

Nervové tkáně

Nervová tkáň = integrovaný komunikační systém v těle

Původ v embryogenezi: z ektodermu, ale mikroglie (fagocytuje) z mezodermu

Základní elementy: neurony a gliové buňky

Anatomická struktura

Centrální NS: mozek a mícha

Periferní NS: ganglia a nervová vlákna

Funkční struktura:

autonomní NS – sympatický a parasympatický NS: motorické i senzitivní dráhy, řídí viscerální funkce – nezávislé na vůli (kr. tlak, pohyb střev, močov. měchýř)

- **somatický NS** – řídí motorické vůlí ovládané funkce (kosterní svaly)





Centrální nervový systém (mozek a mícha)

Šedá hmota: těla neuronů
převážně nemyelinizovaná vlákna
gliové buňky
-protoplasmatické astrocyty
-oligodendrocyty
-mikroglie

Šedá hmota se nachází v kůře mozku, jádrech uvnitř bílé hmoty v mozku, v kůře mozečku, uvnitř míchy a v gangliích PNS

V kůře se vyskytuje více typů neuronů

V jádrech převládají malé a střední multipolární neurony

Bílá hmota: převážně myelinizovaná vlákna
gliové buňky
- fibrilární astrocyty
- oligodendrocyty
- mikroglie

Bílá hmota je uložena centrálně v mozkové tkáni a na povrchu míchy



Ganglia: nakupení nervových buněk mimo CNS, obalené vazivem

Typy ganglií:

autonomní ganglia - ztluštění v průběhu autonomních nervů nebo ve stěnách orgánů (ganglia u parasympatiku a párový sympatický kmen poblíž míchy)

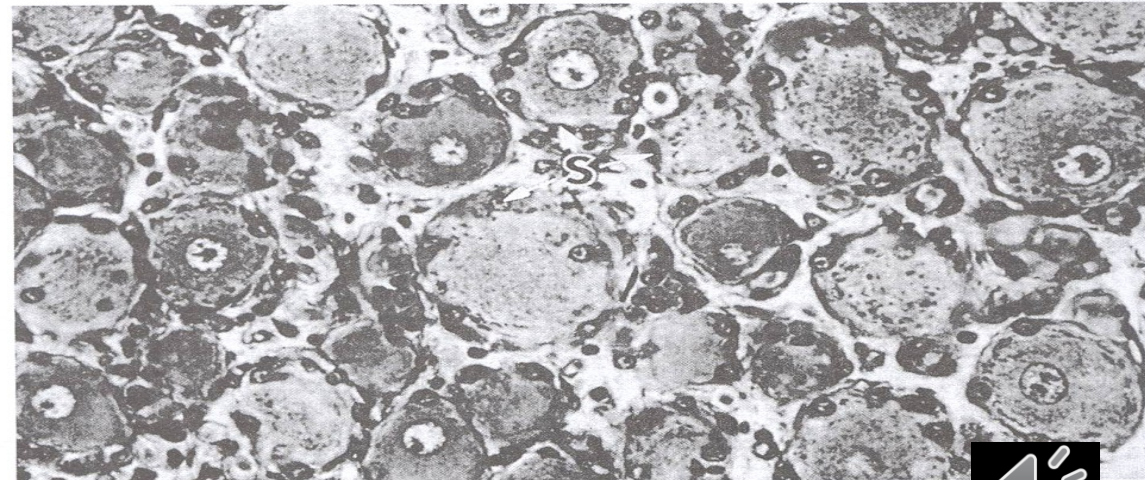
senzitivní ganglia –

- ganglia zadních kořenů míšních = **spinální ganglia**
- ganglia hlavových nervů

Spinální ganglie (neurony, satelitní b. (S))

Periferní nervy – svazky nervových vláken

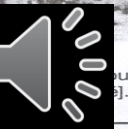
- obaly **epi-**, **peri-** a **endoneurium**.
- Aferentní a eferentní
- Senzitivní (do CNS), motorické (od CNS) a smíšené



Obr. 9-27. Mikrofotografie řezu spinálním gangliem, která zobrazuje neurony a satelitní buňky (S). Barva: hematoxylin a eosin, zvětšení 300x. (Reprodukováno se svolením z Junqueira LC, Carneiro J: *Histologie*. Schiebeler TH, Peiper U. Thieme-Verlag, 1984.)

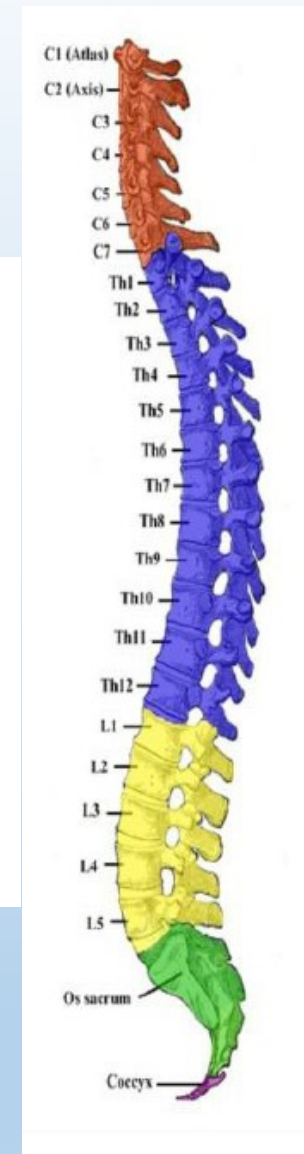
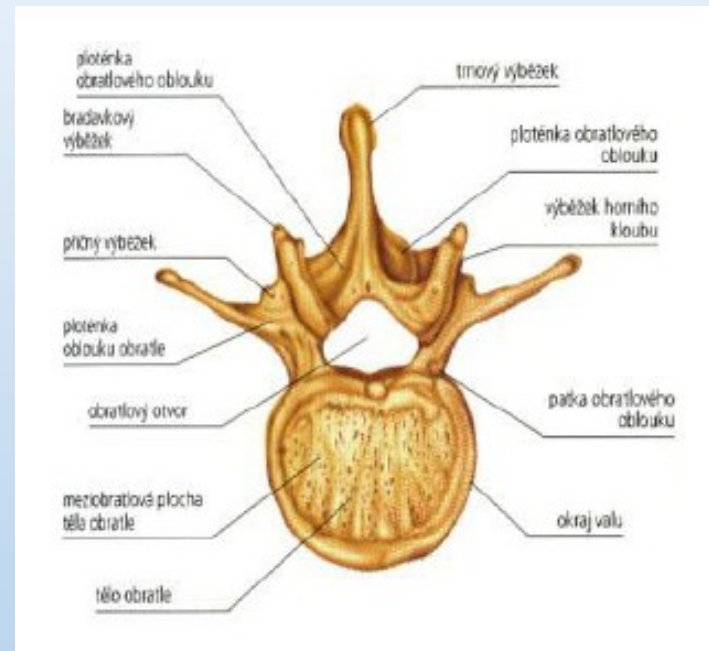


EVROPSKÁ UNIE



Mícha medulla spinalis

- Uložena v páteřním kanále, tvořeném kostní hmotou obratlů (těly a obloukem)
- **Šedá hmota** je uložena uvnitř, obsahuje motorické neurony a interneurony (spojovací buňky a buňky provazců)
- **Bílá hmota** je na povrchu, obsahuje myelinizovaná vlákna a glie
- Z každého segmentu vystupuje **jeden pár nervů**, který vzniká splynutím :
 - - **zadní (dorzální) míšní kořen** – v jejich průběhu se nacházejí tzv. spinální ganglia, v nich se nachází senzitivní neurony
 - - **přední (ventrální) míšní kořen**
- Podél páteře se nachází tzv. **sympatický kmen** tvořený **autonomními ganglii** (významná struktura vegetativního NS)



Krční, hrudní, bederní, křížová kost, kost



Struktura míchy na příčném řezu

Šedá hmota
těla neuronů
převážně nemyelinizovaná vlákna
gliové buňky
-protoplasmatické astrocyty
-oligodendrocyty
-mikroglie

Bílá hm.
převážně myelinizovaná vlákna
gliové buňky
- fibrilární astrocyty
- oligodendrocyty
- mikroglie

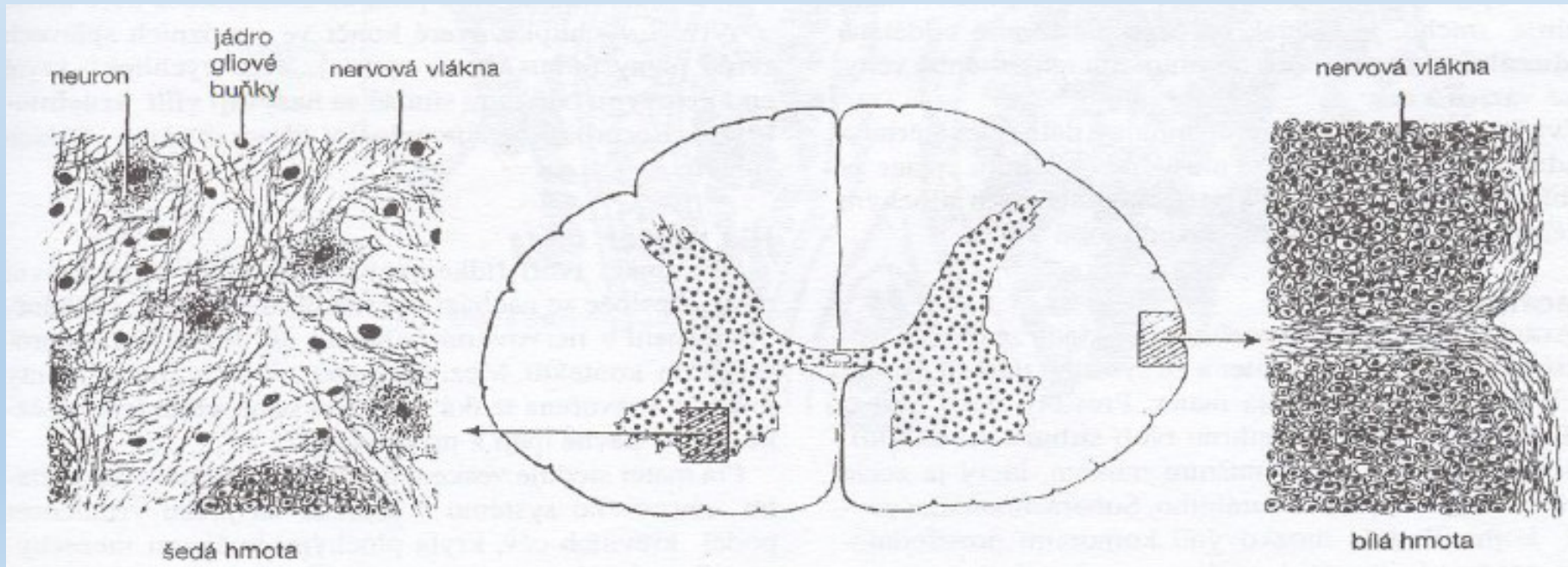
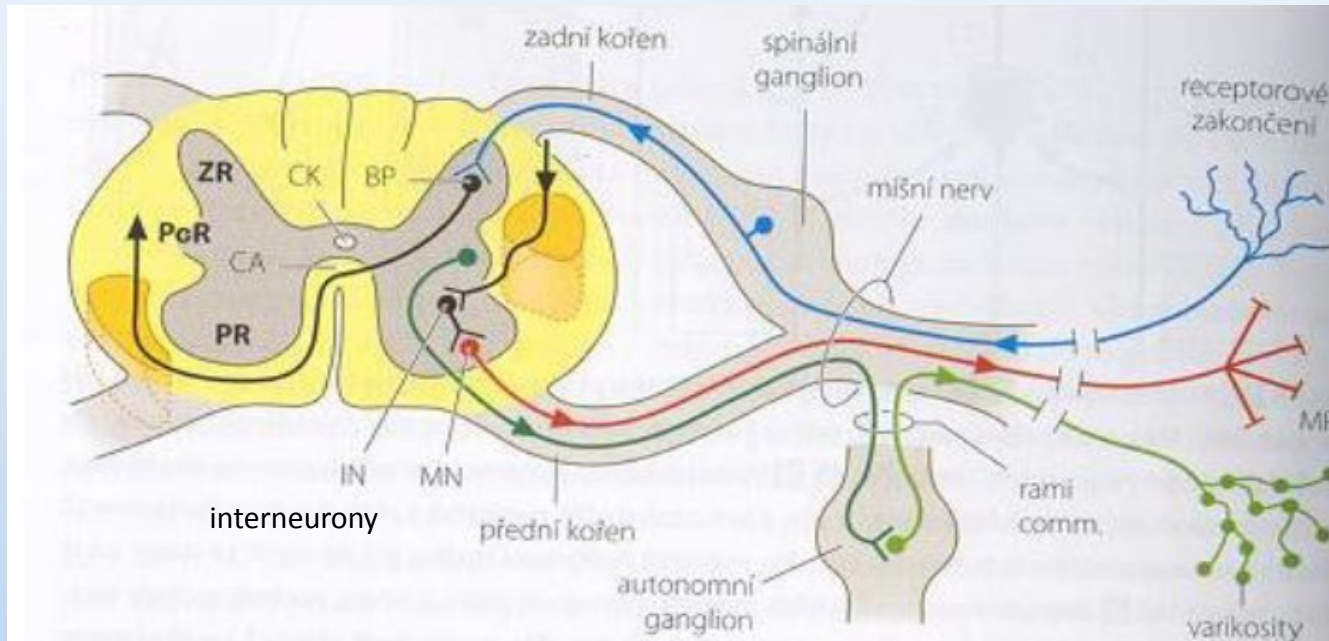


Schéma míchy a výstupu míšních nervů

Nerv vystupující z obratle obsahující vlákna všech kategorií: aferentní, eferentní, motorické, senzitivní, smíšené

Zadní, přední,
postranní rohy



Obr. 9. **17** **Mícha a míšní nerv.** Bílá hmota (světle žlutě) obsahuje početné vzestupné a sestupné dráhy (zástupně jsou znázorněny tmavě žlutě). Šedá hmota se člení na přední, zadní a postranní rohy (PR, PoR, ZR). Typy neuronů: **buňky předních kořenů (MN, červeně)** motoneurony předních rohů a **zeleně** pregangliové sympatické neurony postranních rohů; **interneuron (IN)**, zajišťuje v tomto případě spojení mezi sestupnou motorickou drahou a motoneuronem; **buňky provazců (BP)** na příkladu 2. neuronu dráhy bolesti, jejíž axon vstupuje skrze commissura alba anterior (CA) do druhé poloviny míchy a stoupá v postranním míšním provazci jako tractus spinothalamicus lateralis. **CK**, canalis centralis. **Spínální nerv** vzniká spojením předního a zadního míšního kořene a je součástí PNS (světle šedá). Obsahuje vlákna všech kategorií. Směr šíření signálů ve vláknech je označen šipkami. Odstupující větve nejsou zakresleny. Spojení se sympatickým gangliem je zajištěno pomocí rami communicantes. **MP**, motorická ploténka.

MP motorická ploténka

Podél páteře se nachází sympatický kmen tvořený autonomními gangliemi

modrá – aferentní - senzitivní neurony
červená – eferentní - motoneurony předních rohů
zelená – pregangliové sympatické neurony postranních rohů



Nervová vlákna

Podle toho kterým směrem vedou nervová vlákna vzruchy a s kterými orgány jsou spojeny, se dělí na několik skupin:

- **Nervová vlákna dostředivá – aferentní**

Do míchy vstupují zadními kořeny a do mozku buď samostatně nebo v smíšených nervech.

senzorická
senzitivní

- **Nervová vlákna odstředivá – eferentní**

Z míchy vystupují ventrálními kořeny, z mozku motorickými nebo smíšenými nervy.

somatomotorická
visceromotorická



EVROPSKÁ UNIE



Vegetativní (autonomní) nervový systém: ta část NS, která řídí činnost vnitřních orgánů.

Vegetativní vlákna sympatická: vystupují z míchy v oblasti hrudních a bederních obratlů a přepojují se v sympatických gangliích poblíž míchy, odtud vedou vlákna k cílovým orgánům. Mediátor v gangliích je **acetylcholin**, v cílových orgánech obvykle **noradrenalin**.

Vegetativní vlákna parasympatická: vystupují z parasympatických jader některých hlavových nervů a dále v oblasti křížové míchy. Přepojují se v gangliích, která leží poblíž cílových orgánů. Mediátorem je **acetylcholin**.



Mozek obratlovců (cerebrum)

Koncový mozek (telencephalon) , mezimozek (diencephalon) a stř. mozek (mezencephalon) most (pons Varoli), mozeček (cerebellum), prodloužená mícha (medulla oblongata). V ontogenetickém i fylogenetickém vývoji lze odlišit tři etapy:

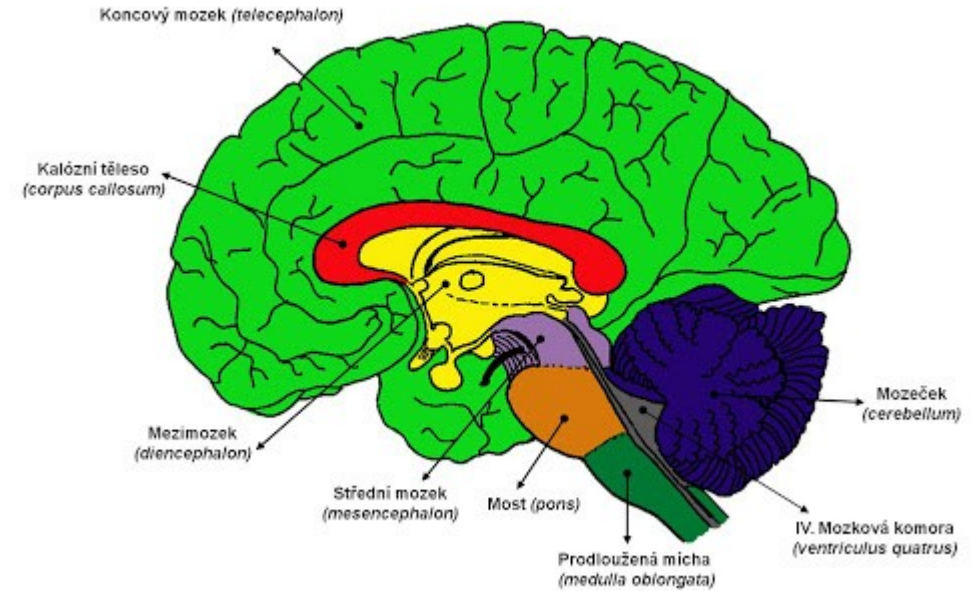
1 . Rozšiřování přední části nervové trubice

2. Rozdělení této rozšířené trubice na tři hlavní oddíly mozku:

- prosencephalon – přední mozek
- mesencephalon – střední mozek
- rhombencephalon – zadní mozek

3. Další rozdělení přední a zadní části na:

- telencephalon - koncový mozek
- mezimozek - diencephalon
- mozeček – cerebellum
- prodlouženou míchu – medulla oblongata



Vývoj mozku

Prosencephalon 1 – přední mozek

- telencephalon a - koncový mozek
- diencephalon b - mezimozek

Mesencephalon 2 c – střední mozek

Rhombencephalon 3 – zadní mozek

- cerebellum d - mozeček
- medulla oblongata e - prodloužená mícha

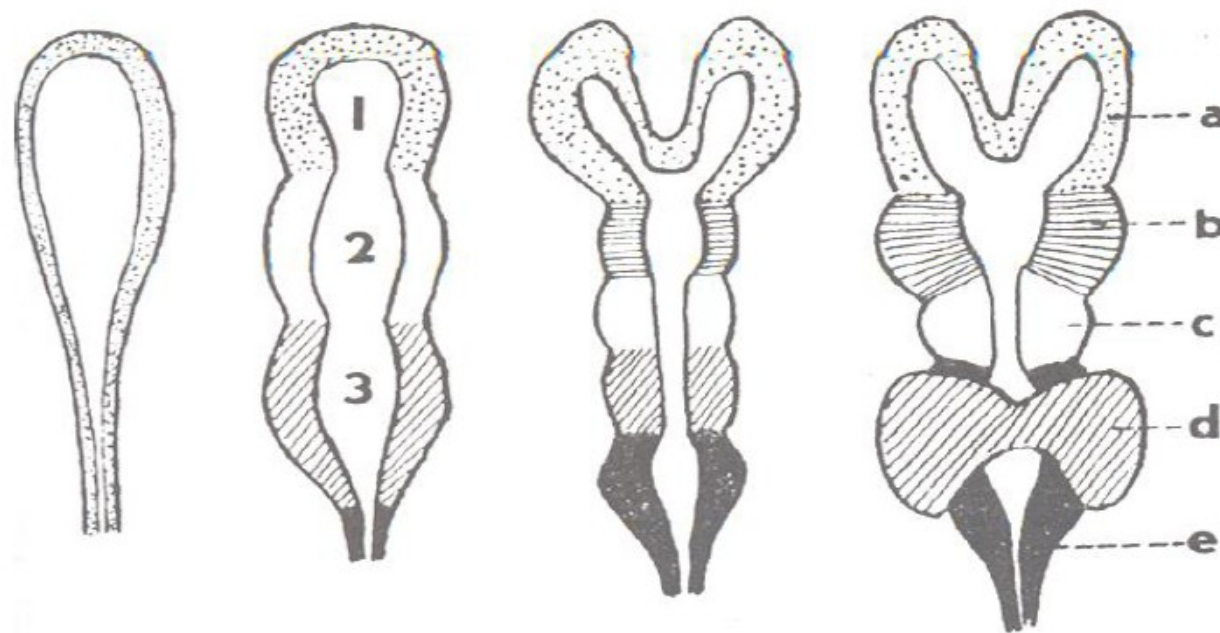
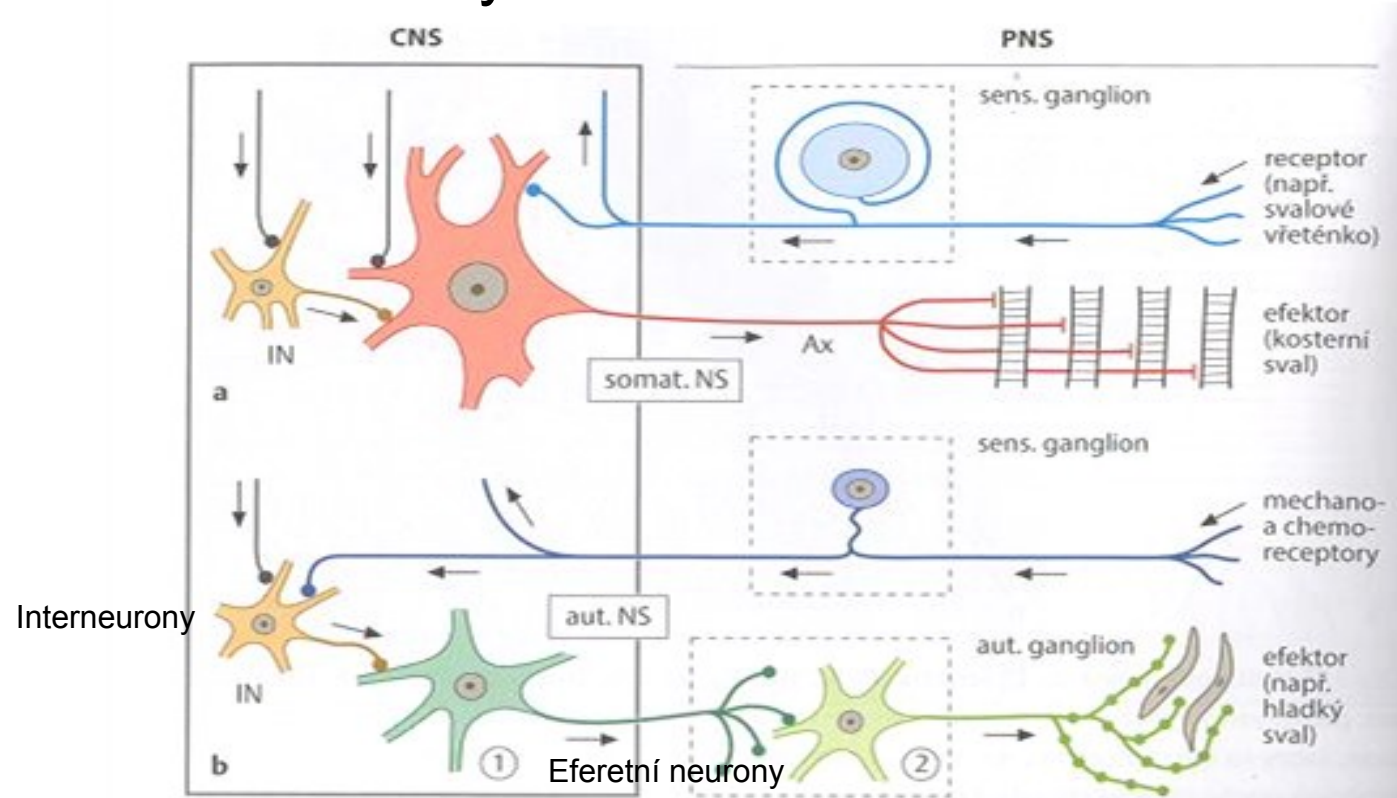
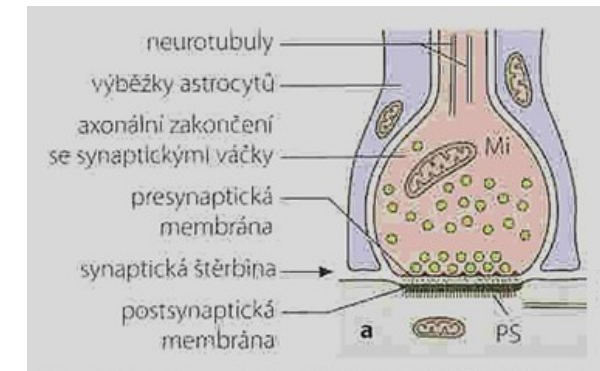


Schéma vedení vzruchu v somatickém a autonomním nervovém systému



Obr. 9.2 Rozdíly mezi centrálním a periferním nervovým systémem. Rozdíly jsou patrné mezi somatickým a autonomním nervovým systémem (schéma). Sensitivní neuron *modře*. Motorický neuron *červeně*. Konečné větve jeho axonu vytvářejí synapse na vláknech kosterního svalu. 1. a 2. eferentní neuron autonomního NS *tmavě zeleně*, resp. *světle zeleně*. Na preterminálních větvích axonu druhého neuronu jsou patrné rozšíření (varikosity, *světle zeleně*), z nichž je uvolňován mediátor. Interneurony (IN) *žlutě*. Šipky označují směr šíření signálu.



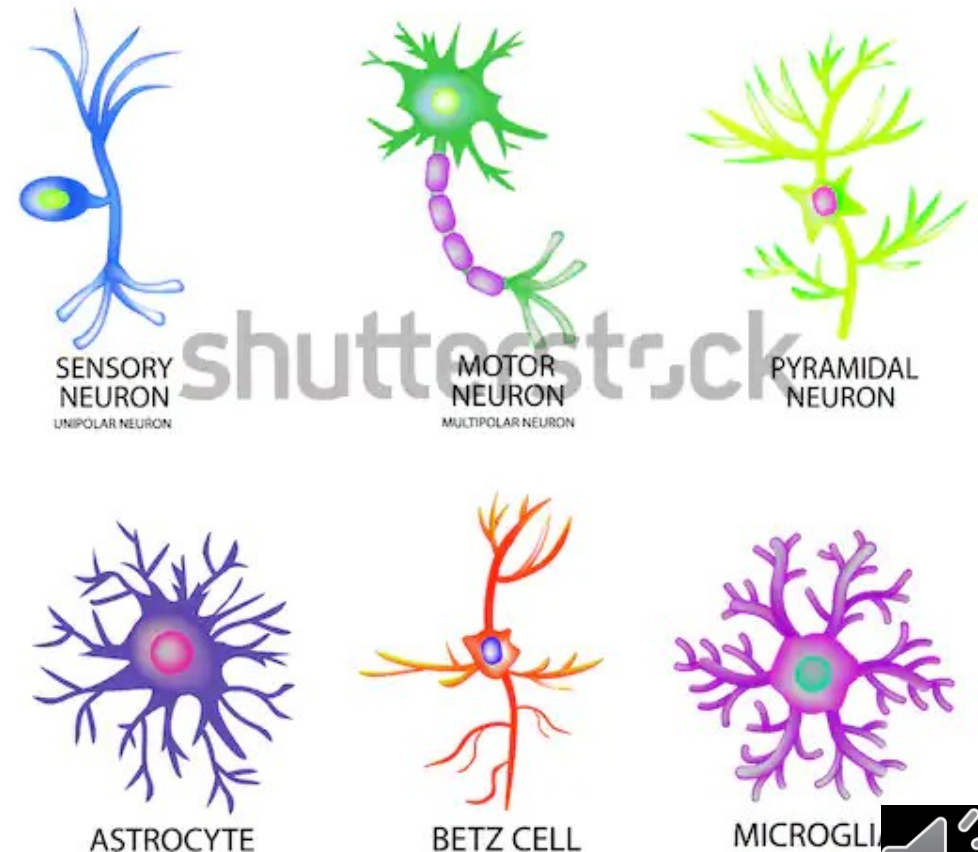
Obecná stavba nervové tkáně

Obsahuje dva různé typy buněk: [neurony](#) a [neuroglie](#).

Neuron

- Anatomická a funkční jednotka nervové tkáně
- Tělo (soma) dendrity, axon, ER (Nisslova substance – tygroid)) mitochondrie, neurofilamenta a neurotubuly
- Rozměry: motorické neurony – tělo až 150 μm , malé neurony jednotky mikrometrů
- Podle tvaru: apolární, unipolární, bipolární, pseudounipolární, **multipolární**
- Synapse

TYPES OF NEURONS



Výběžky

Dendrity

Dendrity přijímají a vedou **vzruchy do těla buňky, aferentně**, jsou **krátké, bohatě větvené**, postsynaptický potenciál je veden ze synapse na dendrit. Z neurochemického hlediska jsou velmi bohaté na **chemicky řízené iontové kanály**.

Neurity

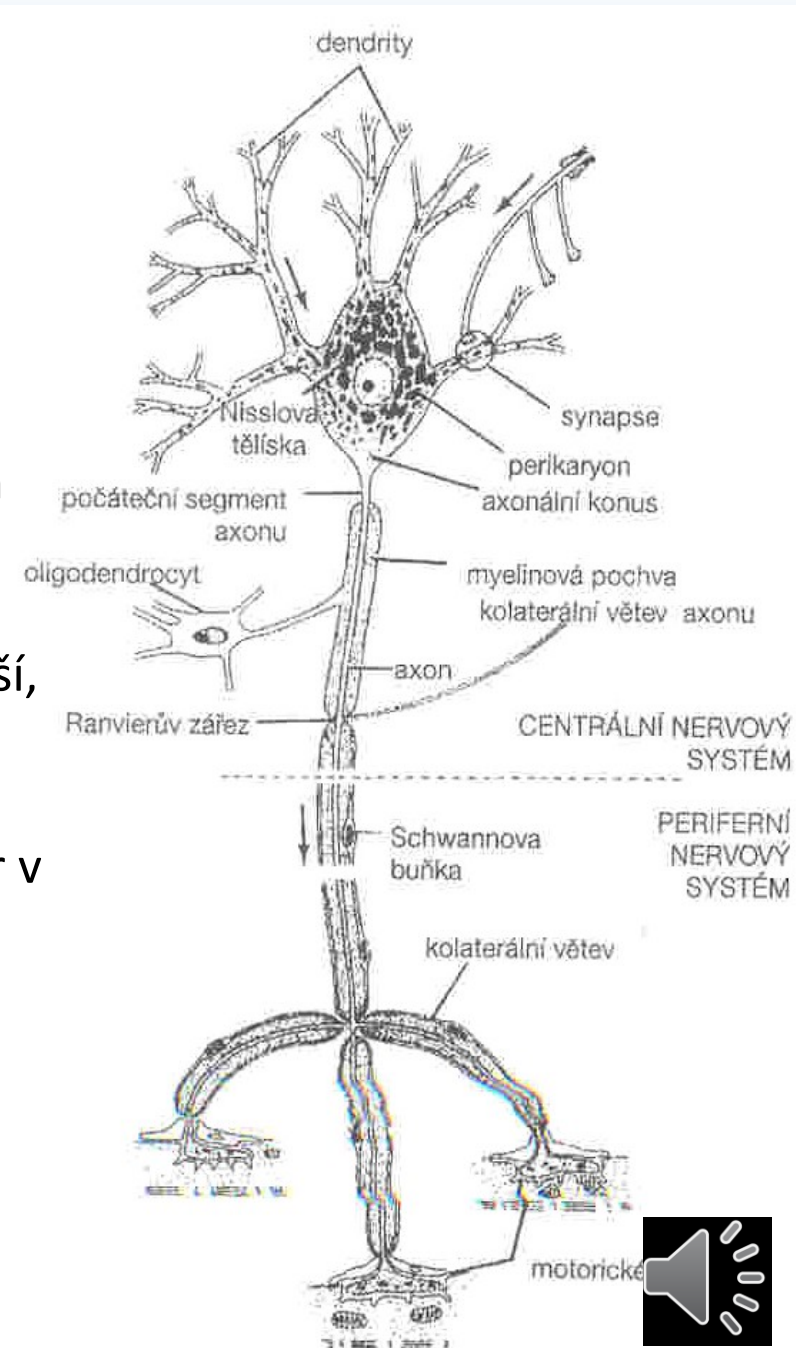
Neurity jsou dlouhé výběžky vedoucí vzruchy **od těla neuronu** (na další neuron nebo efektor), tedy **eferentně**. Z neurochemického hlediska jsou bohaté na **napětově řízené iontové kanály**. **Myelinizovaný neurit (= axon)**

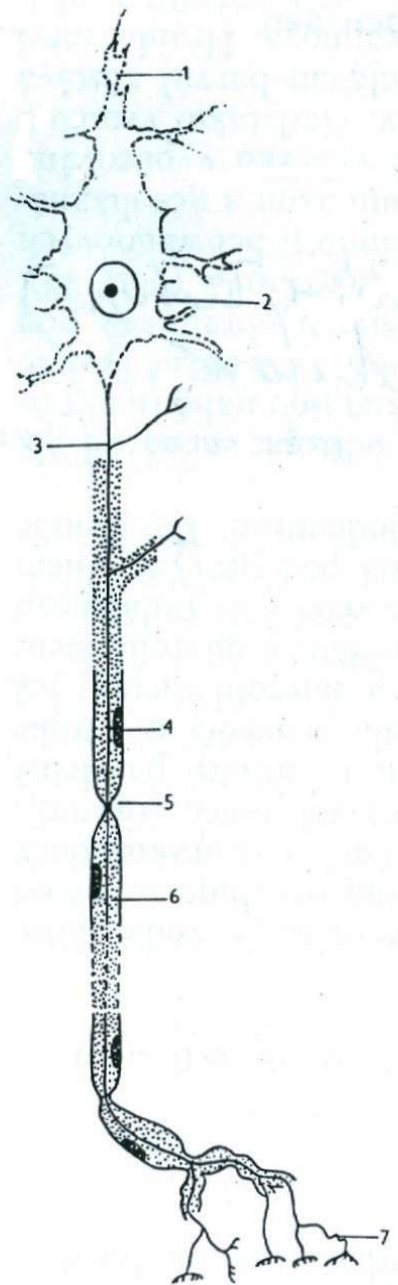
Myelinizovaný úsek má význam pro přenos vzruchu, platí, že čím je axon silnější, tím je přenos rychlejší. V průběhu je myelinová pochva přerušována

Ranvierovými zářezy, úseky mezi jednotlivými zářezy - **internodia**. Rychlost vedení vzruchu je přímo úměrná **délce internodií**. V PNS extracelulární prostor v místě Ranvierova zářezu od okolí oddělen bazální membránou, která se překlenuje přes oblast zářezu, v CNS zde přímo nasedají výběžky astrocytů.

Nemyelinizovaný neurit

Další funkcí - transport některých látek z těla do telodendrií, který je závislý na rozvinutém systému **neurofilament** a **neurotubulů**.



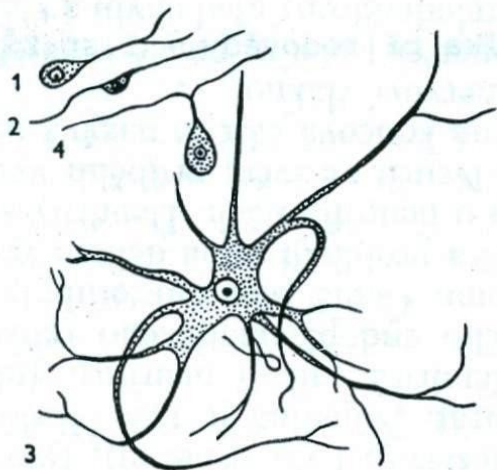


31. Schéma neuronu

1 dendrity; 2 tělo buňky (perikaryon); 3 axon;
4 jádro Schwannovy buňky; 5 Ranvierův zářez;
6 myelinová pochva; 7 terminální rozvětvení.

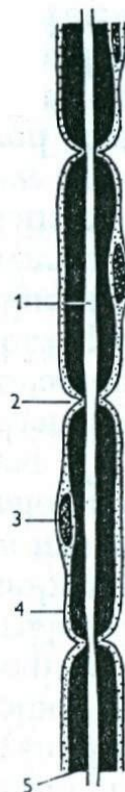
32. Neurony

1 unipolární; 2 bipolární; 3 multipolární;
4 pseudounipolární.



33. Obaly nervového vlákna

1 axon; 2 Ranvierův zářez;
3 jádro Schwannovy buňky;
4 Schwannova pochva;
5 myelinová pochva.
Podle Wolfa.



Tělo buňky – perikaryon jádro – cytoplasma:
Nisslova tělíska - ER, Golgiho komplex, mitochondrie,
Neurofibrily, inkluze

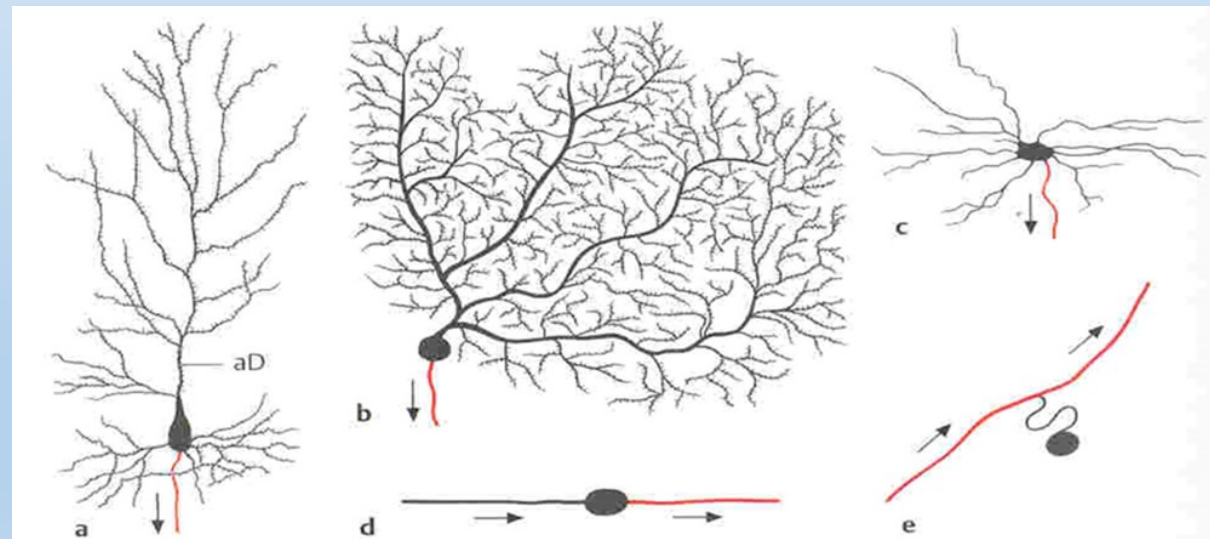


Dělení neuronů

- Neurony se dělí z hlediska **morfologického**, podle délky jeho axonu a z hlediska **funkčního**.

1. Morfologické:

- **Apolární, bipolární, unipolární, pseudounipolární, multipolární**
- **Unipolární** pouze jeden výběžek -axon. Dendrit je přeměněn na specializované zakončení (např. tyčinku př. [smyslové neurony](#) – primární smyslové buňky, tyčinky a čípky [sítnice](#)).
- **Bipolární** neurony jeden neurit a jeden dendrit, které obvykle odstupují na opačných pólech buněčného těla, př. [druhý neuron zrakové dráhy nebo čichové buňky](#).

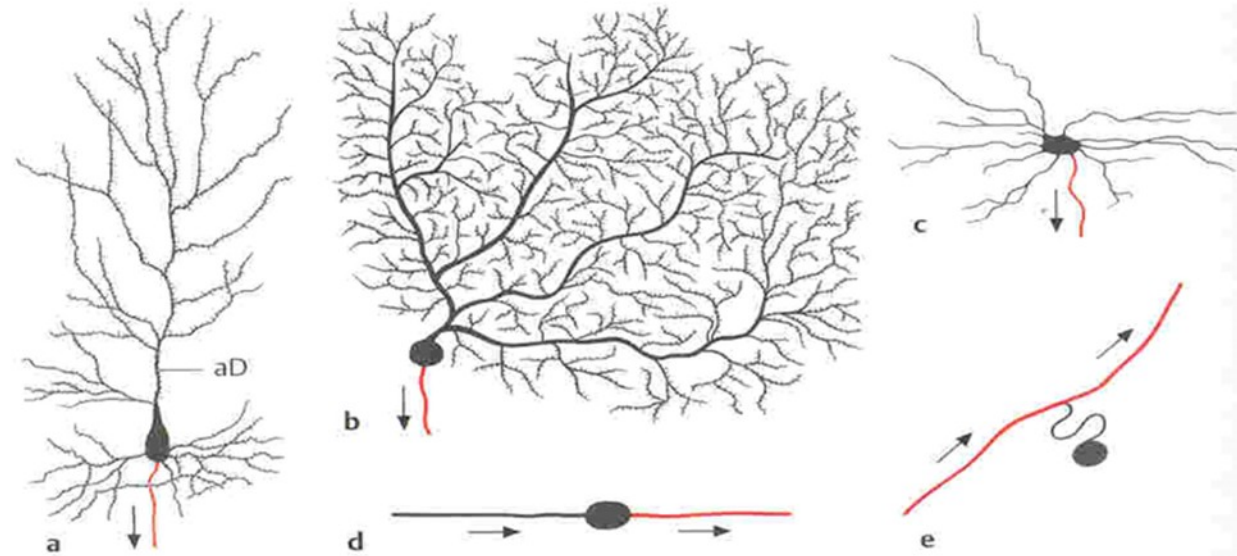


Obr. 9.4 **Rozdílné typy neuronů.** Schematický obrázek podle preparátu pořízeného Golgiho metodou. Perikarya a dendrity černě, axony červeně. **a** Pyramidová buňka mozkové kůry s apikálním dendritem (aD) a s bazálními dendrity; na všech dendritech jsou dendritické trny. **b** Purkyňova buňka (kůra mozečku). **c** Multipolární buňka (mícha, přední míšní rohy). **d** Bipolární buňka. **e** Pseudounipolární buňka.



Dělení neuronů

- **Pseudounipolární** neuron je zvláštní typ bipolárního neuronu. V blízkosti těla dendrit a axon splývají v jediný výběžek, dendraxon. Ten opět rozděluje na výběžky dva. Př. [spinální ganglia](#) a ganglia mozkových nervů.
- **Multipolární** neurony jsou nejpočetnější. Z buněčného těla vystupuje několik dendritů a jeden axon, takže buňka má hvězdicovitý tvar. Multipolární neurony - „[typické](#)“ neurony



Obr. 9.4 Rozdílné typy neuronů. Schematický obrázek podle preparátu pořízeného Golgiho metodou. Perikarya a dendrity černě, axony červeně. **a** Pyramidová buňka mozkové kůry s apikálním dendritem (aD) a s bazálními dendrity; na všech dendritech jsou dendritické trny. **b** Purkyňova buňka (kůra mozečku). **c** Multipolární buňka (mícha, přední míšní rohy). **d** Bipolární buňka. **e** Pseudounipolární buňka.

Funkční: principální (projekční) – propojují vzdálené oblasti nervového systému, **lokální (interneurony)** – propojují blízké oblasti.



Neuroglie - obecně

Neuroglie (glie, gliová tkáň) je podpůrná tkáň, která spolu s [neurony](#) tvoří nervový systém. Gliové buňky - 90% všech buněk v nervovém systému

Funkce: podpora neuronální sítě, zajištění výživy neuronů, schopnost fagocytózy a tvorba [myelinu](#) napomáhají izolaci.

Pro SM: Buňky mají argyrofilní vlastnosti, dají se tedy velmi dobře [impregnovat stříbrem](#). Tato technika vhodná pro zobrazení cytoplazmy neuroglie i neuronů. Při barvení [hematoxylin-eosinem \(HE\)](#) jsou z gliálních buněk vidět pouze jádra, která jsou v porovnání s jádry okolních neuronů malá.

Neuroglie dělíme na:

1. Centrální:

1. Makroglie – **astrocyty, oligodendroglie, ependym**, tanocyty, Müllerovy buňky, pituicyty;
2. Mikroglie

2. Periferní:

1. Schwannovy buňky
2. Satelitové buňky (malé s krátkými výběžky)

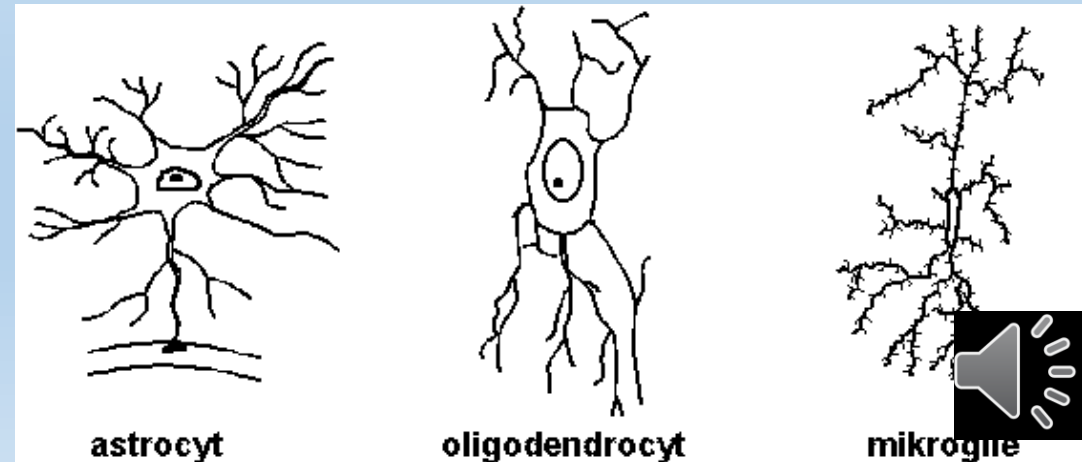


Makroglie

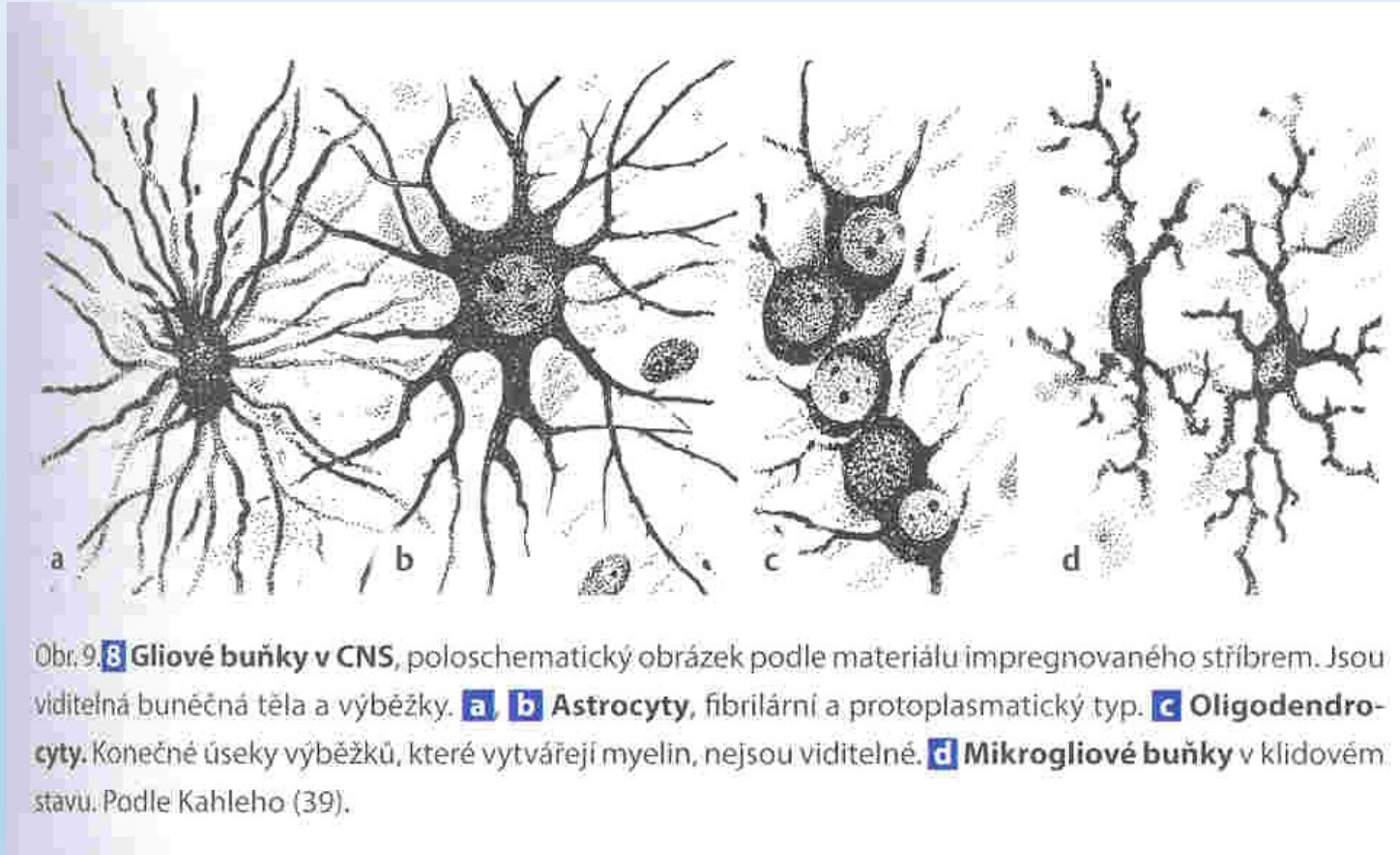
- [Astroglie \(astrocyty\)](#) - velké, 1. podpírají a vyživují [neurony](#), 2. mají schopnost regenerace (tvoří gliovou jizvu), 3. jsou největší z neurogliových buněk, vysílají dlouhé výběžky opatřené nožkami, 4. panožkami obalují všechny cévy centrálního nervového systému.
- **plazmatické** Plazmatické astrocyty najdeme v šedé hmotě mozku a míchy. Jejich výběžky jsou kratší a širší než u fibrilárních astrocytů.
- **vláknité** (fibrilární). Fibrilární astrocyty se nacházejí hlavně v bílé hmotě mozku a míchy a jejich výběžky jsou dlouhé a štíhlé.
- [Oligodendroglie](#) (oligodendrocyty) - nacházejí se v bílé hmotě CNS, mají opornou funkci, produkují [myelin](#); najdeme jak v šedé tak i v bílé hmotě. V šedé hmotě jsou především v blízkosti těl neuronů a v hmotě bílé podél myelinizovaných nervových vláken. Oligodendrocyty jsou téměř identické se [Schwannovými buňkami](#) periferního nervového systému, avšak na rozdíl od nich mohou **myelinizovat více než jedno vlákno**.
- [Ependymální buňky](#) vystylají centrální kanál míšňí a mozkové komory.

Mikroglie

[Mikroglie](#) - jsou nejmenší, mají obrannou funkci - schopnost [fagocytózy](#); jsou součástí [monocyto-makrofágového systému](#). Byla u nich prokázána schopnost dělení.



Typy gliových buněk - neuroglie



Obr. 9. **g** Gliové buňky v CNS, poloschematický obrázek podle materiálu impregnovaného stříbrem. Jsou viditelná buněčná těla a výběžky. **a**, **b** Astrocyty, fibrilární a protoplasmatický typ. **c** Oligodendrocyty. Konečné úseky výběžků, které vytvářejí myelin, nejsou viditelné. **d** Mikrogliové buňky v klidovém stavu. Podle Kahleho (39).



Mozeček (cerebellum)

- **Šedá hmota** vytváří mozečkovou kůru a jádra uvnitř mozečku
- **Bílá hmota** je uložena uvnitř mozečku a zasahuje do jednotlivých závitů v podobě tenkých plátů

Charakteristický vzhled „strom života“

- **Kůra - trojvrstevná:**

Molekulární vrstva – převládají vlákna (hlavně dendrity Purkyňových buněk)

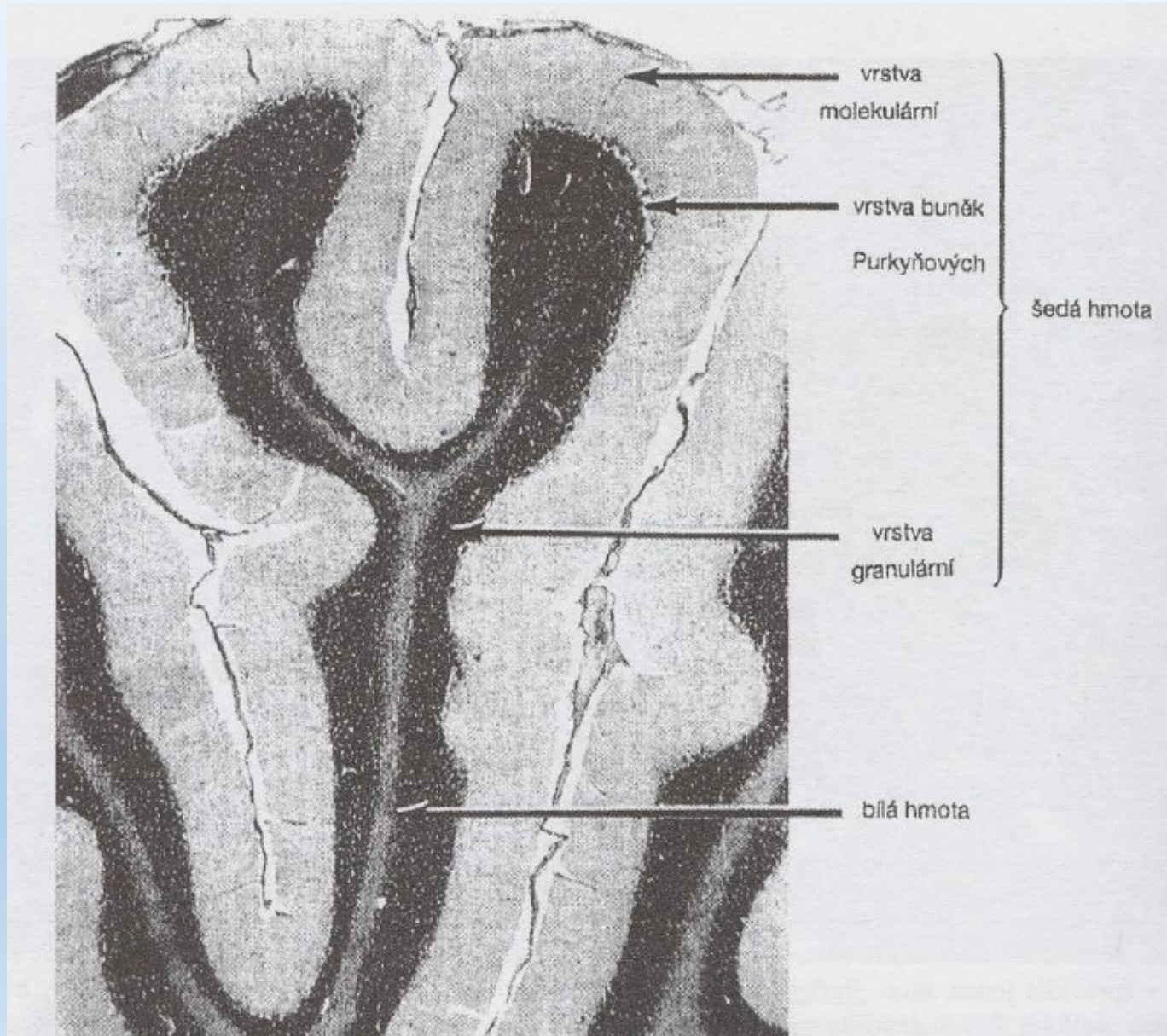
- dále typy neuronů:
- košíčkové buňky
- hvězdčovitě multipolární neurony

Vrstva Purkyňových buněk

Zrnitá vrstva - malé neurony cca 6 μm

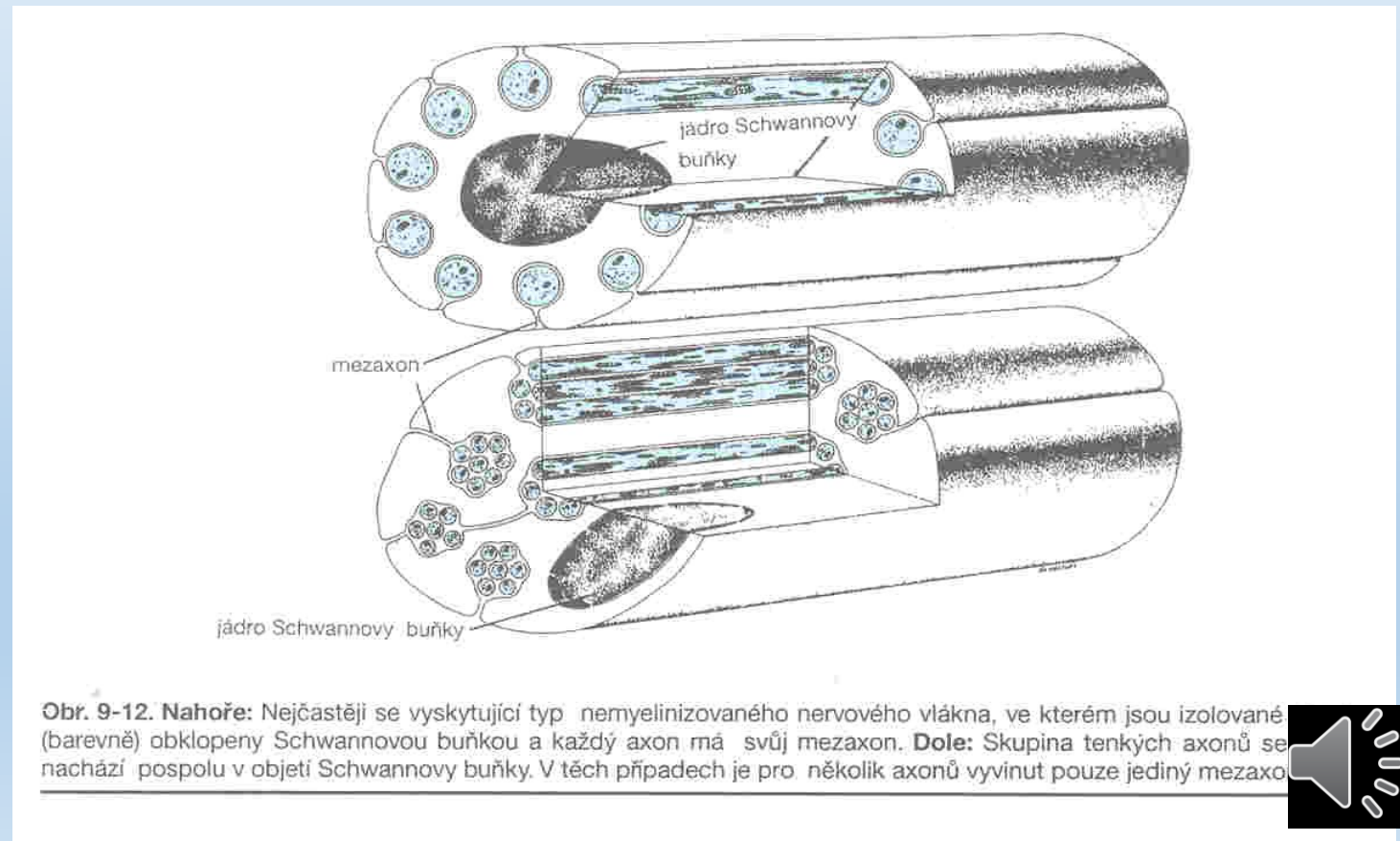
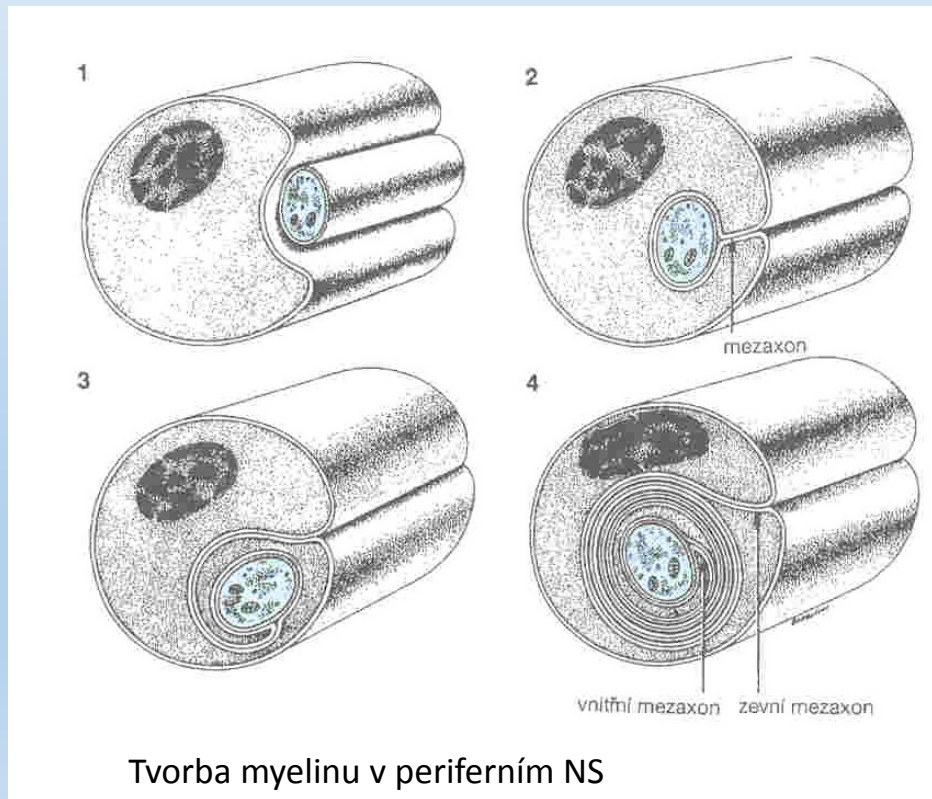


Struktura mozečku



Nervová vlákna

- Axony - nervová vlákna – svazky nervových vláken (= nervy v PNS, dráhy v CNS)
- Axony mají obaly: V PNS je obalový element Schwannova buňka, v CNS oligodendrocyt
- Vlákna mohou být myelinizovaná nebo nemyelinizovaná



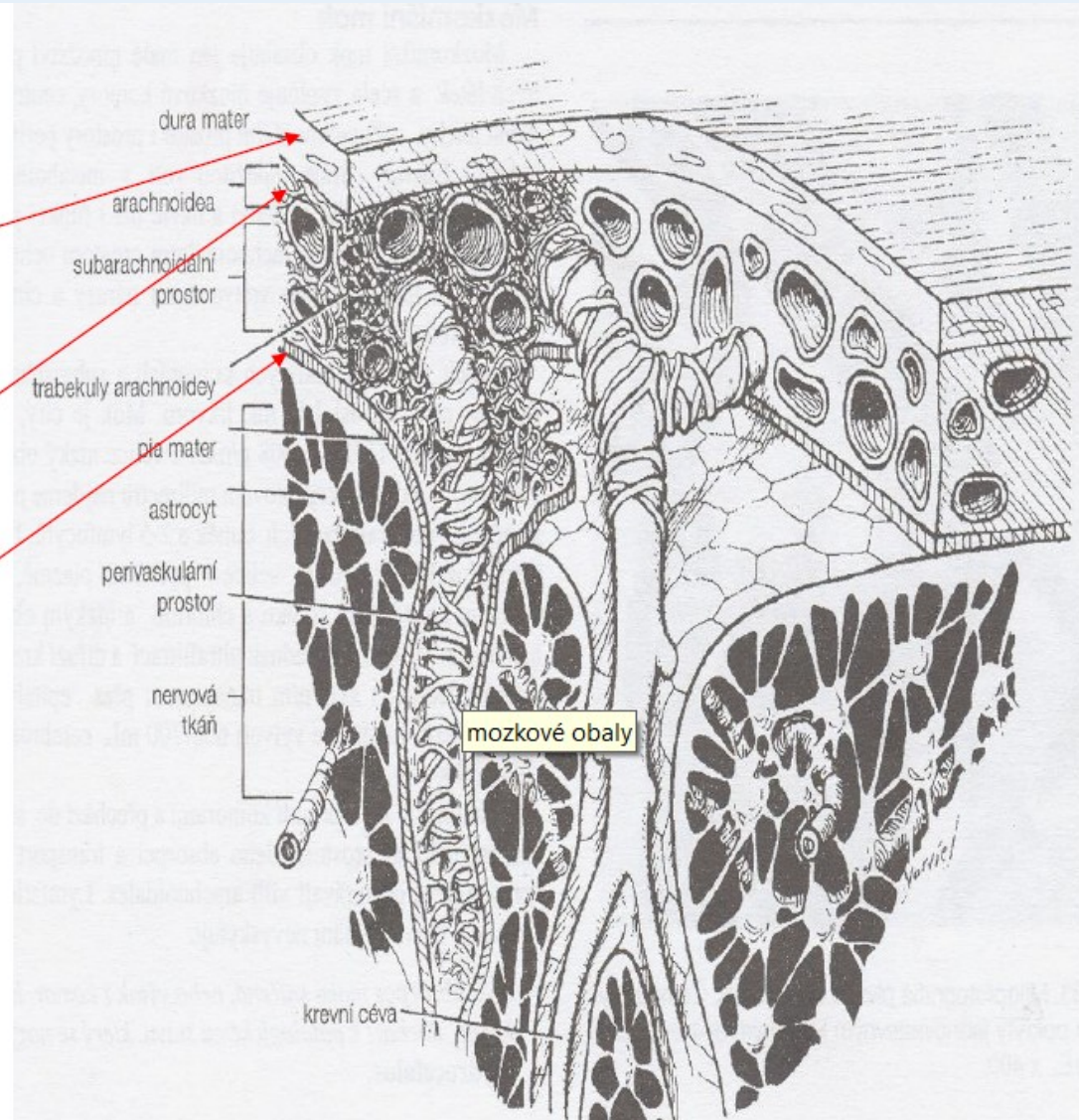
Obaly CNS

Obaly CNS:
vazivové blány -
meninges

Dura mater
tvrdá plena

Arachnoidea
pavučnice

Pia mater
měkká plena



Mozkové komory

- Dutiny uvnitř mozku, které pokračují v míše jako míšní kanál,
- vystlány jednovrstevným epitelem – EPENDYM
- **I. a II. (postranní) mozkové komory** v hemisférách koncového mozku
- **III. mozková komora** v mezimozku
- **IV. mozková komora** v prodloužené míše
- III. a IV. komora je spojena úzkým kanálem (*ductus Sylvii*) pod středním mozkiem a mozečkem.

- **Hematoencefalická bariéra:**

- Zvláštní způsob uspořádání tkáně na rozhraní krev – nervová tkáň.
- Zamezuje vstupu potenciálně škodlivých látek z krve do nervové tkáně.
- Zonulae occludentes v endotelu
- Endotel bez fenestrací
- Málo pinocytárních váčků v endotelových buňkách
- Výběžky astrocytů obklopují cévy

- **Mozkomíšní mok:**

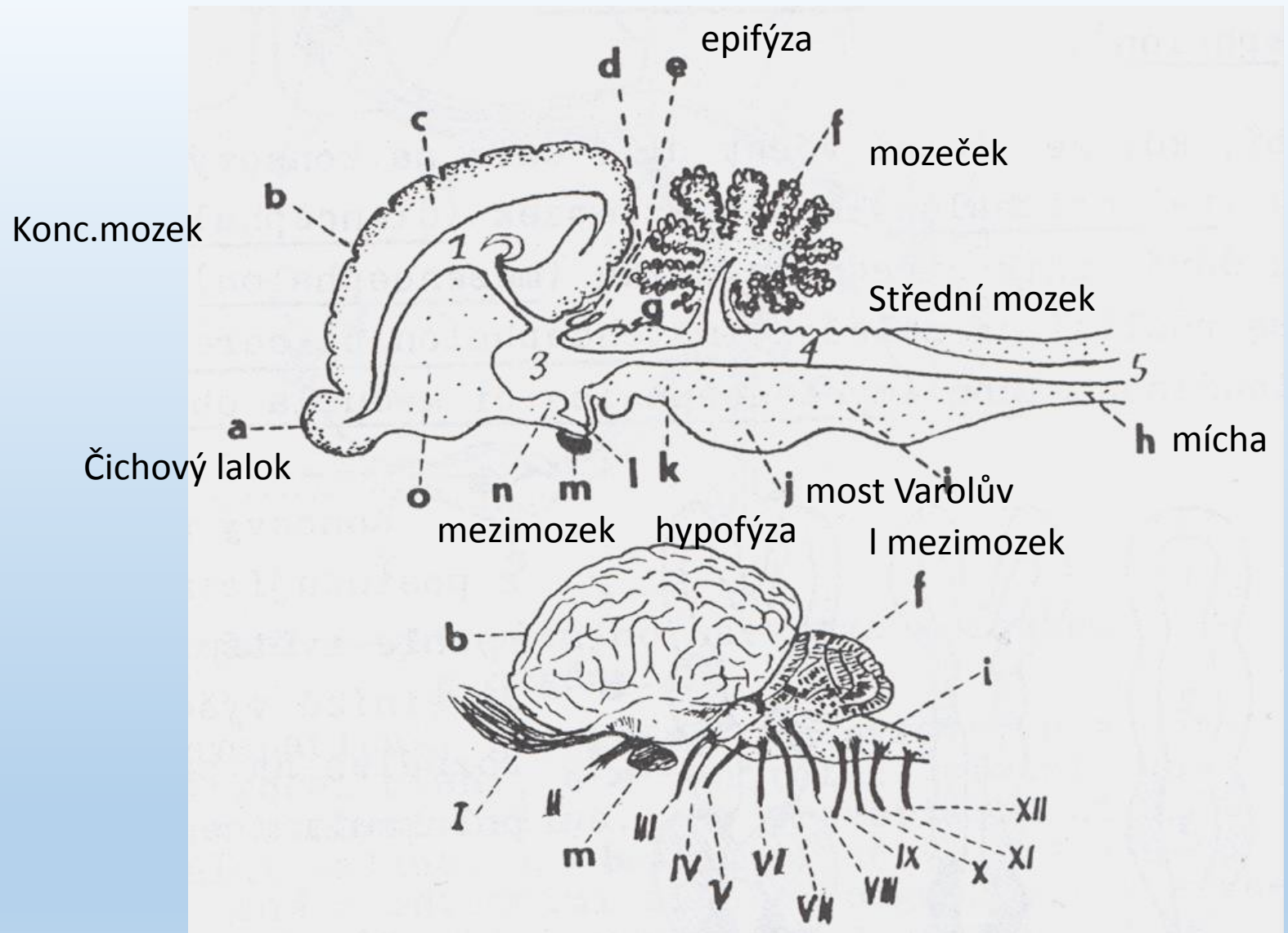
- Produkován v tzv. *plexus choroideus* = záhyby pia mater uvnitř
- mozkových komor. vazivo s kapilárami a epitel odvozený od ependymu.
- **Epitelové buňky produkují vodnatý roztok – mok.** Celkem asi 135 ml, obnovuje se, bez buněk, málo proteinů, málo glukózy.
- **Vstřebávání moku:** ve stropu 4. komory jsou tři otvory, které spojují komorový prostor a subarachnoidální prostor – mok se vstřebává do krve.

**Horní obrázek:
mozkové komory:**

- 1: první a druhá
- 3: třetí
- 4: čtvrtá
- 5: míšní kanál

**Dolní obrázek:
hlavové nervy (římskými číslicemi)**

- a: čichový lalok**
- b: koncový mozek**
- c: pallium
- d: parietální orgán
- e: epifýza**
- f: mozeček**
- g: čverohrbolý -střední mozek**
- h: mícha**
- i: prodloužená mícha**
- j: Varolův most
- k: Sylviovův kanál
- l: infundibulum mezimozku
- m: hypofýza**
- n: mezimozek – chiasma opticum**
- o: corpus striatum



Hlavové a míšní nervy

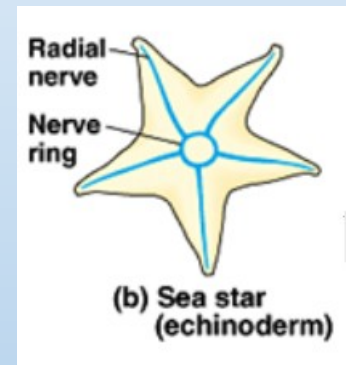
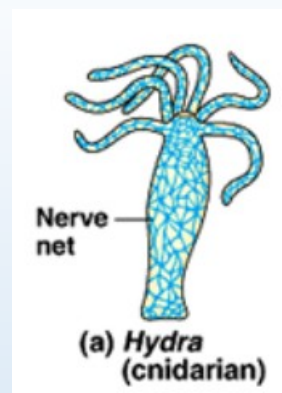
- **I. Nerv čichový** (nervus olfactorius) vede vzruchy z čichových receptorů do čichových laloků koncového mozku
- **II. Nerv zrakový** (nervus opticus) vede zrakové nervy přes chiasma opticum do mezimozku
- **III. Nerv okohybný** (nervus oculomotorius) ze středního mozku, obsahuje motorická vlákna okohybných svalů
- **IV. Nerv kladkový** (nervus trochlearis) ze středního mozku, motorická vlákna
- Zbývající nervy mají svá jádra uložena v prodloužené míše:
- **V. Nerv trojklanný** (nervus trigeminus) Senzitivní vlákna pro kůži hlavy a zuby, motorická inervace žvýkacích svalů
- **VI Nerv odtahující** (nervus abducens) somatomotorická inervace svalů oka
- **VII. Nerv lícní** (nervus facialis) motorická inervace svalů uší, očních víček a mimických svalů, inervace žláz
- **VIII. Nerv rovnovážně sluchový** (nervus vestibulocochlearis) vjemy ze sluchového a rovnovážného ústrojí
- **IX. Nerv jazykohltanový** (nervus glossopharyngeus) svalovina jazyka, slinné žlázy, podněty ze smyslových buněk jazyka.
- **X. Nerv bloudivý** (nervus vagus) visceromotorická a viscerosenzitivní inervace vnitřních orgánů. Důležitá součást parasympatického vegetativního nervstva.
- **XI. Nerv přídatný** (nervus accesorius) motorický nerv pro svaly krku a hltanu
- **XII. Nerv podjazykový** (nervus hypoglossus) motorický nerv pro svaly jazyka, vystupuje už z míchy, ale do CNS vstupuje přes lebku.

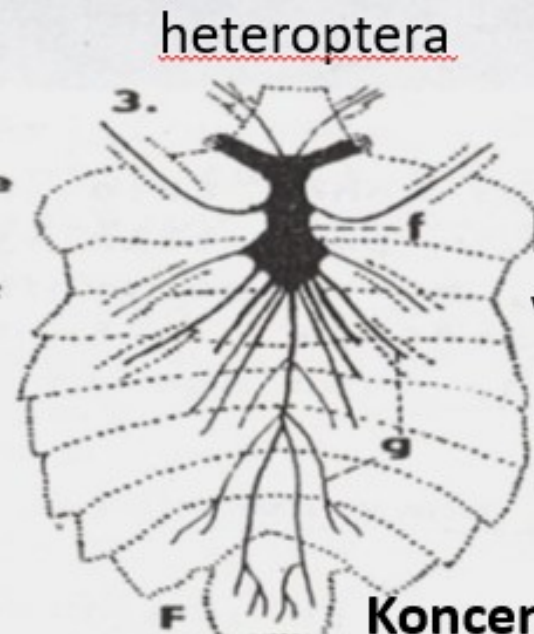
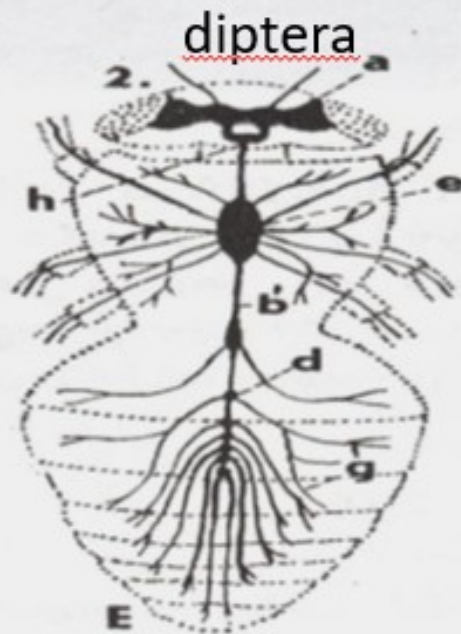
Míšní nervy

- Míšní nervy (31 párů) vystupují z míchy jedním dorzálním a jedním ventrálním kořenem.
- **Dorzální kořen vede aferentní senzitivní vlákna**
- **Ventrální kořen vede vlákna motorická a vegetativní (pregangliová)**

Fylogeneze nervové soustavy

- **NS rozptýlená (difúzní)**: bi nebo multipolární buňky, např. houby, láčkovci.
- **NS kruhová**: paprscitě souměrní živočichové, kruhový nerv a případně podélné větve, např. medúzy.
- **NS gangliová**: kumulace nervových buněk do uzlin – ganglií a rozdělení na centrální a periferní nervový systém. Souvisí s cefalizací, např. ploštěnci.
- **NS žebříčková** (typ gangliové soustavy) vyskytuje se v různých modifikacích, významná u kroužkovců, **později splýváním párů segmentálních uzlin i jejich spojek** - konektiv a vzniká břišní nervová páska.
- Postupné koncentrování nervových buněk **do jedné nebo několika málo uzlin** (center) funkčně i anatomicky úzce spojeno se soustavou žláz s vnitřní sekrecí.

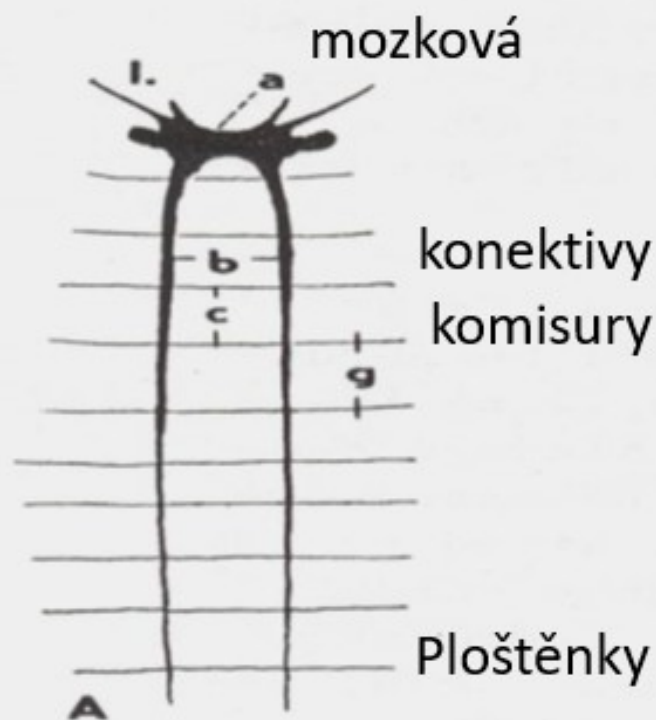




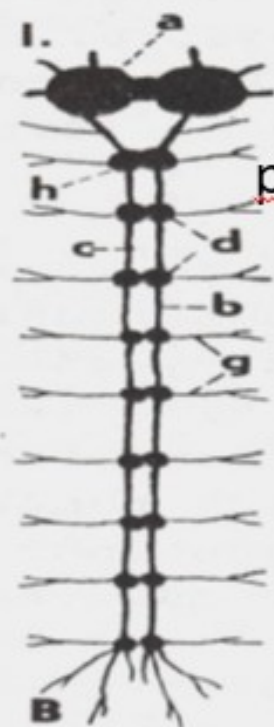
koncentrace gangliových b.
v jednu tělní uzlinu

periferní nervstvo

Koncentrovaná gangliová soustava



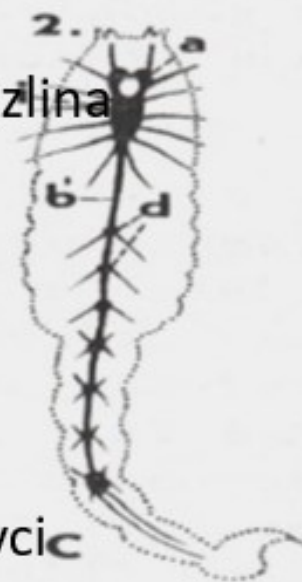
Žebříčková



podjícnová uzlina
tělní uzliny

Kroužkovci

Břišní nervová páska



Štír

Pavouk

Použitá literatura, zdroje obrázků. tučně – doporučená literatura pro studium

- Junqueira L. C., Carneiro J., Kelley L.R.: Základy Histologie, překlad, 7 vydání. H&H, 1997
- Lüllmann-Rauch R.: Histologie, překlad , 3. vydání, Grada, 2012
- Martínek J., Vacek Z.: Histologický atlas, Grada Publishing, 2013
- <http://www.sci.muni.cz/ptacek/>
- Nečas a kol.: Obecná biologie, H&H, 2000
- Kerr J. B.: Atlas of Functional Histology, Mosby 1999
- Wolf J.: Histologie, SZN Praha 1966
- Tichý F a kol.: Histologie: mikroskopická anatomie, VFU Brno, 2004
- <http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookcircSYS.html>
- <http://rocek.gli.cas.cz/Courses/courses.htm>