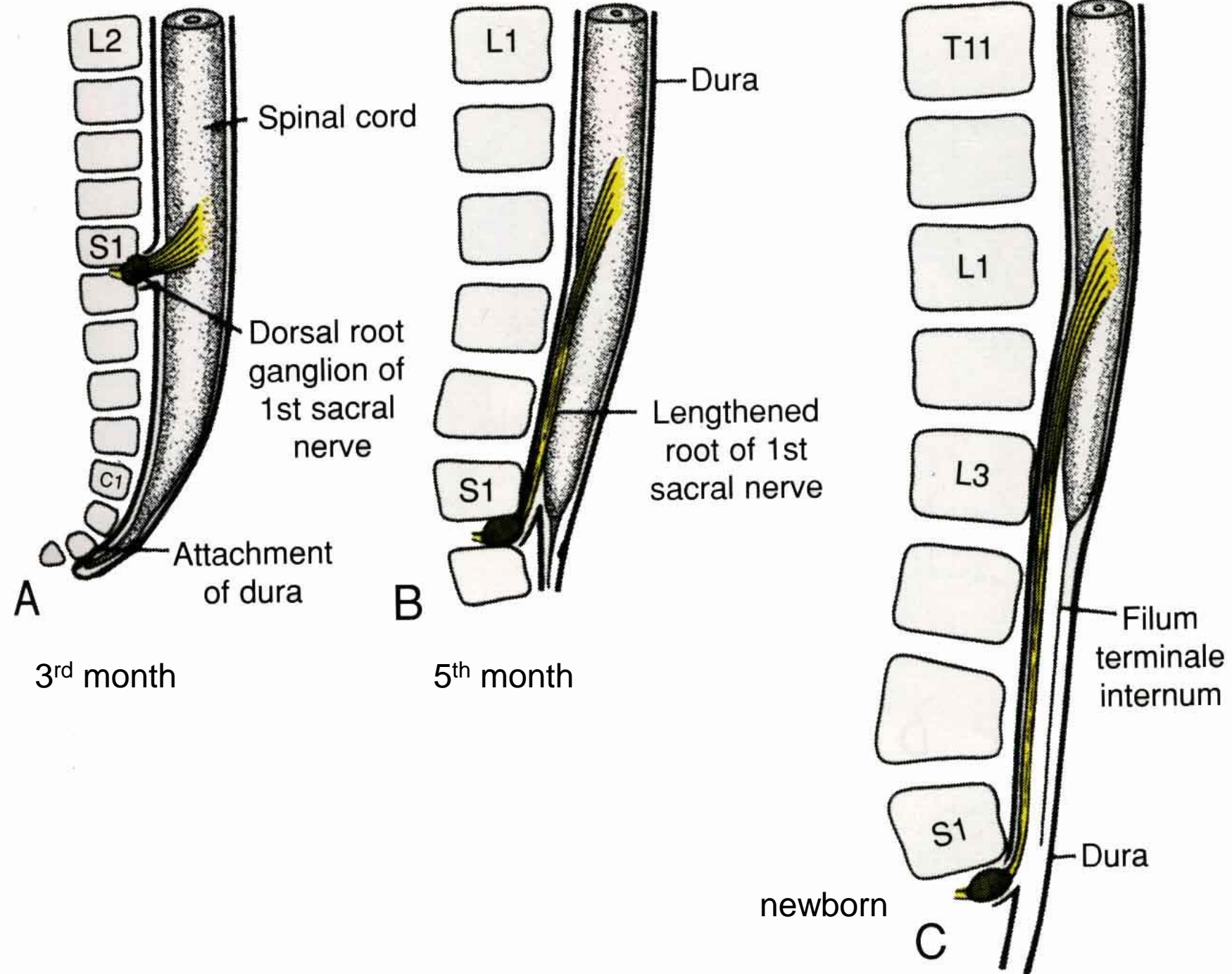
Alar plate

Mantle layer

Marginal layer



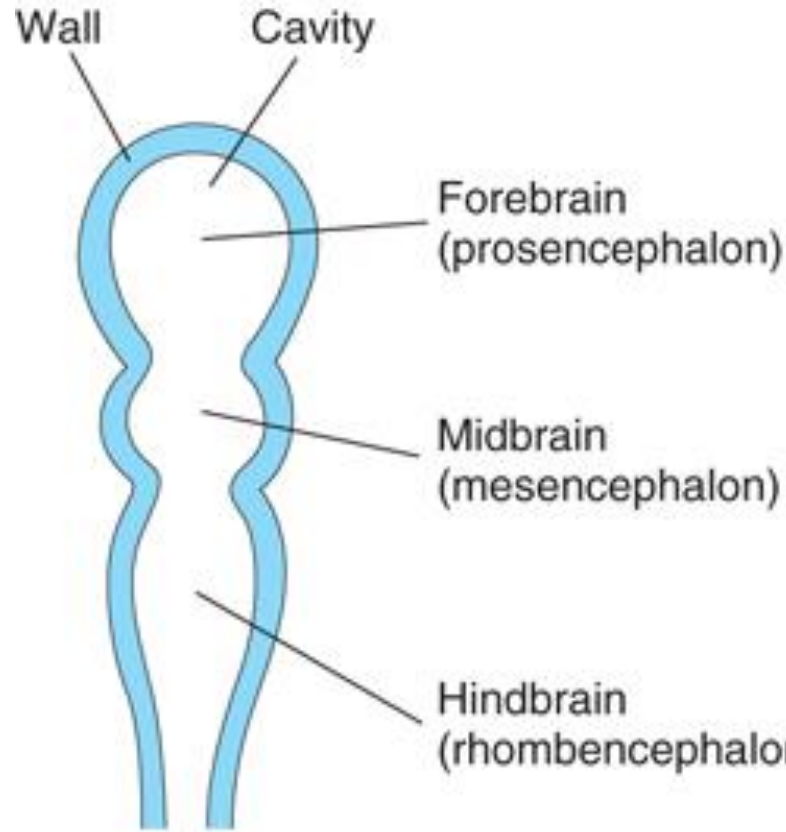
Vztah míchy a páteře



Vývoj míchy – přehled

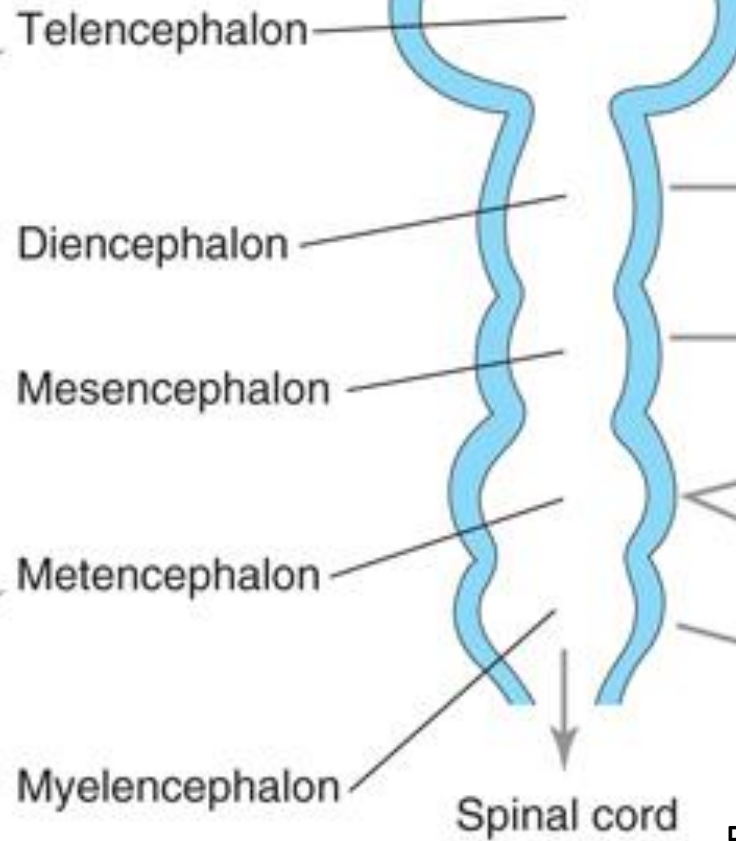
- Na konci 4. týdne se neurony plášťové zóny rozčlení do párových **basálních** (ventrálních) a **alárních** (dorsálních) plotének, které jsou odděleny sulcus limitans
- Dorsálně je pak nervová trubice uzavřena **stropní ploténkou**, ventrálně **spodinovou ploténkou**
- **Motoneurony** se vyvíjejí z **basální** ploténky, její dorsálněji uložená část dává v oblasti thorakolumbální a sakrální vzniknout eferentním neuronům **sympatiku**, resp. **parasympatiku**
- **Alární** ploténka se mění v **interneurony**
- Zjednodušeně tedy vznikají **zadní** míšní rohy z **alární**, zatímco **přední** míšní rohy z **basální** ploténky
- **Bílá hmota** vzniká z **marginální** zóny a obsahuje výběžky neuronů

3 Primary vesicles



4. týden

5 Secondary vesicles



5. týden

Adult derivatives of

Walls

Cavities

Cerebral hemispheres

Lateral ventricles

Thalami, etc.

Third ventricle

Midbrain

Aqueduct

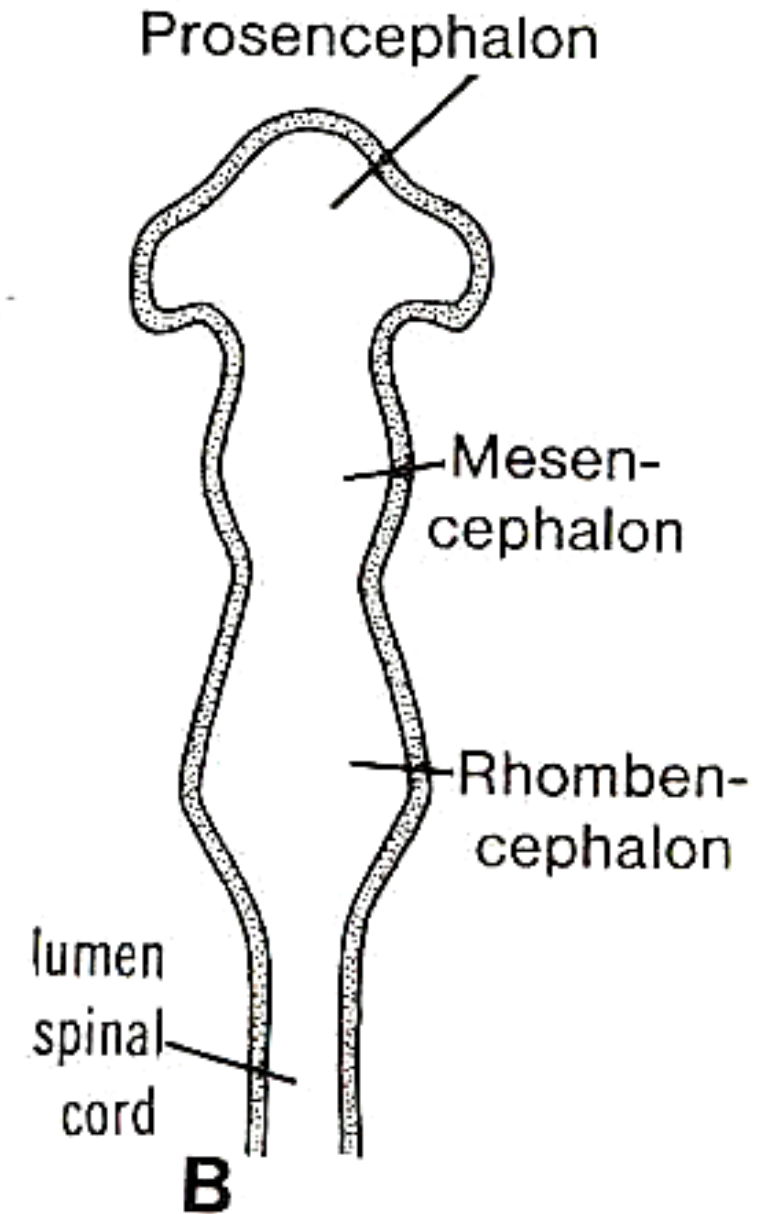
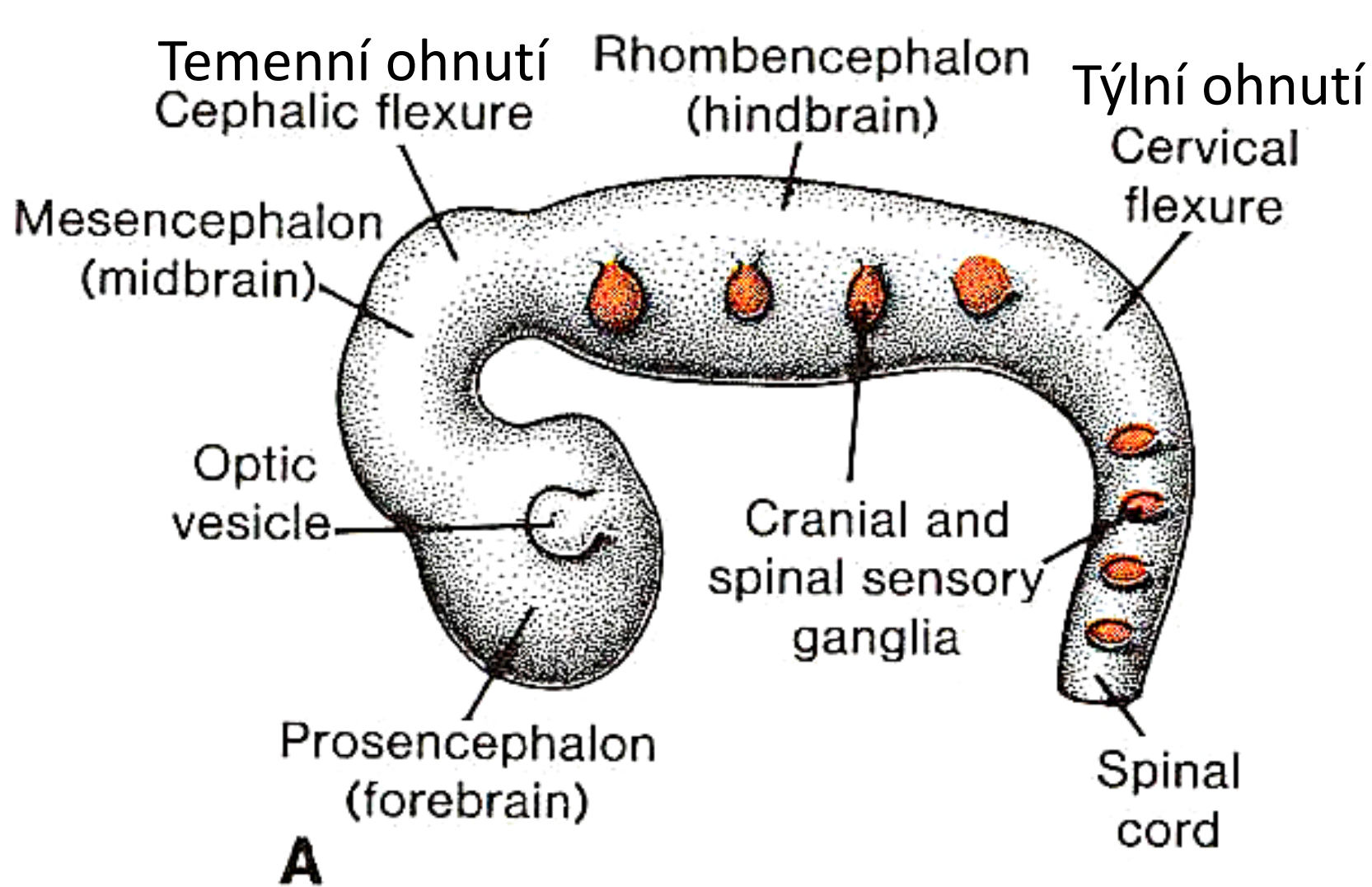
Pons

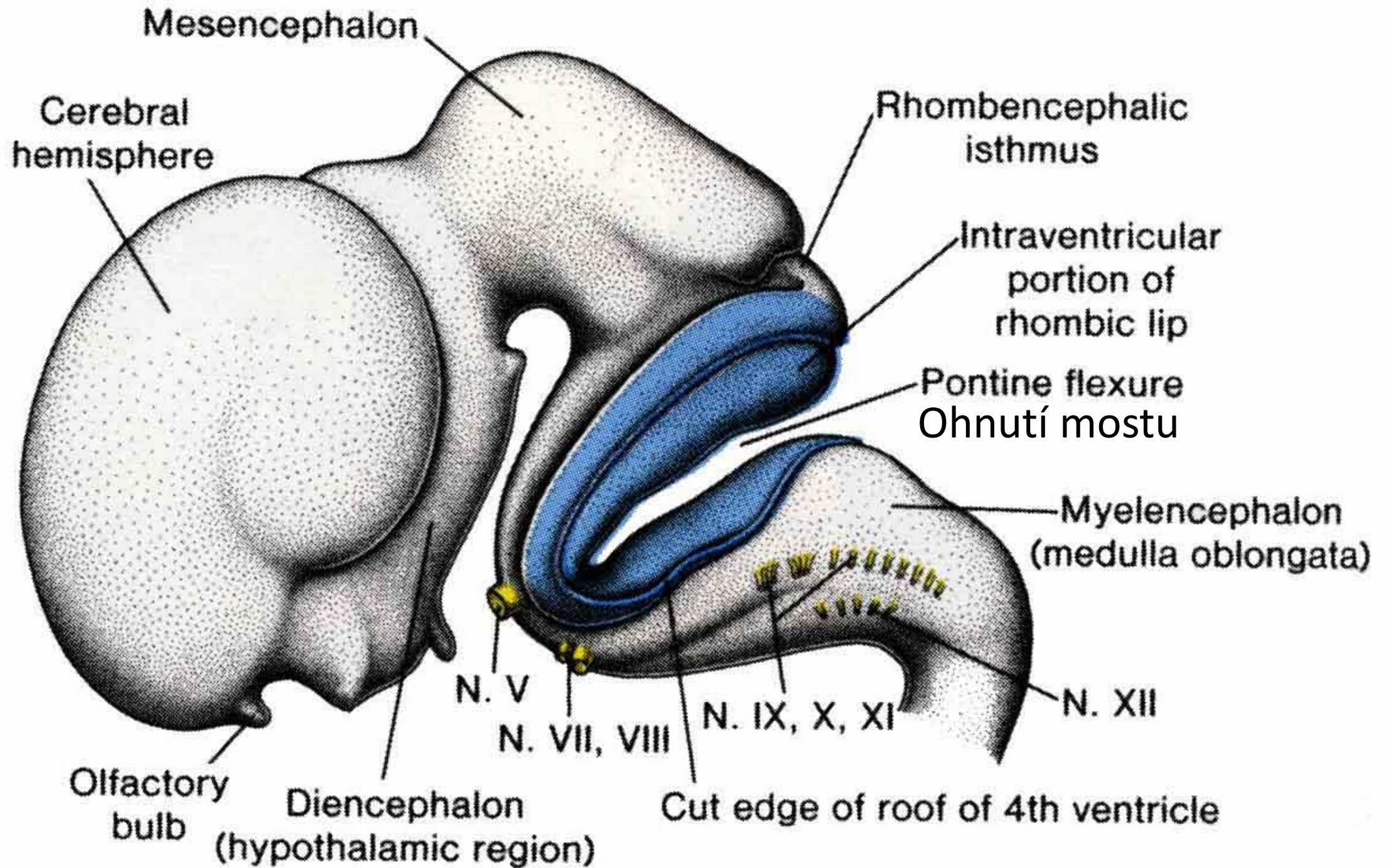
Upper part of fourth ventricle

Cerebellum

Medulla

Lower part of fourth ventricle





Lateral ventricle

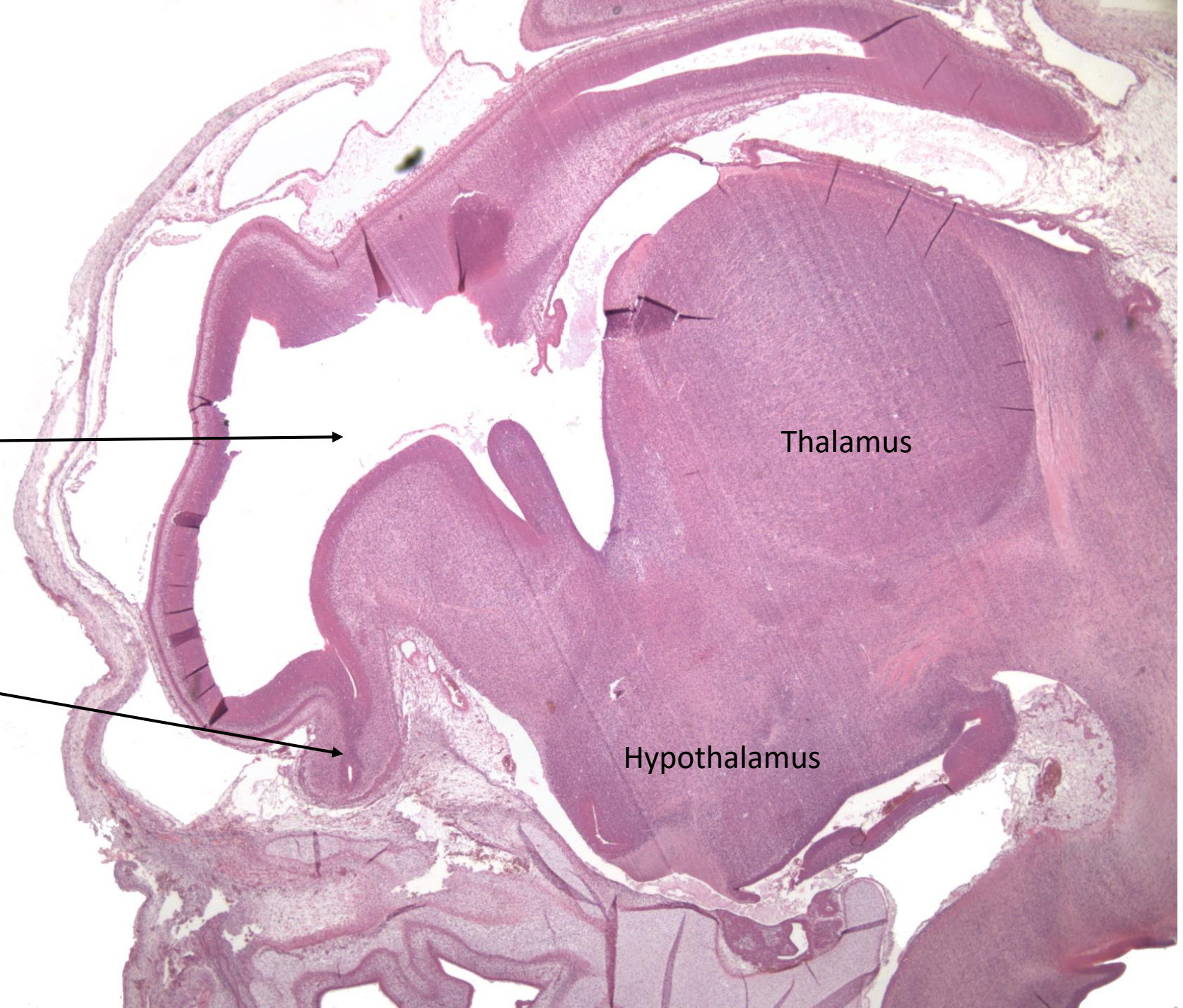


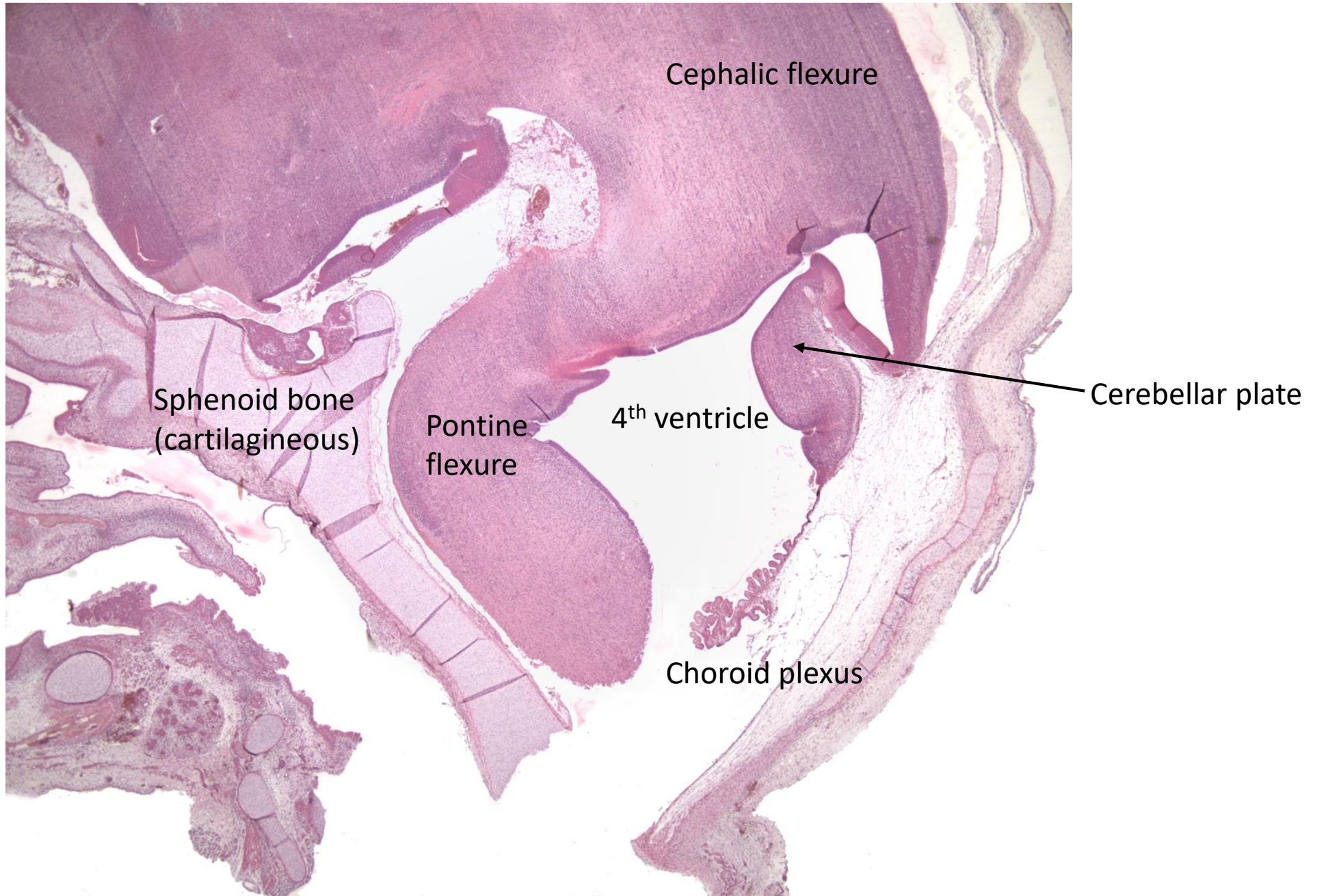
Thalamus

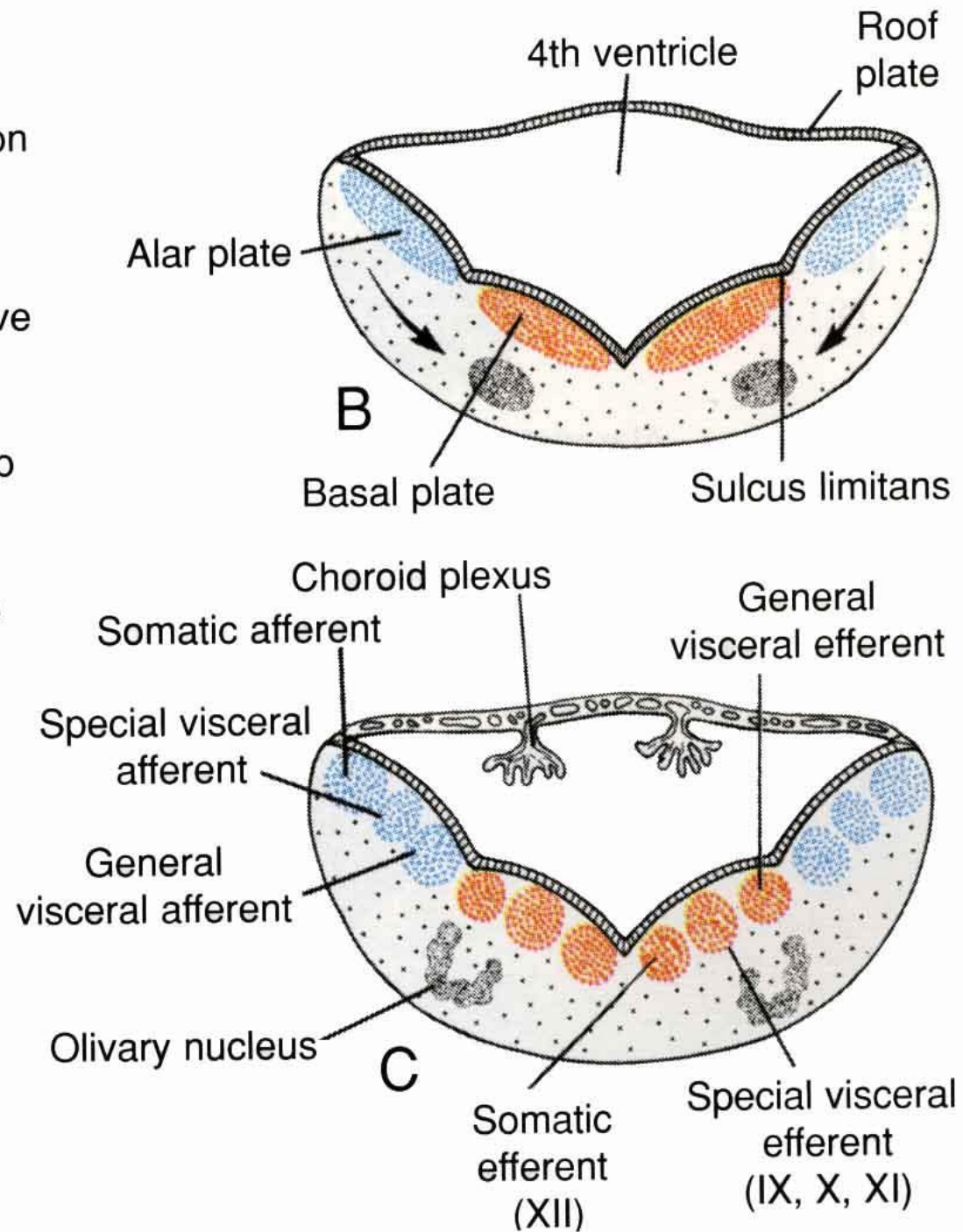
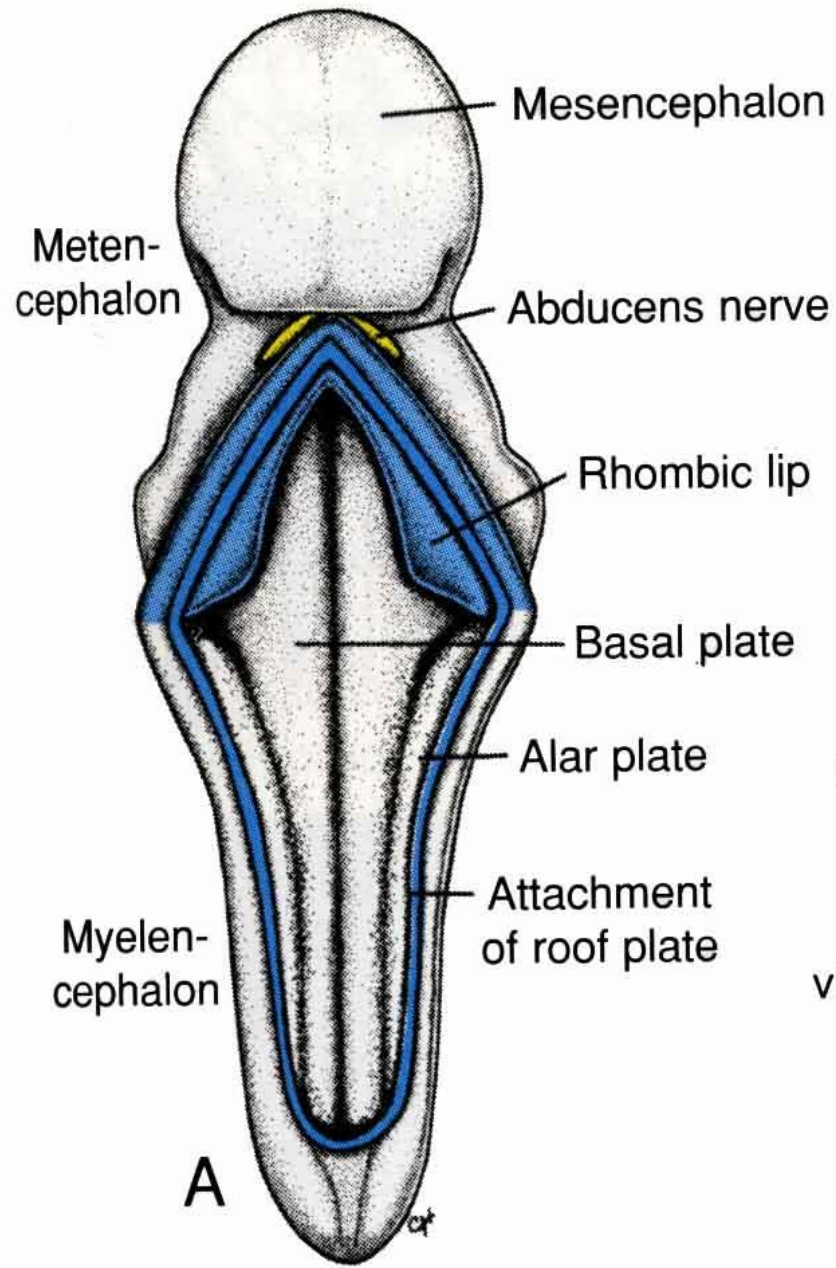
Olfactory bulb

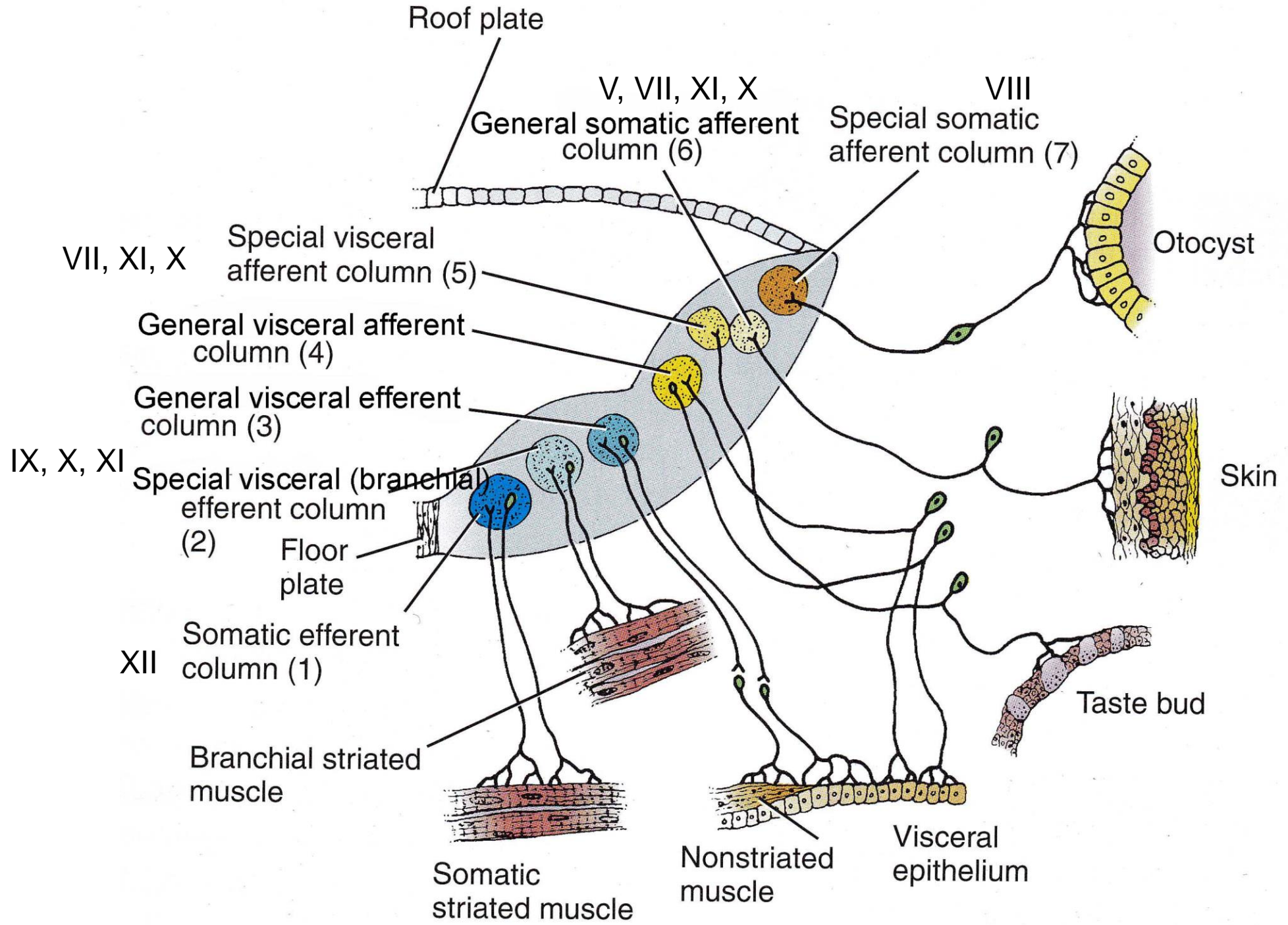


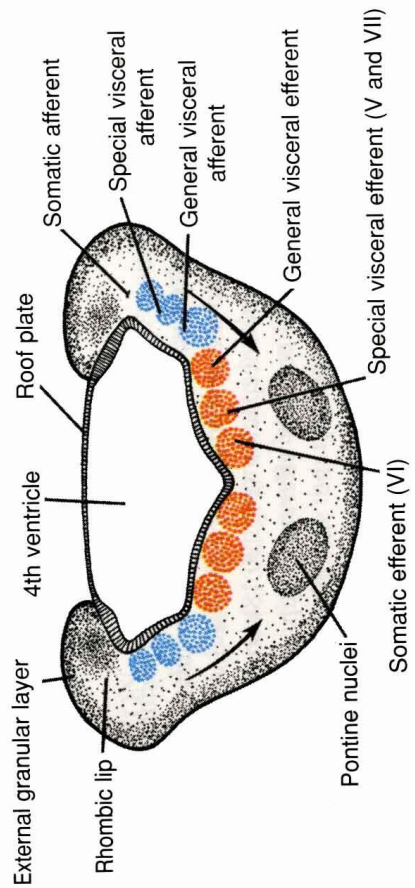
Hypothalamus











THE BATTLE OF CANNAE

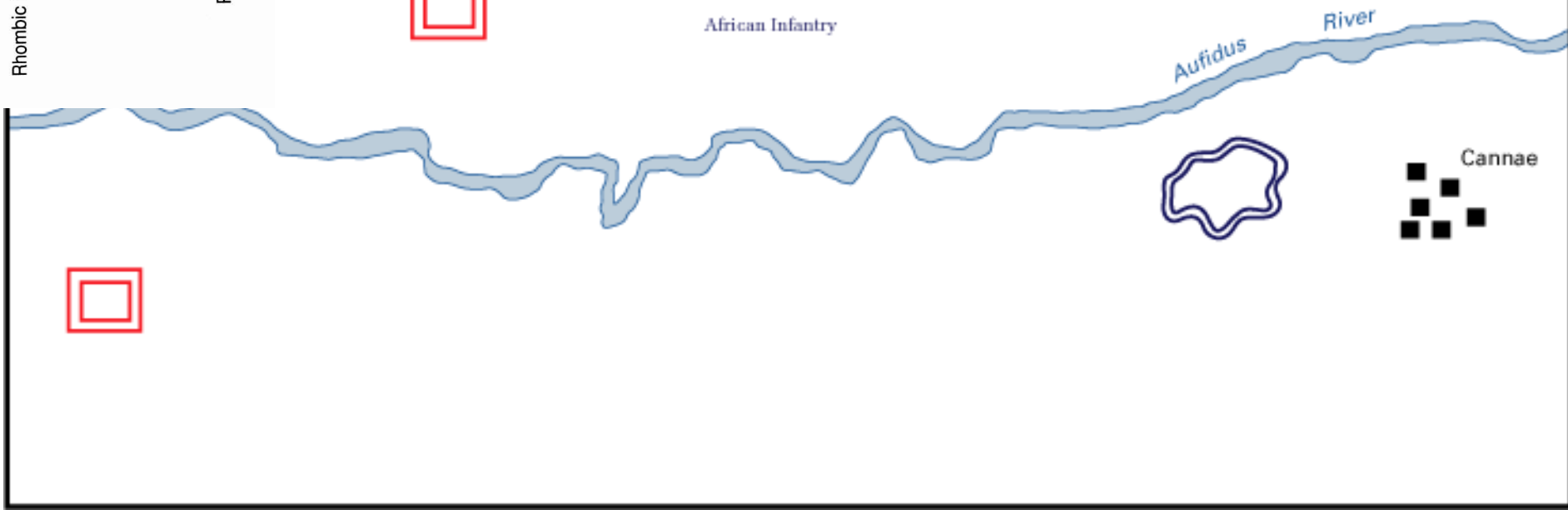
215 B.C.

Destruction of the Roman Army

N

SCALE OF MILES

0 1/2 1



Mesencephalon

Anterior colliculus

Posterior colliculus

Cerebellar plate

Extraventricular
Intraventricular

Cerebellar hemisphere

mozečková
ploténka

Vermis

Nodule

Flocculus

Alar plate

Posterior
medullary velum

Foramen of
Luschka

Sulcus limitans

Basal plate

Cut edge
roof of
4th ventricle

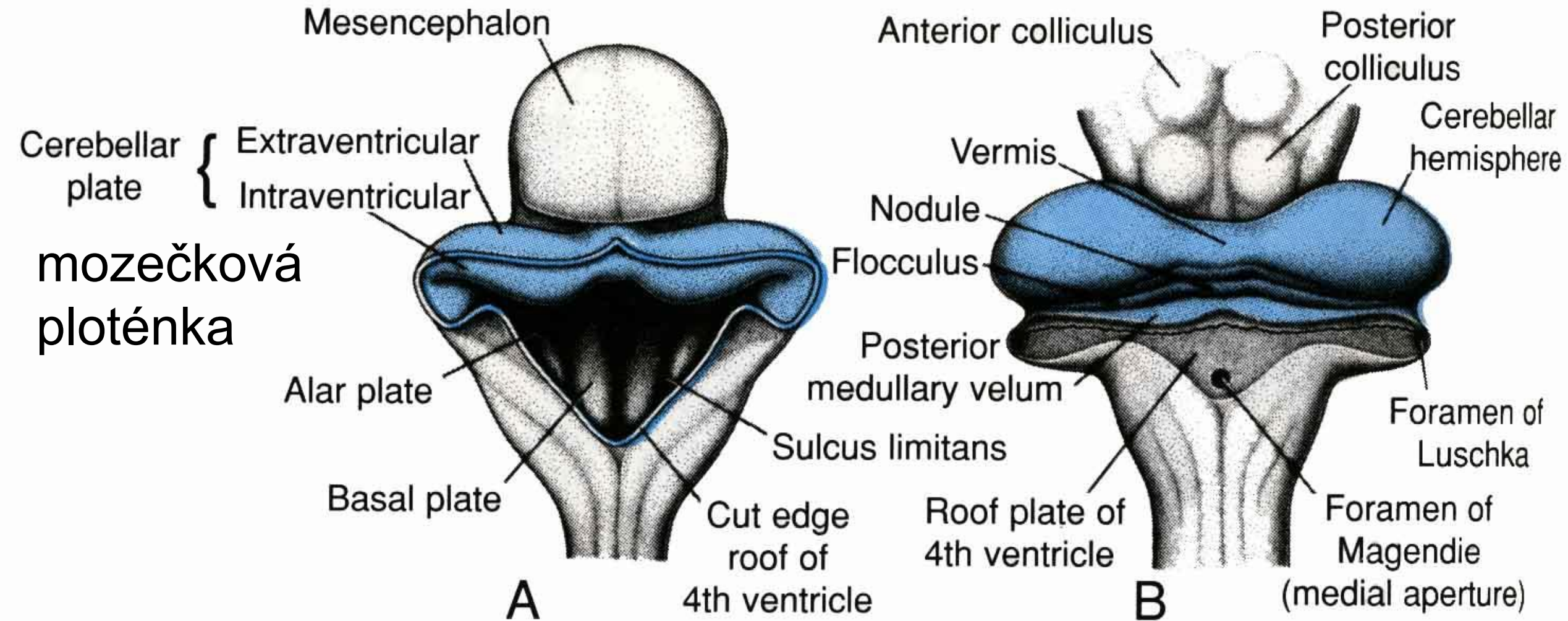
Roof plate of
4th ventricle

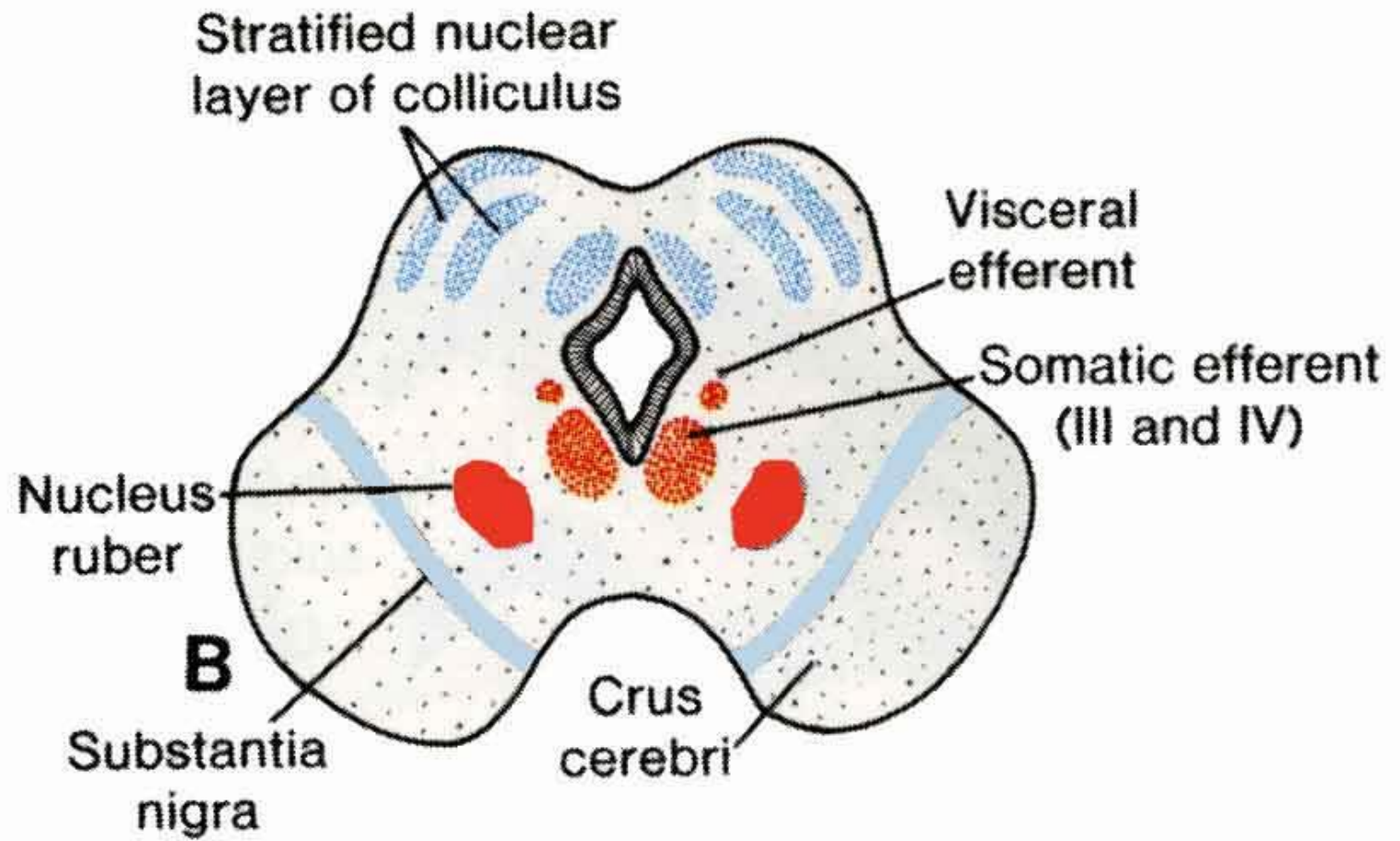
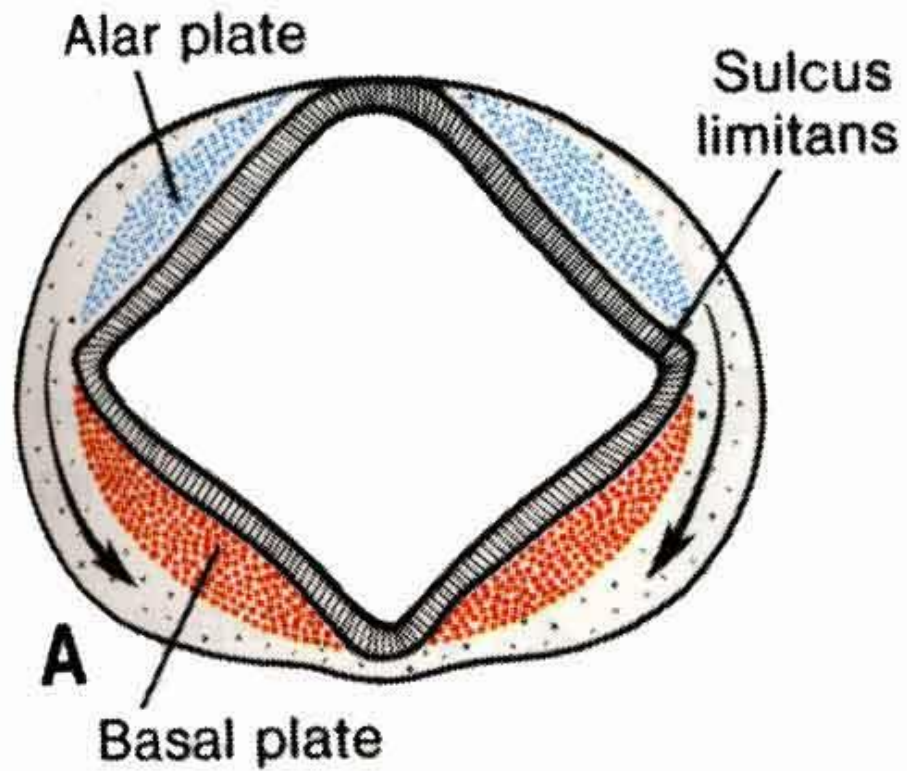
Foramen of
Magendie
(medial aperture)

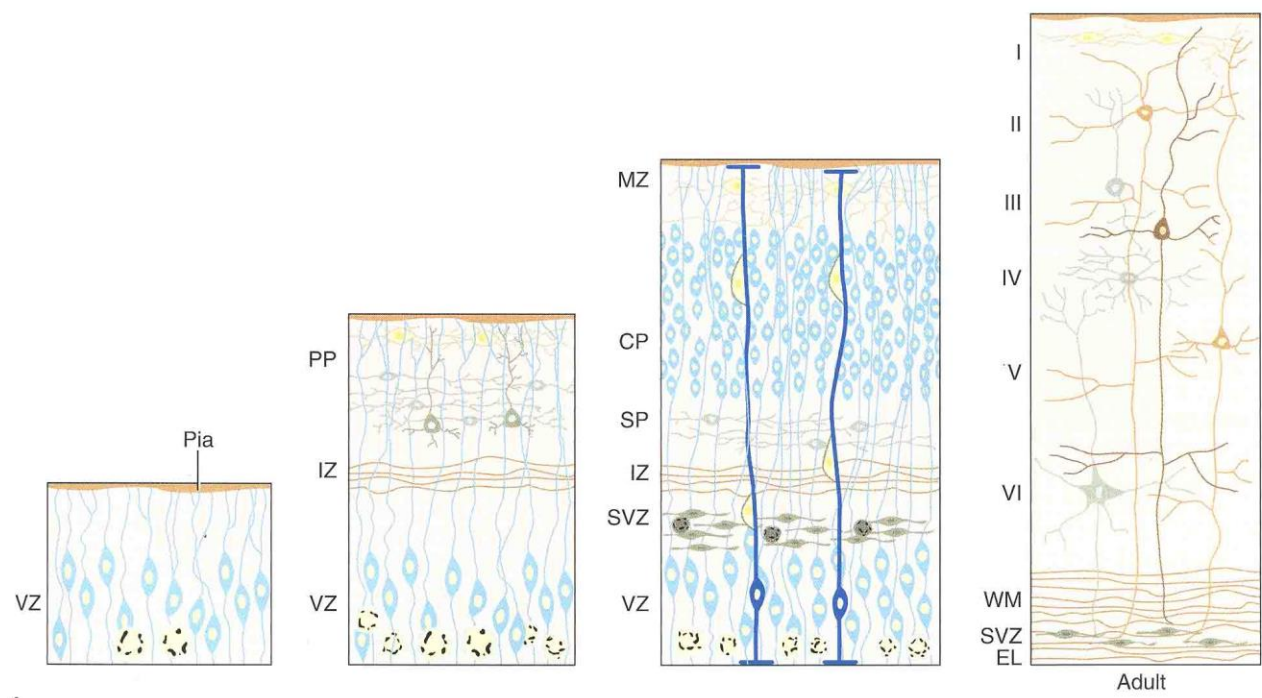
A

B

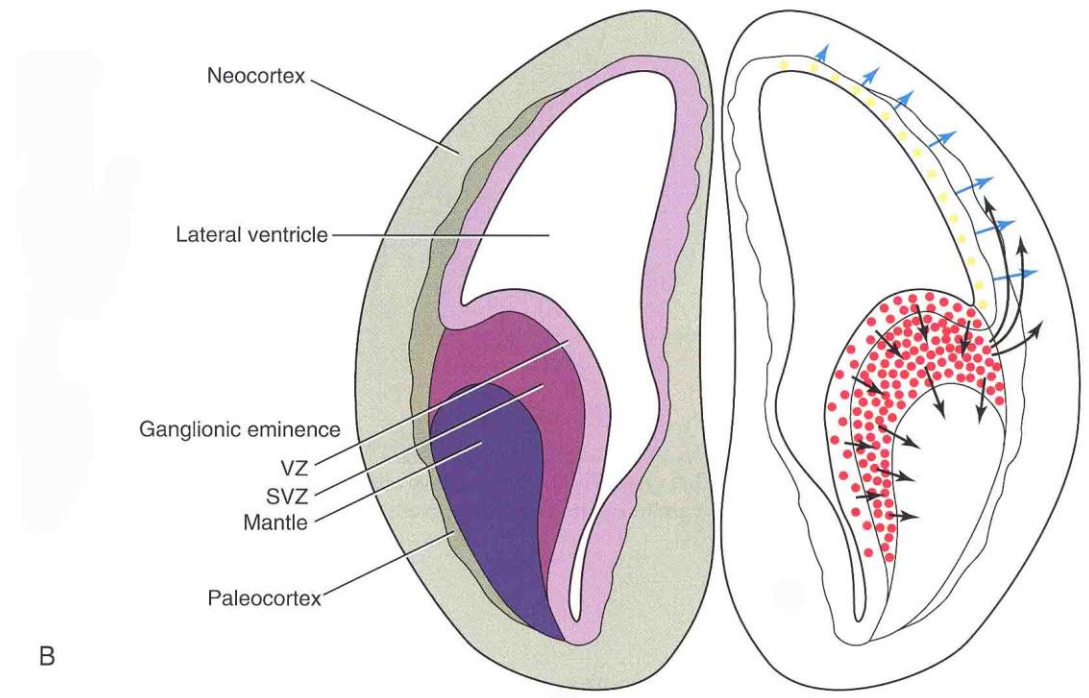
(medial aperture)



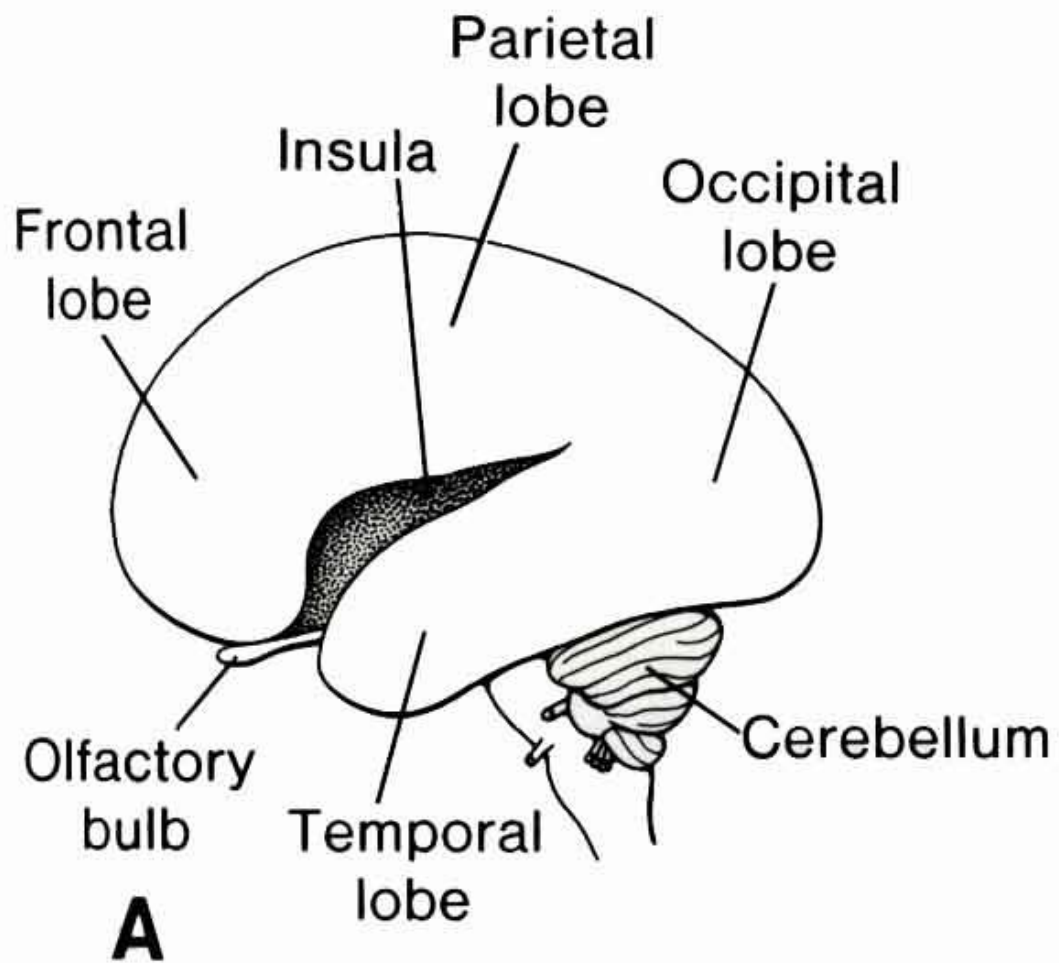




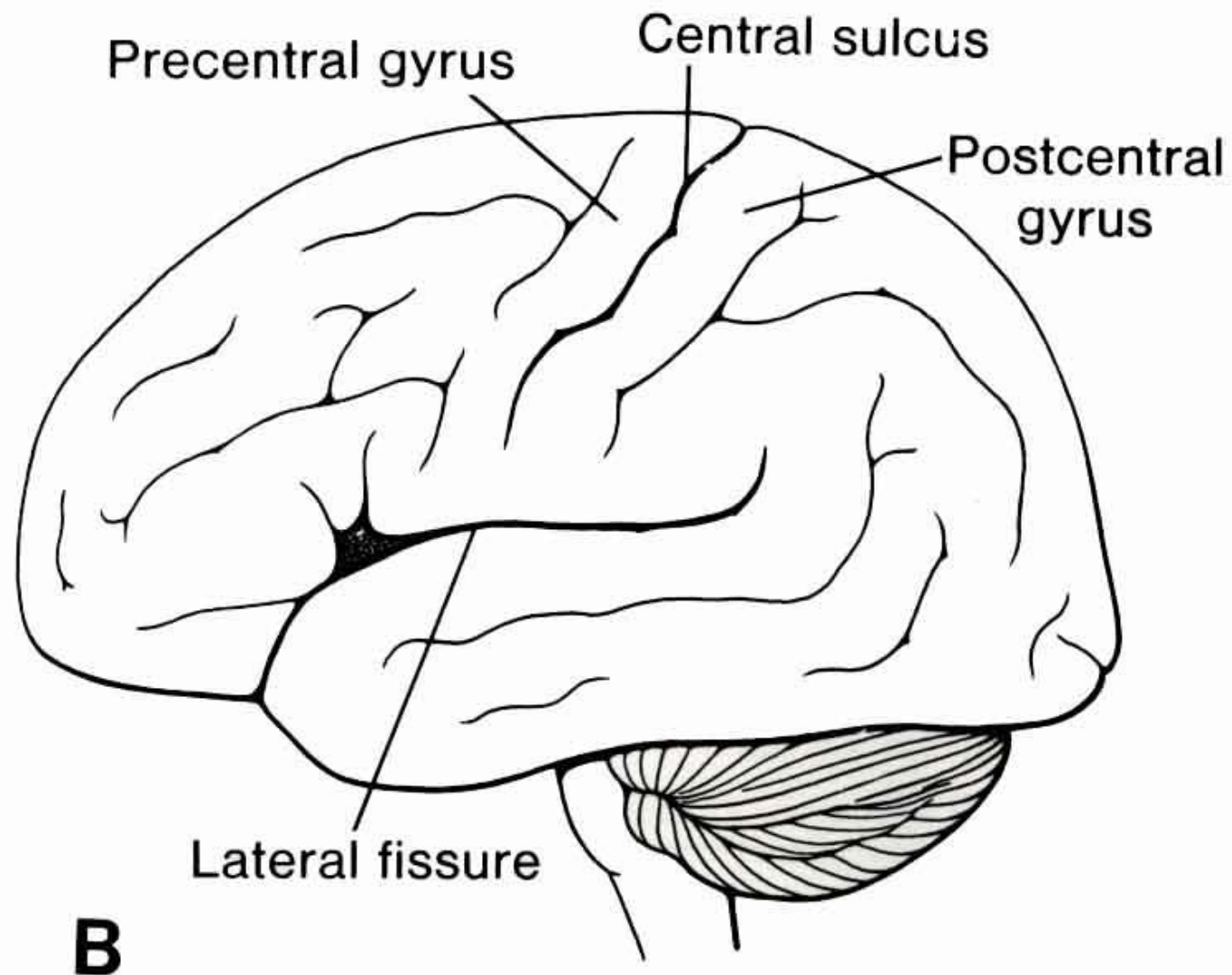
A



B



7 months



9 months

Vývoj mozku – přehled

- **3 primární mozkové váčky** (rhombencephalon, mesencephalon a prosencephalon) se dělí v **5 sekundárních mozkových váčků** (myelencephalon, metencephalon, mesencephalon, diencephalon, telencephalon)
- Také se vytváří **flexura cervicalis** a **flexura cephalica**, k nimž se později přidává opačně směřující **flexura pontina**

Rhombencephalon

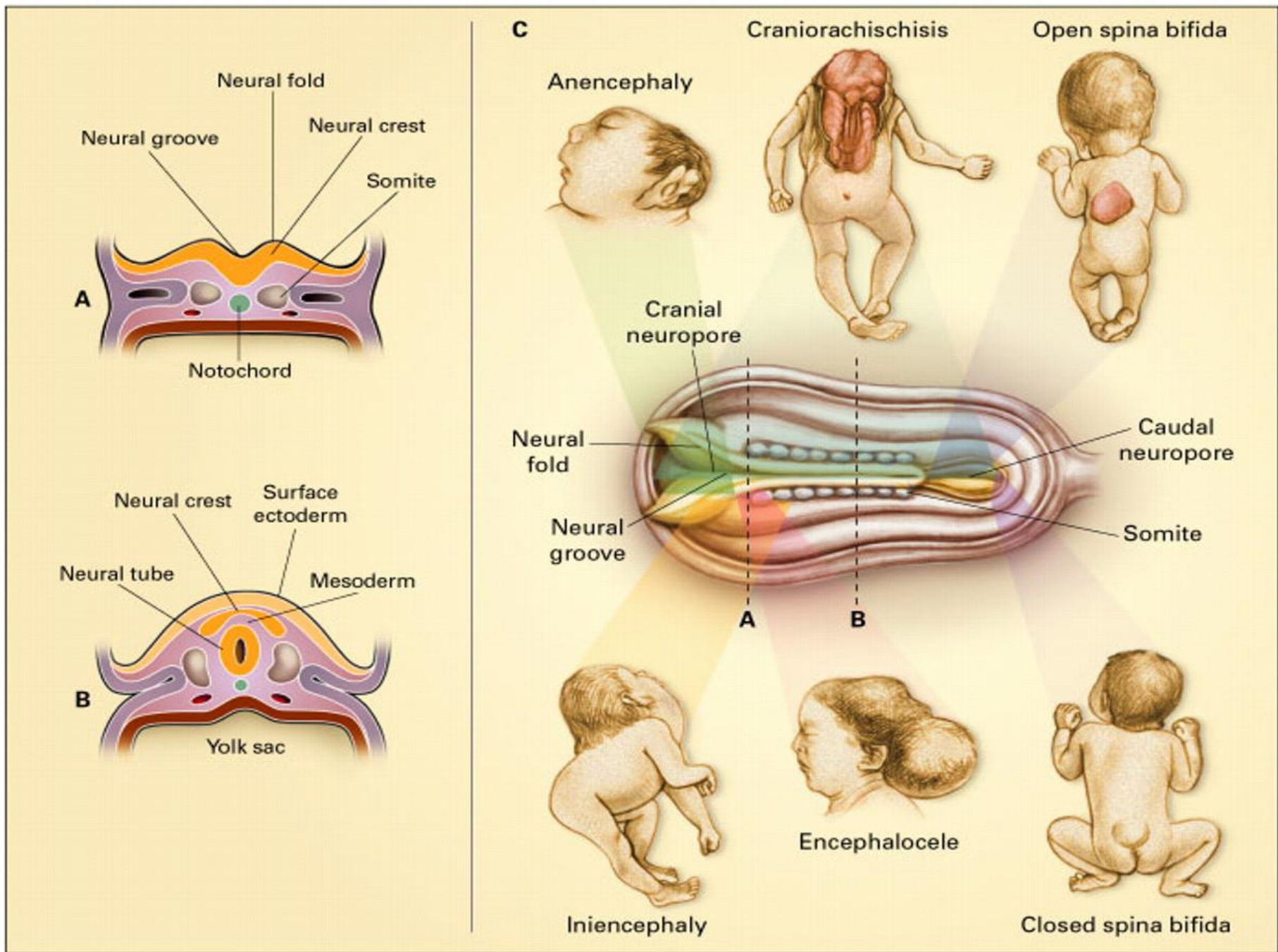
- Stropní ploténka rhombencephala tvoří široký strop čtvrté komory
- **Myelencephalon** odpovídá prodloužené míše, **basální ploténka** a **alární ploténka** v se zde každá mění ve 3 skupiny neuronů, které se stávají základy příslušných jader hlavových nervů a dalších asociačních jader
- **Metencephalon** se dělí na **pons**, který je základní organizací podobný prodloužené míše, a **cerebellum**, které je derivátem alární ploténky a postupně přerůstá nad stropní ploténku

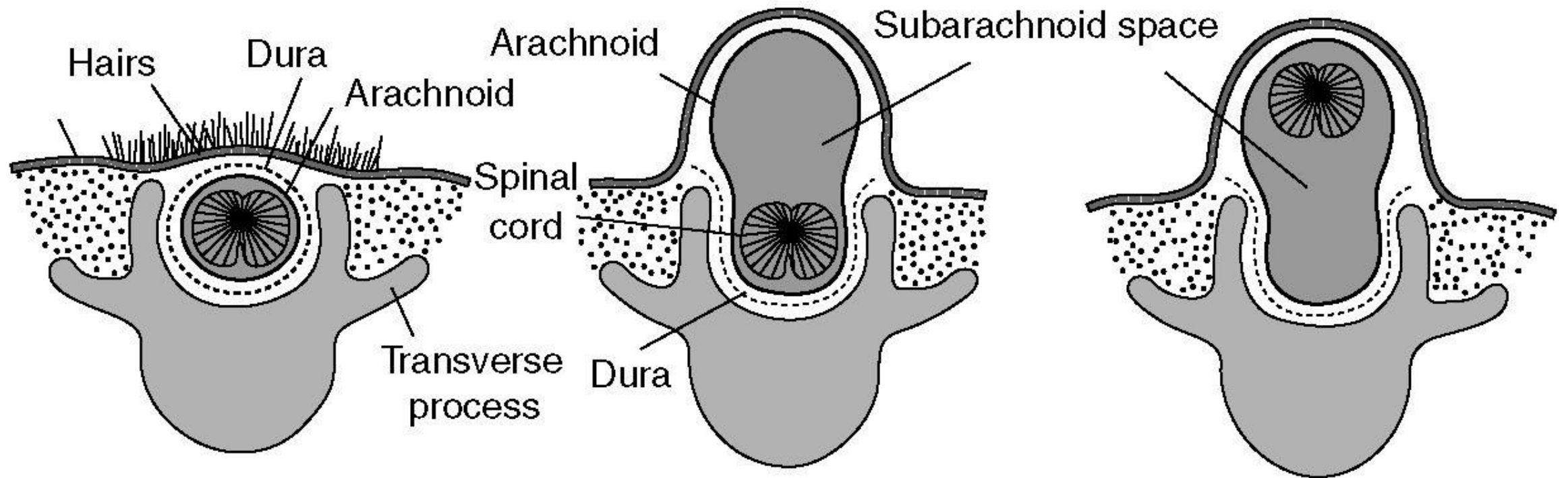
Mesencephalon

- I v mesencephalu je přibližně zachováno základní členění na deriváty basální a alární ploténky
- Z **basální ploténky** se vyvíjí **tegmentum**, obsahující somato- a visceromotorická jádra okohybných **nervů III. a IV.**
- **Alární ploténka** se mění v tectum s prominujícími dvěma páry **colliculi** (corpora quadrigemina)

Prosencephalon

- Soudí se, že prosencephalon je derivátem zejména alární ploténky bez významného podílu basální ploténky
- Z rostrální části **diencephala** se vytváří **hypothalamus**, za nimi vznikají **thalamus** a **epithalamus** (k němu patří glandula pinealis)
- **Thalamus** roste nejvíce ze všech těchto částí, protějšší masy se dokonce spojí tzv. thalamickými adhesemi (massa intermedia)
- Z diencephala vyrůstají také dva **oční pohárky** (základ sítnice) a **infundibulum** – základ **neurohypofýzy**, který se spojuje s **Rathkeho výchlípkou** stomodea – základem **adenohypofýzy**
- **Telencephalon** vzniká ze dvou kulovitých zduření na stranách prosencephala, která postupně přerůstají diencephalon a stávají se tak **mozkovými hemisférami**
- **Postranní mozkové komory** zpočátku zabírají většinu objemu hemisféry, avšak s růstem telencephala se jejich podíl snižuje
- Na mediální straně hemisféry zůstává **fissura choroidea**, kde se vchlipuje pia mater do plexus choroideus postranní komory
- **Histogeneze cortex cerebri** je složitým procesem zahrnujícím několik migračních vln z ventrikulární a subventrikulární zóny směrem k povrchu hemisféry za pomoci **radiální glie**, ke kterým se ještě přidávají další neurony migrující z gangliových eminencí uložených na ventrální straně hemisféry
- V 7. měsíci je již hemisféra ve stadiu lobace a v následujících měsících dochází ke gyrifikaci hemisféry, mozek doroste do finální velikosti asi v 7 letech





(a) Spina bifida occulta

(b) Meningocele

(c) Meningomyelocele



Spina bifida occulta



Meningocele



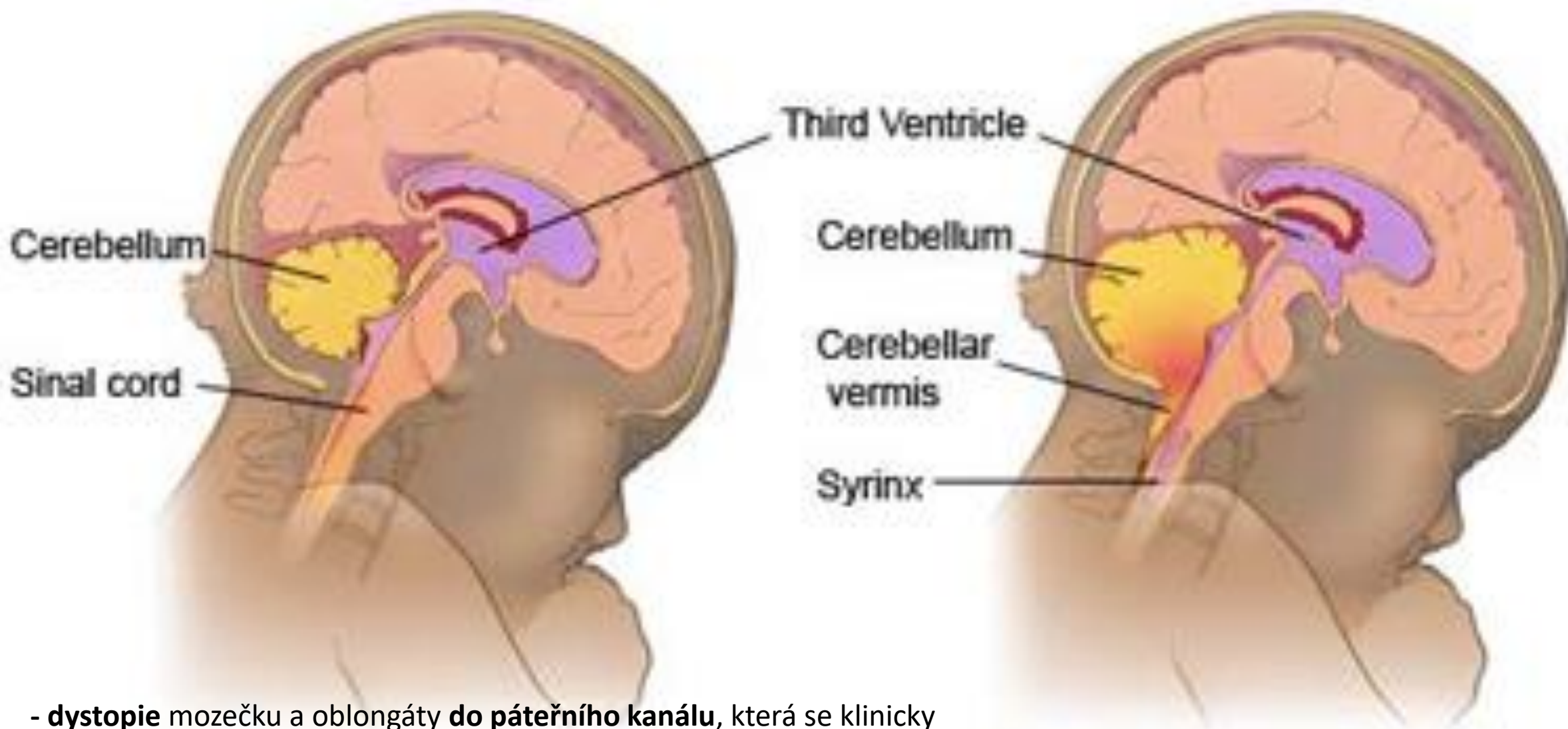
Myelomeningocele



Normal Brain

Chiari (Arnold-Chiari) malformace

Chiari Malformation



- **dystopie** mozečku a oblongáty **do páteřního kanálu**, která se klinicky projevuje hydrocefalem.



Herniated cerebellum

: 1
: 0000 0

VVV nervového systému – rozštěpové vady

- **Anencefalie, kraniorachischíza a myeloschíza** tvoří skupinu defektů uzavření nervové trubice, jsou velmi závažné a přežití je značně limitováno
- Další vadou je **spina bifida**, kdy není uzavřen páteřní kanál a na povrch proniká mícha či jen její obaly ve formě **meningomyelokély** či **meningokély**, tyto vady jsou obvykle spojeny s neurologickým postižením různého stupně
- **Encefalokéla** znamená vyhřeznutí mozku z neuzavřené lebky, prognóza i zde závisí na velikosti defektu
- Při prenatální diagnostice hraje roli mj. i zvýšená hladina **alfa-fetoproteinu** v krevním séru matky
- **Spina bifida occulta** je vadou, při které je defekt páteřního kanálu jen málo patrný, v oblasti léze můžeme nalézt tzv. neurokutánní známky (pigmentace, ochlupení, angiom, vtažená kůže...), vyskytuje se až u 2% lidí

VVV nervového systému - holoprosencefalie

- **Holoprosencefalie** je způsobena nerozdělením prosencephala na dvě poloviny, projevuje se **neurologickým deficitem** a **kraniofaciálními malformacemi** (kyklopie, synoftalmie, proboscis), smrt nastává ve většině případů v prvním roce života
- Vyskytují se i lehčí varianty s neúplným rozdělením hemisfér a lehčí stigmatizací, zde je prognóza lepší, ovšem z těžkým neurologickým a kognitivním deficitem
- Četnost vady se udává kolem 1:10000 narozených, ale až 1:250 u spontánních abortů

VVV nervového systému – Chiariho malformace

- **Chiariho malformace** je charakterizována **herniací mozečkových tonsil** a někdy i části kmene do foramen magnum, často bývá doprovázena **hydrocefalem** či **syringomyelií**
- Existuje několik anatomicky a klinicky odlišných subtypů, mnohdy doprovázených dalšími defekty (např. meningomyelokélou)

