

Maturitní téma č. 5

VZNIK MNOHOBUNĚČNOSTI

Vývoj k mnohobuněčnosti probíhal pravděpodobně přímým prostřednictvím kolonií prvoků ve kterých se jednotlivé skupiny organismů postupně specializovaly pro vykonávání určitých životních funkcí. Tomu předcházela určité vývojové pokroky jako např. u opalinek došlo ke zmnožení jader, u nálevníků pak k dimorfismu.

Existují 2 teorie vzniku mnohobuněčných. Pro nižší živočichy platí *teorie biologa Mečnikova*: mluví o vzniku gastruly imigrací některých buněk ektodermu do nitra kolonie - vznik druhého zárodečného listu entodermu.

Druhou hypotézou je *Haeckelova teorie invaginace*: říká, že druhý zárodečný list vzniká vchlípením části ektodermu do prvotní tělní dutiny - to platí pro výše organizované mnohobuněčné.

NEPOHLAVNÍ ROZMNOŽOVÁNÍ

Nepohlavní (asexuální) rozmnožování je v živočišné říši mnohem méně časté než u rostlin či hub. Uplatňuje se hlavně u prvoků, u kterých ho můžeme rozdělit na následující typy:

- *dělení*
- *sporogonie = schizogonie* (rozmnožování rozpadem) - běžné u prvoků
- *pučení* (vyskytuje se i u mnohobuněčných - nezmar)

Typy dělení:

- *fyziparie* = dělení u mnohobuněčných
 - a) jednoduchá (binární)
 - b) mnohonásobná
- *fragmentace* = typická pro rostliny (stélky), ale rozmnožují se tak i živočišné houby a pásnice (dojde k rozpadu na několik dceřinných organismů)
- *architomie* = jedinec se rozdělí na 2 dceřinná individua a během krátké doby doplní všechny orgány (ploštěnka)
- *paratomie* = jedinec se rozdělí až po úplném vybavení všemi orgány (hvězdice), řadí se sem i *polyembryonie* (z 1 vajíčka vzniká více jedinců už během zárodečného vývoje)
- *strobilace* (u medúz) - strobila = útvar, který je složen z mnoha efírů, ty se oddělují a tak vznikají nové medúzky / strobilace bývá řazena k paratomii, pučení nebo jako zvláštní případ odškrcování

Typy pučení:

- *gemiparie* = pučení - vnější pupeny = *gemace (gematio)* (žahavci)
 - vnitřní pupeny = *gemulace (gemulatio)* (př. živočišné houby)

POHLAVNÍ ROZMNOŽOVÁNÍ

POJMY:

Hologamie - vyskytuje se u jednobuněčných - prvok se sám změní v pohlavní buňku a splyne s jiným za vzniku dceřinného jedince.

Prapohlavní buňky - primodiální gonocyty - výchozí materiál pro vznik pohlavních buněk.

Gametogeneze = (spermatogeneze, oogeneze = ovogeneze) - vývoj pohlavních buněk.

Oogamie - splývání pohlavních buněk u mnohobuněčných.

Merogamie - vznik pohl. buněk rozpadem mateřské buňky, když se předtím mnohokrát dělilo jádro a jejich následné splývání.

Kopulace - spojení za účelem vzájemného oplodnění.

Konjugace - spojení za účelem vzájemné výměny genetického materiálu. U živočichů konjugují nálevníci, u rostlin řasy. Vyměňují si jadérko.

Amfimixe - pohlavní rozmnožování, kdy jde přes vznik zygoty.

Apomixe - typ pohlavního rozmnožování, bez vzniku zygoty.

Izogamie - splývání izogamet (tvarově stejné, nerozlišené).

Anizogamie - splývání anizogamet - tvarově se samčí a samičí odlišují.

Rozlišujeme fyziologickou (gamety se liší pohyblivostí) a morfologickou (liší se tvarem: samičí jsou větší = makrogamety, samčí jsou menší = mikrogamety) anizogamii.

SPERMATOGENEZE

Vývoj spermií probíhá v semenných kanálcích varlete. Prapohlavní buňky se tu mění ve *spermatogonie*, které se mitoticky množí. Ty se později přemění v *primární spermatocyty (spermatocyty I. řádu)*, které projdou redukčním dělením - meiózou, čímž vzniknou dva *sekundární spermatocyty (spermatocyty II. řádu)* a z těch čtyři *spermatidy*. Tyto dále prodělávají spermateliózu (spermiohistogenezi), během které ztrácejí většinu cytoplasmy a vytvářejí struktury uplatňující se při oplození: akrozóm - váček obklopující část jádra a bičík (ne vždy, viz rozdělení spermií). Spermie patří k nejmenším buňkám v těle.

TYPY SPERMIÍ

Bičíkatá spermie - skládá se z akrozomu (čepičky) s ochrannou funkcí. Bičíková část tvoří za hlavičkou krček, kde je mnoho mitochondrií. Buňka končí ocáskem - bičíkem.

Oligopyrenní spermie - má malou hlavičku, ale velmi velký bičík.

Eupyrenní spermie - mohou být bezbičíkaté.

Výbušné spermie - nemají bičíky, ale výrůstky, kterými se přichycují na povrchu vajíčka a vystřelovacím mechanismem se vstříkne obsah hlavičky do buňky.

OOGENEZE = OVOGENEZE

Probíhá ve vaječniku. Z prapohlavních buněk vznikají diploidní *oogonie*, které se mitoticky množí. Potom se vstupem do profáze prvního meiotického dělení přemění na *primární oocyty (oocyty I. řádu)*. Následuje růstová fáze díky ukládání obrovských rezerv živin. Tím je dokončeno první meiotické dělení. Vznikají 2 nerovnocenné buňky: *velký sekundární oocyt* a *malá buňka pólová*. (Tím jsou ve vajíčku zachovány všechny rezervy.) Dalším dělením vzniká *ootida* (už téměř zralé vajíčko) a druhá *pólová buňka*. Tak se vytvoří opět 4 haploidní buňky (první pólová buňka se rozdělí), ale funkční je jen 1 - pólové buňky zanikají (pólové buňky se vztřebávají).

U většiny obratlovců se druhé meiotické dělení zastavuje v metafázi a je dokončeno až po oplození. Doba, kdy je zastavena meióza se nazývá *ovulace* a je řízena pohlavními hormony produkovanými čelním lalokem hypofýzy.

TYPY VAJÍČEK

Holoblastická = oligolecytální - mají málo žloutku

- alecytální - nemají žloutek
- izolecytální - mají málo žloutku a je rozmístěn rovnoměrně v cytoplasmě
- homolecytální - mají málo žloutku a je umístěn blízko vegetativního pólu vajíčka

Meroblastická = polylecytální - mají mnoho žloutku

- telolecytální - celé vajíčko je vyplněno žloutkem a jádro s trochou cytoplasmy je zatlačeno k animálnímu pólu vajíčka (typické pro plazy a ptáky).
- centrolecytální - pod tenkou vrstvou cytoplasmy je žloutek a uprostřed jádro

TYPY VAJEČNÉHO OBALU

Primární obal - vylučuje ho přímo oocyt. Je to pružná membrána (= žloutková blána).

Sekundární obal - vzniká jako produkt folikulárních buněk (buň. pouzdro, př. chorion).

Terciární obal - vyvíjí se zpravidla až po oplození, bývá rosolovitý, kožovitý, papírový.

RÝHOVÁNÍ VAJÍČKA

POJMY:

- inseminace - proces, při kterém dochází ke splynutí vajíčka a spermie
- kopulace - stav, kdy právě došlo k inseminaci
- partenogeneze - proces, při kterém se vajíčko vyvíjí bez oplození
- merospermie - je zvláštní případ partenogeneze, zaniká jádro spermie a při procesu rýhování se uplatňuje pouze dělicí tělísko
- gonochoristi - organismy produkují pohlavní buňky jen jednoho typu
- hermafroditi - organismy produkují obojí pohlavní buňky
- hermafroditi „podle situace“ - jedincům se mění pohlaví sezónně nebo podle situace

TYPY RÝHOVÁNÍ: Typy rýhování rozlišujeme podle několika hledisek:

1.

a) úplné = totální - rýhuje se celé vajíčko

b) neúplné parciální - rýhuje se pouze určitá část vajíčka

2.

a) stejnoměrné = ekvální - vajíčko se rýhuje na stejně velké, rovnocenné buňky

b) nestejnoměrné = inekvální - buňky mohou mít různou velikost

3. z hlediska času

a) synchronní

b) asynchronní

4. z hlediska postupu dělení

a) radiální - pravidelné, vajíčko se dělí na poloviny (geometrickou řadou)

b) spirální - dělicí vřeténka postupují pod úhlem 45 stupňů a buňka se dělí po

spirále

c) anarchické - nemá žádný pevný řád, dělí se zcela chaoticky

d) laterální - nerovnoměrné, ale osově souměrné

VÝVOJ EMBRYA (ZÁRODKU)

Vývoj embrya dělíme na tyto fáze:

1. blastogeneze
 - gastrulace
 - neurulace
2. organogeneze

1. BLASTOGENEZE

Blastogeneze je první fází vzniku zárodku. Během ní dochází k prvotnímu rýhování. To může probíhat několika způsoby, viz výše. Vaječná buňka se rozdělí na dvě dceřinné buňky = *blastomery*. Tyto se dělí dále podle určitého schématu, až do vzniku *moruly*, což je vlastně shluk víceméně stejnocenných buněk.

Dále probíhá další fáze blastogeneze, a to GASTRULACE:

Buňky moruly se rozestoupí do tvaru podobného prázdnému míči, který se nazývá *blastula*. Dutina blastuly se jmenuje *blastocoel* = *prvotní tělní dutina* a buňky které ji tvoří nazýváme *blastoderm*. Vznikem blastuly je rýhování ukončeno a dále se diferencují zárodečné listy.

Fáze gastrulace (vznik gastruly) může probíhat několika způsoby:

a) invaginace = vchlípení části blastodermu do prostor prvotní tělní dutiny

b) imigrace = vcestování buněk do blastocoelu

- apolární - vcestují buňky z různých míst blastuly (náhodně)

- multipolární - buňky pocházejí a několika zcela určitých míst

- unipolární - vcestování se odehrává pouze z vegetativního pólu vajíčka

c) delaminace = štěpení - dochází k rozštěpení buněk blastuly

d) epiblastický vznik

e) smíšený typ

V gastrule se již diferencují první dva zárodečné listy - *ektoderm* (= *ektoblast*) a *entoderm* (= *entoblast*). Ektoderm je vnější a entoderm vnitřní část gastruly.

Uvažujeme-li vznik gastruly invaginací, můžeme popsat jednotlivá stadia těmito termíny: *blastoporus* = *prvousta* - otvor, který vytváří vchlípující se entoderm, *archenteron* = *prvostřevo* - dutina vzniklá vchlípením, nachází se za blastoporem.

U některých, vesměs nižších druhů se vývoj zastavuje v této fázi a dále pokračuje už jen organogeneze - tyto zástupci se nazývají *diblastica* - mají jen dva zárodečné listy.

NEURULACE je poslední fází blastogeneze, během níž vzniká útvar zvaný *neurula*. Z entodermu (entoblastu) se vyděluje *mezoderm* = *mezoblast* - třetí zárodečný list - těmito organismům říkáme *triblastica*. Existuje ještě další typ buněk v zárodku, které vycestovaly z původních zárodečných listů. Tyto se souhrnně označují jako *mezenchym* a diferencují se z nich vysoce specializované části těl složitých organismů.

2. ORGANOGENEZE

Toto druhé stadium vývoje embrya zahrnuje především diferenciaci orgánových základů a tkání z jednotlivých zárodečných listů.

Orgány a tkáně z ektodermu: pokožka a její deriváty, nervový systém, exkreční orgány bezobratlých, vzdušnice hmyzu a výstelka kraniálního a kaudálního konce trávicí soustavy.

Orgány a tkáně z entodermu: výstelka trávicí trubice, žlázy trávicí soustavy (játra, slinivka), plíce obratlovců, štítná žláza, příštitná tělíska, brzlík.

Orgány a tkáně z mezodermu: svalové tkáně, pojivové tkáně, vnitřní kostra, exkreční orgány obratlovců, gonády a jejich vývody, cévy, srdce, krev, výstelka pravé tělní dutiny.

REGULACE ZÁRODEČNÉHO VÝVOJE

Během zárodečného vývoje vznikají z nesespecializovaných buněk buňky vysoce specializované. To se neděje nijak náhodně, ale podle přesných pravidel.

Význam jádra: jádro zaručuje kvalitativní vývoj (diferenciaci), protože jsou v něm obsaženy molekuly DNA, čili informace o konečné struktuře těla. Předpokládá se, že se všechny informace se neuplatňují najednou, ale aktivuje se vždy příslušná část genů, potřebná ke specializaci právě diferencovaných buněk.

Význam cytoplazmy: cytoplazma určuje spuštění funkce příslušné části genetické informace obsažené v jádře. Výraznější podrobnosti nejsou přesně známy.

Vývoj je ovlivňován ještě dalšími faktory jako např. hormony či cytoplasmatická membrána.

ŽIVOČIŠNÉ TKÁNĚ

Tkáně = soubory buněk se stejnou stavbou, funkcí a původem.

Histologie = věda o tkáních.

Histogeneze = vývoj tkání.

Tkáňové buňky můžeme rozdělit:

- fixní - pevné, nepohyblivé tvoří síť, ve které jsou buňky propojeny. Taková tkáň může navíc obsahovat amorfní mezibuněčné hmoty.
- volné - pohyblivé, např. červené krvinky.

Tkáně dělíme na čtyři základní skupiny:

- epitely
- pojiva
- svalovina
- nervová tkáň

Čím specializovanější tkáň je, tím má menší schopnost se dělit.

Změna diferencovaných buněk určité tkáně není za normálních podmínek možná. Metaplazii = změnu tkáňového typu mohou navodit pouze regenerační procesy nebo umělá kultivace.

EPITELY

Epitely jsou vývojově nejpůvodnějším typem tkáně, diferencují se z různých zárodečných listů. Jejich buňky jsou zpravidla těsně vedle sebe a mezibuněčná hmota prakticky chybí.

Nejpůvodnější buňky, ze kterých se diferencují jednotlivé zárodečné listy se

nazývají zárodečné epitely. Tento typ tkáně je tedy základem dalších typů.

V epitelech mohou vznikat i nádory, a to nezhoubné (benigní) (papilomy, epiteliony) a zhoubné (maligní) - karcinomy.

Regenerace epitelů: rozlišujeme regeneraci *fyzilogickou*, při které se nahrazují opotřebované buňky a *reparační* - zahrnuje hojení ran a podílí se na tvorbě nových buněk na jejím okraji, které překrývají v tenké vrstvě poškozené místo a tak dochází k zacelování = *epitelizaci*.

Povrchové modifikace epitelů: tyto se týkají apikálního (distálního) pólu.

- řasinky - pohyblivé (kinocylie)
 - tuhé (stereocylie)
- tyčinky - vzniká tyčinkový lem
- krusta - sestává z velmi hutné cytoplazmy a je základem kutikuly (exoskeletu)
- límečkové buňky (choanocyty) - vystylají trávicí soustavu žahavců (když je jich hodně pohromadě, tvoří bičíkový lem).

Epitely můžeme dělit podle mnoha hledisek takto: (obr. - příloha)

1. podle tvaru buněk:

- a) plochý - dlaždicový (výstelka tělní dutiny)
- b) kubický (vývody žláz)
- c) cylindrický (resorpční epitel tenkého střeva)

2. podle počtu vrstev:

- a) **jednovrstevný** - plochý
 - kubický
 - cylindrický

Tento typ epitelových buněk má dva póly. *Bazální (proximální)* pól leží na bazální *membráně (propria)*, opačný pól se nazývá *apikální (distální)*. Propria je nebuněčný útvar zajišťující buňkám epitelu výživu.

- b) **vícevrstevný** (pokožka) - mohou mít stejné, ale i různé buňky
- c) **víceřadý** (vývody dýchacích orgánů) - mají jednu vrstvu, ale různě velké buňky s jádry v různých úrovních
- d) **přechodný** - počet vrstev je proměnlivý

3. podle souvislosti tkáně:

- a) plošný - nejhojnější, těsně souvisejí, bývají to krycí a výstelkové epitely
- b) trámčité - mají volnější souvislost, vytváří rámce
- c) retikulární - hvězdicovité buňky, dotýkají se výběžky, podobají se pojivům

4. podle funkce:

- a) krycí
- b) výstelkové
- c) dýchací (respirační)
- d) resorpční (vstřebávací)
- e) smyslové
- f) svalové
- g) pigmentové . . .
- h) žlázové - jejich součástí jsou žlázy - produkují sekrety

Žlázy - s vnější sekrecí (exokrinní) - mají vývody do tělních dutin nebo ven z těla a produkují sekrety (významné pro tělo - trávicí fermenty) nebo exkrekty (odpadní látky).

- **s vnitřní sekrecí (endokrinní)** - produkují inkrekty - vykonávají regulační funkce a jsou vylučovány přímo do krve. Mají jednodušší stavbu než exokrinní.

Sekrety mohou být uvolňovány různými způsoby:

- plynulá (merokrinní) sekrece - probíhá stále (trávicí žlázy, potní žlázy)
- peroidická (apokrinní) sekrece (potní, mléčné)
- holokrinní sekrece - celá buňka se mění v sekret, je vyloučena a nahrazena novou buňkou (mazové, slizové)

Typy žláz:

- **jednoduché** - trubicovité (tubulózní) (tlusté střevo obratlovců)
 - váčkovité (alveolární) (kůže obojživelníků)
 - stočené trubicovité (potní)
- **rozvětvené** - trubicovité
 - váčkovité (mazové žlázy savců)
- **složené** - váčkovité (mléčná žláza)
 - trubicovité (rektální žlázy žraloka)
 - kombinované = trubicovitěváčkovité (tubuloalveolární) (podjazykové slinné žlázy)

5. podle polarity:

- a) bičíkové (límečkové buňky v trávicí dutině hub)
- b) řasinkový lem (povrch dýchacích orgánů, vejcovody) - zachycují nečistoty
- c) tyčinkový lem (ledviny)
- d) kutikula - mrtvé buňky, tvořena chitinem, skleroproteiny, pigmenty, tukovitými látkami a někdy i uhličitánem vápenatým (schránky hmyzu)

POJIVA

Pojiva mají mezibuněčný prostor a mezibuněčné hmoty. Nevytvářejí souvislé vrstvy a nejsou polarizovány. Většinou se diferencují z mezodermu.

Složení:

1. interfibrilární složka (mezivláknitá):

Mezibuněčná hmota vzniká sekreční činností buněk:

- tekutá (trofická pojiva - tělní tekutiny)
- rosolovitá (výplňová pojiva)
- pevná až tvrdá (oporná pojiva)

2. fibrilární složka (vláknitá):

- kolagenní vlákna (pevná, téměř neprotažitelná)
- elastická (pružná)
- retikulární (podobná kolagenním s jinou tloušťkou a chemickým složením)

3. buňky pojiv mohou být:

- fixní - mají pevně dané místo v tkáni

- volné - tekutá pojiva
- Nebo - rozdělené podle tvaru:
- oválné
 - ameboidní
 - hvězdčité

Mezenchym:

je původní výplň mezi zárodečnými listy a při diferenciaci z nich vycestovávají buňky pozdějšího mezodermu. Tyto vytvářejí základní hmotu, která plní opornou, trofickou (vyživovací) a výplňovou funkci.

Rozdělení pojiv:

1. *mezoglea* - nejprimitivnější, vyplňuje prostory mezi zárodečnými listy u diblastic
 2. *zárodečný mezenchym* - diferencují se z něj ostatní typy tkání u embryí
 3. *parenchym* - mezi střevy a pokožkou ploštěnců a kroužkovců
 4. *rosolovité pojivo* - v zárodcích, v ocas. ploutvích obojživelníků
 5. *sít'ovité (retikulární) pojivo* - hvězdčité buňky, velmi odolný typ
 6. *řídké, vláknité pojivo* - výplňové pojivo s obrannou a trofickou funkcí. Podílí se na hojení ran.
 7. *tukové pojivo* - modifikace předchozího se zásobní funkcí, poskytuje také tepelnou izolaci. U členovců vzniká tukové těleso, u obratlovců tukové lalůčky - podkožní tukové vazivo.
 8. *vazivo - tuhé vláknité pojivo* - se vyvíjí ze zárodečného mezenchymu tam, kde působí tah, či tlak. Proto převažují vláknité mezibuněčné hmoty.
 - *plst'ovitá vaziva* - kolagenní vlákna jsou tu uspořádána do snopce, elastická jsou jednotlivá, ale plst'ovitě propletená. Tkáň velmi dobře vzdoruje tlaku.
 - *provazcovitá vaziva* - tvoří hlavně svazky kolagenních vláken, má pevnost z tahu a tvoří vazy, šlachy a svalová pouzdra
 - *elastická vaziva* - tvoří vazy, stěny tepen a podélné spoje obratlů - obsahují nejvíce elastických vláken
 9. *buněčné pojivo* - pevná a pružná tkáň tvořená velkými vakovitými buňkami s vodnatými vakuolami. Vyplňují chapadla láčkovců a hlavonožců.
 10. *chrupavka - cartilago* - oporné pojivo, pružné, vzdorující tlaku, tvořené:
 - fixními chrupavčitými hmotami (chondrocyty)
 - vláknitými hmotami (kolagenní, elastické)
 - amorfními hmotami (bílkovinný chondrin)
- Typy chrupavek:
- a) *chondroidní pojivo* - primitivní - u kruhoústých, želv, žraloků a částečně i ryb
 - b) *hyalinní chrupavka* - původní, vyvíjejí se z ní kosti, tvoří kostru žraloků. U člověka se v dospělosti zachovává v chrupavkách hrtanu a částech žeber.
 - c) *elastická chrupavka* - pružná, má mnoho elastických vláken (ušní boltec, stěny cév)
 - d) *kolagenní chrupavka* - převažují kolagenní vlákna, spojuje vlastnosti vaziva a chrupavky - vzdoruje tahu i tlaku (meziobratlové ploténky, česka)
11. *kostní tkáň* - je oporné pojivo obratlovců, kosti vynikají kostnatěním = *osifikací*, několikerým způsobem:
 - z chrupavky: vzniká většina kostí skeletu obratlovců, chrupavka je

rozrušována a nahrazována kostní tkání. Tento děj může probíhat od povrchu chrupavky ke středu nebo od středu k povrchu.

- z vaziva: vznikají některé ploché kosti lebky (spodní čelist), ploché kosti v kůži krokodýlů, želv a pásovců

Při osifikaci se kostní hmota šíří z tzv. *osifikačních center (jader)*. Předchází jí *vápenatění (kalcifikace)* základní hmoty (*matrix*).

Stavba kostí: základem je osteocyt – kostní buňka a základní jednotkou je osteon, který tvoří 6-18 lamel, osteocyty, matrix a Haversův kanálek.

Matrix – základní hmota kostí

Tvoří ji: **organická složka** - kolagen (vláknitý protein, 40% živočišného těla)

- kolagen. Vlákná (pevná, nestažitelná, díky propletení zčásti pružná)

- mukopolysacharidy – chondroitinsulfát

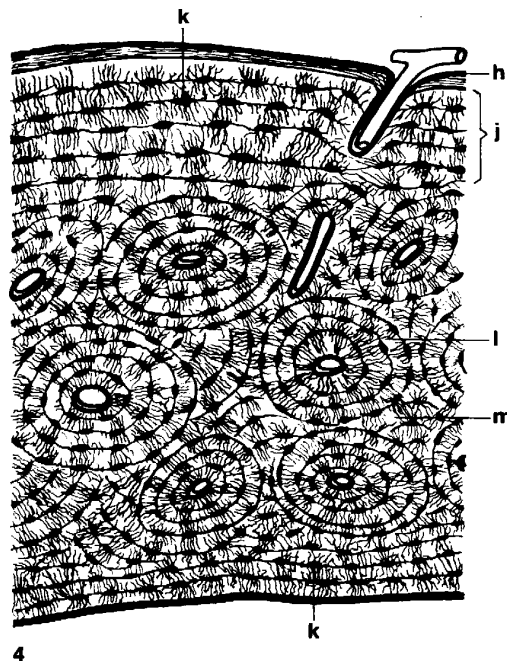
- ossein – kolagen. kostní buňka umožňující spolu

s chondroitinsulfátem kalcifikaci (ukládání Ca v kostech)

anorganická složka - nejvíce fosforečnanu vápenatého (83-88 %)

- uhličitan vápenatý

S věkem přibývá anorganických složek, proto se kosti stávají tvrdšími a křehčími.



- vysvětlivky k obrázku:

h ... okostice

j ... zevní plášťová lamela

k ... kostní buňky – osteocyty

l ... osteon (Haversův systém s H. kanálkem uprostřed)

m ... vmezeřený osteon

Typy kostí:

1. *kost hutná – compacta*: tvoří především, úseky dlouhých kostí mezi epifýzami (kloub. hlavicemi), tzv. diafýzy – uvnitř duté, vyplněné žlutou kost. dřeví, tvořenou jednotnou kost. hmotou prostoupenou kanálky:

- Volkmanovými – probíhají napříč

- Haversovými – rovnoběžné s osou kosti
- spojovacími – propojují předešlé 2 druhy

Kanálky prostupují cévy, které přinášejí ke kostem výživu.

2. *houbovitá kostní tkáň – spongiosa*: vyplňuje epifýzy a krátké kosti. Je tvořena trámečky compacty, které jsou uspořádány tak, aby co nejlépe odolávaly tlakům. Dutiny jsou vyplňovány červenou kostní dřeví.

3. *vláknitá kost. tkáň*: se vyskytuje u nižších obratlovců a plazů. Jsou to plst'ovitě propletená kolagenní vlákna stmelená amorfními hmotami, s nepravidelně rozmístěnými osteocyty.

4. *osteoidní tkáň*: má strukturu podobnou vláknité kost. tkáni, má hojný výskyt u někt. kostnatých ryb, u vyšších obratlovců je z ní zubovina.

5. *zubní tkáň*: ... stavba zubu...(obr. – sklovina, zubovina, zub. dřev, ozubice, cement, zubní nerv)

Vzniká z ektodermu a mezenchymu. Její obdobou je zubní tkáň u žraloků, kteří z ní mají navíc plakoidní šupiny – fylogenetická původnost zubní tkáně (zuby byly dříve než kosti).

SVALOVÉ TKÁNĚ

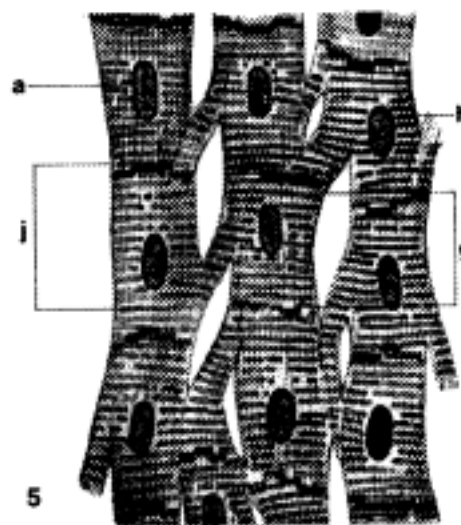
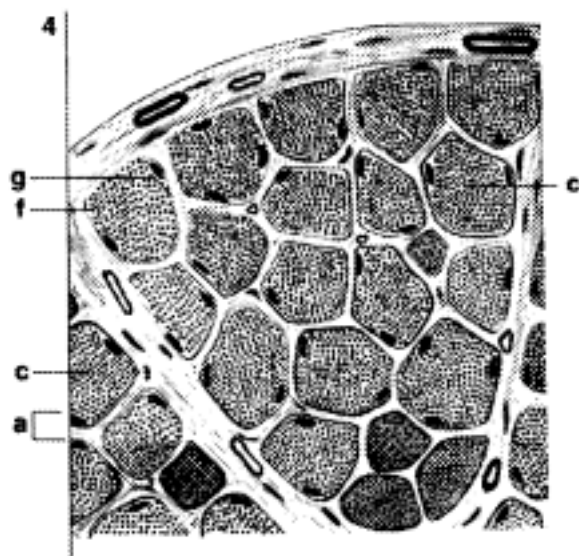
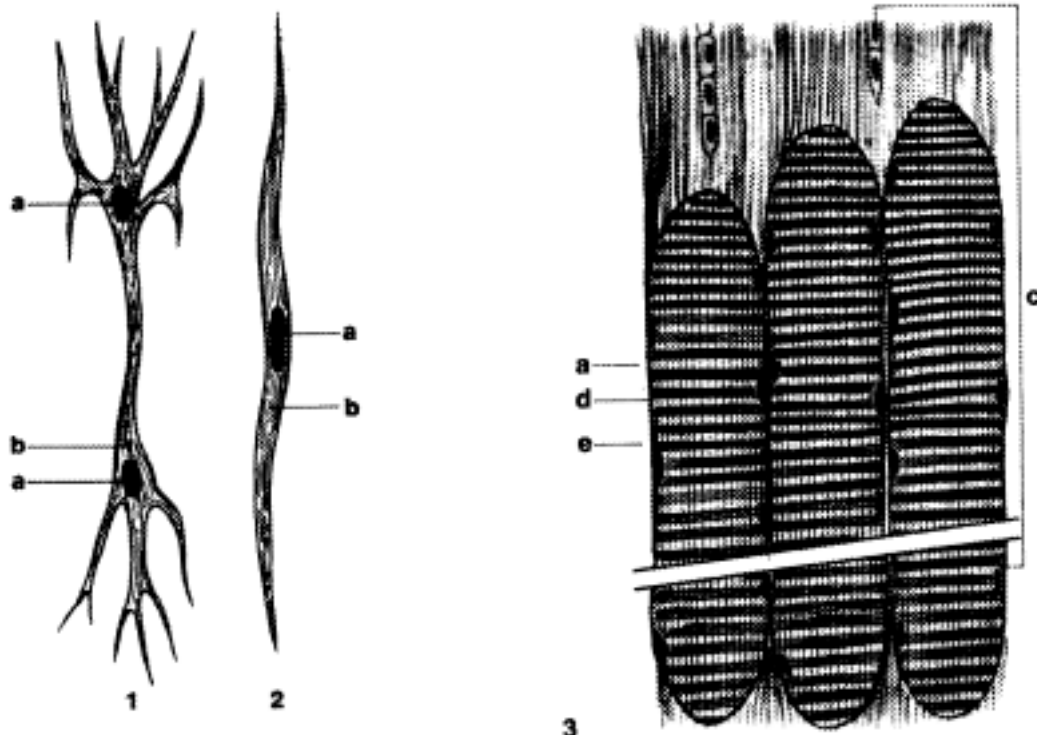
Jsou tvořeny buňkami s pohybovou funkcí, kterou způsobuje přítomnost stažitelných svalových vláček – *myofibril*, které jsou mezenchymatického původu. Svalovinu nalézáme už u ploštěnců.

Svalová vláčénka - myofibrily

Jsou dlouhá, vznikla splynutím buněk. Jádra jsou uložena těsně pod sarkolemou (pružná vazivová blána, kryjící myofibrily, asi 0.1 mikrometru silná). Obsahují kontraktilní proteiny: aktin, myozin, paramyozin, tropomyozin. Myofibrily mají charakteristické pruhování, způsobené odlišnou světlostností aktinu a myozinu z nichž se vlákna skládají. Střídají se tu jednodlovné úseky s dvojdlovnými – anioztrovní (tlustá filamenta) a izotropní (tenká filamenta) - mohou se mezi sebe zasouvat. Podstatou stahu je vytvoření aktomyozinového komplexu. Pro zrušení komplexu je nutný vápník, jehož ionty jsou v sarkoplasmatickém retikulu, z něhož jsou postupně odčerpávány. Podnětem pro stah je nervový impuls (akční potenciál).

Tloušťka vláček se pohybuje okolo 10 – 100 mikrometrů. Délka je rozdílná a může se rovnat až délce svalu (max 40 cm).

Ve svalových vláčkách jsou *sarkozomy*, uložené ve štěrbinách mezi nimi, jsou to vlastně mitochondrie pozměněné tak, aby mohly získávat energii. Dále tu je myoglobin – přenašeč kyslíku mezi hemoglobinem a sarkozomy.



108 Svalová tkáň: 1 hladká svalová buňka žebnatky *Eucharis*, 2 hladká svalová buňka z močového měchýře mloka, 3 podélný a 4 příčný řez žilným svaem, 5 podélný řez srdeční svalovinou: a jádro,

b cytoplazma, c svalové vlákno, d izotropní terček, e anizotropní terček, f sarkolema, g endomysium (prostory vyplněné vazivem a kapilárami), h myofibrily, j interkalární disky

Typy svaloviny:

1. *svalové epitel* – vznikají přeměnou epitelů. Bazální část buňky se rozšíří a vklíní pod ostatní, nezměněné buňky. V rozšířeních se vyvíjejí svalová vlákénka. Jsou ekto nebo entodermálního původu. Vyskytují se u lácovců a ploštěnců, kde tvoří podkožní svalovinu, ale i v malé míře u obratlovců, kde jsou součástí některých žláz

(př. roztahují zornici v oku).

2. *hladká svalovina* – základní stavební jednotkou je buňka – *myocyt*, mezi sítí těchto buněk je síťovité pojivo. Z něj svalovina roste a obnovuje se. Jádru myocytu je uloženo asi uprostřed buňky, kterou kryje sarkolema. Výkon této svaloviny je obecně malý, ale trvalý, reakce pomalé.

U obratlovců tvoří stěny vnitřních orgánů, nikdy nemá na starost pohyb. U bezobratlých zajišťuje i pohyb a je řízena centrálním nervstvem.

3. *žíhaná = příčně pruhovaná svalovina* – je vývojově mladá, vzniká z mezodermy. Vyznačuje se rychlou kontrakcí a malou latentní dobou. Její základní stavební a funkční jednotkou je svalové vlákno tvořené myofibrilami (sval. vlákénky) – viz výše.

Struktura svalu: filamenta z aktinu, myozinu a tropomyozinu tvoří (obaleny sarkolemou) *svalové vlákénko*. Myofibrily tvoří *sval. vlákno* a z těch se skládá *snopeček*, z nich *snopec* a *snopce* se spojují do *svalu*.

Svaly: **bledé – fázické** – obsahují mnoho myofibril, ale málo sarkozómů a myoglobinu. Podávají velký výkon po krátkou dobu.

červené – tonické – mají málo myofibril, hodně sarkozómů a myoglobinu, pročež jsou hojně prokrvovány a jejich činnost je pomalá, ale vytrvalá.

Na povrchu svalu je pojivová blána – svalová fascie.

4. *srdeční svalovina = myokard* – spojuje v sobě vlastnosti žíhané i hladké svaloviny. Je tvořena vlákny, která se od sebe liší tloušťkou (průměrně 15 mikrometrů). Elementární jednotkou, ze kterých se vlákna skládají je buňka, která má jádro ve svém středu. Přepážky mezi těmito buňkami ve vlákně se nazývají *interkalární disky (terčíky)*. Vlákna tvoří velmi složitou prostorovou síť.

Buňky mají velmi mnoho sarkozómů, ale málo myofibril. Tkáň vůbec nemá schopnost regenerace. Podněty pro její funkci však vznikají v ní samotné (autoregulační centrum v sinusovém uzlíku).

Myokard je prakticky neunavitelný sval s vysokou výkonností.

5. *elektrická tkáň* – je zvláštní modifikací žíhané svaloviny. Tvoří ji destičky (elektroplaxy), které jsou uspořádány do sloupečků. Každá elektroplaxa je z jedné strany inervována. Elektrický potenciál se takto zvyšuje a součtem napětí můžeme dostat součet tak vysoký, že může být pro menší živočichy smrtelný.

Tato svalovina obvykle tvoří obvykle obranné nebo útočné orgány. Například: úhoř (nejmohutnější výboj), má 5-6000 elektroplax, 600V rejnok (Torpedo marmorata) má 4-500 elektroplax, 40-60V. Akční potenciál jedné destičky je tedy přibližně 0,14V.

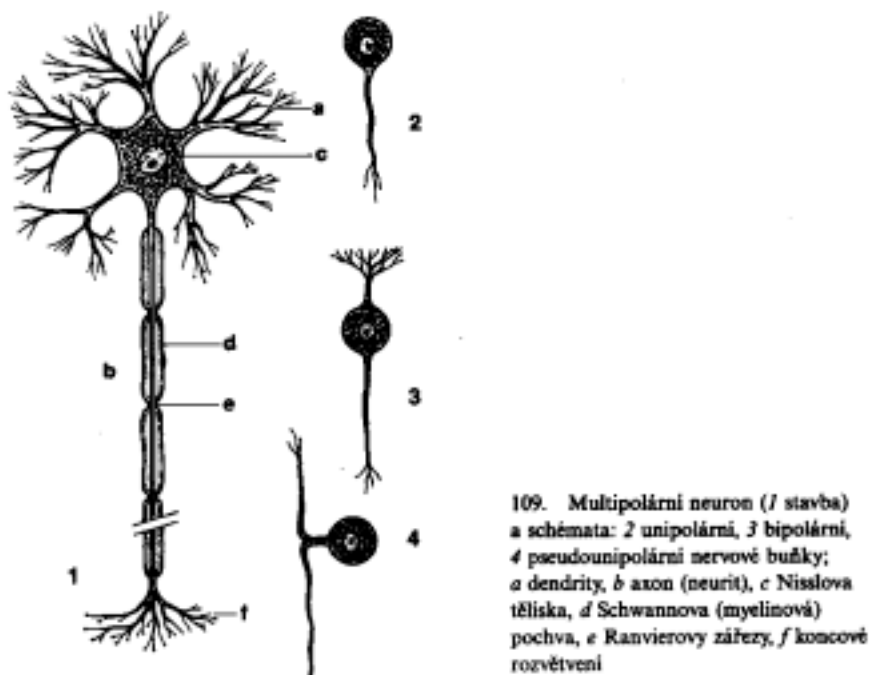
NERVOVÉ TKÁNĚ

Jsou vysoce specializované pro vzrušivost a dráždivost. Podráždění jsou přenášena v podobě nervových vzruchů. Tato tkáň koordinuje činnost všech tkání a orgánů, je řídicí – propojuje všechny buňky v těle v jeden harmonický celek. U dokonalých organismů jsou velmi dobře vyvinutá ústředí – mozek a mozkové uzliny.

Stavba nervových tkání je specifická, má nejčastěji vláknitý charakter. Skládá se z těchto složek:

- a) nervové buňky (neurony) – jsou vlastními vodiči vzruchů
- b) buňky gliové – mají pomocnou funkci – opornou, ochrannou, vyživovací
- c) vláknité pojivo
- d) cévy zajišťující vysoké prokrvení tkáně

Nervové tkáně tvoří 2 základní systémy: centrální (mozek, mícha, ganglia – nerv. uzliny) a periferní (výběžky nerv. buněk = axony, které se spojují v nervy).



Mechanismus přenosu nervového vzruchu

Specifickou funkcí neuronu je tvorba a přenos signálů, což jsou v podstatě elektrické děje, způsobované pohybem iontů, nikoli elektronů. Základním předpokladem pro tento proces je přítomnost elektrických a chemických gradientů (rozdílů – g) mezi vnějškem a vnitřkem neuronu přes plasmatickou membránu. Tyto gradienty jsou udržovány aktivním transportem sodných a draselných iontů.

Uvnitř neuronů je mírná převaha záporných iontů, vně kladných. Mezi vnitřkem a vnějškem buňky tedy existuje elektrický potenciální rozdíl (gradient) se záporným potenciálem uvnitř buňky. U neuronu činí tato hodnota asi -70mV a nazýváme ji *klidový membránový potenciál*.

Místní a akční potenciál, vzruch

Místní potenciál je vlastně nervový signál malé intenzity, který se nemůže šířit na velké vzdálenosti. Vzniká tak, že sodné ionty obsažené v poměrně velké koncentraci vně neuronu vnikají při změně propustnosti membrány do buňky a vyrovnávají tu rozdíl potenciálů. Toto je obecný vznik potenciálů. Místním

potenciálem nazýváme tuto změnu tehdy, když nepřekročí takzvanou *prahovou hodnotu*. Membránový potenciál se tedy změní maximálně o 10-15 mV.

Akční potenciál vzniká po překročení prahu, kdy do buňky najednou vnikne v důsledku velkého zvýšení propustnosti membrány velké množství sodných iontů a membránový potenciál se vyrovná. Někdy může v buňce převládnout i kladný náboj. Potenciál se šíří po délce celého neuritu. Tyto signály slouží výhradně k přenosu informací a mají vždy stejnou velikost. Informace jsou prostřednictvím vzruchu přenášeny v kódované formě na základě rozdílu frekvencí (frekvenční modulace).

Oba druhy signálů trvají jen velmi krátce, protože změněné poměry v systému se opět upraví.

Přenos vzruchu z jednoho neuronu na druhý se uskutečňuje chemickou cestou, a to vylití přenašeče, který působí na vstupní část dalšího neuronu. K tomuto ději = zápoji = synapsi, dochází na konci axonu, kde vybíhají synaptické uzlíky (na neuronu je vždy jen jeden axon).

Vylití přenašeče nazýváme neurosekrecí, chemické látky tvořící přenašeč se jmenují neurotransmitery.

ROSTLINNÁ PLETIVA

PLETIVO = soubor určitým způsobem specializovaných buněk, které mají stejnou funkci.

Rozdělujeme je takto:

1. NEPRAVÁ

2. PRAVÁ

2.1 pletiva dělivá

2.1.1 primární meristém

2.1.2 sekundární meristém - kambium
- felogen

2.2 pletiva trvalá

2.2.1 podle tvaru: parenchym
prozenchym
kolenchym
sklerenchym

2.2.2 podle funkce:

2.2.2.1 krycí - pokožka
- průduchy
- vodní skuliny

2.2.2.2 vodivá

2.2.2.3 základní - asimilační
- zásobní

1. NEPRAVÁ PLETIVA: vznikají druhotně seskupením a pozdějším srůstem jednotlivých původně volných buněk. Vyskytují se u některých řas a hub, jejichž vlákna se splétají a vytvářejí takzvaný plektenchym.

2. PRAVÁ PLETIVA: buňky se dělí a zůstávají spojeny i po opakovaném dělení. Rozdělení:

2.1 pletiva dělivá (meristemy) umožňují růst rostliny po celý její život

2.1.1 primární meristemy – vyskytuje se v růstových zónách listů a na vrcholech stonku a kořene

2.1.1 sekundární meristemy – vznikají obnovením dělivé funkce trvalého pletiva KAMBIUM pletivo, jehož činností vzniká druhotné dřevo a lýko.

FELOGEN je korkotvorné pletivo dřevin, jeho činností vzniká druhotná kůra.

2.2 pletiva trvalá – dále se již nedělí

2.2.1 podle tvaru:

Parenchym je tvořen tenkostěnnými buňkami. Jeho zvláštní modifikaci mají rostliny plovoucí na vodě, které obsahují aerenchym. Prozenchym se skládá z buněk jednosměrně protažených se šikmými přehrádkami, nejčastěji v cévních svazcích, starší buňky jsou tlustostěnné.

Kolenchym má tenkostěnné buňky ztlustělé jen v určitých částech. (? Vzájemný dotyk?)

Sklerenchym má značně ztlustělé buněčné stěny, ve kterých jsou kanálky spojující jednotlivé buňky. Jejich hlavní funkcí je mechanická opora, tvoří stébla trav, pecky.

2.2.2 podle funkce:

2.2.2.1 pletiva krycí:

POKOŽKA (epidermis) je jedna řada buněk těsně přiléhajících, někdy zpevněná – vnější strana buněk je ztlustlá, krytá kutinem = kutikula – je téměř nepropustná pro vodu a plyny. Někdy je navíc kryta voskem.

PRŮDUCHY (stoma) jsou v pokožce a regulují výměnu plynů mezi rostlinou a prostředím a výpar vody – mohou se uzavírat a otevírat. Obvykle jsou umístěny na spodní straně listu (suchozemské dvouděložné), mohou být i na obou stranách (suchozemské jednoděložné) nebo na svrchní – vždy u vodních rostlin.

VODNÍ SKULINY (hydatody) jsou také v pokožce listu, ale nemohou se zavírat, mají na starost vylučování vody po kapkách (gutace).

CHLUPY (trichomy) můžeme rozdělit podle funkce:

- krycí – mají převážně ochrannou funkci
- žláznaté – jsou vícebuněčné, vylučují různé roztoky, sliz, silice, pryskyřice...
- žahavé – vrchol chlupu je inkrustován, snadno se odlomí a vystříkne žahavá látka
- absorpční – jsou šupinovité nebo vláskovité (kořenové vlásky – přijímají živiny a vodu z půdy, upevňují kořen v půdě).

2.2.2.2 pletiva vodivá: se vyvinula s přechodem vodních rostlin na souš. Nižší rostliny je nemají vyvinuty vůbec. Látky se v nich dostávají z buňky do buňky prostou difuzí. Poprvé se s vodivými pletivy setkáváme u ryniofyt. Náznaky mají mechorosty, zatímco kaprad'orosty a semenné rostliny je mají už zcela zřetelná. Tato pletina vytváří cévní svazky:

ČÁST DŘEVNÍ - DŘEVO - XYLEM vede vodu a minerální soli do nejvyšších částí rostliny. Vodivé útvary v dřevě se nazývají cévice a cévy – jsou to silnostěnné trubice vzniklé z odumřelých buněk rozpuštěním přepážek mezi nimi. V poměru

k ostatním jsou to velké buňky.

ČÁST LÝKOVÁ - LÝKO - FLOEM vede produkty fotosyntézy na místo spotřeby. Vodivé útvary lýka = sítkovice jsou menší živé buňky s proděravělými přepážkami. Jsou poměrně malé. Soustava cévních svazků v kořeni a stonku tvoří tzv. střední válec, v čepeli listu tvoří žilnatinu. Kromě vodivé funkce zastává i funkci mechanickou (zpevňuje). Cévy i sítkovice jsou obklopeny živými parenchymatickými a sklerenchymatickými buňkami, které tvoří doprovodné pletivo.

Cévní svazky vznikají:

- přeměnou celého prokambia (prvotní dělivé pletivo) – tak vznikají uzavřené cévní svazky, stonek v ton případě druhotně netloustne - část prokambia je zachována, stonek druhotně tloustne, cévní svazky jsou otevřené

Dřevo a lýko je v cévním svazku těsně vedle sebe a podle vzájemného postavení rozlišujeme 4 typy cévních svazků:

- **soustředný = centrický** (uzavřený, nejstarší a vývojově nejprimitivnější)
 - dřevostředný
 - lýkostředný

Liší se tím, jestli je uprostřed lýko nebo dřevo.

- **paprščitý = radiální** (mají ho všechny kořeny v prvním roce pravidelně se v něm střídá část dřevní a lýková)

- **bočný = kolaterální** (nejčastější typ ve stoncích semenných rostlin. Dvouděložné a jehličnany mají bočné svazky uspořádané ve stonku pravidelně a jsou otevřené. Jednoděložné je mají nepravidelně roztroušené, uzavřené.)

- **dvojbočný = bikolaterální** (mohou být otevřené i uzavřené, vyskytují se ve stoncích lilkovitých). Soubor cévních svazků spolu se základním pletivem tvoří tzv. střední válec – stélé. Podle jeho stavby můžeme usoudit jaké je vývojové stáří rostliny:

- protostélé: je vývojově nejstarší, plavuně (uprostřed je dřevo, kolem lýko)
- aktinostélé: vyvinul se z protostélé
- eustélé: bočné svazky jsou v pravidelném kruhu (recentní dvouděložné)
- ataktostélé: vývoj. nejmladší, jednoděložné (bočné svazky jsou rozmístěny nepravidelně)

2.2.2.3 pletiva základní vyplňují prostory mezi pletivy krycími a vodivými. Jsou tvořena živými parenchymatickými buňkami, které jsou přizpůsobené k různým funkcím:

- **pletiva asimilační** – jsou hlavně v listech, buňky obsahují mnoho chloroplastů
- pletiva zásobní mají buňky specializované pro hromadění zásobních látek (cukry, tuky, škrob, proteiny)

- **pletiva vodní** – hromadí v buňkách vodu (kaktusy)

- **pletiva vyměšovací** – v buňkách se hromadí popř. jsou vylučovány silice, třísloviny, alkaloidy...řadíme sem i tzv. mléčnice (2 typy):

- nečláňkované – velmi dlouhé, nečláňkované trubicovité buňky bez přehrádek
- čláňkované – vznikají splynutím mnoha protáhlých buněk, jejichž přehrádky se částečně rozpustily. V rostlině se tvoří síť vzájemně propojených buněk.