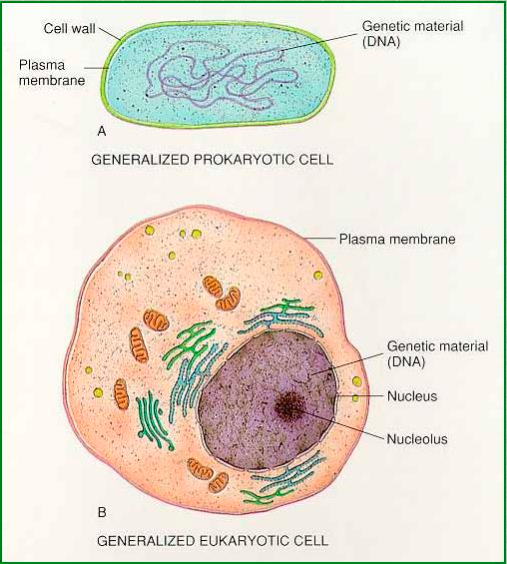
Čerpáno z tohoto plus je tam toho ještě hromada [CYTOLOGIE – I (stavba buněk) (muni.cz)](https://www.sci.muni.cz/ptacek/CYTOLOGIE6.htm)

Dobré vidět jakože asi stačí jen to video možná i míň [(1) Eukaryotic Cells Part 1: Animal Cells and Endosymbiotic Theory - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=6Ld5npeEzKo)

**EUKARYOTICKÉ BUŇKY**se liší od prokaryotických buněk hlavně strukturou jádra. To vytváří samostatný kompartment, oddělený od cytoplazmy jaderným obalem. Jádro obsahuje více chromozomů. Jejich struktura je též složitější, protože se na ní podílejí – na rozdíl od prokaryotního chromozomu, uloženého volně v cytoplazmě – bílkoviny typu histonů, které vytváří spolu s DNA tzv. nukleoprotein.

Rozdíly mezi oběma typy buněk se však neomezují jen na buněčné jádro. Prokaryotické buňky jsou velmi chudé na membránové systémy a jsou zpravidla menší (obvykle několik mikrometrů). Také ribosomy prokaryotních buněk (tzv. 70S ribosomy) jsou menší než u buněk eukaryotních (tzv. 80S ribosomy). U prokaryotních buněk nebyly nalezeny komponenty cytoskeletu. Velmi odlišný je také mechanismus buněčného dělení.





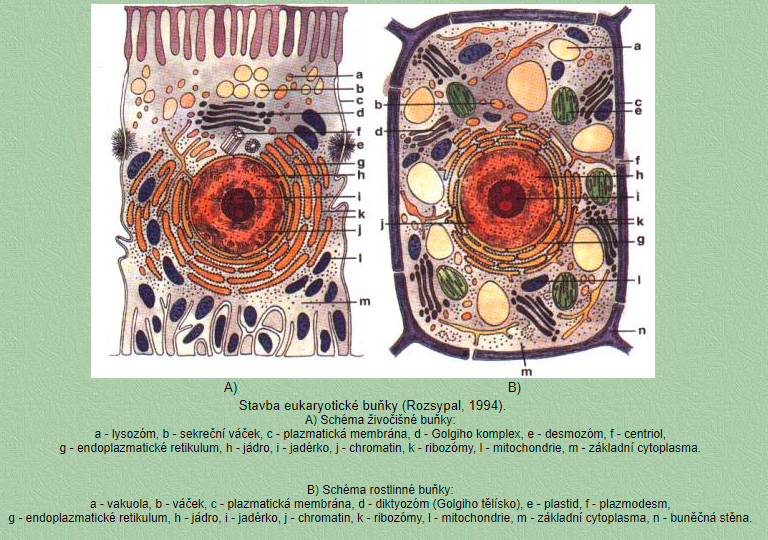
Rozdíly mezi buňkami mnohobuněčných Eukaryot:

**Rostliny:** Buněčná stěna (celulóza a pod.), vakuoly jako metabolicky aktivní membránová struktura, chloroplasty, nemají lysozomy, místo dělícího tělíska mají cytocentrum, (symplast a apoplast, diplo- nebo polyploidní). Zásobní látka - škrob.

**Houby:** buněčná stěna (chitin), vakuola, často haploidní, ale i diploidní formy existence. Zásobní látka glykogen.

**Živočichové:** Bez buněčné stěny (s výjimkami - vejce), mají centriol.

Nejsou zde metabolicky aktivní vakuoly, jen tukové či turgorové ve struně hřbetní, diploidní forma existence, zásobí látka glykogen.



**Struktura živočišné buňky:**

**a) Podle tradičního dělení v buňce rozeznáváme**

1. Cytosol

2. Funkční buněčné struktury

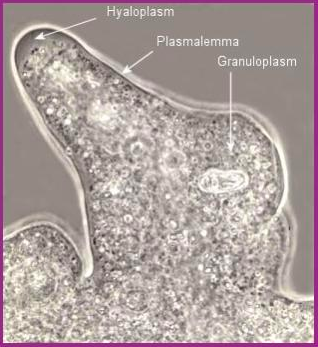
3. Buněčné inkluze

**1.          Cytosol**

Cytoplazmu lze charakterizovat jako základní tekutou složku buňky, tvořenou směsí koloidních a krystaloidních roztoků anorganických a organických látek. Její hlavní funkcí je vytvářet vhodné prostředí pro činnost všech buněčných organel a výměnu látek mezi nimi. Je sklovitě průhledná, čirá, jednolomná (výjimečně dvojlomná - panožky Rhizopod), viskozita je proměnlivá podle množství koloidů a vody. Při povrchu buněk bývá její hustota vyšší a bývá v ní méně organel (hyaloplazma), uvnitř buňky bývá řidší a s větším množstvím organel (granuloplazma). Je slabě kyselé až neutrální povahy, pH kolem 6,8 (3,8 – 7,0). Z biochemických pochodů v ní probíhá částečně přeměna bílkovin, štěpení cukrů (anaerobní glykolýza aj.) a přeměna tuků. Světelná mikroskopie umožňuje rozlišit tzv. hyaloplasmu a granuloplasmu.

**Hyaloplazma** – hustá, bezstrukturní, sklovitá hmota (ektoplazma), která neobsahuje organoidy.

**Granuloplazma** – (endoplazma) se nachází zpravidla blíže ke středu buňky, v okolí jádra, zrnitost v optickém mikroskopu je dána přítomnosti organoidů (ER, ribozomy, mitochondrie).



Struktura cytoplasmy je určena prostorovým sestavením makromolekul cytosolu a je v neustálém proměně. Podle vnějších pozorování tradičními histologickými metodami lze rozlišit tři typy cytoplazmy: vláknitou, hyalinní a granulární.

Tyto tři typy cytoplasmy se liší prostorovým uspořádáním globulárních makromolekul:

1.    1.     – lineární seřazení globulí (vláknitá struktura cytoplasmy)

2.    2.     – plošné spojení globulí (vločkovitá struktura cytoplasmy)

3.    3.     – prostorové uspořádání globulí (zrnitá struktura cytoplasmy)

V základní cytoplazmě probíhá: přeměna bílkovin a ribonukleových kyselin, štěpení polysacharidů, zmýdelňování tuků.

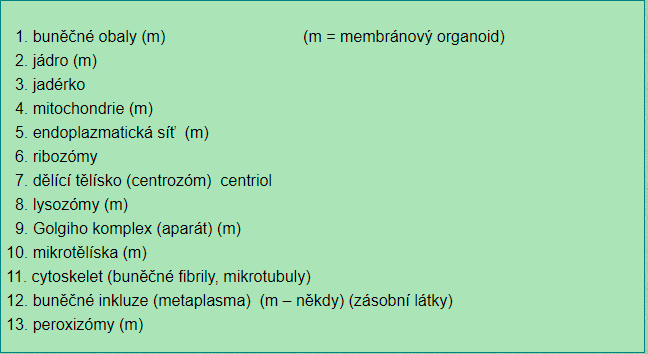
Hyaloplazma - udržuje tvar buňky a spolu s cytoplazmatickou membránou se podílí na zajištění výměny látek mezi buňkou a prostředím. Přesuny živin uvnitř buňky, umožňuje je i existence organoidů. Změna viskozity - astrosféra + centriol (v době mitózy).

**2. Funkční buněčné struktury**(buněčné organoidy, organely)

Jsou to ohraničené struktury charakteristických tvarů nacházející se uvnitř buňky, které zastávají v buňce specializované úkoly významné pro  plnění  životních funkcí.

**3. Buněčné inkluze**jsou tělíska nebo kapénky rezervních nebo odpadních látek. Samy o sobě se nemohou podílet na životních pochodech, neboť jsou chemicky inaktivní. Pokud se zapojují do biochemických pochodů, děje se tak pod vlivem látek přítomných v okolní cytoplazmě.

**b) Podle výsledků elektronové mikroskopie**lze v živočišné buňce rozlišit následující organoidy:



**Buněčné obaly**

*Cytoplazmatická membrána* - jemná optickým mikroskopem neviditelná hraniční blanka, přítomná u všech buněk.

*Morfologická membrána* - buněčná stěna - silnější, zevně uložena, mikroskopem dobře patrná. Typická pro buňky rostlin, u živočichů se vyskytuje vzácně (vejce plazů nebo ptáků, jednostranně u kutikuly, u Protozoí).

**Cytoplazmatická membrána**

(plazmolema, fyziologická blána buněčná): Tvoří rozhraní mezi buňkou a prostředím mimo buňku. Je to  polopropustná (dnes spíše selektivně propustná) blána, která umožňuje osmózu a vzhledem k možnosti pronikání určitých iontů je selektivně propustná, tj. dochází k asymetrii v rozložení látek mezi buňkou a prostředím.

Podle současných představ je tvořena dvěma vrstvami kolmo k povrchu buňky orientovaných molekul tukových látek a vně i uvnitř k nim pevněji či volněji vázanými vrstvami bílkovin (lipoproteinová membrána). Podobné jsou i ostatní biomembrány v buňce.

**Proteiny v CPM zajišťují:**

1. usměrněný transport,

2. katalýzu membránových reakcí,

3. vazbu glykokalyxu vně buňky,

4. spojení mezi glykokalyxem a cytoskeletem uvnitř buňky,

5. tvoří receptory pro příjem chemických signálů

Membránové proteiny tedy, obecně řečeno, zajišťují **tok látek, energie a informací** mezi vnějším prostředím a buňkou.

Ve vnější vrstvě plazmatické membrány se nachází glykolipidy. Většina bílkovin v membráně jsou glykoproteiny, ke kterým jsou připojeny krátké řetězy molekul cukru (oligosacharidů). Proteoglykany jsou membránové proteiny, ke kterým je připojen jeden nebo více dlouhých polysacharidových řetězců. Všechny uhlovodíky z glykoproteinů, proteoglykanů a glykolipidů, nacházející se na vnější straně plazmatické membrány, tvoří cukerný povlak zvaný glykokalyx. Ten chrání povrch buňky před mechanickým a chemickým poškozením a činí jej kluzkým tím, že adsorbuje vodu. Prokázány byly i další látky: Ca2+, RNK... Podle složení se mění vzhled i funkce membrány. Její síla je asi 7,5 nm (6-20 nm).

**BUNĚČNÉ JÁDRO**

(Karyon, nucleus, vesicula germinativa) se nachází téměř ve všech živočišných buňkách.

Tvar bývá velmi rozmanitý - kulovitý, oválný, protáhlý, tyčkovitý, rohlíčkovitý, rozvětvený, ~sluchátka~-činkovitý, korálkovitý.

Uloženo zpravidla ve středu buňky, jinak tomu u vajíček, tukové buňky, svalového vlákna.

Haberlondtovo pravidlo: jádro leží v místě nejintenzivnějšího metabolismu.

Velikost jádra závisí na stáří a funkci buňky, staré buňky mají menší jádra než mladé, žlázy mají velká jádra (asi podle poměru euchromatinu a heterochromatinu).

Korelace jádro-plazmová - N/P = K

(N = hmota jádra, P = hmotnost základní cytoplazmy, K = konstanta)

Polyploidní buňky mají velká jádra a jsou i větší.

Korelace jádro-plasmová neplatí v době rýnování vajíček

Počet - jedno i více jader - plasmodia (mitózy uvnitř buňky), syncytia (splynutí buněk)

Dvojjaderné buňky nálevníků - i rozdílné funkce – makronukleus (vegetativní), mikronukleus (generativní, genetická).

Hlavní části jádra :

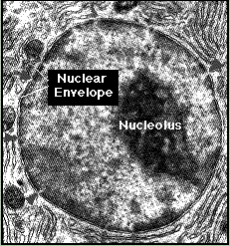
1. Jaderná membrána

2. Jaderná šťáva

3. Chromatin (zrnitý a vláknitý)

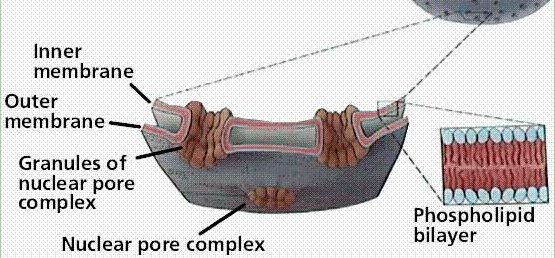
4. Nukleoskelet

5. Jadérko (i více) – samostatná organela



**Jaderná membrána**(karyolema, karyoteka)

je tvořena lipoproteinovými vrstvami. Je silnější než CM, jednotkové membrány jsou 2 a mezi nimi se nachází perinukleární prostor (20-100 nm). Karyolema - selektivně propustná s mechanismem usnadněné difúze a aktivního transportu. V membráně se nacházejí otvory (20-50 nm), tvořené specifickými proteiny – poriny. Jsou nutné zejména pro průchod makromolekul RNK (t-, m-, r-).



**Karyolymfa (jaderná šťáva)**, základní hmota, v niž je rozptýlen

**chromatin** ve tvaru zrnéček nukleových kyselin. Je-li DNK svinutá v komplexu s barvitelnými bílkovinami, tvoří barevné nebo v EM snímcích tmavé skvrny tzv. **heterochromatinu**. Úseky DNK rozvinuté, k přepisu genetické informace tvoří nebarvitelné nebo špatně barvitelné, v EM snímcích světlé oblasti, tzv.  **euchromatin**.

**Karyoskelet** – proteiny (laminy) zpevňující zevnitř karyoteku a umožňující fixaci jednotlivých úseků nukleových kyselin. Uplatńují se též při buněčném dělení, kdy se rekonstruuje jaderný obal.

**Jadérko (nucleolus)**- 1 či více světlolomných tělísek – viz dále

**Ribozomy** - též v jádře zjištěné.

**Chromozómy** - vznik v době dělení jádra (kromě polytenních chromozomů, ty jsou v jádře přítomné **v interfázi**).

**Funkce jádra**

Genetická - (replikace DNA) - uchování genetické informace v DNK. Při dělení buňky dojde k rozdvojení DNK a její resyntetizaci ve fázi klidové (aktivace některých úseků DNK - biochemické procesy).

Metabolická - řídí některé metabolické procesy buňky (syntéza RNK, glycidů, ATP, enzymů). Buňky s vysokou úrovvní metabolismu mají špatně barvitelná, světlá jádra.

**Jadérko (nucleolus)**

Kulovitý, silně světlolomný útvar, sestavený ze zrn podobných ribozomům. Řetězovitě spojení zrn ve vláknitou hmotu - nukleolonema. Prostor je vyplněn řidší (pars amorpha) hmotou. Povrch bez membrány.

Převažují RNK a bílkoviny (histony a globuliny), z tuků se vyskytují fosfatidy.

Funkce: tvorba r-RNK, potřebné k syntéze bílkovin v podobě robozomů, účastní se regulace buněčného dělení. V době dělení buňky na některých chromozomech tzv.organizátory jadérka, jinak mizí.

Počet jadérek - 1-2, někdy více. V oocytech obojživelníků stovky jadérek. Podle metabolické aktivity buněk lze rozlišit i několik typů jadérek (vytváří se v nich materiál na ribozómy, související s proteosyntézou).

Uložení - uprostřed jádra nebo u jaderné membrány, velikost asi 1 mm.

**Mitochondrie**

Zrnité, oválné, vláknité útvary, velikost 0,5 x 7 μm.

V cytoplazmě 50-5000. Velmi důležité organoidy. Dvojvrstevné lipoproteinové pouzdro. Vnitřní stěna se vychlipuje do tzv. cristae mitochondriales - neúplné přepážky nebo tubuly. *(Údajně jsou typické pro organismus, avšak u člověka mají mtch. produkující steroidní hormony místo krist protáhlé tubuly, což svědří to tom, že organismus je schopen mitochondrie ovlivňovat.)*

Vnitřní prostor (matrix) - základní hmota, v ní někdy mitochondriální tělíska - podobná ribozómům.

Zjištěné látky: bílkoviny enzymatické povahy (65-70% sušiny)

lipidy (25-30% sušiny)

NK (3% sušiny)

vitaminy

ADP, ATP

glycidy

anorg. kationty K+, Fe2-aj.

Funkce - probíhá v nich oxidativní fosforylace - štěpení cukrů až na CO2a H2O, též štěpení tuků a také aminokyselin.

Továrny na energii, kterou váží do ATP.

ADP + H2PO4+ 12.000 cal/mol = ATP + H2O a zpět

Vnější membrána - volně propustná pro ionty, aminokyseliny, cholesterol + fosfolipidy, ADP, ATP, sacharózu.

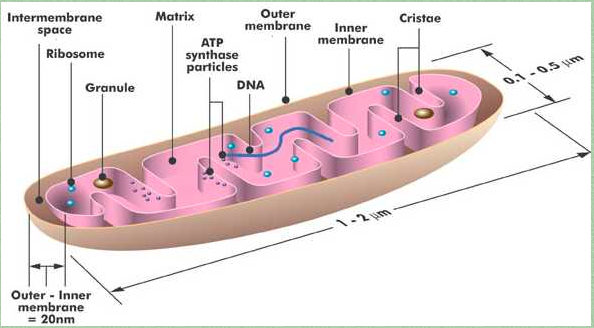
Vnitřní membrána je propustná jen selektivním transportem – obsahuje více bílkovin + kardiolipin.

Uvnitř vnitřní membrány se nacházejí tzv.oxizómy: tělíska s enzymy dovolující transport elektronů (cytochromoxidáza aj.). Na membráně se nacházejí tzv.elementární tělíska tvaru malých houbiček. Jde o enzymy umožňující transport protonů a syntézu ATP. Působením protonových pump vzniká na vnitřní membráně protonový gradient jehož vyrovnáním se aktivuje dýchací řetězec. Ten je umožněn již zmíněnými enzymy (cytochromy), které umožní vazbu P do makroergických fosfátových vazeb (ATP). (Komplexní reakce se účastní vnitřní membrána i povrch matrix.)

Matrix -vnitřní vrstvy - biosyntetické reakce.

Vnější membrána - syntéza i odbourávání fosfolipidů, metabolismus tuků.

Možná existuje i vztah mitochondrií k metabolismu vody.



**Endoplazmatické retikulum (ergastoplazma)**

Soustava kanálků a dutých lamel prostupujících hustě základní cytoplazmu.

Stěny - jednotková membrána, 5 nm. Povrch někdy pokryt drobnými ribozómy, jindy hladký - hladké a drsné ER.



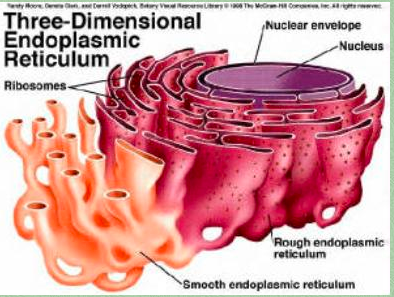
Funkce

- syntéza bílkovin, tuků, glykogenu. V drsném ER bílkoviny, v hladkém tuky a glykogen.

- vnitrobuněčný transport napojení na povrch buňky i na jadernou membránu.

- cisterny pro Ca2+ ionty ve svalových vláknech (hladké ER).

Složení - lipoproteinová membrána +RNK + enzymy.

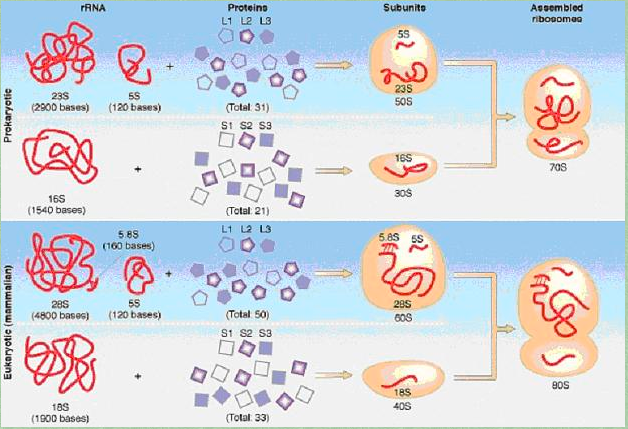


**Ribozómy**

Velikost u  eukaryotických buněk je 15-25 nm, tvořeny převážně RNK a proteiny (poprvé popsány Paladem, proto též Paladeho tělíska).

Nacházejí se na povrchu ER jednotlivě nebo v cytoplasmě v tzv.  polyzómech (vícero RZ spojeno jednou i-RNK). Vznikají v jadérku, což je v podstatě shluk r-RNK, která se přepsala na určitých úsecích DNK, kde je uložena právě k tomu potřebná niformace. Proteiny odpovědné za přepis r-RNK jsou na chromozómech uložené jako tzv. **organizotory jadérka**.

Složení - 2 různě velké podjednotky oddělené rýhou a poutané atomy Mg. Při syntéze bílkovin se ribozómy napojí na m-RNK a vzniká  již zmíněný polyzóm.

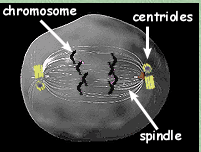


**Cytocentrum**, (centrozóm, periplast)

Jde o shluky gama-tubulinu a dalších bílkovin, které umožňují formaci mikrotubulů dělícího vřetenka (MTOC – mikrotubuly organizující centrum). V živočišných buňkách je uvnitř tzv. centriola, dělící tělísko, tvořené 9 trojicemi mikrotubulů a asociovanými bílkovinami. Počet centriol je údajně shodný s ploiditou buněk. U diploidních, jsou dvě centrioly na sebe kolmé (obrázek).  Zřetelné je i v klidové fázi - poblíž jádra, u některých prvoků i uvnitř jádra. Popsáno Vejdovským 1886.

1 nebo 2 centrioly - stěny z krátkých trubiček - 9 trojic mikrotubulů. Někdy na vnější straně tzv. satelity. Jsou-li 2 centrioly, jsou kolmé navzájem. Kolem centriol vakuolizovaná centroplazma, ze které vybíhají vlákna gelizované plazmy – astrosféra. Podle nových poznatků jde o plášť z γ – tubulinu, tzv. mikrotubuly organizující centrum.

Funkce – při buněčném dělení a tvorbě dělícího vřeténka, ačkoli se dnes tato úloha popírá. Stejnou strukturu mají i tzv, bazální tělíska bičíků a brv, která strukturu kmitajících organel zakotvují.

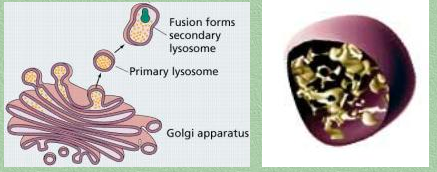




**Lysozómy**(0,25-0,8 μm)

Objeveny v roce 1955. Prokázány ve většině buněk, hojné např. v bílých krvinkách.

Tvar - kulovité částečky, průměr asi 400 nm, povrch kryt lipoproteinovou membránou, uvnitř zrnitá nebo kompaktní hmota - hydrolytické enzymy (nukleázy. amylázy a proteázy ve formě proenzymů), které hydrolyzují (rozkládají) látky přicházející do buněk pinocytózou nebo fagocytózou. Vzniká tak multivezikulární tělísko nebo, splyne-li s lysozómem  fagozóm vzniká digestivní vakuola či sekundární lysozóm. Následuje okyselení vnitřního prostředí transportem protonů dovnitř (protonové pumpy v membráně) a aktivace enzymů (které by jinak zlikvidovaly biomembránu primárního lysozómu), pak difúze produktů do cytoplazmy) - reziduální tělísko – exocytóza nebo hromadění v buňce. Tráví vše kromě tuků



V době hladu buňky - částečná autolýza  cytoplazmy, energie z vlastního těla.

Umírání buňky - vylijí se všechny lysozómy, zkapalnění obsahu, úplná autolýza - rychlé odstranění odumřelých buněk z tkání. Infarkt myokardu – vylití lysozómů v důsledku nedostatku kyslíku. Apoptóza – programovaná smrt buňky, též s účastí lysozómů.

Nové lysozómy se tvoří v Golgiho komplexu (a ER, jestliže Golgiho komplex není).

**Golgiho síť (Golgiho aparát, endopegma, GA)**, diktiozóm

Na preparátech stříbřených nervových tkání pozoroval Golgi 1898 sítě poblíž jader nervových buněk. Později byly nalezeny i v jiných buňkách a označeny jako Golgiho komplex.

Podobná se endoplazmatickému retikulu - shluky k sobě přiložených plochých cisteren a je obklopujících vaků a váčků.

Spojení s endoplazmatickou sítí, jádrem, povrchem buňky (pravděpodobně přes váčky). Stěny tvoří membránová jednotka , asi 7,2 nm.

Funkce - shromažďuje a dále zpracovává produkty ER - tuky, hormony, enzymy, cukry a jiné produkty odškrcuje v podobně membránových váčků různého typu:

- hydrolytické enzymy jako tzv. lysozómy

- tvoří sekreční váčky buněk určené pro vnější využití (regulovaná a neregulovaná sekrece, sekreční dráha - od transkribce v jádře do exocytózy sekretu – výměsky žláz a tvorba mezibuněčných hmot).

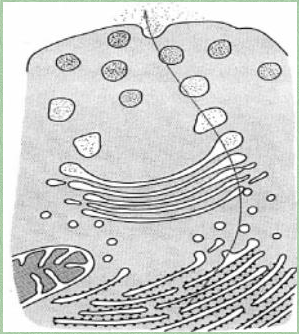
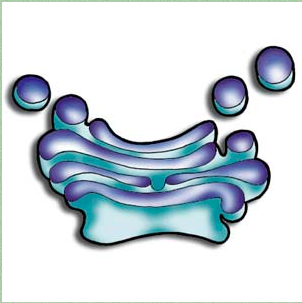
vylučuje přebytky H2O a odpadní látky.

Schéma sekreční dráhy v buňce – informace přepsaná v jádře se přečte na dreném EPR a přeloží do sekvence aminokyselin púotřebného proteinu. Ten se dostává do Golgiho komplexu (cis cisterny), kde dochází k jeho úpravě až konečně diktiozómu nejvzdálenějším od jádra (trans) se odětěpí jako membránový sekreční váček. Neregulovaná sekrece – stálé vylučování (sliny), regulovaná – na pokyn signálu (hormon, nervový impulz… trávící enzymy)

V případě, že se dostane do lysozómu, zůstává produkt v buňce

**Mikrotělíska:**

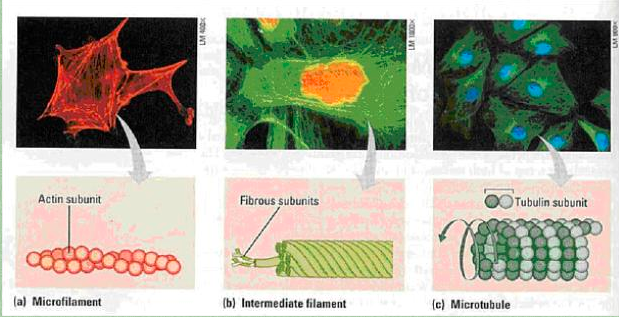
Peroxizómy s peroxidázami a katalázemi (membrány)

+ glyoxizómy (rost.), glyoxalátový cyklus - olejnatá semena, klíčení,

+ hydrogenózy - anaerobní životní podmínky -bičíkovci.

**Cytoskelet**

Síť trubicovitých a vláknitých útvarů umožňujících pohyb a zpevňujících buňku, podílí se na mezibuněškých spojích: mikrofilamenta, mikrotubuly, intermediární fiolamenta.



**Mikrofilamenta**

 (5 - 6 nm) -  slouží k pohybu buňky nebo váčků a struktur uvnitř buňky Jsou dva základní typy MF:

-        -         aktin – F a G a k němu se vážící troponin, tropomyosin, filamin

-        -         myosin, myosinové vlákno.

Podíllejí se na pohybu cytoplasmy (amoeboidní pohyb, tvorba kortexu, přesun měchýřků) a pohybu svalovém (aktinomyosinové komplexy). (Tvoří též tzv. spasmonemata – smrštitelná vlákénka - prvoků vířenek)

**Mikrotubuly**

jsou u všech buněk - trubičky o průměru 20-30 nm. Délka různá (až stovky μm), účastní se tvorby bičíků, brv, cytoskeletu, dělícího vřeténka.

Proměnlivost během života buňky (též vliv tlaku, teploty, kolchicinu).

Stavba: gelovitý stav glomerulárních molekul alfa a beta tubulínů, tvořících dimér.

13 dimérů vytváří jednotkové subfibrilu, 13 (ale i méně) subfibril tvoří 1 mikrotubulus. Uvnitř subfibrily - disulfidické vazby, mezi subfibrilami - vodíkové můstky. Kondenzace (za přítomnosti GTP na podjednotkách) na tzv. + konci dekondenzace na –konci za spotřeby GTP a uvolňování GDP.

**Intermediární filamenta** *(intermediate filaments)* - tonofibrily epiteliálních buněk, buněk chordy dorsalis, buněk gliových - stálé, cytoskelet v pravém slova smyslu. Jde o různé proteiny podle typu živočišné buňky. Základní molekuly vždy fibrilární (mikrofilamenta aktin a tubulin jsou globulární). Jde např o cytokeratiny, vimentin, desmin, neurofilamentární protein, gliový protein, nestin, internestin, integriny, kadheriny aj.

Funkce :

-        -         podpůrná ( mezibuněčné spoje a připojení buněk k podloží - desmozómy epiteliálních buněk, fokální kontakty)

-        -         pohybová (ve svalových buňkách), avšak nepřímo, tvoří oporu pro strukturu myofibrily

-        -         někdy obě funkce současně

-        -         v jádře již vzpomenuté laminy

Patří sem i vlákna v mezibuněčné hmotě - kolagen, elastin, retikulin, někdy i v buňkách pojivových.

**Buněčné inkluze (metaplazma**)

Kapénkovité nebo krystalické struktury v základní cytoplazmě, složené buď - z rezervních látek (glykogen, tuky, bílkoviny) nebo - z látek odpadních (pigmenty, minerální soli).

**Peroxizómy**

Jsou nutné k přeměně aminokyselin a tuků na cukry (glukoneogenéza) - játra a ledviny savců. Podobají se lysozómům - váčky velikosti asi 500 nm obdané jednotkovou membránou. Uvnitř enzymy - oxidázy. Neobsahují hydrolázy. Vznikají asi v ER.