

PŘIPRAVTE SE NA STUDIUM HISTOLOGIE

Histologie je vědní disciplína zabývající se studiem tkání. Protože tkáně jsou tvořeny buňkami (a jejich produkty), je zapotřebí rozumět i stavbě a funkci buněk, což je úkolem úvodní cytologie. Histologie je morfologickým oborem, který různé struktury odlišuje podle charakteristických tvarů. A protože buňky, jejich součásti, ale i struktury, které jsou buňkami tvořeny, jsou velmi malé, je základním nástrojem histologie mikroskop. Na lékařských fakultách, kde je studium histologie začleněno na začátek kurikula, jde pak o jeden z oborů, který uvádí studenty do studia medicíny, s čímž je spojena i např. nutnost osvojit si novou terminologii. Znalosti nabyté v histologii nelze chápat izolovaně, ale je třeba je propojovat se znalostmi z jiných oborů, zejména makroskopické anatomie. Histologie studentům otevírá náhled do zcela nového, mikroskopického světa. Zde už nestačí jen memorování faktů (jak se mylně domnívají ti, kteří histologii nerozumí), ale je třeba porozumět novým zákonitostem (např. mezi stavbou buňky a její funkcí), chápat mikroskopické rozměry, uplatnit prostorovou představivost a logické myšlení. Působ histologie spočívá v možnosti vizualizace biologických dějů v duchu výroku „seeing is believing“ (vidět znamená věřit). Hodnocením rozdílů ve stavbě odlišných tkání si již u nás začíná medik osvojovat principy diferenciální diagnostiky, jež bude využívat v další praxi. Histologie je klíčovým oborem, který připravuje mediky na studium dalších navazujících předmětů.

Níže uvedený text shrnuje nejdůležitější informace o buňce a základních tkáních, jejichž zopakování usnadní porozumět základům histologie, které se probírají v prvních týdnech studia na LF.

TO NEJDŮLEŽITĚJŠÍ Z CYTOLOGIE

Buňka je základním elementem života a výsledné projevy organismu jsou výsledkem činnosti jeho buněk. Eukaryotní buňky obsahují četné organely ohraničené membránami. Největší organelou je **buněčné jádro**, které obsahuje chromatin, v němž je DNA (nesoucí genetickou informaci) vázáno na histony. V interfázi (mezi buněčným dělením) má jádro charakteristickou stavbu a velikost. Oproti cytoplazmě je ohraničeno jadrovým obalem, jehož póry umožňují transport látek v obou směrech. V mikroskopu lze v chromatinu odlišit světlejší, špatně se barvitelné, úseky (euchromatin), kde probíhá transkripce (přepis genetické informace) a tmavší oblasti (heterochromatin), které jsou minimálně aktivní. Somatické buňky jsou diploidní, tj. obsahují dvě sady (tj. celkem 46) chromosomů. Při buněčném dělení se množství DNA zdvojnásobí replikací a v mitóze se jadrový obal rozpustí, chromatin kondenzuje v chromosomy, které se seřadí v ekvatoriální rovině mitotického vřeténka a po oddělení chromatid, se obě sady chromosomů rozeštoupí do obou dceřiných buněk tak, že při symetrickém dělení je výsledná buňka opět diploidní (kopii původní buňky). Při přepisu (transkripci) genetické informace z DNA vzniká mRNA, podle níž **ribosomy** syntetizují bílkovinné řetězce (či přesněji peptidy). Proces proteosyntézy se označuje jako translace. Ribosomy jsou nejmenší organelou, a proto jednotlivé ribosomy ve světelném mikroskopu nevidíme. Nicméně ribosomy se přibarvují bazickými barvivy; buňky specializované na proteosyntézu mají bazofilní (tmavou) cytoplazmu právě díky velkému množství ribosomů. Navázáním více ribosomů k jedné molekule mRNA vznikají polysomy (polyribosomy). Volné polysomy produkují proteiny do buněčné cytoplazmy; vázané polysomy jsou zakotveny k cisternám endoplazmatického retikula a uvolňují proteiny do těchto cisteren. **Endoplazmatické retikulum (ER)** představuje systém nepravidelných plochých cisteren, tubulů, a váčků ohraničených biomembránou. Pokud jeho cisterny vážou na svém povrchu ribosomy, je vzhled jeho povrchu zrnitý (drsné ER) a hlavní funkcí je tvorba proteinů, jejich modifikace a oddělení od cytoplazmy – takové proteiny budou z buňky vyloučeny, zabudovány do buněčné membrány nebo přesunuty do lysosomů. Pokud ER neváže ribosomy, označuje se jako hladké ER a jeho úlohou je tvorba lipidů, cholesterolu, případně steroidních hormonů nebo plní další funkce (podle specializace buňky). **Golgiho aparát (GA)** je další velkou organelou ohraničenou membránou, která se nachází rovněž poblíž buněčného jádra a tvoří ji systém cisteren, tubulů a váčků. Membrány GA obsahují velké množství

enzymů, které slouží k tvorbě cukernatých řetězců a modifikují další molekuly (např. proteiny), které jsou sem transportovány z ER. GA je velmi důležité pro sekreční buňky. Další membránou obdařenou organelou jsou **lysosomy**, které obsahují hydrolytické enzymy, které jsou schopny degradovat (natrávit) různé makromolekuly. Lysosomy se proto účastní trávení materiálu, jenž se do buňky dostává zvenčí (fagocytózou nebo pinocytózou) nebo který buňka potřebuje odbourat např. při degradaci vlastních nepotřebných organel (autofagie). Poslední velkou organelou, která je obklopena membránou je **mitochondrie**. Zatímco zevní membrána je hladká, vnitřní membrána je zprohýbána v četné krysty (hřeben), čímž se zvětšuje povrch pro uchycení elementárních částic s enzymy pro oxidativní fosforylaci a transport elektronů. Mitochondrie používají kyslík pro spalování živin a uvolněnou energii využívají pro tvorbu makroergní sloučeniny, ATP, která je využívána buňkou pro další metabolické reakce. Množství mitochondrií v buňce a jejich kryst je úměrné metabolické aktivitě buňky. Organelou, která neobsahuje membránu je **centriol**. Stěnu této válcovité struktury tvoří 9 trojic (tripletů) mikrotubulů uspořádaných na způsob mlýnského kola. Centrioly se vyskytují v párech, přičemž jejich podélné osy jsou vzájemně kolmé. Po obvodu centriolu jsou umístěny satelity, fungující jako mikrotubulární organizační centra. Díky tomu centrioly slouží k formování mitotického vřeténka, které umožňuje v průběhu buněčného dělení rozdělit chromatidy mezi dvě nově vznikající buňky. Centrioly se rovněž uplatňují při tvorbě bazálních tělísek a řasinek.

Zevní povrch buňky ohraničuje **buněčná membrána** (plazmalema), jejímž podkladem je dvojvrstva fosfolipidů, do níž je zabudován dále cholesterol, proteiny a cukernaté řetězce. Cholesterol ovlivňuje tekutost membrán. Bílkoviny jsou zodpovědné za biologické vlastnosti membrán tvorbou např. membránových kanálů, adhezivních molekul a receptorů. Sacharidové řetězce jsou navázány na vnější povrch plazmalemy a formují zevní plášť buňky (glykokalyx), který zprostředkuje ochranu buňky, její antigenicitu, ale participuje např. i na mezibuněčných kontaktech. Různé povrchy buněk jsou často uzpůsobeny k vykonávání odlišných funkcí (viz např. dále epitely). Povrch přilehlý k lumen (průsvitu) orgánů, tzv. apikální povrch, může nést např. mikrokly, řasinky nebo sloužit k sekreci látek (u žlázových buněk). Zbýlý povrch kryjící spodní a postranní partie buňky (bazolaterální povrch) má jiné vlastnosti a slouží např. k příjmu živin. Proteiny odlišných povrchů jsou zakotveny do své pozice v membráně pomocí filament v cytoplazmě, které jsou součástí cytoskeletu buňky. Mezi **specializace apikálního povrchu** patří mikrokly, stereocilie a řasinky. Mikrokly jako výběžky cytoplazmy prstovitého tvaru jsou tak drobné, že nejsou na úrovni světelné mikroskopie vidět. Jejich úlohou je zvětšení povrchu potřebné např. pro příjem látek. Buňky výstelky střeva (enterocyty) nesou na svém povrchu tisíce pravidelně uspořádaných mikrokly (kartáčový lem). Stereocilie mají obdobnou stavbu, ale mohou se větvit a jsou delší, a proto bývají viditelné např. na povrchu resorpčních buněk v kanálcích nadvarlete (ductus epididymidis). Řasinky (kinocilie) jsou dlouhé a pohyblivé díky složité vnitřní stavbě zahrnující mikrotubuly (dva centrální mikrotubuly obklopené 9 dvojicemi mikrotubulů, tzv. axonema). Řasinky vycházejí z bazálního tělíska zanořeného v pod membránou v apikální cytoplazmě. Kinocilie jsou typické např. pro výstelku dýchacích cest. Důležitými specializacemi povrchů přivrácených k sousedním buňkám (tj. v laterální membráně) jsou **mezibuněčné kontakty**. Adhezní kontakty pevně drží sousední buňky pohromadě jako např. desmosomy v epidermis (pokožce). Komunikační kontakty (nexus) umožňují propojení cytoplazmy sousedících buněk drobnými kanálky (konexony). Proto si takto spojené buňky vyměňují informace, což je výhodné např. pro synchronizaci kontrakcí srdeční svaloviny. Těsnící kontakty běží po celém obvodu buňky (zonula occludens) a utěsňují mezibuněčnou šterbinu; tyto kontakty jsou typické pro bariéry a umožňují u polarizovaných buněk fyzicky oddělit aktivity apikálního povrchu od aktivit bazolaterální membrány.

OBEČNÁ HISTOLOGIE

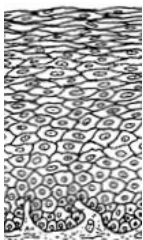
Soubor morfologicky podobných buněk se označuje jako tkáň. Rozlišují se čtyři základní typy tkání, jež jsou uvedeny níže. Různé tkáně jsou podkladem pro formování jednotlivých orgánů. Základní typy tkání jsou probírány v rámci obecné histologie; nauka o detailní stavbě orgánů je součástí speciální histologie.

EPITELY

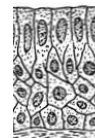
Epitely, pokud je tkáň obsahuje, bývají její nejtypičtější složkou. Epitely jsou nápadné svou buněčnatostí (množství mezibuněčné hmoty je zde minimální) a bývají bezcévné. Epitelové buňky jsou většinou polarizované; apikální pól pak plní jinou funkci než bazolaterální povrchy. Podle uspořádání se rozlišují epitely plošné (vystylající vnější a vnitřní plochu těla), trámčité (uspořádané do trámců např. u žláz) a retikulární (jako jediný epitel obsahuje cytoplazmatické výběžky, jimiž se sousední buňky trojrozměrně propojují). Retikulární epitel se vyskytuje pouze v brzlíku. V histologii častěji používáme funkční klasifikaci, která člení epitely na krycí, žlázné a speciální.

Protože klasifikace krycích epitelů je klíčová pro správné rozpoznání té které tkáně, zaměříme se zde na tuto problematiku. **Krycí epitely** vystylají povrchy struktur a jsou uzpůsobeny plnění odlišných funkcí různých orgánů, což se odráží ve stavbě epitelu. Klasifikace vychází z obrazu viditelného ve světelném mikroskopu, v němž je třeba si všimnout tvaru buňky a respektovat vrstvy či řady buněk. Protože buňka je i pod mikroskopem velmi malá, přičemž její cytoplazma často bývá světlá, nedaří se vždy rozpoznat hranice mezi sousedními buňkami. V takovém případě je vhodné sledovat tvar buněčného jádra, který odpovídá tvaru buňky. Protože jádro je největší organelou a jeho chromatin je výrazně bazofilní, je v mikroskopu dobře patrné. Všimáme si též umístění jader sousedních buněk. V případě, že jsou jádra buněk umístěna v jedné linii (rovině), jedná se o **epitely jednovrstevné**. Vrstva buněk nasedá na podpůrný list bazální laminy, která však není ve světelném mikroskopu vidět a která odděluje epitel od přilehlého vaziva. Podle tvaru se rozlišují tři typy epitelových buněk: dlaždicové, kubické a cylindrické. Dlaždicový epitel tvoří velmi ploché buňky pokrývající relativně velkou plochu, přičemž výška buněk je nízká. Z toho důvodu je jádro dlaždicových buněk často oploštěno. **Jednovrstevný dlaždicový epitel** tvoří jedna vrstva plochých buněk, jejichž cytoplazma je často tak tenká, že ji nelze v konvenčním mikroskopu dobře spatřit, zato při povrchu pozorujeme oploštěná jádra (jejichž vzdálenosti se pravidelně opakují). Tento vzhled často mají např. endotelové buňky, které vystylají  lumen krevních a mízních cév a jejichž tenká cytoplazma usnadňuje difúzi plynů a látek mezi krví a přilehlou tkání. **Jednovrstevný kubický epitel** je tvořen jednou vrstvou buněk, které mají vzhled kostek, tj. jejich šířka a výška jsou téměř stejné a v důsledku toho mají tyto buňky uprostřed kulaté jádro. Typicky je tento epitel uváděn u výstelky žlázy produkující mozkomíšni mok,  která se nazývá plexus choroideus. **Jednovrstevný cylindrický epitel** je složen z jedné vrstvy vysokých buněk (tj. výška má větší rozměr než šířka buněk); jádro takových buněk je rovněž oploštěné, ale je situováno v podélné ose buňky. Protože všechny buňky tohoto epitelu jsou stejně vysoké, jsou i jejich jádra seřazena ve stejné rovině. Takovýto epitel kryje např. střevní sliznici. 

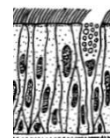
Některé povrchy jsou tkání jsou kryty složitějšími epitely. Tyto epitely dosahují větší tloušťky a při klasifikaci musíme rozlišovat, zda jsou jejich buňky uspořádány do vrstev nebo do řad. **Vrstevnaté epitely** tvoří několik vrstev buněk. V kontaktu s bazální laminou zůstává pouze spodní vrstva buněk, zatímco další vrstvy se posouvají výše a postupně si osvojují definitivní tvar a funkci. Terminálně diferencované buňky plně uzpůsobené k vykonávání specializované funkce se nacházejí při lumenálním povrchu (tj. jsou nejvíce vzdálené méně vyzrálým bazálním buňkám). Klasifikace proto vychází z charakteristiky tvaru povrchových buněk! Pokud se povrchové buňky oplošťují, jedná se o vrstevnatý dlaždicový epitel, který je velmi odolný vůči mechanickému zatížení. Jestli se nad vrstvou dlaždicových buněk nachází ještě zrohovatělá (bezjaderná) vrstva, označujeme takový epitel jako vrstevnatý dlaždicový rohovějící, který kryje zevní povrch našeho těla. Pokud je rohovějící vrstva tenčí než 



vrstvy tvořené živými buňkami (tedy obsahujícími jádra), jde o **epitel vrstevnatý dlaždicový tence rohovějící** (viz dolní obrázek na s. 3), jenž vystýlá většinu povrchu pokožky naší kůže. Na dlaních rukou a plosek nohou dosahuje zrohovatělá vrstva větší tloušťky než buněčné vrstvy – jejich povrch kryje **epitel vrstevnatý dlaždicový silně rohovějící** (tento typ na přilehlých schématech není vyobrazen). Naproti tomu slizniční povrchy (např. dutiny ústní) neobsahují rohovějící vrstvy, ale jsou vlhké a kryty dlaždicovými buňkami. Při jejich povrchu lze proto spatřit oploštěná jádra povrchových buněk, což je rysem **epitelu vrstevnatého dlaždicového nerohovějícího** (viz obrázek vlevo). Celková tloušťka tohoto epitelu převyšuje tloušťku tence rohovějících epitelů. V případě, že epitelové buňky povrchové vrstvy nabývají cylindrického tvaru, nazveme tento **epitel** jako **vrstevnatý cylindrický** (viz obrázek vpravo). Ten kryje např. spojivku našeho oka. Důležitým znakem těchto cylindrických buněk je, že nenesou žádné viditelné znaky povrchové specializace (tj. nemají řasinky ani stereocilie atd.).



Víceřadé epitely jsou tvořeny buňkami různých velikostí, přičemž všechny buňky jsou zakotveny k bazální lamině. V důsledku toho jsou jádra buněk v různých pozicích a mají různé tvary. Klasifikaci určujeme podle tvaru povrchových buněk ve světelném mikroskopu. Nejčastější variantou je **epitel víceřadý cylindrický**. Vysoké povrchové buňky často nesou řasinky (např. ve výstelce dýchacích cest) či stereocilie (výstelka chámovodu), i když některé struktury (např. interlobární vývod slinných žláz) obsahují cylindrické buňky bez cilií. V případě, že se povrchové buňky ve světelném mikroskopu jeví jako kubické, klasifikuje se taková výstelka jako **epitel víceřadý kubický**, který vystýlá pouze močové cesty, a proto se označuje jako urotel.



POJIVOVÁ TKÁŇ

Pojivové tkáně obsahují značné množství mezibuněčné hmoty, a proto od sebe bývají její buňky často vzdáleny. Mezibuněčná hmota (extracelulární matrix, ECM) obsahuje vláknitou složku (kolagenní, elastická a retikulární vlákna) a základní hmotu, přičemž složení těchto komponent se v jednotlivých tkáních liší a ovlivňuje vlastnosti tkání. Mezibuněčnou hmotou často prochází cévy a nervy. Pokud je mezibuněčná hmota mineralizovaná, jsou tkáně tvrdé (**kost**, dentin, cement); pokud obsahuje hodně glykosaminoglykanů a proteoglykanů, je pevná (**chrupavky**). Výklad stavby těchto specializovaných tkání bude probrán v rámci regulérní výuky, a proto se v tomto přehledu se zaměříme pouze na nejčastěji se vyskytující **vazivové tkáně**, jejichž ECM má rosolovitou konzistenci. Jednotlivé typy vaziv se liší zastoupením vazivových buněk, vláknité složky a množstvím základní hmoty. Nejrozšířenější je tzv. **řídce kolagenní vazivo**, které se vyskytuje pod krycími epitelu, ale vyplňuje i prostory mezi svalovými vlákny či přilehlými strukturami. Nápadným znakem je velká buněčnost tohoto vaziva, přičemž zde lze zastihnout různé typy buněk (fixní i bloudivé buňky). Husté kolagenní vazivo naopak obsahuje relativně málo buněk (fibroblastů). Sousední buňky jsou od sebe značně vzdálené a prostory mezi nimi obsahují dobře patrné svazky kolagenních vláken. Podle míry uspořádání těchto svazků se rozlišují dva typy tohoto vaziva. **Husté kolagenní vazivo uspořádané** obsahuje paralelně (tedy pravidelně) uspořádané svazky (např. ve šlachách), zatímco **husté kolagenní vazivo neuspořádané** tvoří svazky běžící různými směry např. v pouzdru orgánů. Poměrně časté je i **tukové vazivo**, které obsahuje velké množství tukových buněk (adipocytů). U dospělých obsahuje adipocyt jednu velkou tukovou kapénku, takže cytoplazma s jádrem jsou přitisknuté k okraji buňky. Přestože ECM tukové tkáně je značně redukována, obsahuje mnoho krevních cév.

SVALOVÁ TKÁŇ

Svalovinu tvoří kontraktilní elementy. **Kosterní svalovina** obsahuje svalová vlákna a její pohyb je řízen vůlí. Svalová vlákna vznikají jako soubuní (syncytium) spojením více buněk, a proto jsou velmi dlouhá a mnohojaderná (jádra jsou uložena pod membránou- sarkolemou). Uvnitř vláken se nacházejí paralelně uspořádané svazky (myofibrily) kontraktilních myofilament, která jsou pravidelně uspořádána: tenký aktin střídá silnější myosin, což je na podélném řezu viditelné jako příčné žíhání (proužkování). Každé svalové vlákno obklopuje bazální lamina, která vlákno odděluje od endomysia (viz dále). Pod bazální laminou se nachází i jedna nebo několik satelitových buněk, z nichž může vlákno regenerovat. Prostor mezi jednotlivými vlákny vyplňuje tenká vrstva řídkého kolagenního vaziva (endomysium). Vlákna jsou uspořádána paralelně v tzv. svazky, které obklopuje kolagenní vazivo (perimysium). Celý sval vzniká sdružením více primárních a sekundárních svalových svazků a obklopuje jej epimysium z hustého kolagenního vaziva.

Srdeční svalovinu tvoří srdeční svalové buňky (kardiomyocyty). Jde o protáhlé buňky cylindrického tvaru obsahující uprostřed jedno nebo dvě jádra. Sériovým spojením kardiomyocytů se formují vlákna srdečního svalu (myokardu), jednotlivé buňky jsou spojeny interkalárním disky, což jsou tenké přepážky obsahující tři typy mezibuněčných kontaktů (fascia adherens, macula adherens = desmosom a nexus). Interkalární disky nespojují jen těla sousedních buněk, ale lze je najít i mezi výběžky kardiomyocytů. Typickým rysem srdečních svalových buněk jsou větvičky se cytoplazmatické výběžky. Myofibrily rovněž obsahují pravidelně se střídající aktin a myosin, a proto i srdeční svalová tkáň je příčně žíhaná. Povrch kardiomyocytů kryje bazální lamina, která buňky odděluje od přilehlého endomysia. Kontrakce srdeční svaloviny jsou rytmické a nejsou vůlí ovlivnitelné.

Hladká svalovina vzniká nakupením buněk, tzv. (leio)myocytů. Jde o štíhlé vřetenovité buňky obsahující uprostřed jedno protáhlé jádro. Myofilamenta nevykazují příčné žíhání. Prostory endomysia jsou značně redukovány. Kontrakce jsou pomalé, ale intenzivní a neovlivnitelné vůlí. Hladká svalovina je součástí stěny větších krevních cév i řady útrobních orgánů.

NERVOVÁ TKÁŇ

Nervovou tkáň tvoří nervové a gliové buňky. Nervová buňka (**neuron**) je především funkční jednotkou nervové tkáně, neboť dokáže přijímat podněty, zpracovat získané informace a vysílat nervové vzruchy. Neurony jsou vzájemně propojeny do složitějších systémů (nervových okruhů) zodpovědných za vykonávání specifických funkcí (reflexní oblouky, regulace aktivit dalších buněk a systémů). Tělo (**perikaryon**) nervových buněk bývá velké a často má i charakteristický tvar (pyramidové či košíčkové neurony); obsahuje kulaté jádro s dobře viditelným jadérkem a **neuroplazmu** (cytoplazmu nervové buňky). Nejnápadnější složkou těla je **Nisslova substance** viditelná jako bazofilní shluky, jejichž podkladem jsou paralelně seskupené cisterny drsného ER, dokládající vysoký stupeň proteosyntézy. Výběžky neuronu se označují jako dendrit a neurit. Tyto výběžky jsou funkčně odlišné: **dendrit** umožňuje příjem podnětů, zatímco **neurit** slouží k vedení vzruchu od perikarya k další buňce. Neuron má pouze jeden neurit, ale počet dendritů může být vyšší (např. u pseudounipolárního nebo multipolárního neuronu). Termín **axon** se používá pro označení osově (axiálně) uloženého výběžku nervové buňky obklopeného myelinem. Označení axon se proto používá pro neurit, ale někdy může zahrnovat i dendrit, a to tehdy, jestliže je tento výběžek (např. bipolárního nebo pseudounipolárního neuronu) obalen myelinem; na řezu má takový dendrit proto zcela shodnou stavbu s neuritem (dendrit a neurit nelze odlišit a oba lze tedy popsat jako axon). Přenos vzruchu z neuronu dále (např. na další neuron, svalové vlákno) umožňuje **synapse**. Jde o velmi malý útvar vyskytující se v koncovém větvení (terminální arborizaci) axonu. Synapsi tvoří presynaptický element (buton; rozšíření na konci axonu obsahující synaptické váčky) a postsynaptický element (např. membrána koncové části dendritu postsynaptického neuronu), jež jsou vzájemně odděleny synaptickou štěrbinou, která zajišťuje, že se nervový vzruch ve formě membránové polarizace nemůže přímo šířit z jedné buňky na druhou.

K přenosu vzruchu je nutné uvolnění neuromediátoru (např. acetylcholinu) ze synaptického váčku butonu presynaptického neuronu do synaptické štěrby a navázání neuromediátoru na receptor v membráně postsynaptického neuronu – šíření vzruchu se tak děje pouze jedním směrem. Typ synapse používající k přenosu signálu chemické látky se proto označuje jako chemická synapse.

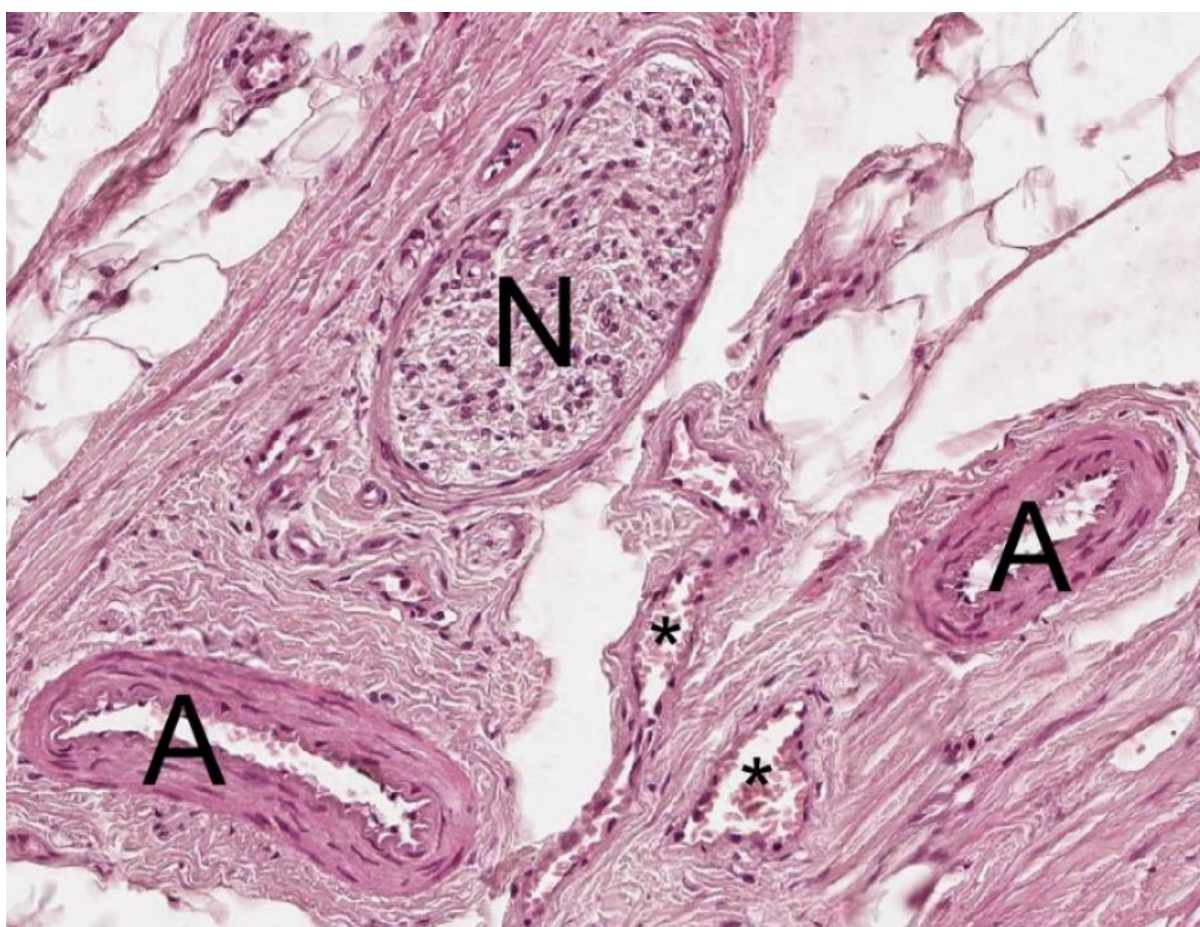
Podpůrné buňky nervové tkáně se označují jako gliové buňky (glie). Jiné glie se vyskytují v centrálním nervovém systému (CNS) a jiné v periferním nervovém systému (PNS). Nejčastějším typem glie CNS jsou **oligodendrocyty**. Svými výběžky v CNS tyto buňky obklopují přilehlé axony a vytvářejí kolem nich myelin. Typickou glií CNS je astroglie (**astrocyty**). Četné cytoplazmatické výběžky dávají těmto buňkám hvězdovitý tvar. Svými výběžky se sousední buňky spojují a tvoří podpůrný systém pro strukturu CNS nebo obalují přilehlé povrchy (např. kryjí synapse, cévy i povrch mozku). **Ependymové buňky** vystylají dutiny CNS (mozkové komory a např. centrální kanál míchy); mají vzhled cylindrických či kubických buněk, jež na svém apikálním povrchu nesou trsy řasinek, jež svým pohybem napomáhají cirkulaci mozkomíšního moku (likvoru) komorovým systémem. **Mikroglie** představuje zhruba 10 % glií v CNS. V klidovém stavu vypadají jako drobné buňky s protáhlým tělem a krátkými ostnatými výběžky. Tyto buňky pochází z krevních buněk (jsou odvozeny z monocytů) a mají tedy odlišný původ než jiné buňky nervové tkáně. Mikroglie slouží k obranyschopnosti CNS a dokáže jako jiné makrofágy pohltit (fagocytovat) mikroorganismy nebo zbytky poraněné tkáně. V PNS se vyskytují pouze dva druhy glie. **Satelitové (plášťové) buňky** se nacházejí v gangliích, kde v jedné vrstvě opouzdřují objemná perikarya gangliových buněk. Nejrozšířenější glií PNS jsou **Schwannovy buňky**, které zajišťují rozmanité funkce. Např. kryjí nervová vlákna, vytvářejí myelin a v případě poranění fagocytují zbytky buněk a myelinu.

Normální nervová tkáň tedy obsahuje gliové buňky a těla a/nebo výběžky buněk nervových. Těla neuronů lze zastihnout např. v šedé hmotě CNS (např. mozková kůra či jádra) nebo gangliích PNS; výběžky neuronů tvoří bílou hmotu CNS a nervy PNS. Ze všech nervových struktur zde probereme pouze stavbu periferních nervů, a to zejména proto, že je lze při mikroskopickém vyšetření zastihnout ve většině tkání. Nerv vzniká sdružením řady nervových vláken. **Nervové vlákno** obsahuje výběžky nervových buněk kryté glií. **Mozkomíšní nervy** jako typické struktury PNS obsahují Schwannovy buňky; zrakový nerv (*nervus opticus*) je strukturou CNS a obsahuje glie CNS, konkrétně astroglie a oligodendroglie. Nervová vlákna mozkomíšních nervů jsou myelinizovaná nebo nemyelinizovaná. **Myelinizovaná (nervová) vlákna** patří motorickým nebo senzitivním neuronům (specializovaným na řízení pohybu nebo vnímání podnětů). Protože jejich axony dosahují největších průměrů, jsou kryty jen jedinou Schwannovou buňkou, která kolem axonu vytváří myelinovou pochvu, přičemž zbytek cytoplazmy obsahující organely a jádro zůstávají na okraji. Na podélném řezu je patrné, že Schwannova buňka kryje jen určitý úsek (segment) axonu, zatímco následující úsek kryje sousední Schwannova buňka. **Nemyelinizovaná vlákna** patří vegetativním neuronům, jejichž axony jsou několikanásobně tenčí. Z toho důvodu jedna Schwannova buňka kryje několik axonů a rozmístění komponent je odlišné: jádro Schwannovy buňky je uprostřed vlákna a axony jsou při jeho okraji (myelin se nevytváří). Zevně je nervové vlákno kryto bazální laminou, která je odděluje od přilehlého vaziva. Nervová vlákna jsou sdružena do nervových svazků; větší nervy obsahují více svazků. Na příčném řezu lze dobře odlišit jednotlivé **obaly periferního nervu**. Mezi nervovými vlákny je tenoučká vrstva řídkého kolagenního vaziva (endoneurium). Povrch svazku kryjí ploché buňky, tzv. perineurium. Prostor mezi svazky a povrch nervu tvoří hustší kolagenní vazivo (epineurium).

KREVNÍ CÉVY

Většina tkání v těle je vaskularizovaná, tj. obsahuje krevní cévy. Proto tento histologický přehled zakončíme mikroskopickou stavbu cév, které je třeba v preparátech odlišit od dalších struktur. Krevní cévy mají stavbu trubic, jimiž koluje krev a jejichž lumen vystylá jedna vrstva oploštěných endotelových buněk nasedajících na bazální laminu. Tyto komponenty tvoří i stěnu nejmenších krevních cév, které se

označují jako **kapiláry** (vlásečnice). Kapiláry umožňují metabolickou výměnu plynů, metabolitů, katabolitů a dalších látek ve tkáních a představují 90 % všech cév v těle. Nejmenší kapiláry mají průsvit menší, než je velikost krvinek. Kapiláry bývají nejčastěji vsunuty mezi tepenné a žilní řečiště. Stěna těchto větších cév má již složitější stavbu tvořenou třemi vrstvami (tunica intima, t. media a t. adventitia). T. intima obsahuje vrstvu endotelových buněk, pod jejíž bazální laminou se nachází řídké kolagenní vazivo. Typickým rysem **tepny** (artérie) je silná t. media obsahující cirkulárně uspořádané buňky hladké svaloviny (příp. elastické blanky u arterií elastického typu). Od t. intimy ji odděluje zřetelná vnitřní elastická membrána. T. adventitia je tenčí než t. media a obsahuje kolagenní vazivo. Artérie mívá většinou pravidelný průsvit a často obsahuje méně krvinek (kvůli přesunu krve po smrti do žilního řečiště). **Žíly** (vény) mají tenčí stěnu. Nejvýraznější složkou je naopak zevní vrstva (t. adventitia); pokud tato vrstva obsahuje buňky hladké svaloviny, pak jsou (jako další složky) uspořádány podélně. T. media je méně výrazná, může obsahovat buňky hladké svaloviny, ale vnitřní elastická membrána chybí. Lumen vény je obvykle velké, nepravidelné a často je vyplněno krví. Nejmenší žíly a nejmenší artérie s velikostí průsvitu do 100 μm se označují jako venuly a arterioly.



Obr. **Nervově cévní svazek** v neuspořádaném hustém kolagenním vazivu. Svazek nemyelinizovaných nervových vláken (N) obsahuje četné Schwannovy buňky a na povrchu jej kryje tenké pouzdro (perineurium). Poblíž lze zastihnout dvě artérie (A) s nápadně silnou t. media obsahující cirkulárně orientované buňky hladké svaloviny. Venuly (jejich průsvit je označen hvězdičkou) mají tenkou stěnu. Lumen obou typů cév obsahuje krevní buňky a je lemováno endotelovými buňkami. Barveno hematoxylinem-eosinem.