

Obecná stavba nervové tkáně

Nervová tkáň je jedna ze základních typů tkáně v celém lidském organismu. Obsahuje dva různé typy buněk: neurony a neuroglie.

Anatomicky můžeme nervovou tkáň rozdělit na centrální nervový systém obsahující mozek a míchu a periferní nervový systém obsahující nervy a nervová ganglia.

Neuron

Neuron je základní funkční a anatomickou jednotkou nervového systému. Je schopen přijmout signál, odpovědět na něj a předávat ho dál pomocí speciálních kontaktů (synapsí) s ostatními neurony, efektory nebo receptory. Člověk má 86 miliard neuronů a zhruba **300** miliard synapsí.

Struktura

Nervová buňka se skládá z **těla** (soma, perikaryon) a dvou typů výběžků: aferentních **dendritů** a eferentních **neuritů** (axonů).

Soma

Tělo neuronu je ohraničené plazmatickou membránou, obsahuje receptory a iontové kanály. Tato jeho struktura podmiňuje vznik a šíření vzruchu. Tělo neuronu obsahuje jádro, Nisslovu substanci (granulární endoplazmatické retikulum) a mitochondrie.

Výběžky

Dendrity

Dendrity přijímají vstupní informace (současně se jedná i o trofický segment). Většinou jsou **krátké, bohatě větvené**, rozšířené do dendritických trnů, které slouží k modulaci postsynaptického potenciálu při jeho přechodu 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. Obsahují ribozomy, malé množství mitochondrií a neurotubuly. Z neurochemického hlediska jsou bohaté na **napětově řízené iontové kanály**. Místem odstupu neuritu je **axonový hrbolek**, ten je spolu s iniciálním segmentem neuritu místem vzniku akčního potenciálu.

Myelinizovaný neurit (= axon)

Myelinizovaný úsek se vyskytuje po celé délce axonu s výjimkou jeho začátku a terminálního větvení. Má význam pro přenos vzruchu, platí, že čím je axon silnější, tím je přenos rychlejší. V průběhu je myelinová pochva přerušována **Ranvierovými zářezy**, kdy se úseky mezi jednotlivými zářezy nazývají internodia. Rychlost vedení vzruchu je přímo úměrná délce internodií. V PNS je extracelulární prostor v místě Ranvierova zářezu od okolí oddělen souvislou bazální membránou, která se překlenuje přes oblast zářezu, v CNS zde přímo nasedají výběžky astrocytů.

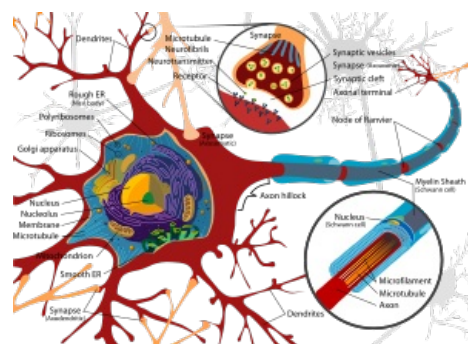
 *Podrobnější informace naleznete na stránce Nervové vlákno.*

Nemyelinizovaný neurit

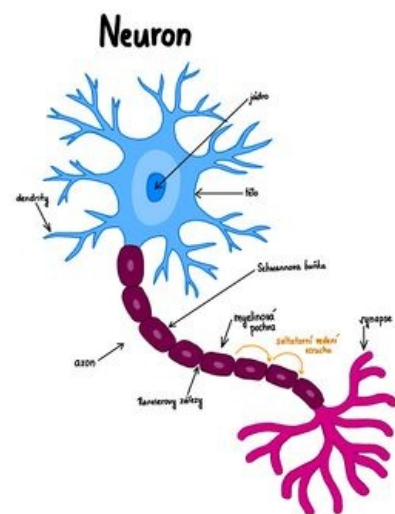
Hlavní funkcí neuritu je transport některých látek z těla do telodendrií, který je závislý na rozvinutém systému neurofilament a neurotubulů. Rozlišujeme transport anterográdní (z buněčného těla) a retrográdní (do buněčného těla – šíření virů a toxinů).

Dělení neuronů

Neurony můžeme dělit z hlediska morfologického, podle délky jeho axonu a z hlediska funkčního.

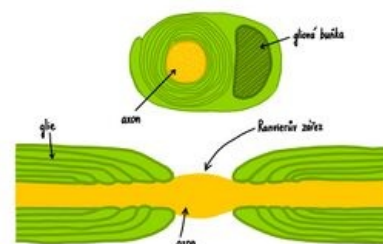


Neuron – popis



Neuron

1. Morfologické:
 - **multipolární** (obsahují mnoho drobných bohatě se větvících dendritů);
 - **bipolární** (obsahuje jeden relativně dlouhý dendrit a axon, řadíme zde senzorické neurony (kožní, sluchový, čichový) a nociceptivní vlákna);
 - **unipolární**;
 - **pseudounipolární** (má dlouhý dendrit, který splývá s axonem).
2. Podle délky axonu:
 - **Golgiho I. typ** – neurony s dlouhým neuritem;
 - **Golgiho II. typ** – neurony s krátkým neuritem.
3. Funkční:
 - **principální (projekční)** – propojují vzdálené oblasti nervového systému;
 - **lokální (interneurony)** – propojují blízké oblasti.



Axon obalený myelinem

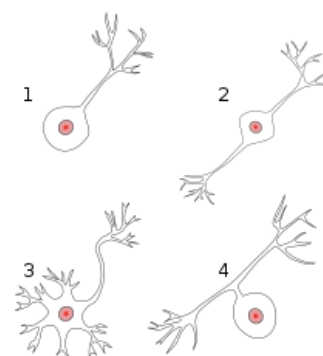
Neuroglie

Neuroglie (glie, gliová tkáň) je podpůrná tkáň, která spolu s neurony tvoří nervový systém. Gliové buňky představují asi 90%^[1] všech buněk v nervovém systému a mají velkou škálu funkcí. Tvoří podporu neuronální sítě, zajišťují výživu neuronů, mají schopnost fagocytózy a tvorbou myelinu napomáhají izolaci.

Buňky mají argyrofilní vlastnosti, dají se tedy velmi dobře impregnovat stříbrem. Tato technika je 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:**
 - Makroglie – astrocyty, oligodendroglie, ependym, tanycyty, Müllerovy buňky, pituicyty;
 - Mikroglie;
2. **Periferní:**
 - Schwannovy buňky
 - Satelitové buňky.



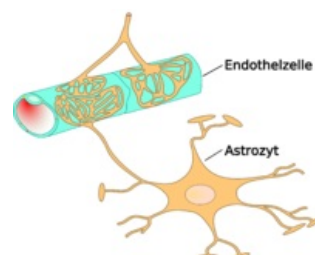
Typy neuronů

1. Unipolární
2. Bipolární
3. Multipolární
4. Pseudounipolární

Centrální glie

Astrocyty

Astrocyty patří mezi makroglie a jsou největšími gliálními buňkami. Výběžky astrocytů jsou připojeny ke krevním cévám a k pia mater pomocí rozšířených **gliálních nožek**. Okolo cév v CNS tvoří výběžky astrocytů **membrana limitans gliae perivascularis**, která je součástí hematoencefalické bariéry (bariéra mezi krví a tkání CNS). Na povrchu CNS tvoří výběžky astrocytů **membrana limitans gliae superficialis**. Další funkcí astrocytů je výživa neuronů. Astrocyty tedy oddělují nervovou tkáň od okolí a zprostředkovávají látkovou výměnu s krví či mozkomíšním mokem. Zároveň mají astrocyty ve vztahu k synapsím izolační funkci, neboť zabraňují šíření vzruchu mimo synapse.



Výběžek astrocytu na endotelu kapiláry

Pokud dojde k odumření některých neuronů, je odumřelé ložisko nahrazeno astrocyty, které vytvoří tzv. **gliovou jizvu**.

Rozlišujeme dva druhy astrocytů, plazmatické a fibrilární.

Plazmatické astrocyty

- Mají objemnou cytoplazmu a četné široké výběžky.
- Cytoplazma obsahuje četné svazky gliofibril.
- Vyskytují se hlavně v šedé hmotě CNS, kde vyživují neurony a zároveň jim poskytují mechanickou oporu.

Fibrilární astrocyty

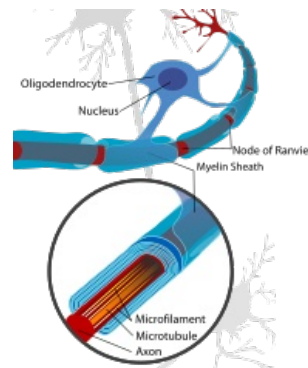
- Mají dlouhé, tenké a málo větvené výběžky.
- Cytoplazma obsahuje četné svazky gliofibril.
- Vyskytují se hlavně v bílé hmotě CNS (zde hodně axonů → vyživují axony).

Oligodendroglie (oligodendrocyty)

Patří mezi makroglie, ale jsou funkčně vydělené. Mají drobné tělo a jádro a malý počet výběžků (odtud název *oligo-*). Jejich hlavní funkcí je **tvorba myelinu** okolo axonů v CNS. Během vývoje oligodendrocyt vysílá výběžky, které obalí axony. Jeden oligodendrocyt myelinizuje svými výběžky velké množství axonů (resp. 10-50 internodálních

segmentů). Dělí se na interfascikulární a perineurální. Interfascikulární oligodendrocyty tvoří řady mezi myelinizovanými vlákny v bílé hmotě, zatímco perineurální jsou lokalizovány v těsné blízkosti těl neuronů v šedé hmotě. *Obersteiner-Redlichova zóna* je linie, která odděluje úsek nervu myelinizovaný oligodendroglíí a Schwannovými buňkami, tvoří tedy pomyslné rozhraní mezi CNS a PNS.

- Mají tenké a nečetné, málo rozvětvené výběžky.
- Cytoplazmatické tělo je malé, buňka obsahuje hojně mitochondrií, GK a GER.
- Vyskytují se v bílé i šedé hmotě CNS.



Výběžky oligodendrocytu tvoří myelinovou pochvu okolo axonů v CNS

Ependym

Ependymální buňky tvoří výstelku dutin CNS. Tvarem a uspořádáním připomínají jednovrstevný epitel ("pseudoepitel"), který má kubický až cylindrický charakter, ale pod ependymem není bazální membrána. Apikální povrch buněk je opatřen mikrociliemi a mikrokly. Pohyb mikrocilií a mikrokly přispívá k cirkulaci likvoru. Zvláštním typem ependymálních buněk jsou **tanycyty**. Z baze tanycytů vystupuje dlouhý výběžek a zanořuje se do nervové tkáně. Tanycyty nacházíme hlavně na bazi III. mozkové komory. Ependymové buňky jsou také součástí plexus choroideus, který vytváří mozkomíšní mok.

- Na volném povrchu mají kinocilie a mikrokly; z tanycytů vystupuje výběžek zanořující se do nervové tkáně.
- Jádru je kulaté až oválné s výrazným jadérkem.
- Vystýlá dutiny CNS.

Další makroglie

Mezi další makroglie patří **Müllerovy buňky** (v sítnici), **Bergmannovy buňky** (v kůře mozečku), **pituicyty** (v neurohypofýze) a **pinealocyty** (v epifýze).

Mikroglie (Hortegova glie)

Mikroglie jsou malé buňky s oválným tělem a velkým počtem výběžků. Mají fagocytární schopnost, jsou součástí **monocyto-makrofágového systému**. Při poškození CNS se zvětšují, migrují k místu poškození, fagocytují a přetváří se na tzv. **zrněčkové buňky**. Jsou to jediné buňky nervového systému, které se nediferencují z ektodermu, nýbrž z mezodermu.

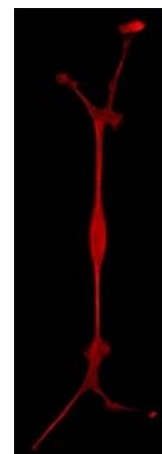
- Mají malé protáhlé tělo s bohatě větvenými krátkými ostnatými výběžky.
- Jádru mají oválné a bohaté na heterochromatin, cytoplazma je bohatá na lysozomy, fagozomy, reziduální tělíska a volné ribozomy.
- Vyskytují se v CNS především podél cév.

Periferní glie

Schwannovy buňky

Podobají se oligodendrocytům. Tvoří myelinové pochvy axonů v periferní nervové soustavě. Na rozdíl od oligodendrocytu však jedna Schwannova buňka myelinizuje pouze jeden axon a na tvorbě myelinu se podílí nejen výběžky, ale celá buňka. Poskytují mechanickou a metabolickou podporu axonům, zajišťují jejich izolaci od endoneuria.

- Mají protáhlý tvar a spočívají na bazální membráně.
- Jádru obsahuje hojný heterochromatin a nevýrazné jadérko, v cytoplazmě jsou hojně zastoupeny mikropinocytotické vezikuly.
- Obalují axony neuronů PNS.



Schwannovy buňky

Satelitové buňky (amficyty)

Satelitové buňky jsou malé buňky s krátkými výběžky. Obklopují těla neuronů v sensitivních a vegetativních gangliích, kde mají důležitou metabolickou úlohu.

- Mají oploštělý tvar a spočívají na bazální membráně.
- Jádru je kulaté a bohaté na heterochromatin, cytoplazma obsahuje hojně volných ribozomů, zřetelný Golgiho aparát a malé lysozomy.
- Obklopují ganglionové buňky v cerebrospinalních a autonomních gangliích.

Nervové vlákno

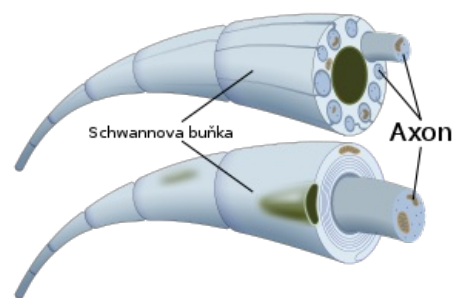
Nervová vlákna jsou tvořena axony a gliovými buňkami. Jejich struktura je různá v centrálním a periferním nervovém systému. V obou systémech však mohou být buď myelinizovaná, nebo nemyelinizovaná. **Myelinovou pochvu** tvoří lipoproteiny, ve kterých převažuje *galaktocerebrosid*. Silněji myelinizovaná vlákna vedou vzruchy saltatorně (z lat. *salto, are* – skákat) mezi jednotlivými Ranvierovými zářezy na axonu. Díky tomu je přenos vzruchu rychlejší než u nemyelinizovaných nebo slabě myelinizovaných vláken.

Nervová vlákna v centrálním nervovém systému

V CNS jsou nervová vlákna uspořádaná do drah, *tractūs*. Tvoří je převážně myelinizovaná vlákna. Myelinové pochvy vytvářejí oligodendrocyty, přičemž jedna pochva může obalovat i více axonů. Kromě nich jsou v CNS četné nemyelinizované spojky, které volně probíhají mezi neurony.

Nervová vlákna v periferním nervovém systému

V PNS jsou nervová vlákna uspořádaná do **nervů**. Jsou obklopena Schwannovými buňkami. Myelinová pochva vzniká zanořováním axonu do záhybu Schwannovy buňky. Vnitřní membrány splývají a vzniká mesaxon. Jeho rotací kolem axonu tvoří mnohovrstevnou membránu. Její vrstvy poté splývají. Uvnitř pochvy zůstávají zbytky cytoplasmu Schwannovy buňky – Schmidt-Lantermannovy šterbiny. Myelinovou pochvu jednoho axonu tvoří jedna Schwannova buňka. Mezi jednotlivými Schwannovými buňkami jsou Ranvierovy zářezy. **Nemyelinizovaná vlákna** jsou obalena Schwannovou buňkou, která netvoří myelin. Do Schwannovy buňky může být zavzato více axonů. Schwannovy buňky na sebe těsně naléhají, takže tvoří Ranvierovy zářezy.

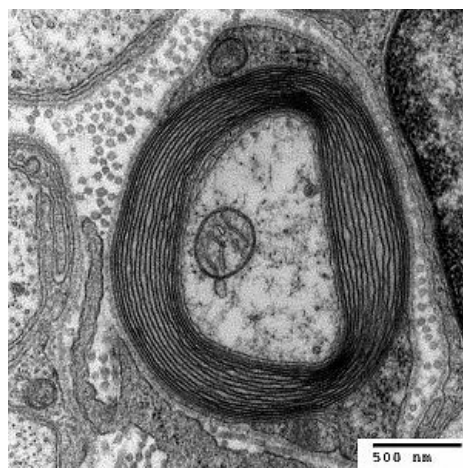


Nahoře nemyelinizované, dole myelinizované nervové vlákno

Klasifikace nervových vláken dle rychlosti vedení vzruchu

Rychlost vedení vzruchu je přibližně přímo úměrná tloušťce axonu. Podle rychlosti vedení vzruchu klasifikujeme nervová vlákna v PNS do tří typů. Do této klasifikace spadají i periferní větve výběžků pseudounipolárních neuronů.

- A-vlákna jsou myelinizovaná: (poloměr, rychlost vedení)
 - A α -vlákna, Ia, Ib (12–20 μm , 70–120 ms^{-1}) zajišťují propriocepci a somatickou hybnost
 - A β -vlákna, II (5–12 μm , 30–70 ms^{-1}) vedou informace o dotyku a tlaku
 - A γ -vlákna (3–6 μm , 15–30 ms^{-1}) zajišťují hybnost intrafusálních svalových vláken
 - A δ -vlákna, III (2–5 μm , 12–30 ms^{-1}) předávají zprávy o bolesti a teplotě
- B-vlákna (3 μm , 3–15 ms^{-1}) jsou rovněž myelinizovaná a představují pregangliová autonomní vlákna.
- C-vlákna IV jsou nemyelinizovaná a jsou to jednak postgangliová vlákna sympatiku (0,3–1,3 μm , 0,3–1,3 ms^{-1}) a také se podílejí na vedení informace o bolesti (0,4–1,2 μm , 0,5–2 ms^{-1}).



Myelinizovaný axon v elektronovém mikroskopu

Odkazy

Virtuální mikroskop

- Příčný průřez nervem - luxolová modř (barvení na myelin) (<https://mikroskop.wikiskripta.eu/?idx=20121+>)
- Podélný průřez nervem - luxolová modř (barvení na myelin) (<https://mikroskop.wikiskripta.eu/?idx=20004+>)

Související články

- Neuron
- Neuroglie
- Nervová tkáň (fyziologie)
- Nervové vlákno

Externí odkazy

- JANČÁLEK, Radim a Petr DUBOVÝ. *Základy neurověd v zubním lékařství* [online]. MEFANET, ©2011. Poslední revize 27.10.2011, [cit. 26.11.2011]. <<http://portal.med.muni.cz/clanek-560-zaklady-neuroved-v-zubnim-lekarstvi.html>>.
- Článek Neuron na české Wikipedii
- Článek Neuroglie na anglické Wikipedii

Použitá literatura

- KLIKA, Eduard, et al. *Histologie : celost. učebnice pro léc. fakulty*. 1. vydání. Praha : Avicenum, 1986.

- JUNQUIERA, L. Carlos, José CARNEIRO a Robert O KELLEY, et al. *Základy histologie*. 1. vydání. Jinočany : H & H, 1997. 502 s. ISBN 80-85787-37-7.
 - KONRÁDOVÁ, Václava, Jiří UHLÍK a Luděk VAJNER. *Funkční histologie*. 2. vydání. Jinočany : H & H, 2000. 291 s. ISBN 80-86022-80-3.
 - TROJAN, Stanislav, et al. *Lékařská fyziologie*. 4. vydání. Praha : Grada Publishing, a.s., 2003. ISBN 80-247-0512-5.
1. KITTNAR, Otomar a ET AL.. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2011. 790 s. s. 88. ISBN 978-80-247-3068-4.