

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

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)

Anatomická struktura

Centrální NS: mozek a mícha

Periferní NS: ganglia a nervová vlákna

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)

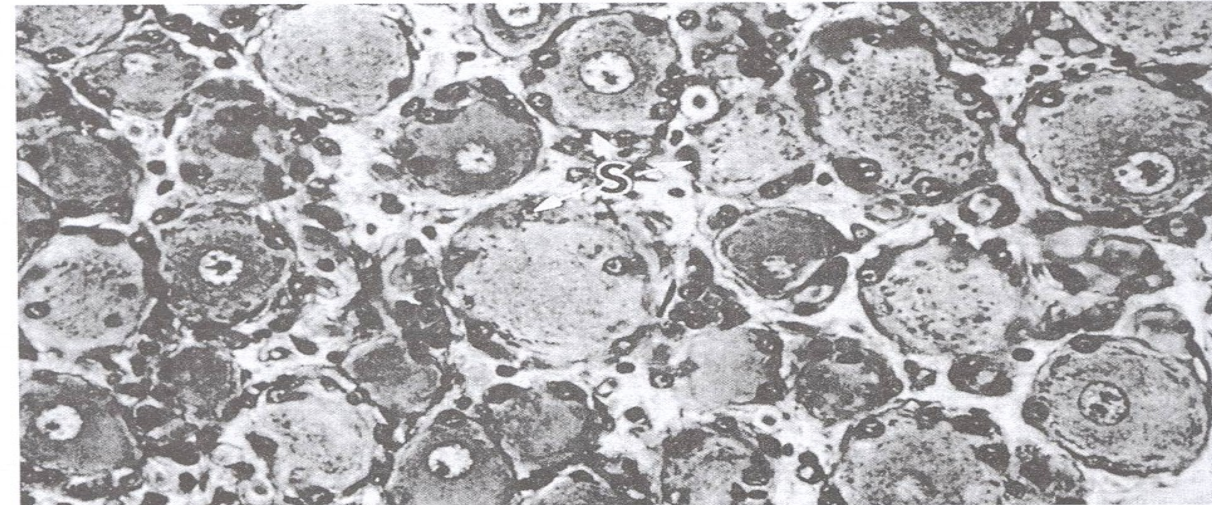
senzitivní ganglia –

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

Spinální ganglie (neurony, satelitní b.)

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). Barveno metodou Az x 300. (Reprodukováno se svolením z Junqueira LC, Carneiro J: *Histologie*. Schiebler TH, Peiper U [překladatelé]. Springer-Verlag, 1984.)

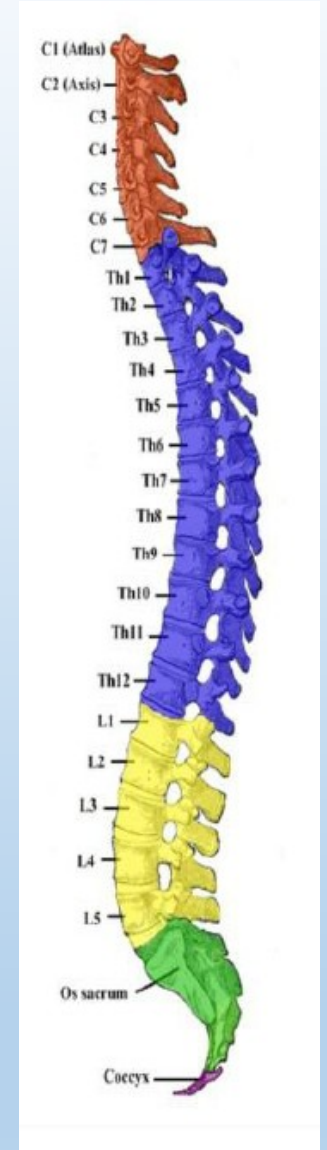
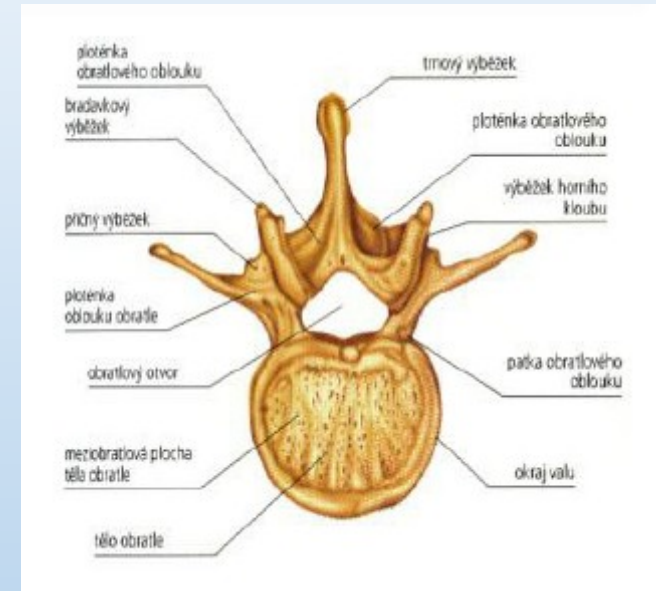


EVROPSKÁ UNIE



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**



Krční, hrudní, bederní, křížová, kostrč

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

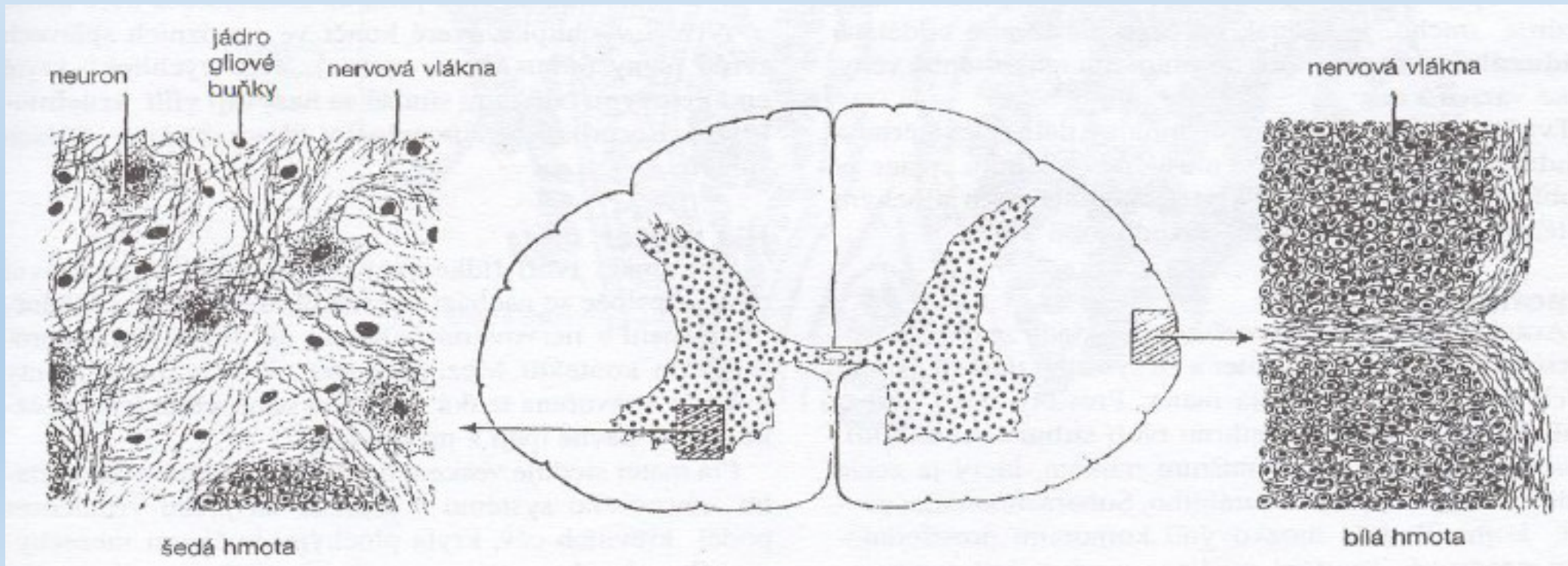


Schéma míchy a výstupu míšních nervů

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

Zadní, přední,
postranní rohy

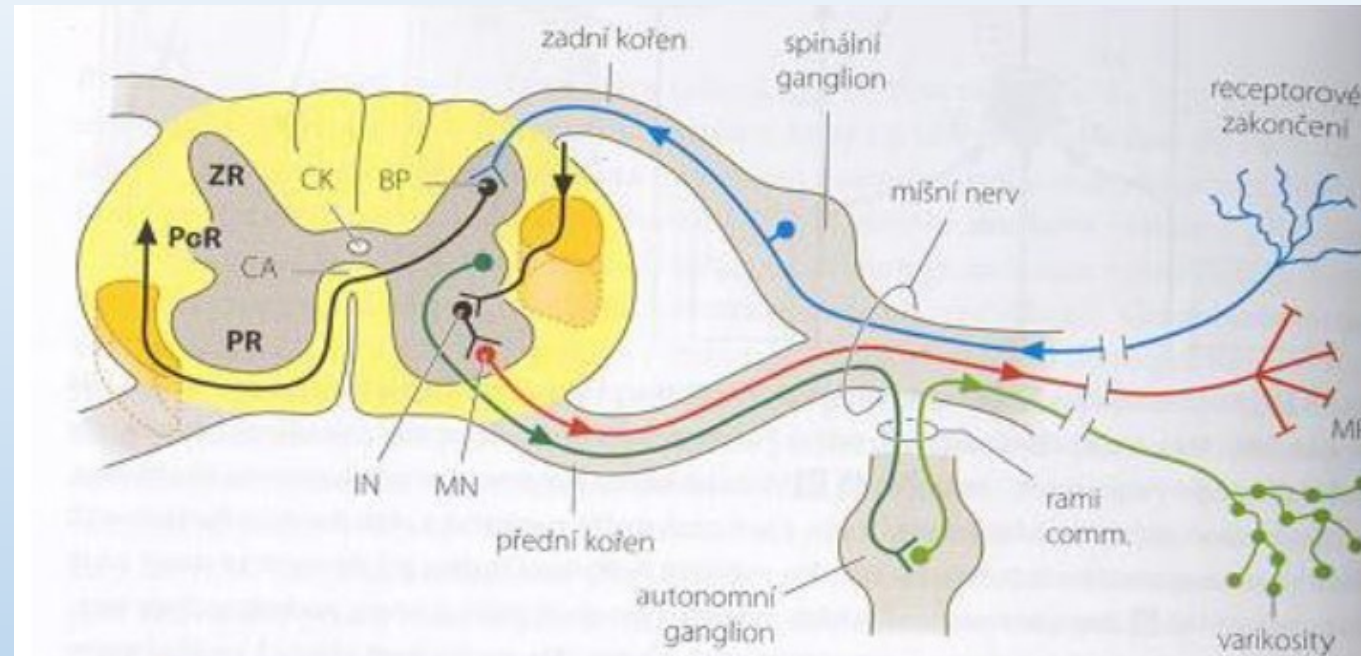
IN Interneurony

MN motoneurony

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)

Spojením vzniká míšní – spinální nerv



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. **Spinální 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 – senzitivní neurony
červená – 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 – ze smyslové soustavy

senzitivní – stav pohybové soustavy

- **Nervová vlákna odstředivá – eferentní**

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

senzorická – ze smyslových receptorů do CNS

visceromotorická – jdou do periferie



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)

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

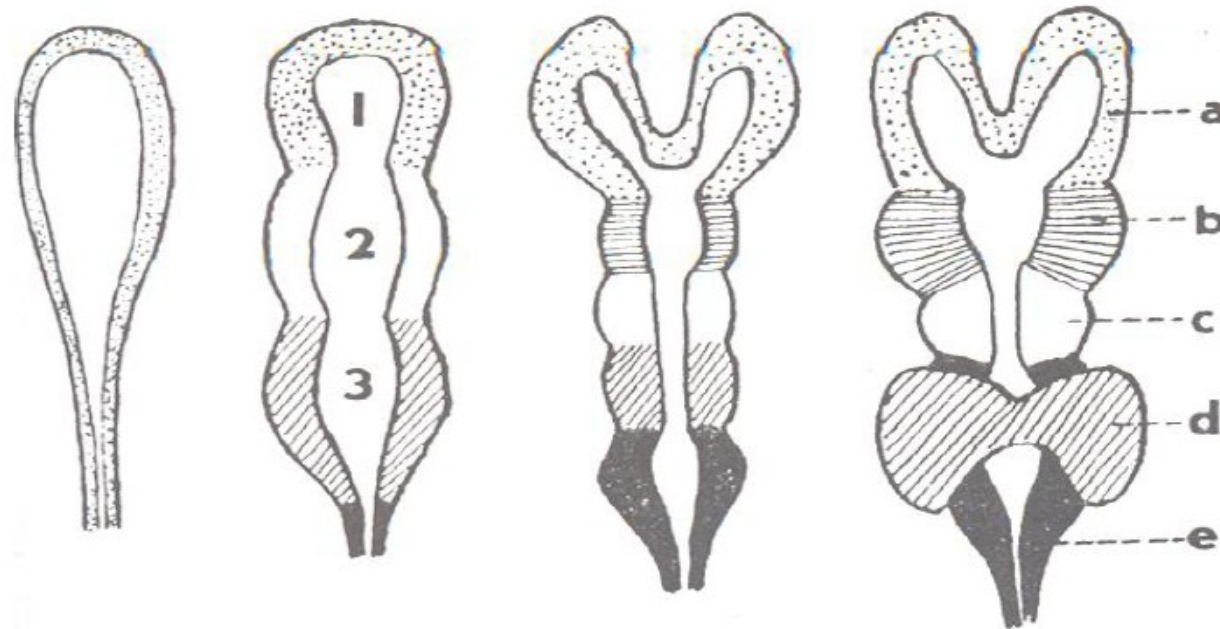
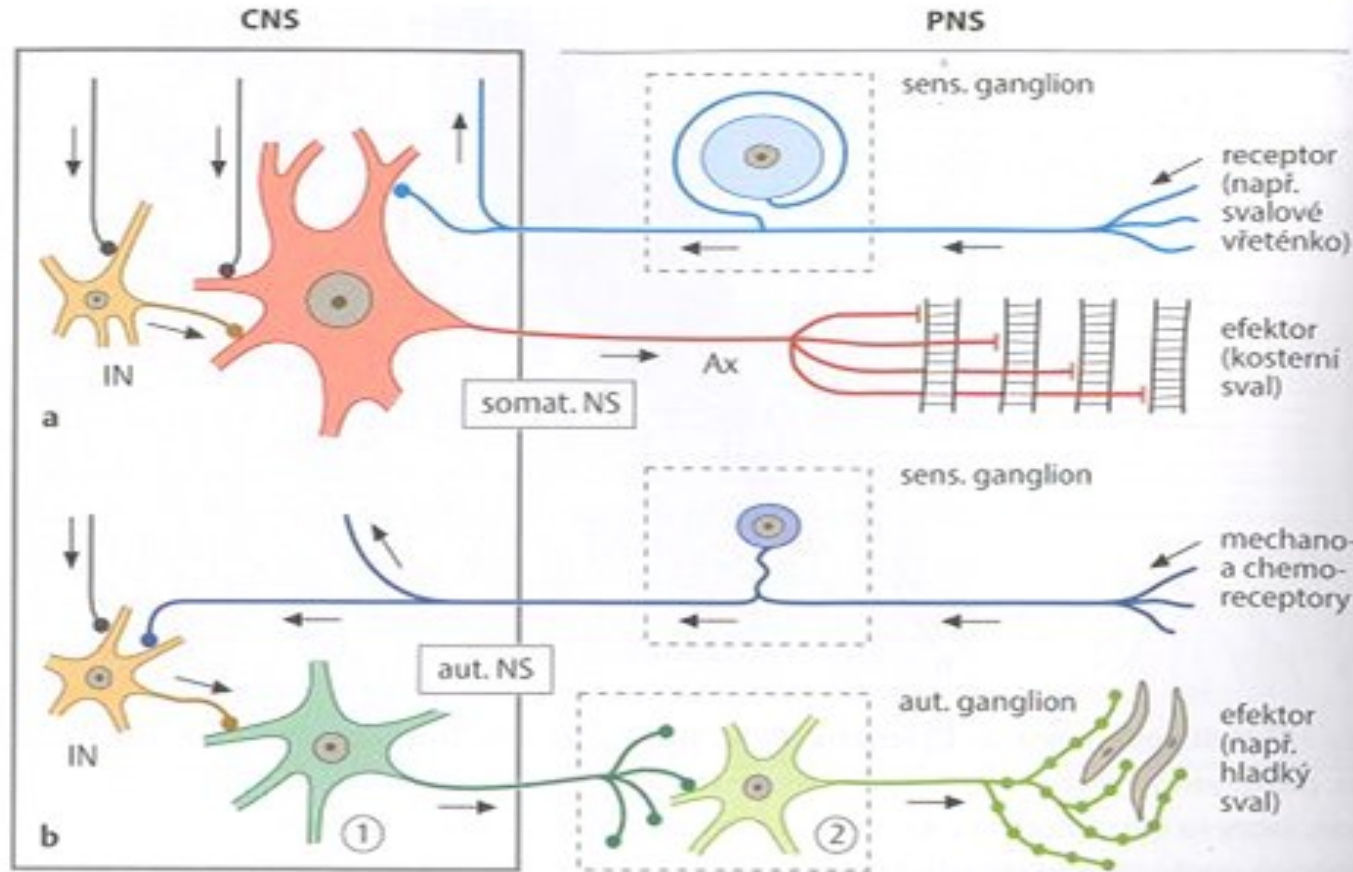
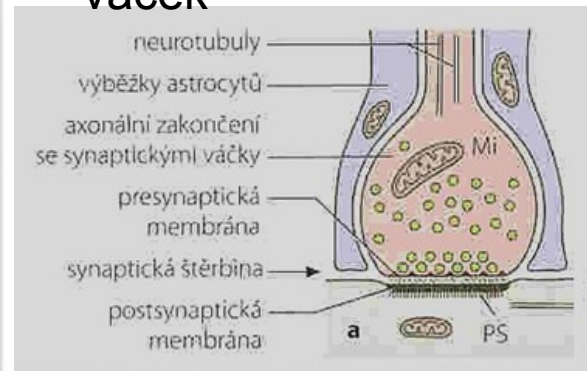


Schéma vedení vzruchu v somatickém a autonomním nervovém systému



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 (varikozity, *světle zeleně*), z nichž je uvolňován mediátor. Interneurony (IN) *žlutě*. Šipky označují směr šíření signálu.

Synapse, synaptický váček



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

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

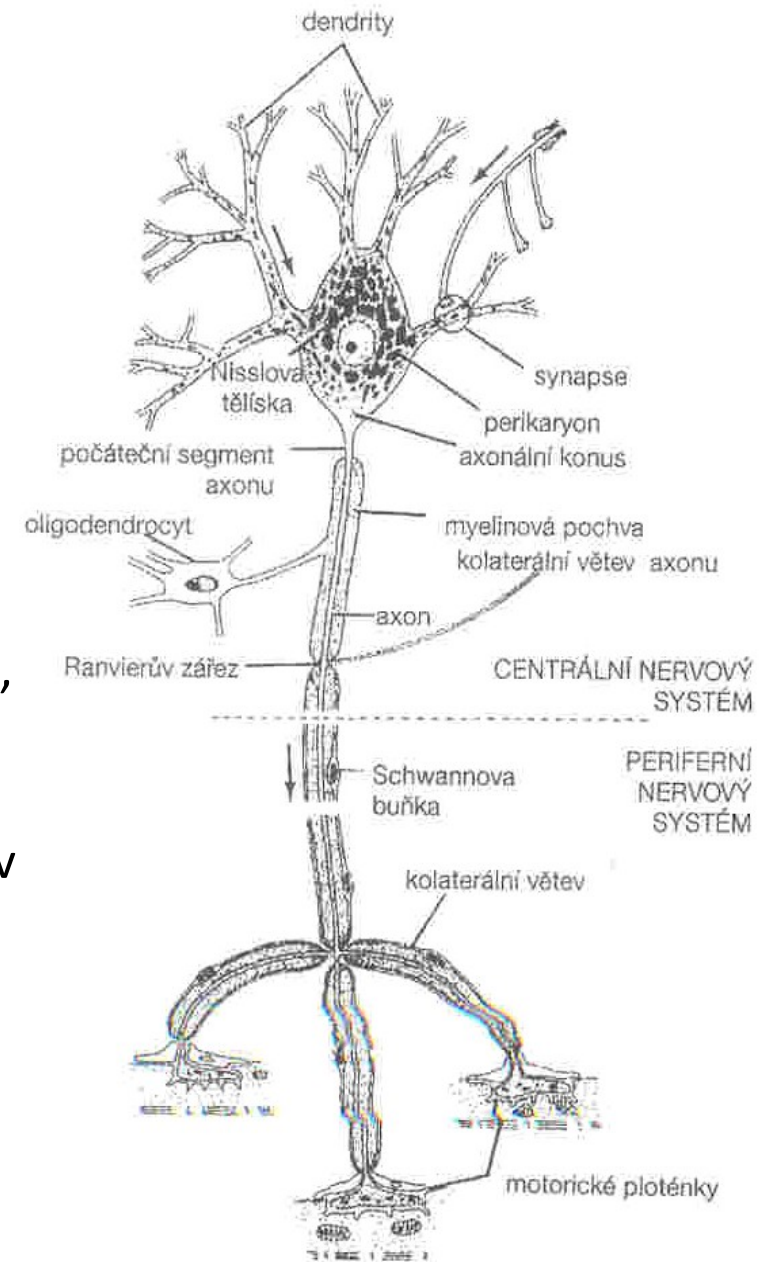
Neurity jsou dlouhé výběžky vedoucí vzruchy **od těla neuronu** (na další neuron nebo efektor), tedy **eferentně**. Z neurochemického hlediska jsou bohaté na **napětově řízené iontové kanály**. **Myelinizovaný neurit (= axon)**

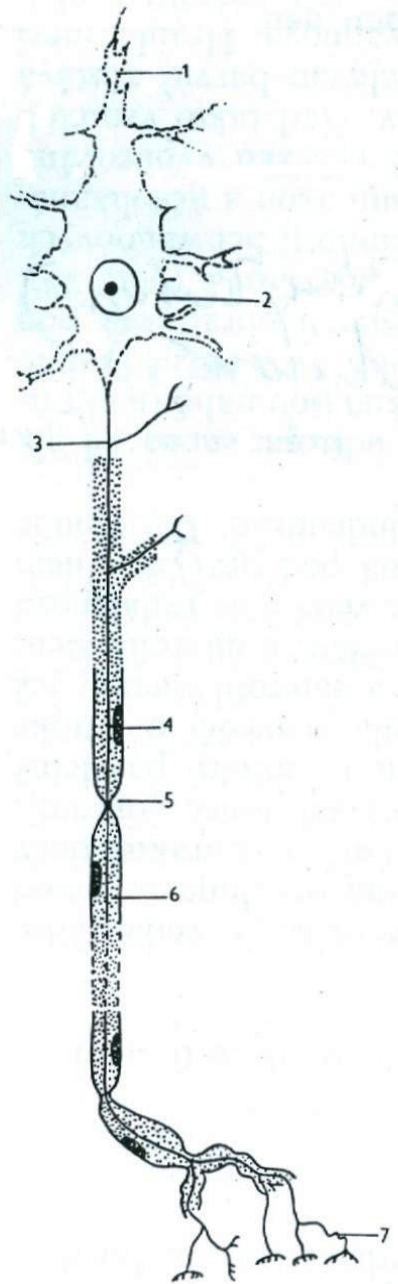
Myelinizovaný úsek má význam pro **přenos vzruchu**, platí, že čím je axon silnější, tím je přenos rychlejší. V průběhu je myelinová pochva přerušována

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**.



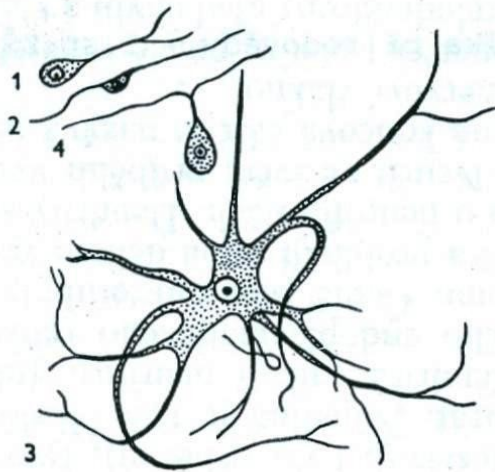


31. Schéma neuronu

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

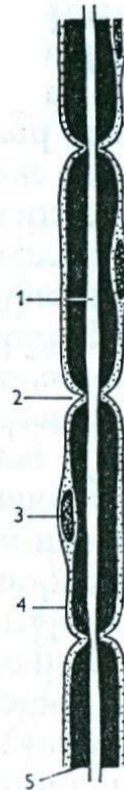
32. Neurony

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 tělíčka - ER, Golgiho komplex, mitochondrie,
Neurofibrily, inkluze

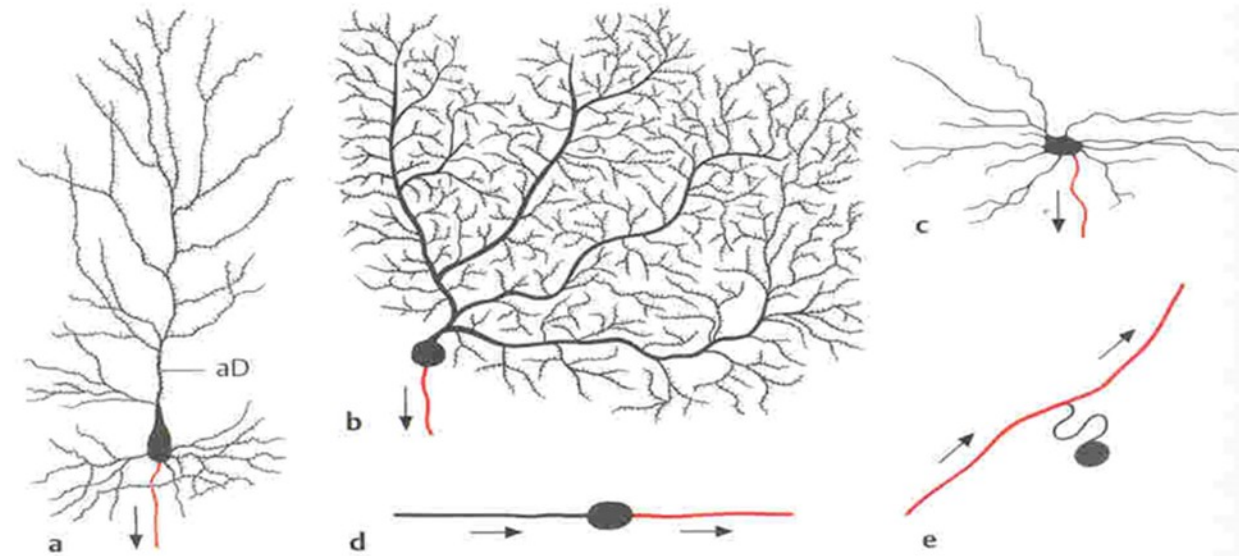
Dělení neuronů

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

1. Morfologické:

- **Apolární, multipolární, bipolární unipolární, pseudounipolární**
- **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**.
- **Pseudounipolární** neuron je zvláštní typ bipolárního neuronu. V blízkosti těla dendrit a axon splývají v jediný výběžek, dendraxon. Ten opět rozděljuje 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

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



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.

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 a další**
2. Mikroglie

2. Periferní:

1. Schwannovy buňky
2. Satelitové buňky.

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 i šedé hmotě CNS, mají opornou funkci, produkují [myelin](#); 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 míšňní a mozkové komory.

Mikroglie

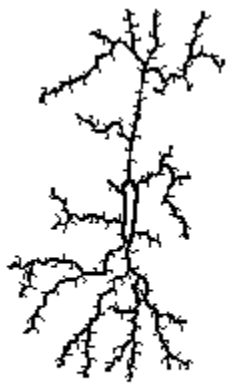
[Mikroglie](#) - jsou nejmenší, mají obrannou funkci - schopnost [fagocytózy](#); jsou součástí [monocyto-makrofágového systému](#). Byla u nich prokázána schopnost dělení.



astrocyt

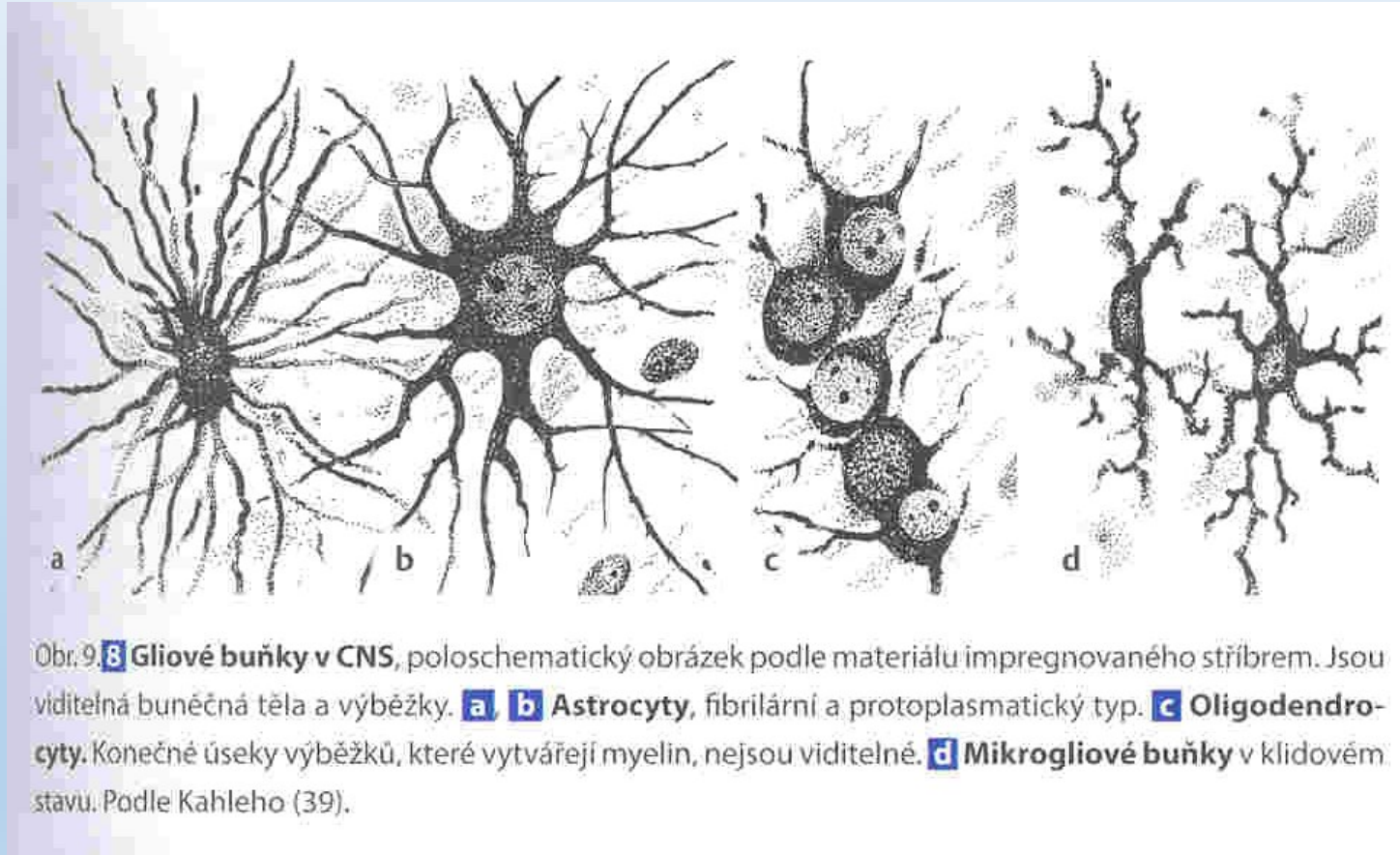


oligodendrocyt



mikroglie

Typy gliových buněk - neuroglie



Typy gliových buněk

Periferní glie

- Schwannova buňka - obdoba oligodendroglie
- v periferním nervovém systému, ale myelinisuje pouze jedno vlákno.
- Satelitní buňka - malé kubické buňky obalující neurony v gangliích.

Obalující buňky

- **Oligodendrocyty**: oporná funkce, podobné astrocytům, v CNS **tvorí myelin**
- **Schwannovy buňky** v PNS: druh oligodendrocytů, obalují axony, **tvorí myelin a Schw. pochvu**
- **Satelitní buňky**- malé kubické buňky obalující neurony v gangliích.

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:**

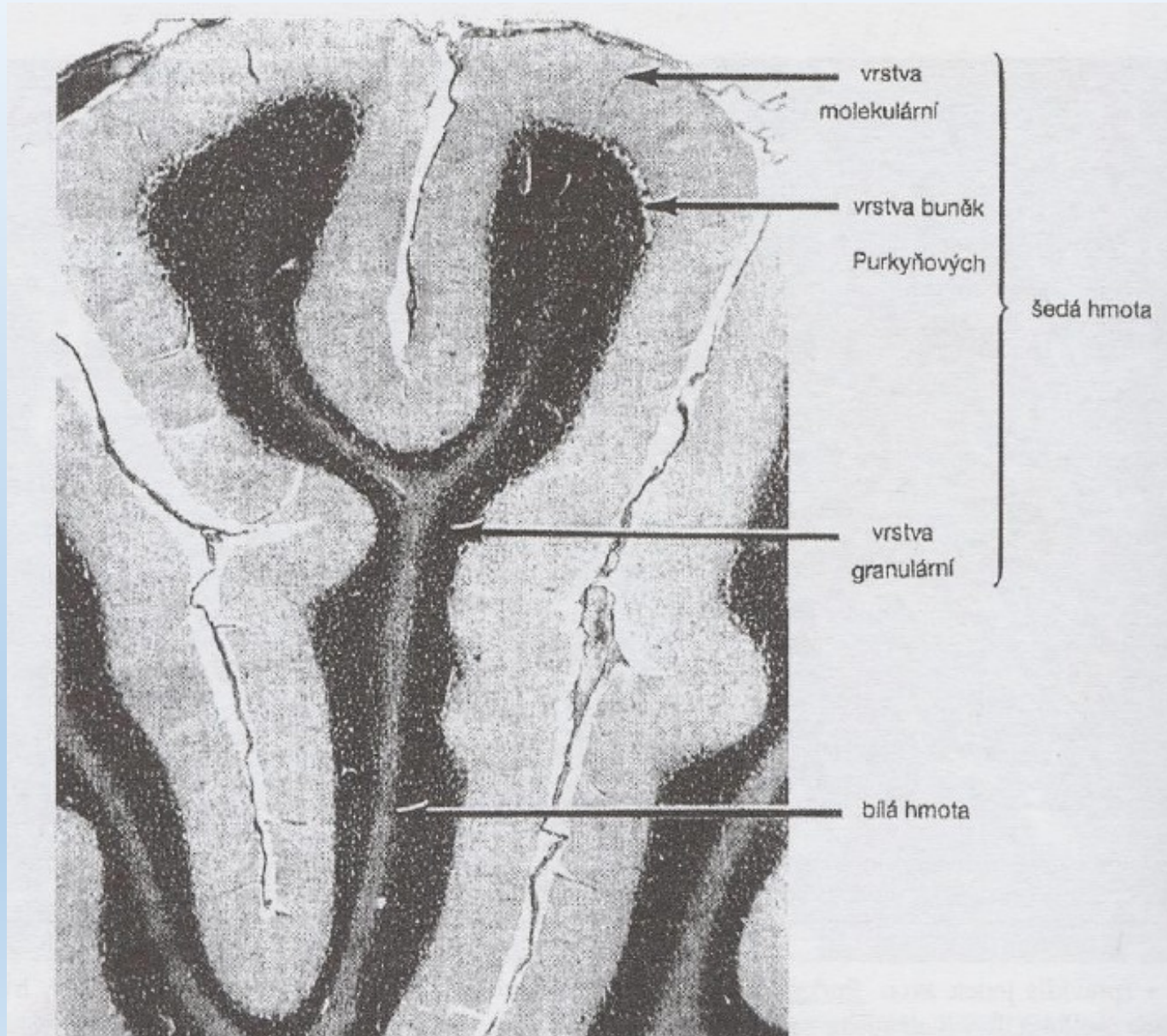
Molekulární vrstva – převládají vlákna (hlavně dendrity Purkyňových buněk)

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

Vrstva Purkyňových buněk

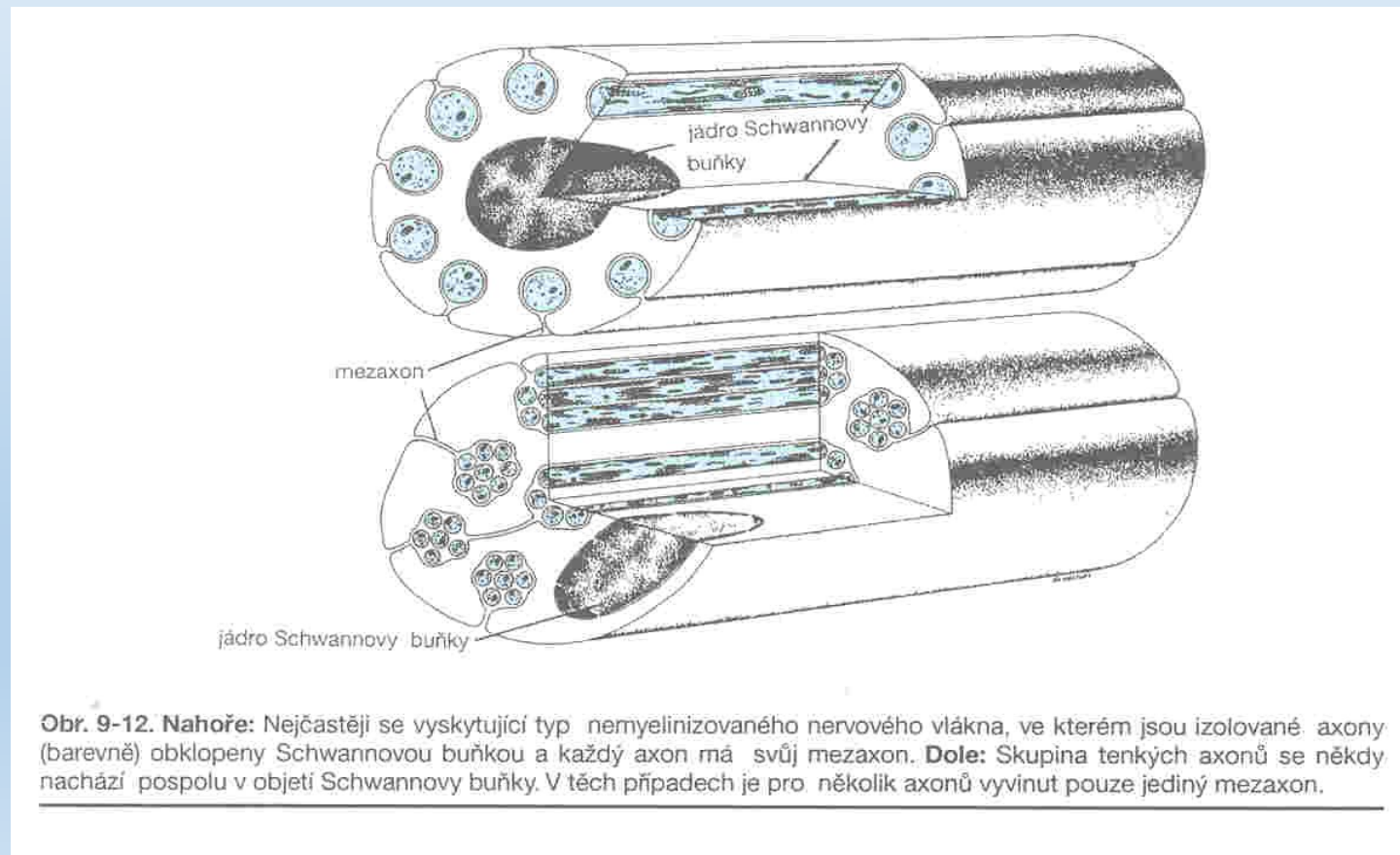
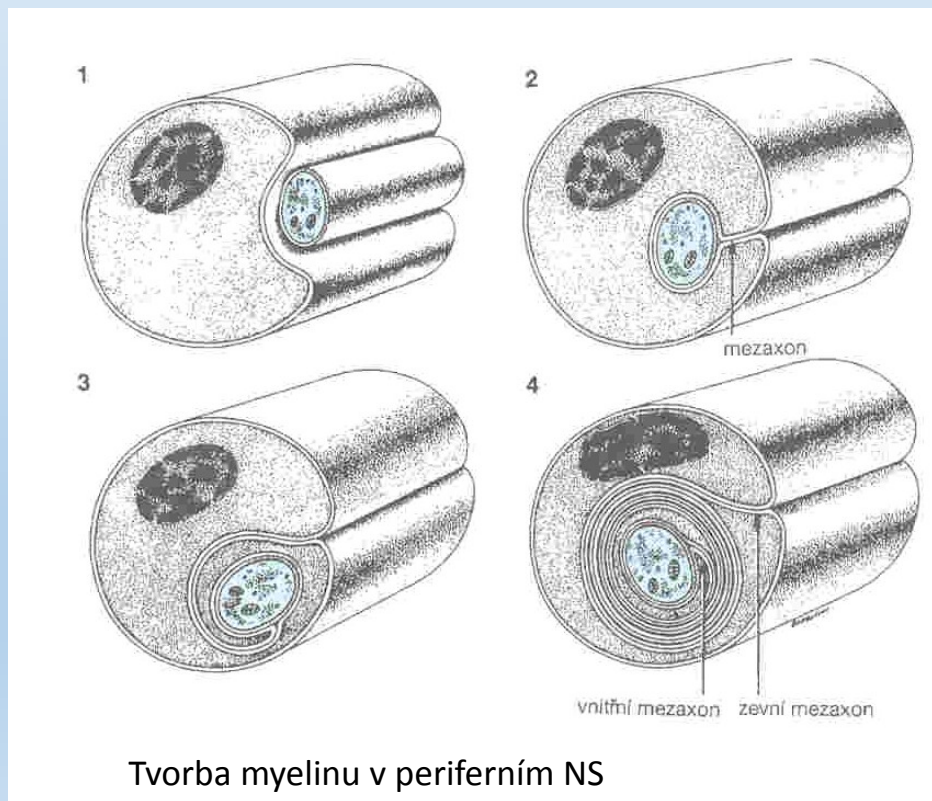
Zrnitá vrstva - malé neurony cca 6 μm

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



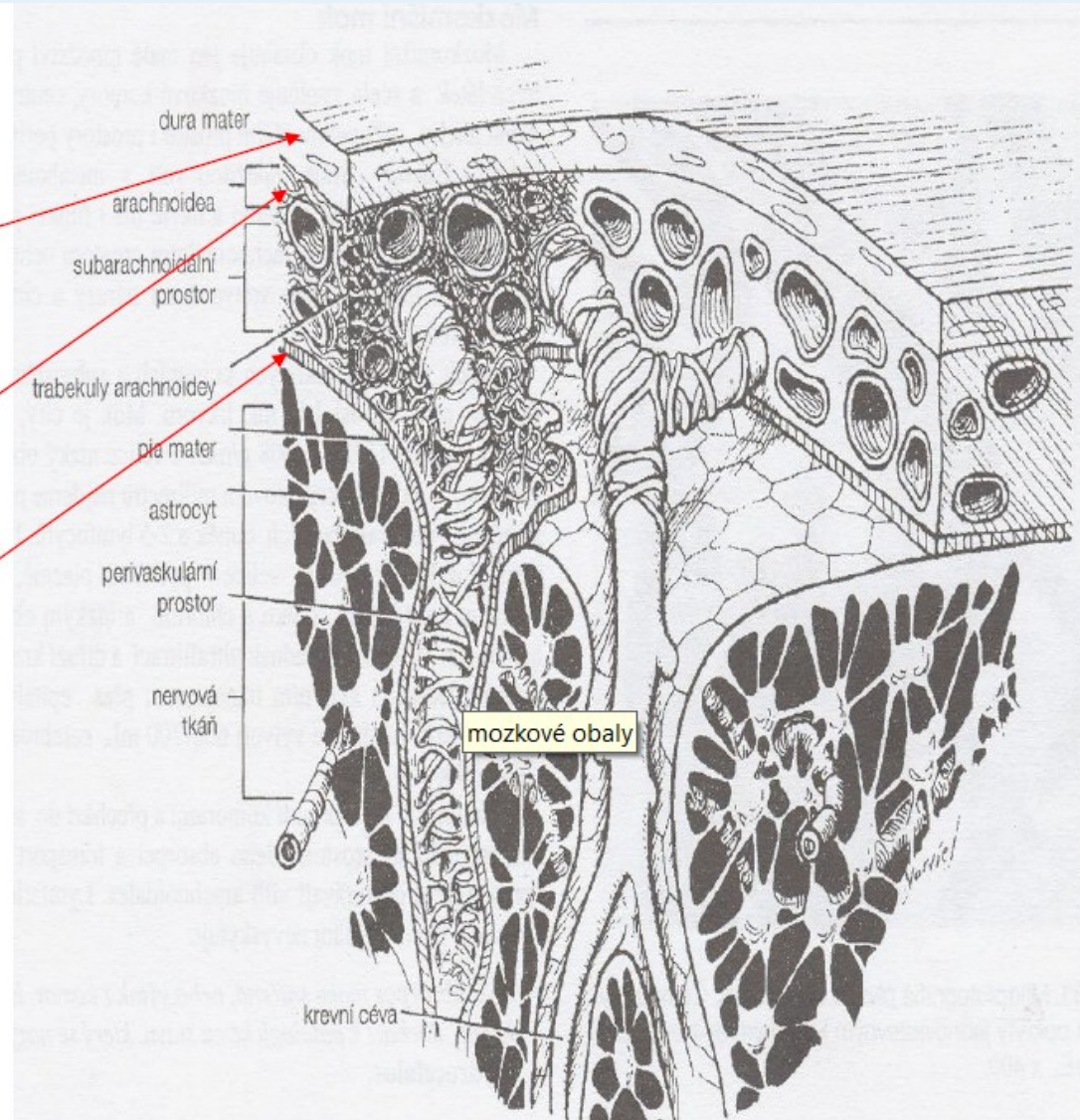
Obaly CNS

Obaly CNS:
vazivové blány -
meninges

Dura mater
tvrdá plena

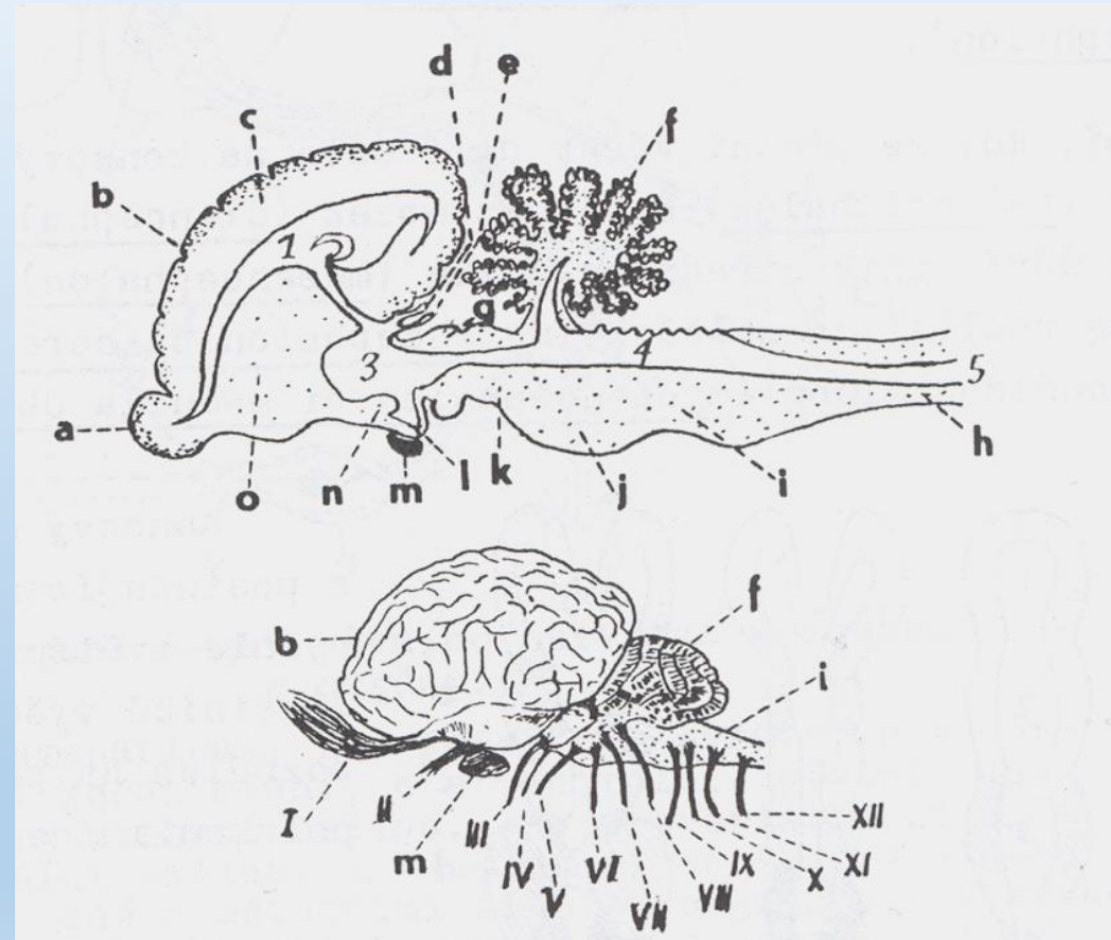
Arachnoidea
pavučnice

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

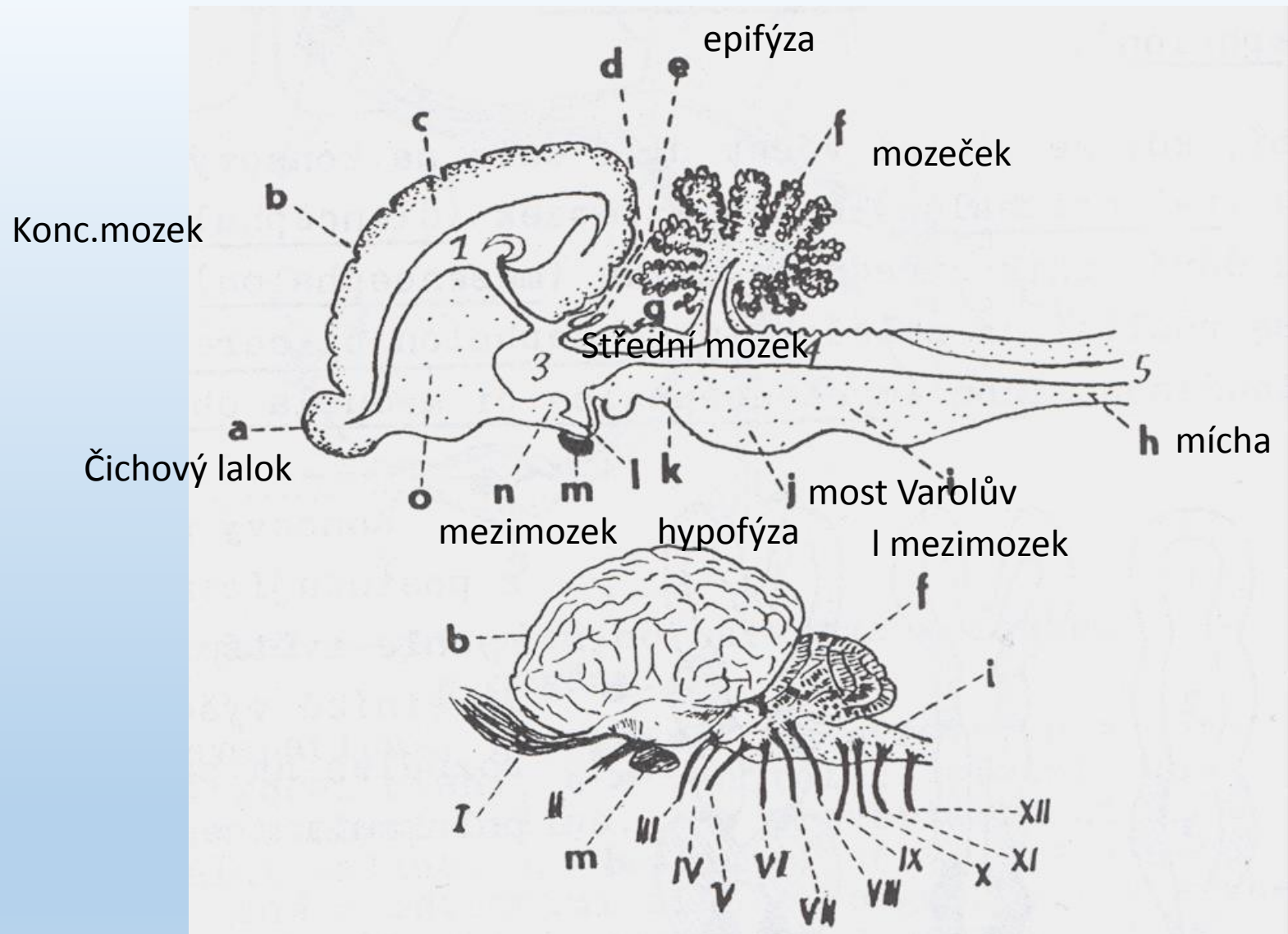
k: Sylviovův kanál

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.

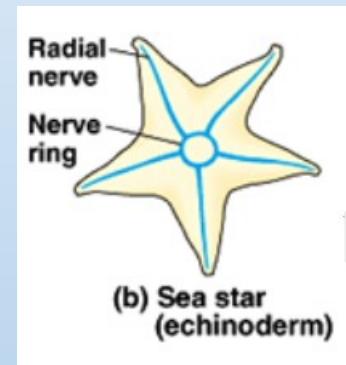
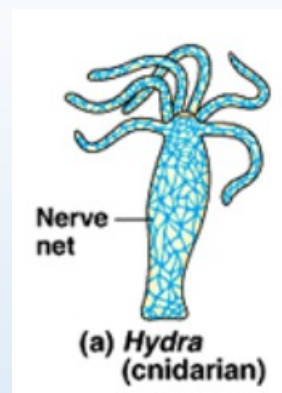
Míšní nervy

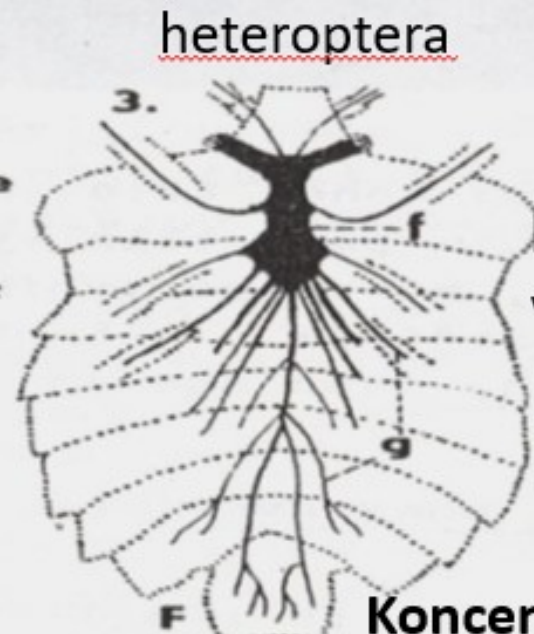
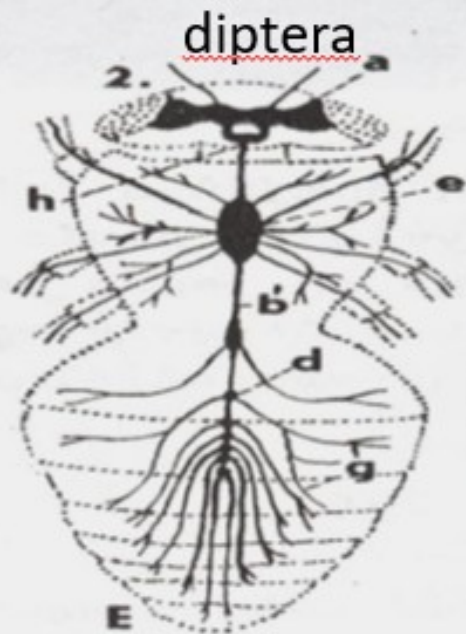
- Míšní nervy (31 párů) vystupují z míchy jedním dorzálním a jedním ventrálním kořenem.
- **Dorzální kořen vede aferentní senzitivní vlákna**
- **Ventrální kořen vede vlákna motorická a vegetativní (pregangliová)**

Učivo 3. ročníku Fyziologie živočichů

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.

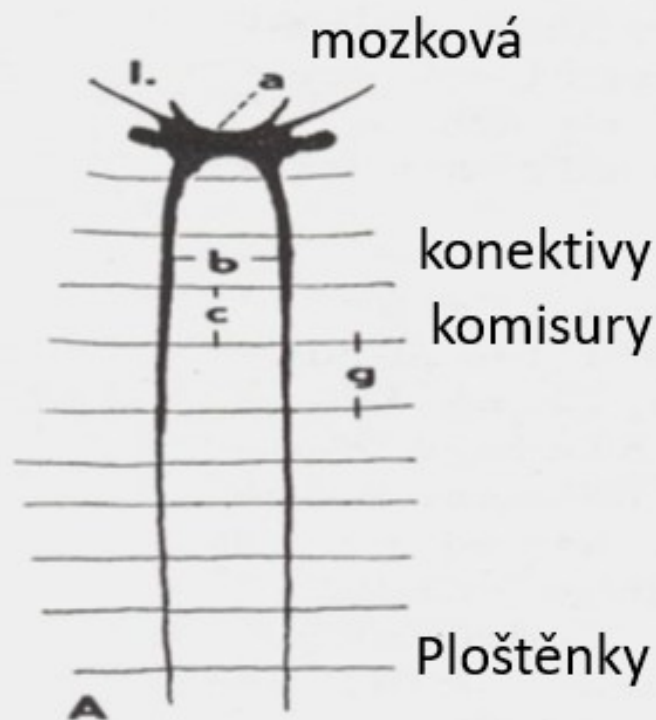




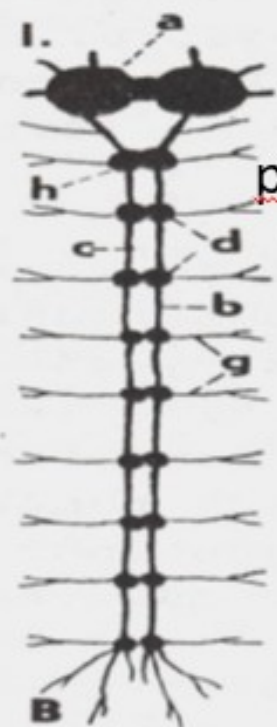
koncentrace gangliových b.
v jednu tělní uzlinu

periferní nervstvo

Koncentrovaná gangliová soustava



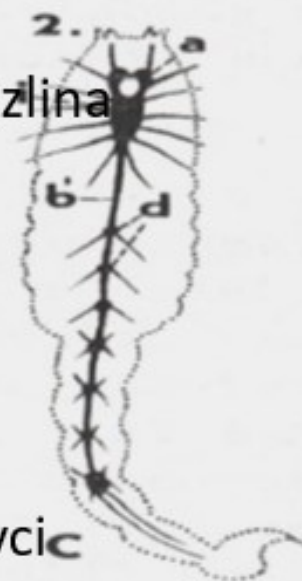
Žebříčková



podjícnová uzlina
tělní uzliny

Kroužkovci

Břišní nervová páska

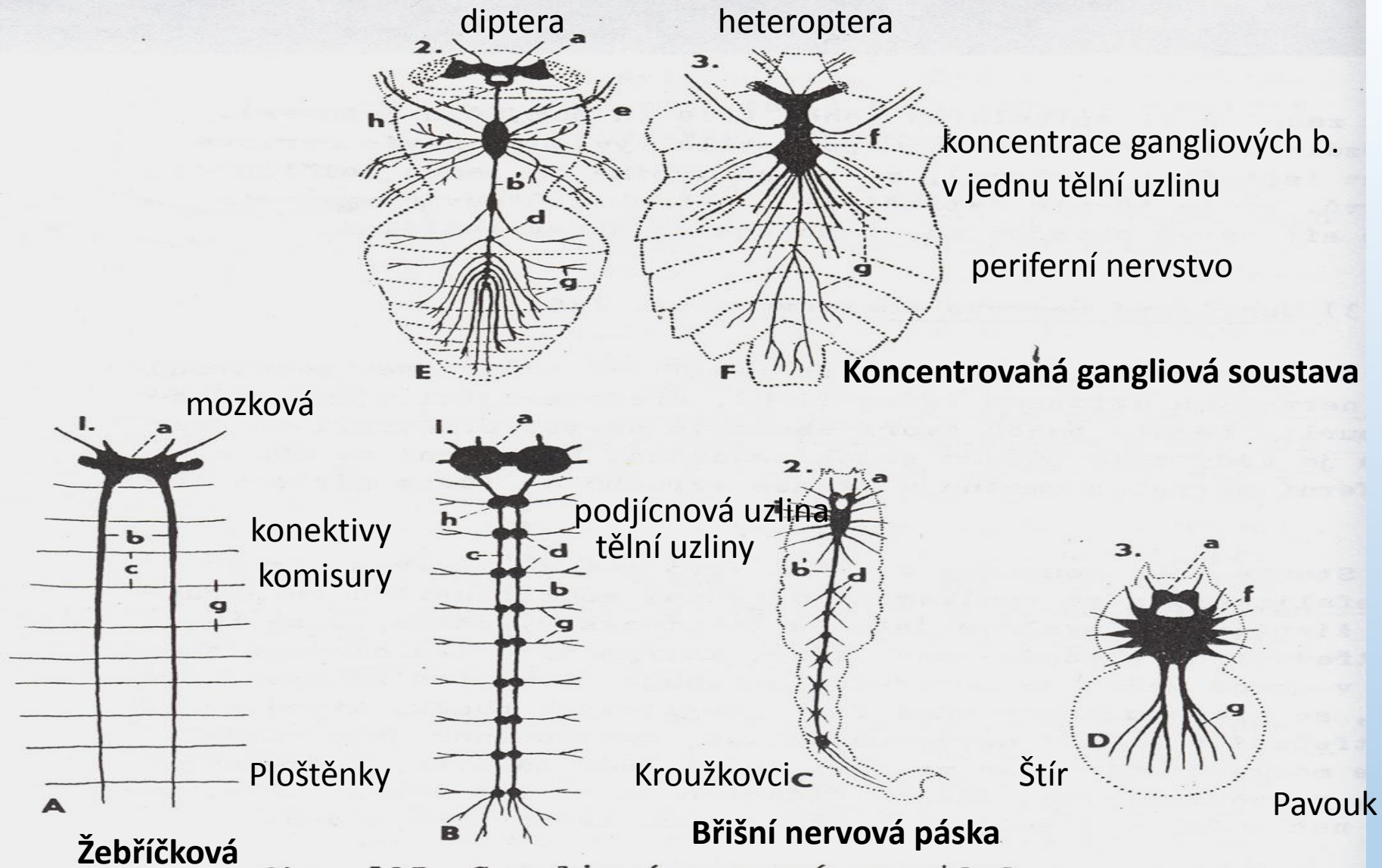


Štír

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>



Obr. 135. Gangliová nervová soustava

A - ploštěnky, B - kroužkovce, C - štíra, D - pavouka, E - střečka (Diptera), F - ploštice (Heteroptera)

a = mozková uzlina, b = konektivy (podélné nervové spoje uzlin), b' = splynuté konektivy, c = komisury (příčné spoje uzlin), d = tělní uzliny, f = koncentrace gangliových buněk v jedinou tělní uzlinu, g = periferní nervstvo, h = podjícnová uzlina, i = splynutá podjícnová uzlina a uzliny hrudních článků,

1 = žebříčková gangliová soustava, 2 = břišní nervová páska,

3 = koncentrovaná gangliová soustava