

## Epitelové tkáně

V živočišném těle se vyskytují 4 základní tkáňové typy: epitely, pojiva, svalové tkáně a nervové tkáně. V rámci těchto 4 tkáňových typů existuje více než 200 buněčných typů. Každou buňku živočišného organismu tedy lze zařadit do jednoho ze 4 tkáňových a jednoho z cca 200 buněčných typů.

### Embryonální původ

Epitelové tkáně v zárodečném vývoji vznikají ze všech tří zárodečných listů.

Ektoderm: pokožka a dutiny komunikující s povrchem těla (ústní dutina, anální kanál)

Mezoderm: výstelka cév a výstelka urogenitálního traktu

Endoderm: výstelka dýchacího ústrojí, výstelka trávicího traktu (mimo úseky komunikující s povrchem) a dále žlázy přidružené k trávicímu traktu - slinivka břišní a játra. Pozor: játra, přestože jde o velký orgán uvnitř břišní dutiny, jsou epitelového původu. Jedná se o tzv. trámčitý epitel.

### Obecná charakteristika

Morfologicky (morfologie = nauka o tvaru) se epitel vyznačuje minimálním množstvím mezibuněčné hmoty, buňky tedy k sobě velmi těsně přiléhají a jsou poměrně malé. Tento fakt činí trochu obtíže při mikroskopování, protože často nelze přesně rozlišit jednotlivé buňky, navíc buňky ležící pod a nad rovinou ostrosti trochu „prosvítají“ do pozorovaného obrazu. Jednovrstevný epitel, pokud je v preparátu na šikmém řezu, často působí dojmem více vrstev místo jedné. Další typickou vlastností epitelových tkání je avaskularita. Cévy ani nejtenčí kapiláry nikdy nepronikají mezi epitelové buňky a výživa epitelů se děje difúzí živin z pojiva, které leží těsně pod epitelem a je bohatě prokrveno. Třetí společnou charakteristickou vlastností epitelů je polarita. Znamená, že apikální (vrchní) a bazální (spodní) strana buněk epitelu se strukturně a funkčně do určité míry liší. Příkladem modifikací apikálního povrchu jsou řasinky, mikrovlákna, nebo velké nepohyblivé výběžky s receptorovou funkcí – stereocilie. Bazální strana epitelových buněk je ukotvena v bazální lamině a mohou se zde vyskytovat modifikace např. typů hemidesmozomů.

## **Modifikace apikálního povrchu**

Řasinky: délka 5 – 10  $\mu\text{m}$ , jsou ohraničené buněčnou membránou a uvnitř řasinky jsou struktury cytoskeletu, konkrétně mikrotubuly uspořádané do jedné centrální dvojice a devíti dalších dvojic mikrotubulů kolem ní. Celá tato vnitřní struktura cytoskeletu vychází z tzv. bazálního tělíska, které je těsně pod plasmatickou membránou na apikální straně buňky (tam kde řasinka začíná) a má podobnou strukturu jako centriol. Řasinek je na apikálním povrchu buňky obvykle velké množství a vykonávají synchronizovaný pohyb. Energií pro tento pohyb čerpá buňka z ATP. Výsledkem celého děje kmitání řasinek je např. pohyb hlenu s nečistotami v dýchacích cestách.

Mikroklky: velikost do 1  $\mu\text{m}$ , tedy asi 10x menší než řasinky, ale o něco širší. Opět jsou ohraničené membránou, uvnitř mikroklku je cytoskelet v podobě mikrofilament ukotvených do tzv. terminální sítě. Opět tedy cytoskelet v mikroklku navazuje na cytoskelet buňky. Soubor všech mikroklků na apikálním povrchu buňky se někdy označuje jako kartáčový lem. Toto označení vzniklo v počátcích histologie a používá se hlavně pro popis vnitřní výstelky střeva, kde jsou mikroklky hojné za účelem zvětšení absorpčního povrchu.

## **Mezibuněčná spojení**

Epitely se typicky vyskytují na povrchu organismu (krycí epitely) nebo jako výstelka dutin a trubicovitých orgánů (výstelkové epitely). Epitely často tvoří hranici mezi vnějším prostředím (nebo substancemi z vnějšího prostředí) a vnitřním prostředím organismu. Z tohoto důvodu jsou mezi epitelovými buňkami různé typy mezibuněčných spojů, které umožňují vysokou soudržnost a pevnost epitelů a podílí se na řízení transportu látek přes epitely.

Těsná spojení *zonula occludens* se nachází nejbližše apexu a představují opakované lokální splynutí zevních vrstev buněčných membrán mezi sousedními buňkami. Nachází se dokola podél celé buňky. Je to tedy jakési utěsnění (zatmělení) mezibuněčného prostoru, který je v epitelech typicky velmi malý.

Adhezní spojení *zonula adherens* se obvykle nachází hned pod těsným spojením. Mezi membránami přilehlých buněk jsou zde prostory 20 – 90 nm a opět se jedná o strukturu, která obkružuje celou buňku. V elektronovém mikroskopu jsou patrné tmavší (elektrondenzní) ploténky podél celého adhezního spoje a do těchto plotének se upínají aktinová mikrofilamenta cytoskeletu.

Desmosom patří také mezi adhezní spojení a má podobnou strukturu jako předchozí typ. Jedná se ale o bodový spoj, nevede tedy dokola podél celé buňky. Do plotének se opět upíná

cytoskelet z cytoplasmy tentokrát v podobě intermediálních filament. Celkově má desmosom propracovanější strukturu a vzdálenost mezi buňkami je víc než 30 nm.

Nexus patří mezi tzv. vodivé spoje, které se uplatňují v mezibuněčné komunikaci. Ke tvoření větším množstvím konexonů, což jsou hexamery transmembránových proteinů s malým otvorem (pórem) uprostřed. Tyto otvory představují místa, kde je možný průnik malých molekul z jedné buňky do druhé. Celkově je vzdálenost membrán u tohoto spoje velmi malá, cca 2 nm.

### **Bazální lamina, bazální membrána**

Je to vrstevnatá extracelulární struktura na bazální straně epitelu. Pojem bazální lamina používáme, pokud leží epitel na pojivku, což je ve většině případů. Bazální lamina je v takovém případě tvořena *lamina densa* plus *lamina lucida*. Tedy z tmavé a světlé vrstvy viditelné v elektronovém mikroskopu. Po chemické stránce se jedná o různé uspořádání kolagenu IV. typu, proteoglykanů a glykoproteinu produkovaných epitelovými buňkami. Ze strany pojiva se k těmto strukturám přikládá ještě třetí vrstva *lamina reticularis*, tvořená kolagenem III. typu a produkovaná pojivovými buňkami. Pojem bazální membrána se používá v těch případech, kdy leží epitel na epitelu a dvě bazální laminy se k sobě těsně přikládají. Není mezi nimi pojivo a tedy ani *lamina reticularis*. Celá struktura je silnější a je patrná i ve světelném mikroskopu. Vyskytuje se tam, kde kapiláry těsně nasedají na epitelovou vrstvu, např. v plicích sklípcích nebo glomerulech ledvin. V české literatuře existuje určitá nejednotnost v používání pojmů bazální lamina a membrána, někdy zejména starší literatura mezi nimi nerozlišuje a používá pouze termín bazální membrána.

### **Způsoby klasifikace epitelů**

Mezi nejčastěji používaná kritéria patří tvar buněk, počet vrstev, uspořádání buněk a funkce.

Podle tvaru buněk: dlaždicové (vnitřní výstelka cév – endotel), kubické (jednovrstevný epitel ve folikulech štítné žlázy nebo tubulech ledvin) cylindrické (jednovrstevný epitel střeva). Toto dělení má smysl hlavně u jednovrstevných epitelů.

Podle počtu vrstev: jednovrstevné a vrstevnaté. Zvláštní zmínku vyžadují dva typy epitelu, které jsou tradičně řazeny mezi jednovrstevné, protože ač vytvářejí více řad buněk nad sebou, všechny jejich buňky mají kontakt s bazální laminou. Jedná se však o kontakty často pouze nitkovitými výběžky cytoplasmy, které nejsou ve světelném mikroskopu patrné. Prvním z nich

je epitel víceřadý, typicky se vyskytující v dýchacích cestách a opatřený řasinkami, druhým je epitel přechodný v močovém měchýři. Tento epitel dovede měnit počet vrstev podle míry naplnění měchýře a odtud dostal svůj název (přechází mezi menším a větším počtem vrstev). Ve starší literatuře se píše s měkkým I jako „přechodní“ a některá literatura ho řadí mezi vrstevnaté epitely.

Vrstevnaté epitely se vyskytují typicky v pokožce - rohovatějící vícevrstevný epitel a v dutinách komunikujících s povrchem (vlhké sliznice) nerohovatějící vícevrstevný epitel. V rohovatějícím epitelu se vrchní vrstva buněk postupně přeměňuje na keratinové šupiny a olupuje se, v nerohovatějícím je vrchní vrstva buněk živá a má jádra. V obou případech platí, že obnova epitelu dělením buněk nastává pouze v nejspodnější – bazální vrstvě a buňky postupně cestují k povrchu, kde se odlučují. V případě rohovatějícího epitelu v lidské pokožce se jednotlivé vrstvy od sebe morfologicky i funkčně dost odlišují a popisujeme odspodu: *stratum basale* (jedna vrstva dělicích se buněk), *stratum spinosum* (několik vrstev buněk s četnými desmozomy zvyšujícími pevnost) *stratum granulosum* (buňky s četnými tmavými granulemi v cytoplasmě, tato vrstva je důležitá pro imunitní ochranu epitelu), *stratum lucidum* (průsvitná tenká vrstvička, která se vyskytuje hrubé kůži plosek nohou) a *stratum corneum* (odlupující se keratinizovaná povrchová vrstva, poměrně silná).

Podle uspořádání buněk: plošné (pokožka – epidermis), trámčité (jaterní tkáň), retikulární (brzlík)

Podle funkce se dělí na několik skupin: krycí (povrch těla) a výstelkové (vlhké dutiny), resorpční (střevo), řasinkové (dýchací cesty), žlázové (žlázy s vnitřní i vnější sekrecí) smyslové (čichový epitel v nosní dutině), pigmentové (sítnice), svalové (u bezobratlých nebo kolem žlázek u obratlovců, kde slouží k vypuzení sekretů žlázky), zárodečné (gonády), respirační (plicní sklípky). *Pozor: zárodečné epitely jsou v gonádách, nikoli ve vyvíjejícím se zárodku jak by napovídala název.*

### **Žlázové epitely**

Žlázové buňky jsou diferencované = specializované neboli uzpůsobené k produkci sekretů. Vznikají tedy diferenciací z buněk epitelových., kdy dochází k proliferaci (dělení) epitelových buněk a jejich postupné diferenciaci doprovázené zanořením vznikajícího útvaru do pojiva pod epitelem. Žlázy exokrinní mají zachovanou komunikaci s povrchem prostřednictvím vývodu a

sekrety jsou uvolňovány na povrch těla. Druhý typ jsou žlázy endokrinní, kdy jsou sekrety uvolňovány do krve s transportovány krevním oběhem na větší vzdálenosti v organismu.

Podle počtu buněk se rozlišují žlázy jednobuněčné, kdy se jednotlivé žlázové buňky vyskytují mezi ostatními buňkami epitelu. Obvykle se jim říká pohárkové buňky. Častější typ jsou žlázy mnohobuněčné tvořené větším počtem buněk. Tyto buňky mohou být uspořádány do podoby trubicovitého útvaru – tubulózní žlázy nebo do podoby váčku – alveolární žlázy. Oba typy mohou vytvářet jednoduché nebo složené žlázy a ještě se i vzájemně kombinovat.

U endokrinních žláz se často jedná o velké orgány opatřené vazivovými pouzdry, kdy žlázová tkáň je členěna různými vazivovými přepážkami na jednotlivé oddíly. Jako příklad si můžeme představit slinivku břišní, kde je navíc ještě kombinovaná endo i exokrinní sekrece (hormony a trávicí šťávy).

Podle typu sekrece se rozlišují žlázové buňky merokrinní (sekret je uvolňován plynule exocytózou, např. slinivka), apokrinní (sekret se hromadí v apikální části a je uvolňován spolu s částí cytoplasmy a membrány, např. mléčná žláza) a holokrinní, kdy je při uvolňování sekretu zničena celá buňka, např. mazová žláza.

Buňky tvořící mucinózní (hlenovitý) sekret mají jádra typicky oploštělá a umístěná u báze buňky. Buňky produkující serózní (vodnatý) sekret mají jádra uprostřed buňky a v cytoplasmě bývají obvykle patrná granula sekretu.