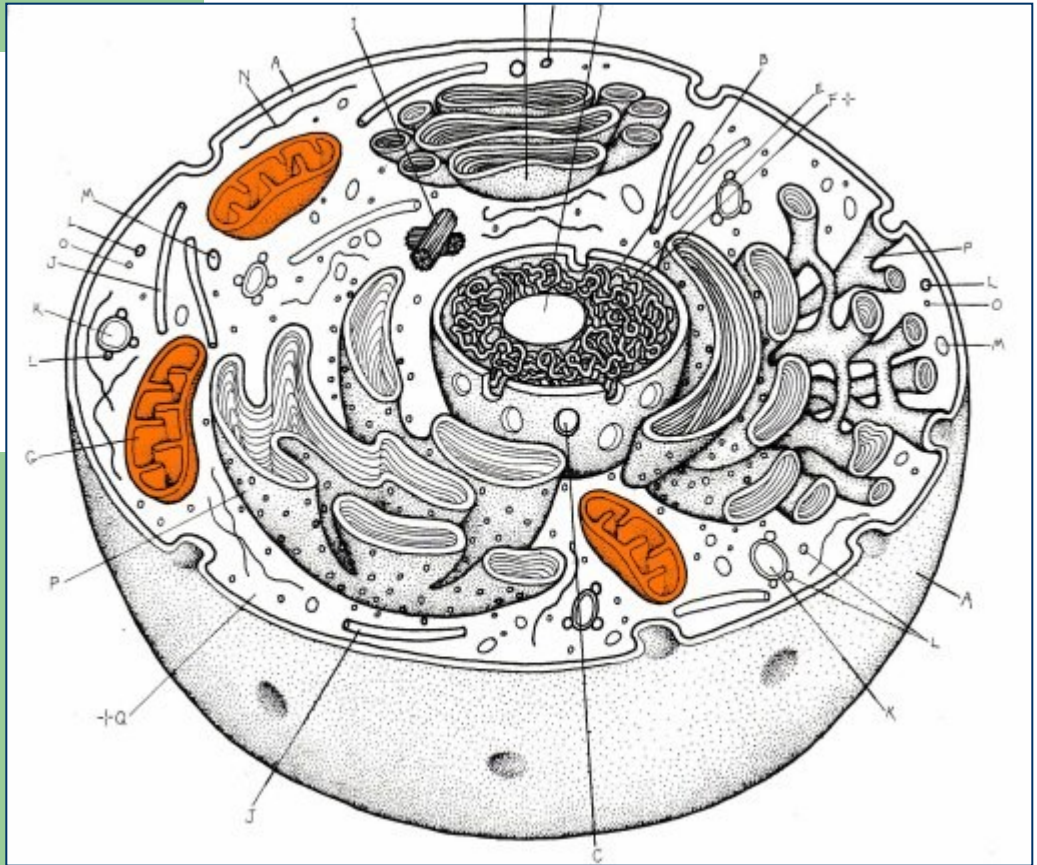


Buňka

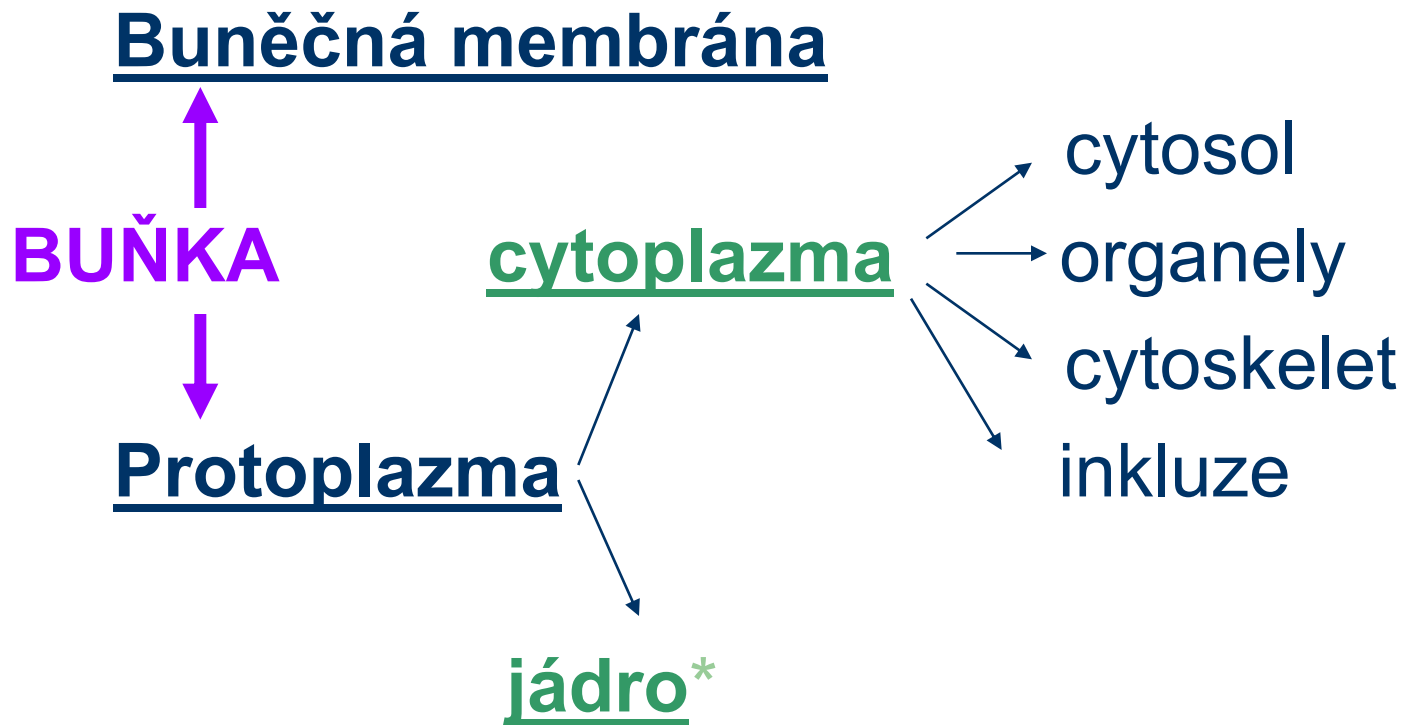


Základní funkční a morfologická jednotka mnohobuněčného organismu, schopná samostatné existence in vitro za vhodných podmínek

Přednáška: cytologie 2

- Buněčné organely
- Buněčné inkluze
- Povrch buňky
- Mezibuněčná spojení

Stavba buňky

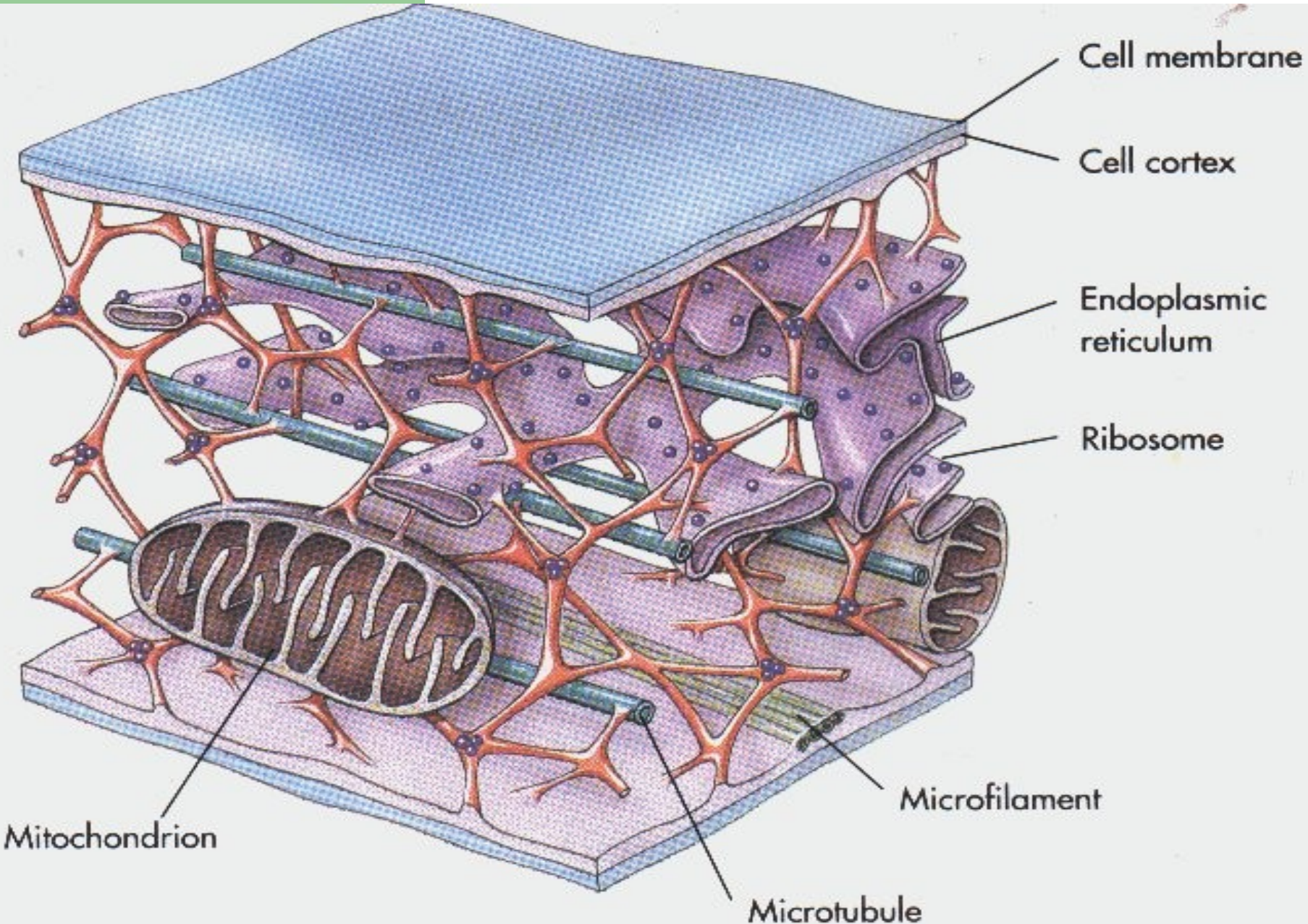


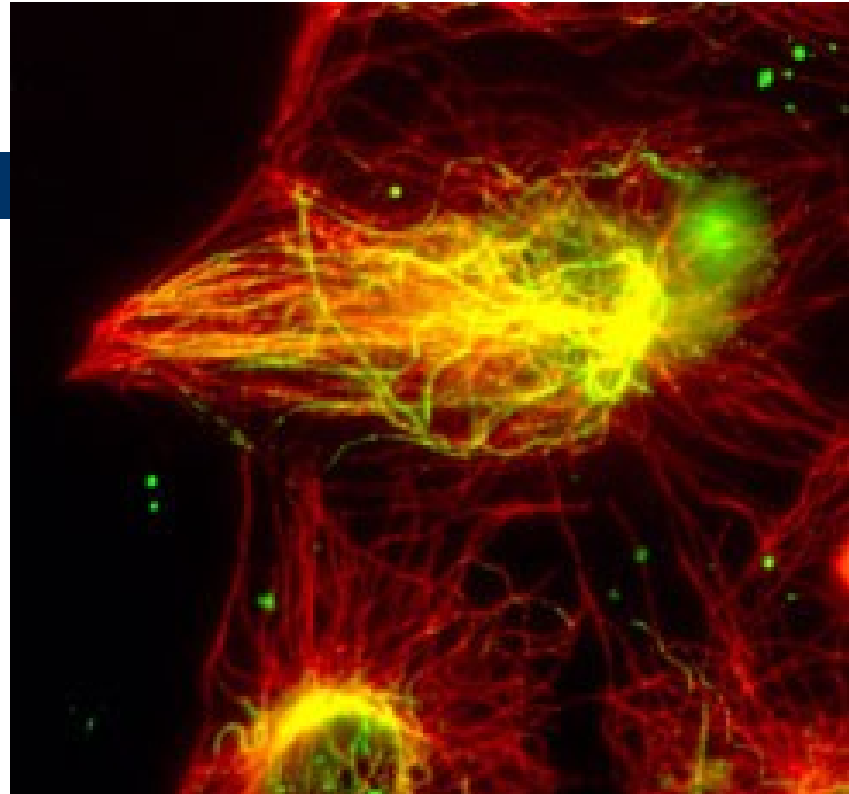
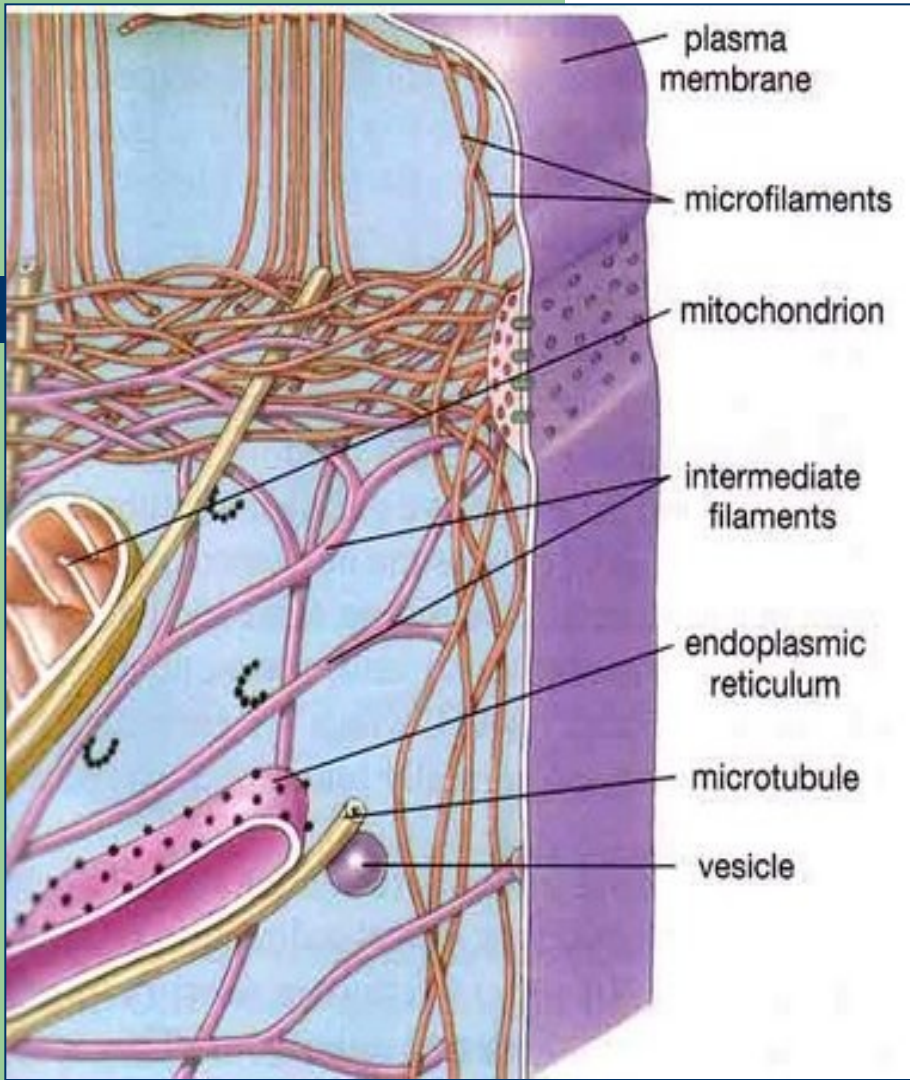
** jedna ze 2 komponent buňky, jádro není organela!*

Základní cytoplazma (cytosol)

- homogenní, amorfní substance
- Složení:
60 % H₂O, 4 % minerálních látek, 36 % organických látek (sacharidy, lipidy, proteiny – albuminy, globuliny, AMK, fosfolipoproteiny).
- **koloidní systém o dvojím skupenství koloidů: gel a sol (mění se s hustotou sítě vláken (cytoskeletu) a tělísek (organel a inkluzí))**

Cytoskelet





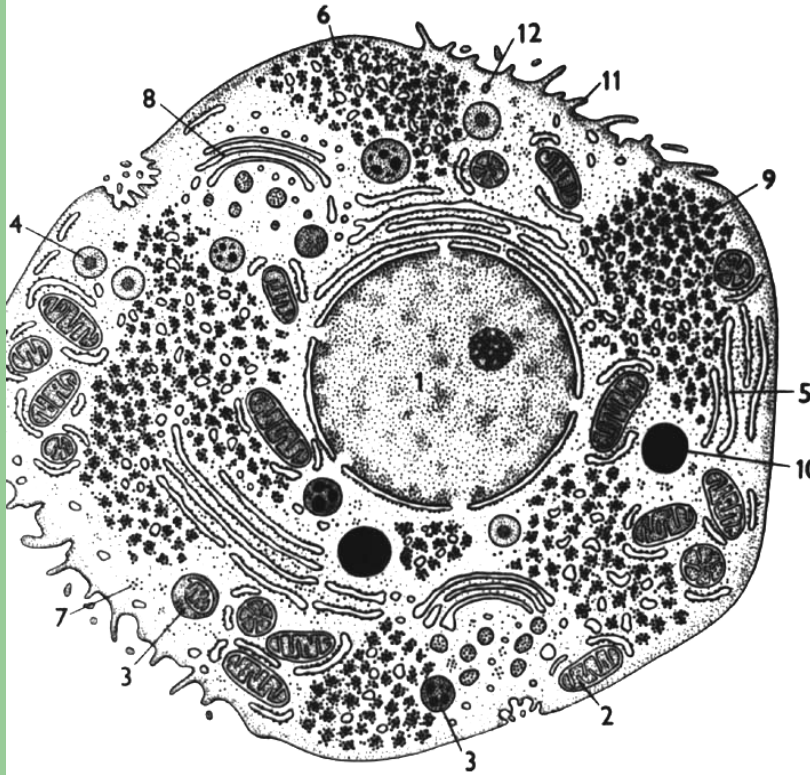
Cytoskelet

- **mikrotubuly** (**tubulin**, Ø 22 nm)
[centrioly, bazální tělíška, axonema řasinek a bičíků]
- **mikrofilamenta** (**aktin**, Ø 5-7 nm)
[subplazmalemální a intracytoplazmatické sítě;
ve svalových buňkách – **aktin** + **myosin**]
- **intermediární filamenta** (Ø 8-11 nm) – proteiny:
 - cytokeratin** [tonofilamenta v epitelových bb.]
 - vimentin** [v buňkách mezenchymového původu]
 - desmin** [ve svalových buňkách]
 - neurofilamenta** [v neuronech]
 - gliový fibrilární kyselý protein** [v buňkách neuroglie]

Buněčné organely

- **jsou konstantní součástí cytoplazmy**
- **mají specifickou strukturu**
- **vyžadují přísun energie k vykonávání svých funkcí**

Buněčné organely



Memembránové

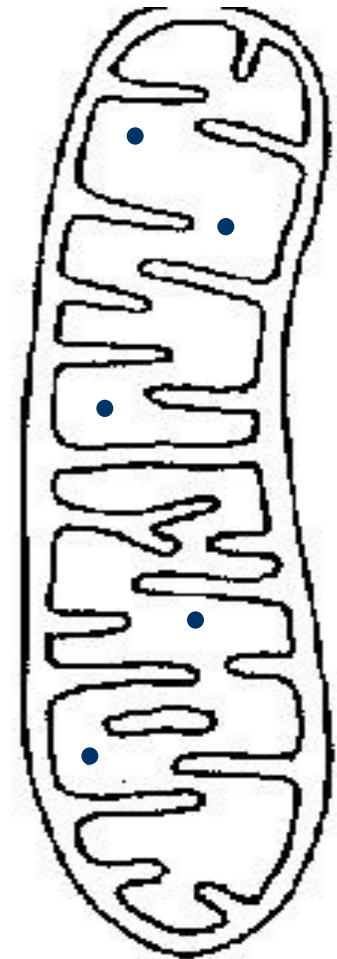
- Mitochondrie
- Endoplazmatické retikulum
- Golgiho aparát
- Lyzosity a endosomy
- Peroxysomy

Bez membrány

- Ribosomy
- Centrioly

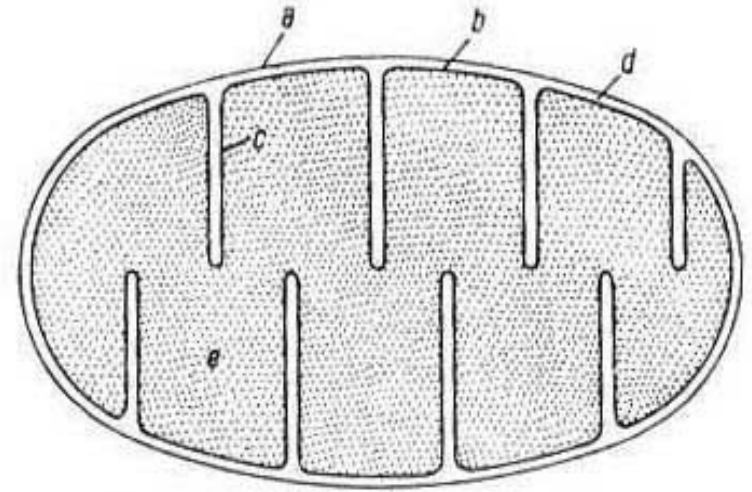
Mitochondrie

- Tvar: kulatý, oválný (až vláknitý)
- Velikost: \varnothing 0,5 μm , protáhlé – 1-10 μm
- Počet: různý dle metabolické aktivity buňky a jejich nároků na dodání energie
(*např. v jaterní buňce 1000 – 2000 mitochondrií*)

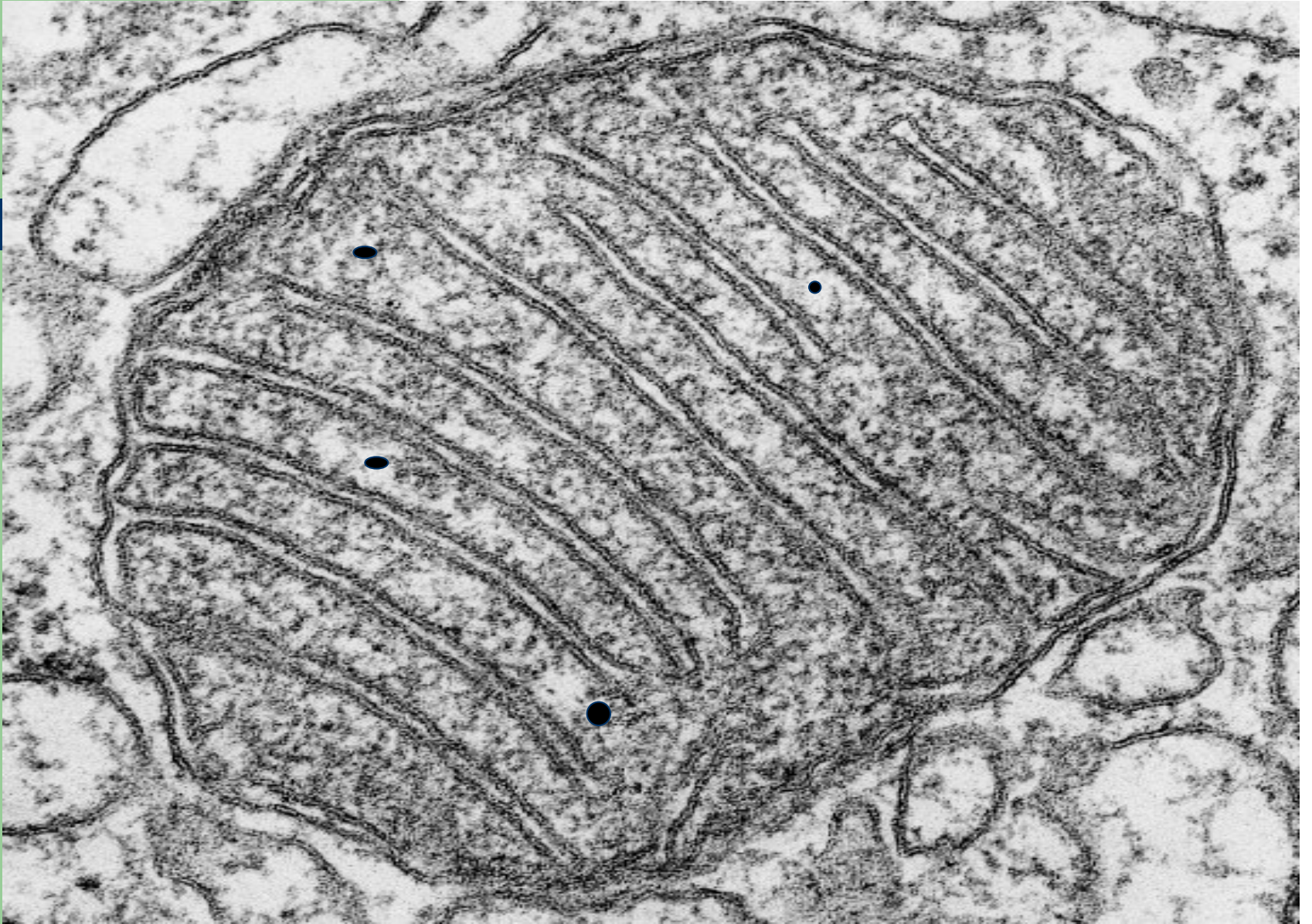


Stavba mitochondrie

Schéma struktury mitochondrie



- Vnější membrána (hladká)
- Vnitřní membrána (s kristami)
- Cristae mitochondriales (+ elementární částice)
- Matrix (proteiny, DNA, RNA) – semiautonomie
- Osmiofilní tělíska
- Mitochondriální ribosomy

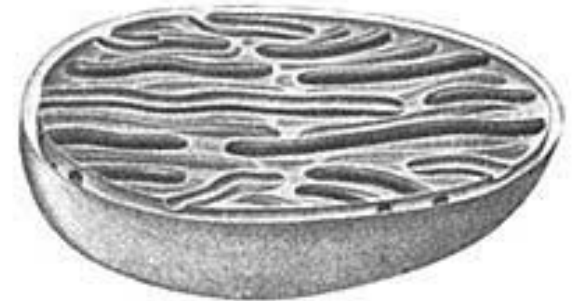


Mitochondriální kristy

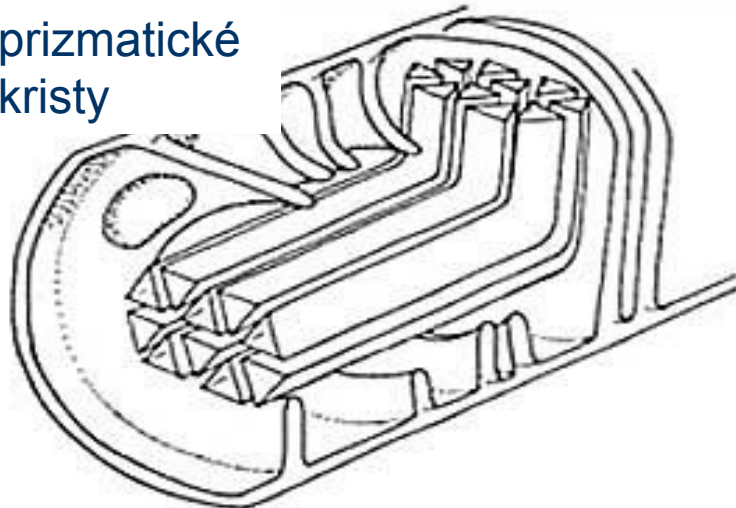
hřebenovité kristy

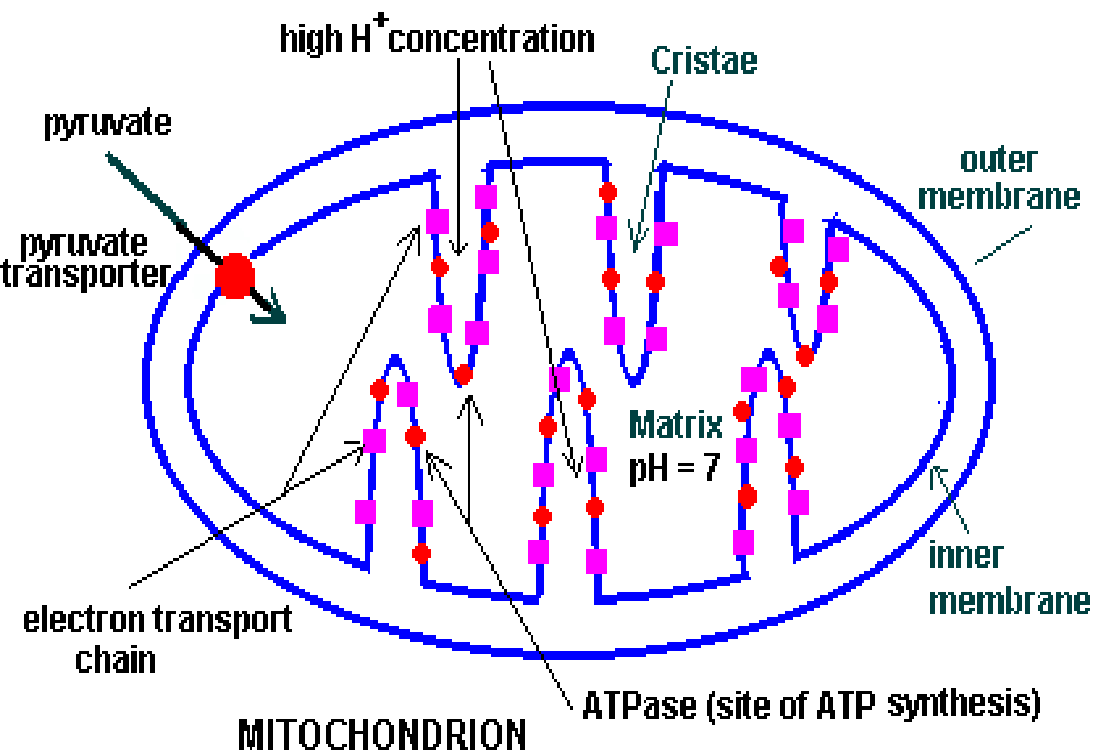


tubulózní kristy



prizmatické
kristy





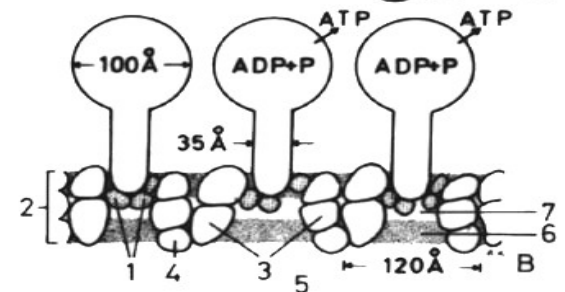
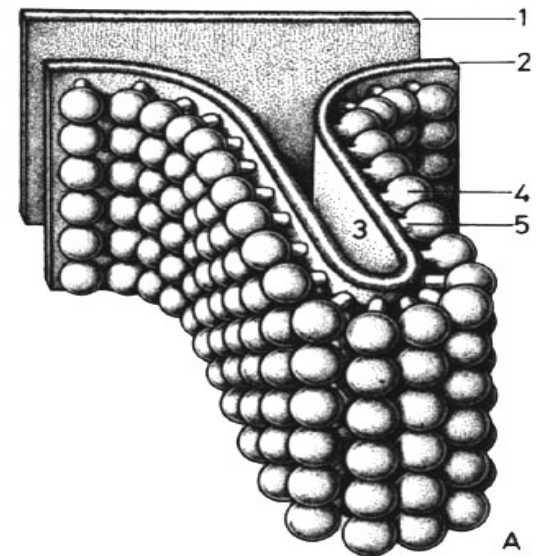
Funkce Mito

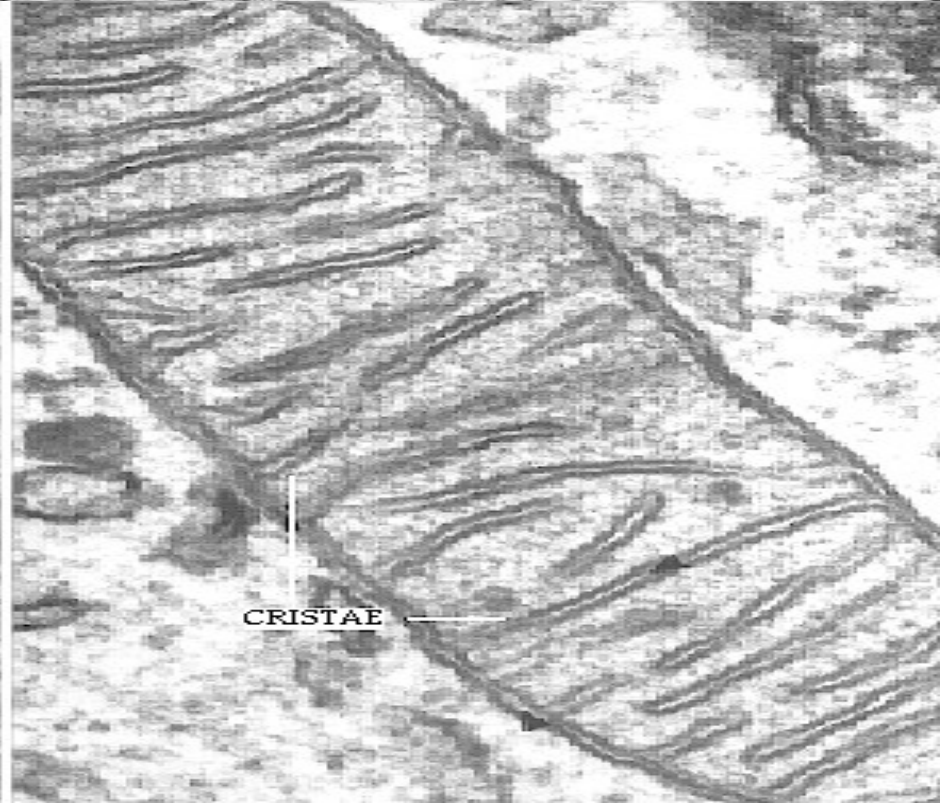
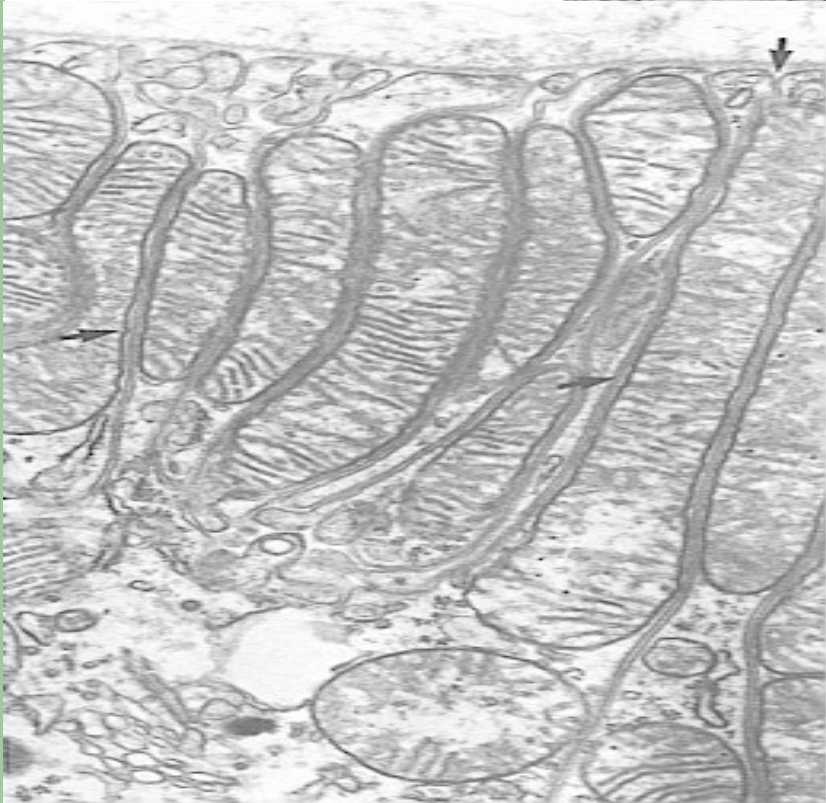
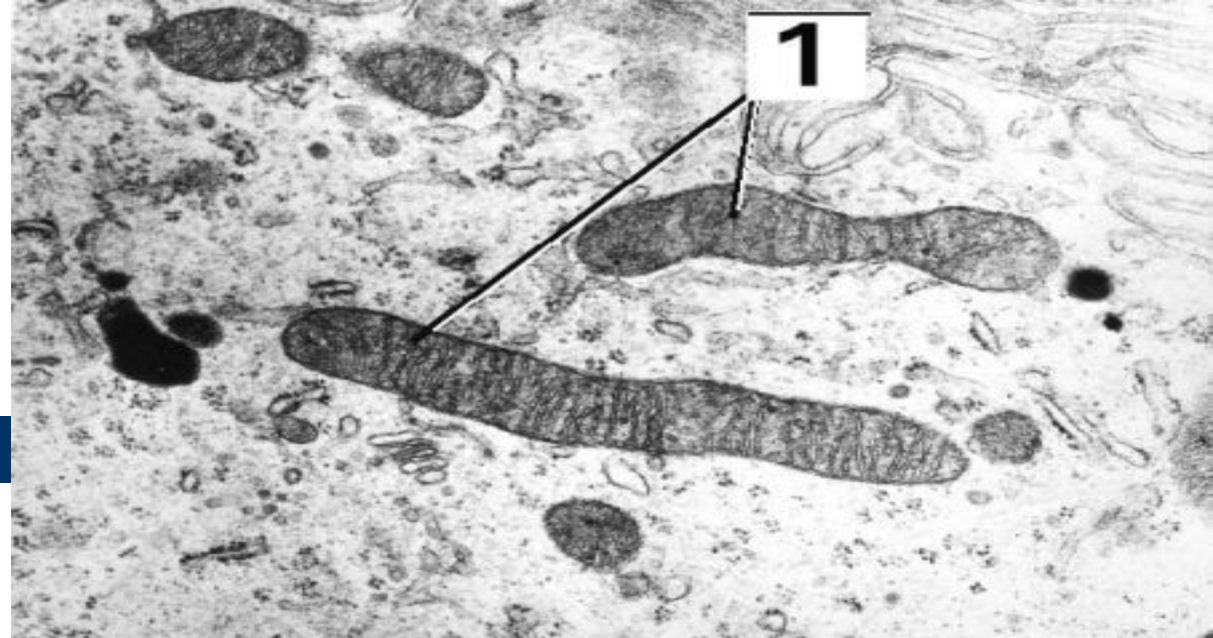
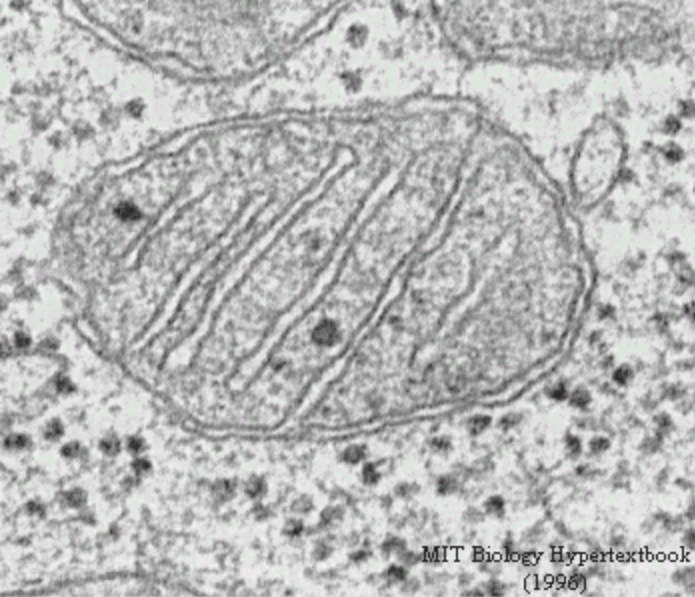
V matrix + elementárních částicích:

enzymy Krebsova cyklu,
dýchacího řetězce a oxidativní
fosforylace

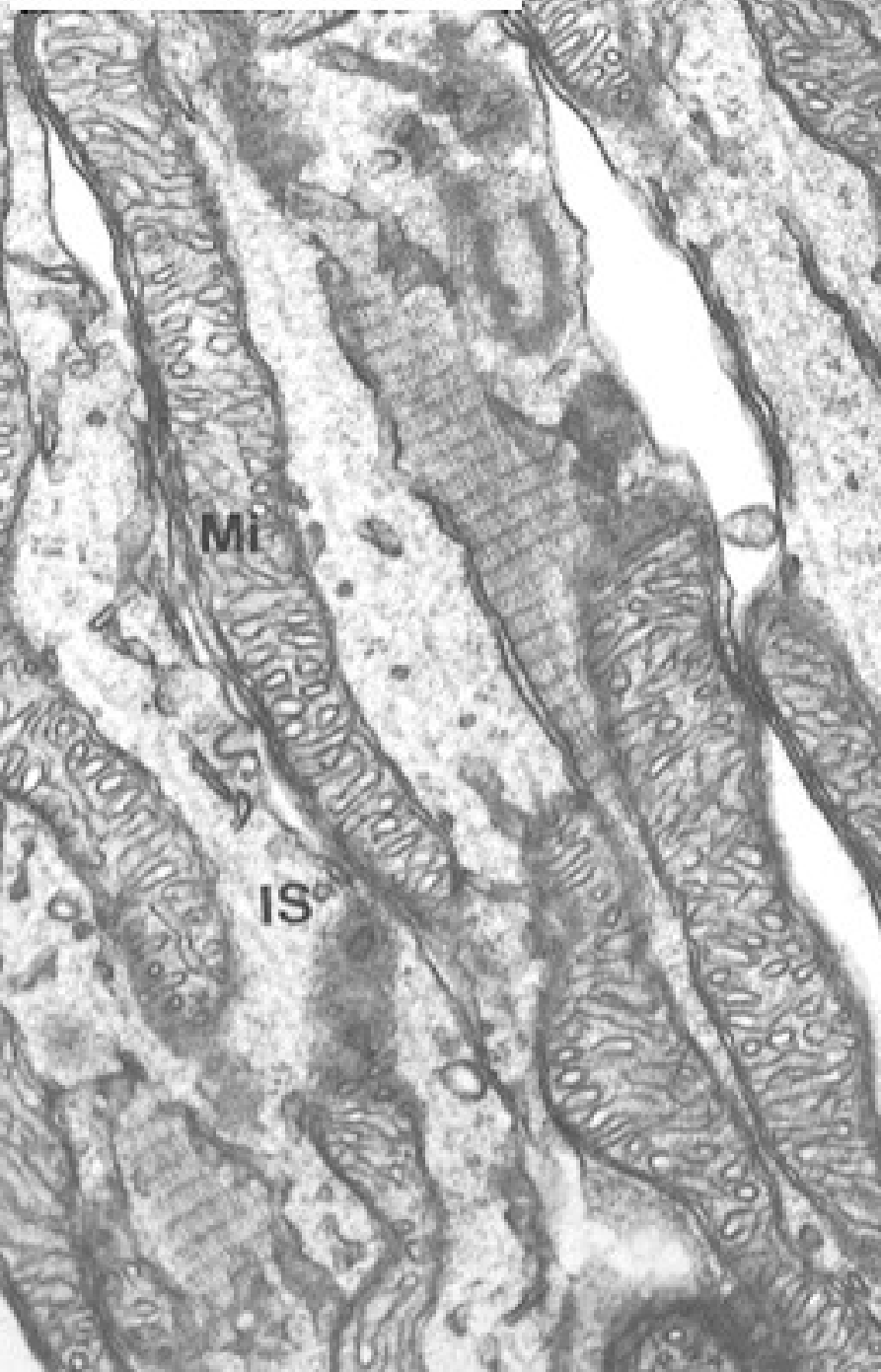
Hlavní funkce Mi:

uvolňování energie z ATP

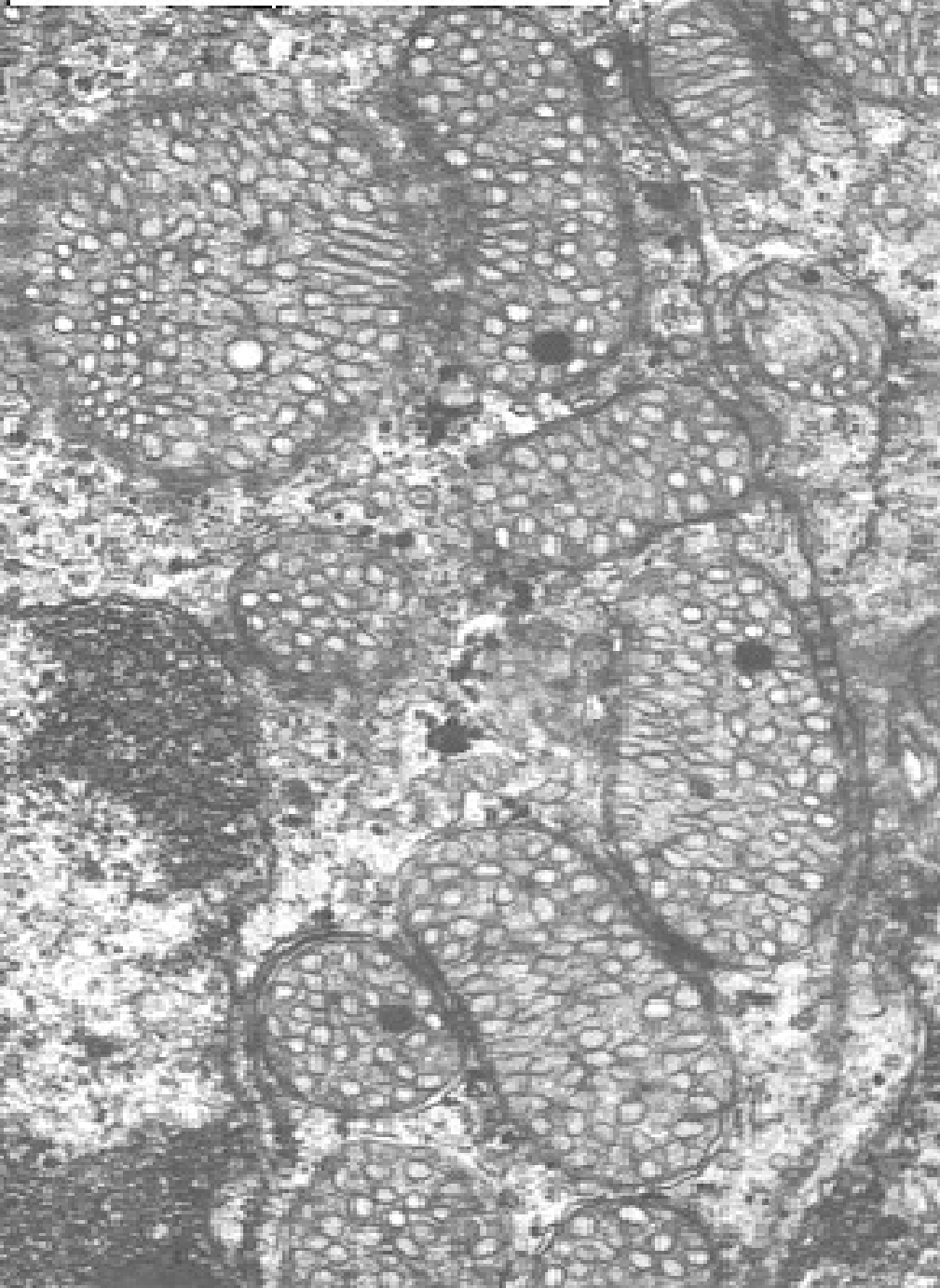




SHELF CRISTAE-MUSCLE

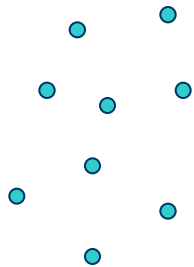


TUBULAR CRISTAE-ADRENAL

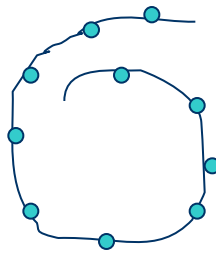


Ribosomy

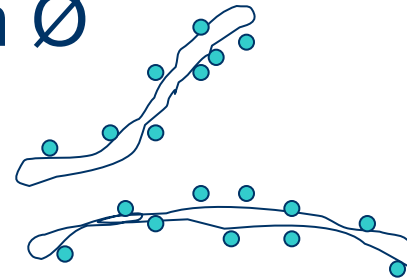
- Tělísko složené ze 2 podjednotek
- Velikost ribosomu: 20-25 nm Ø



volné
ribosomy



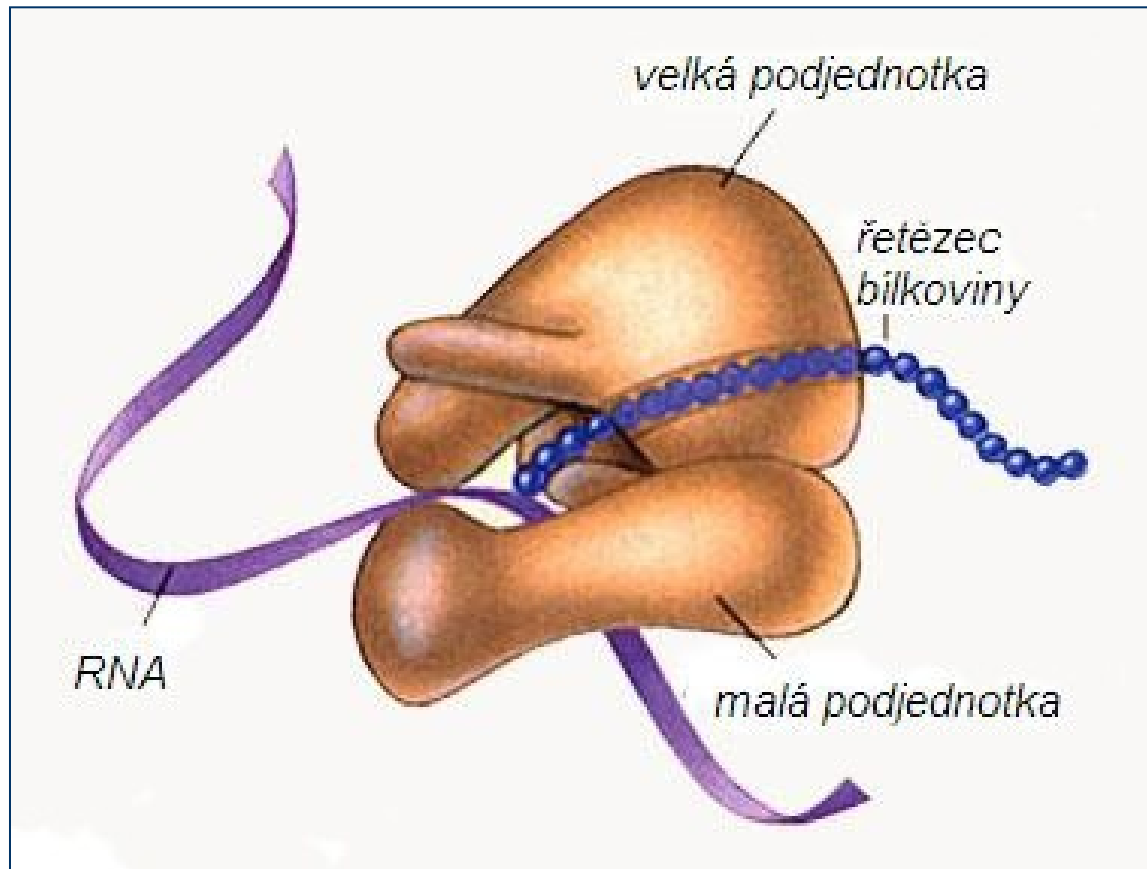
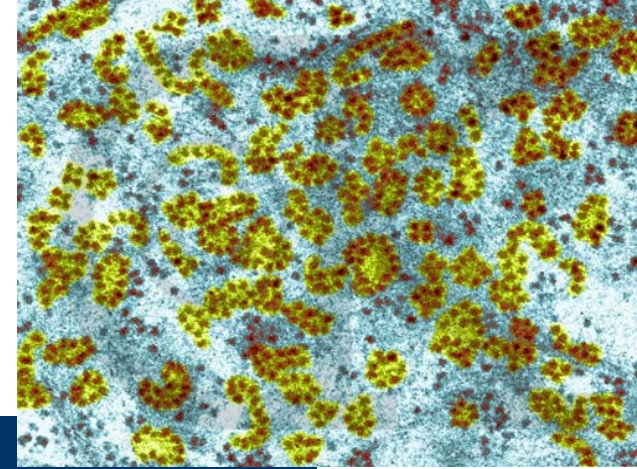
poly(ribo)somy

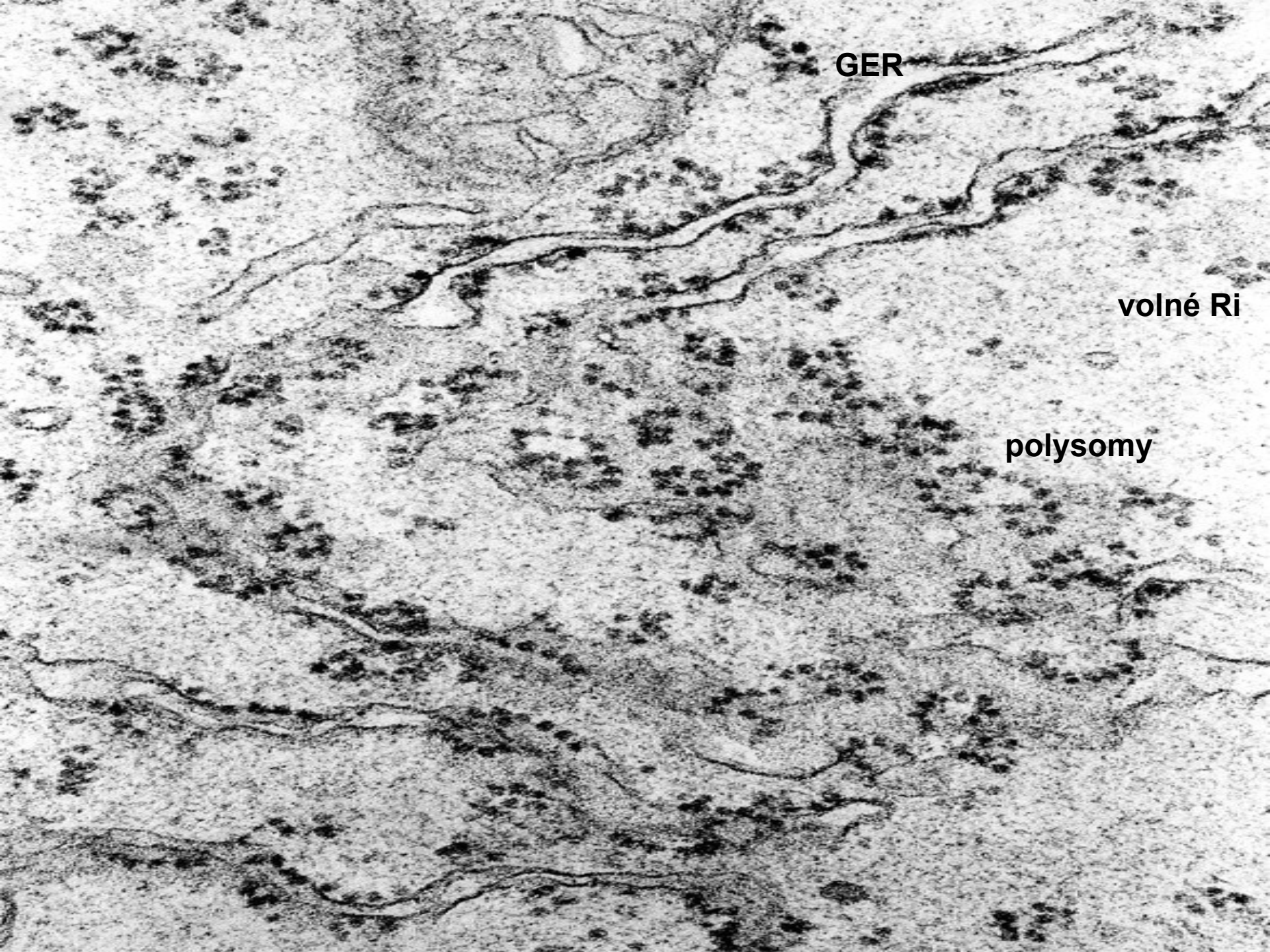


ribosomy na
endoplazmatickém
retikulu

Proteosyntéza „pro buňku“ a „na export“ (např. žlázové bb.)

Ribosom





GER

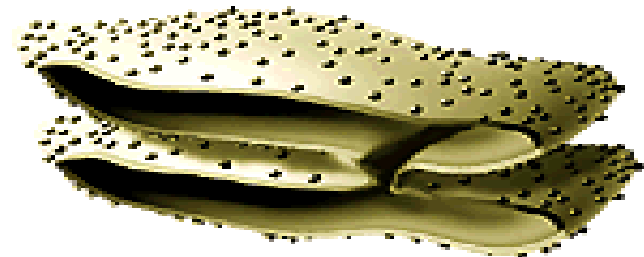
volné Ri

polysomy

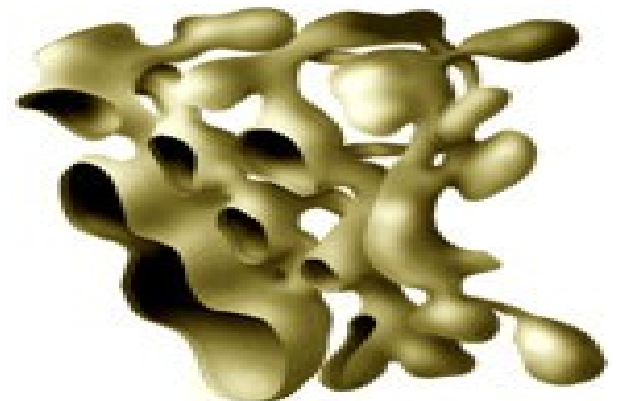
Endoplazmatické retikulum

členitý, 3D systém membrán
v cytoplazmě buňky – 2 formy:

- Zrnité (granulární) ER – GER:
systém plochých, anastomozujících cisteren +
(poly)ribosomy reverzibilně vázané
na membránu



- Hladké (agranulární) ER – AER:
systém tubulů a váčků
s membránou bez ribosomů



Komunikace GER s perinukleárním prostorem jaderného obalu

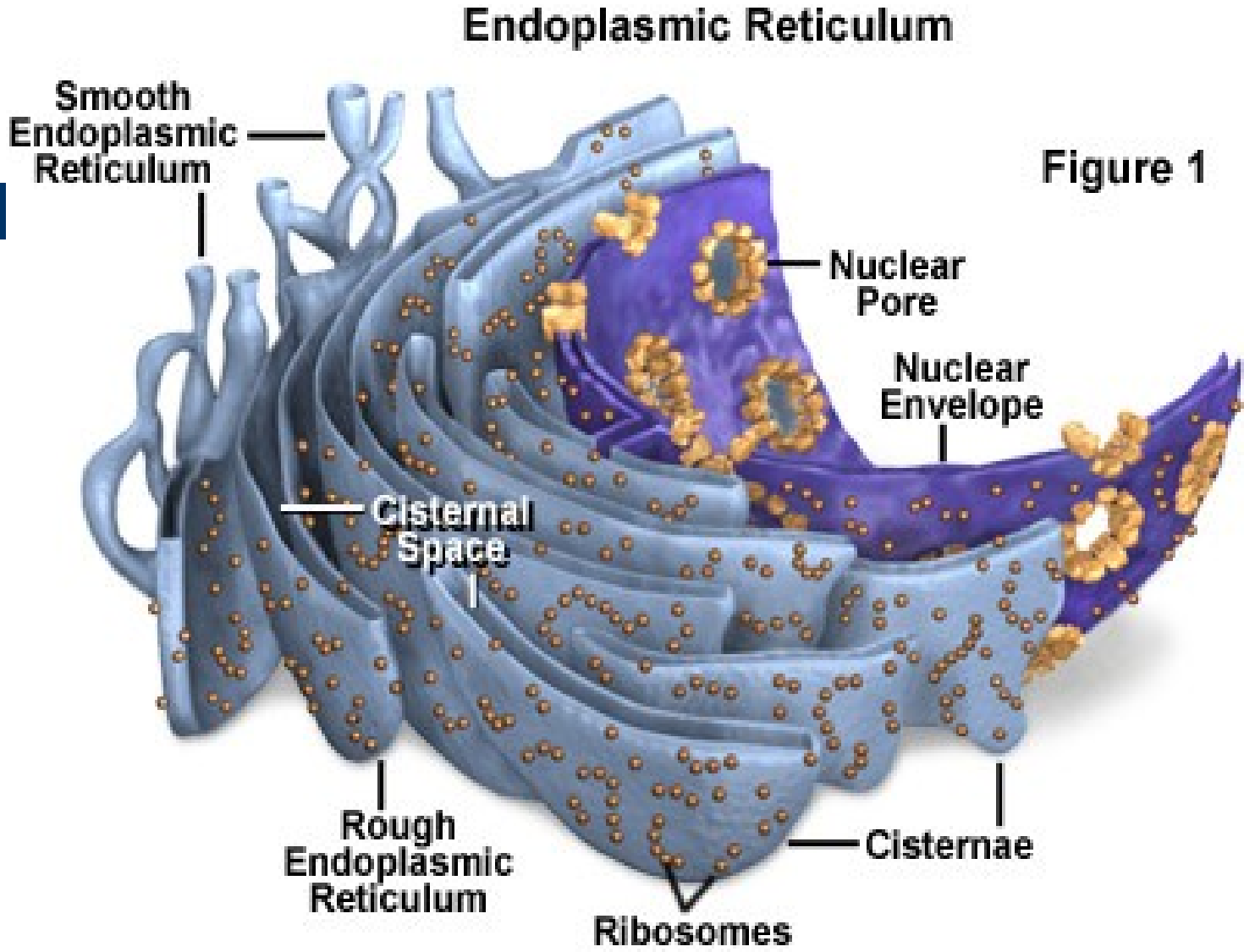
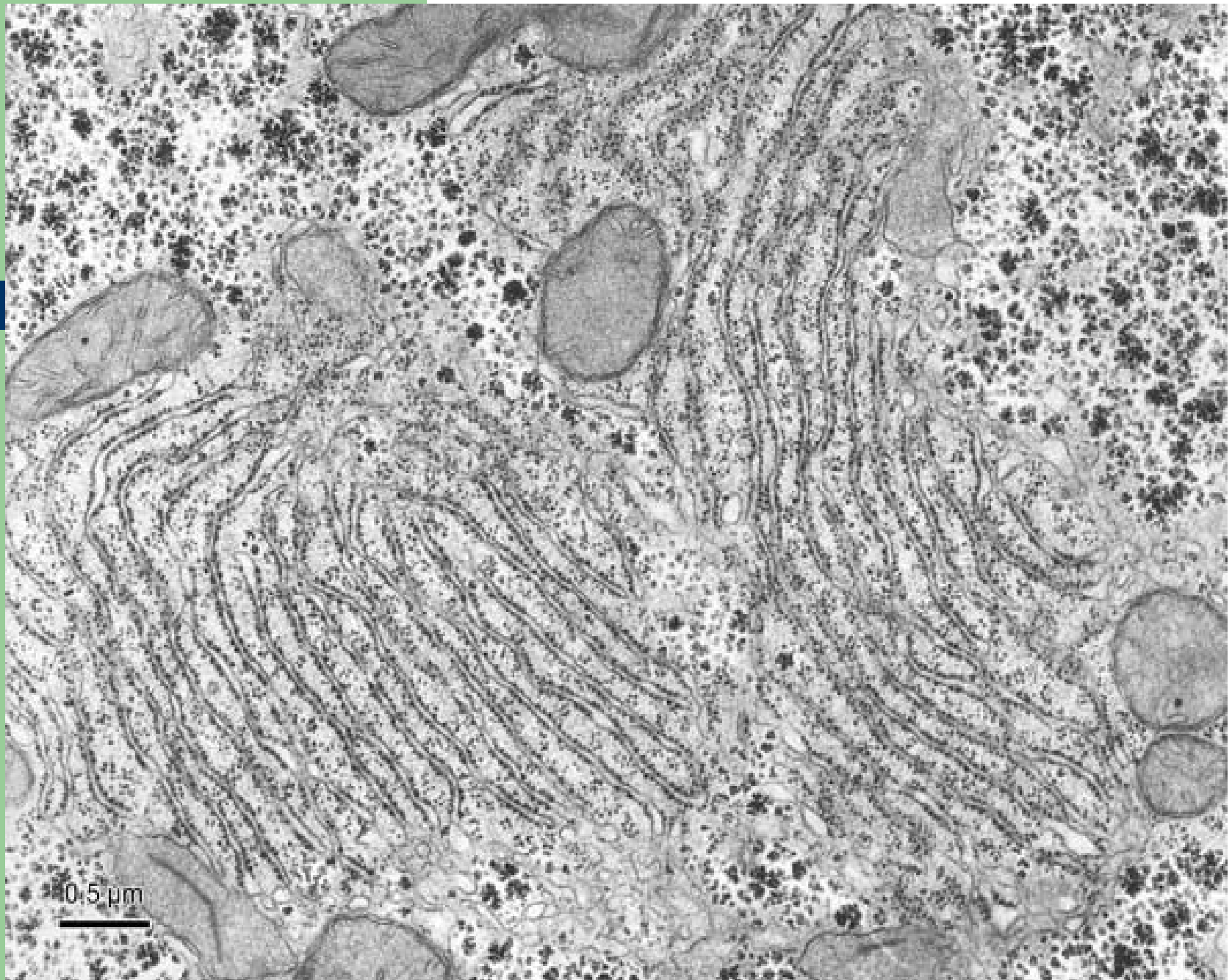
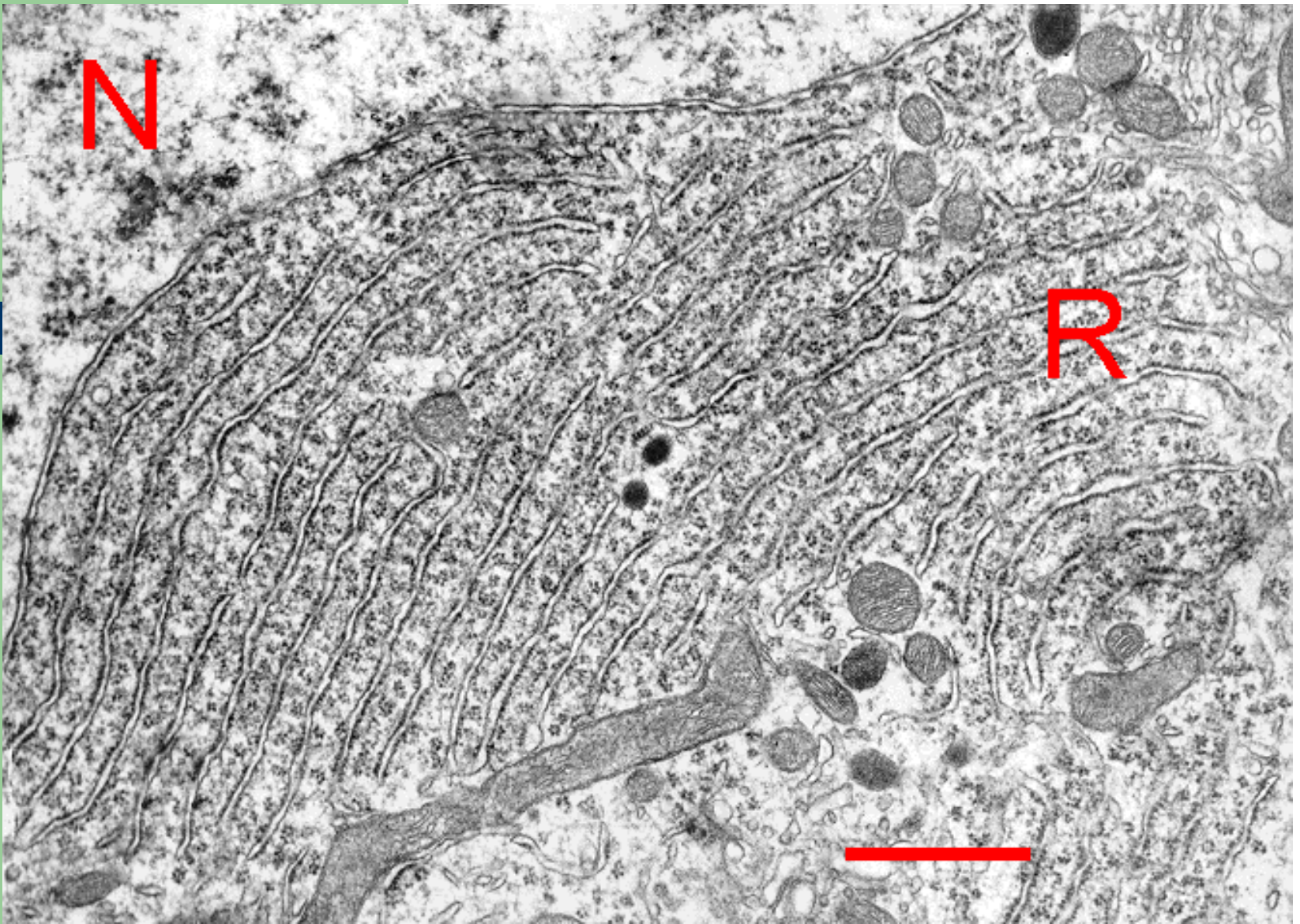


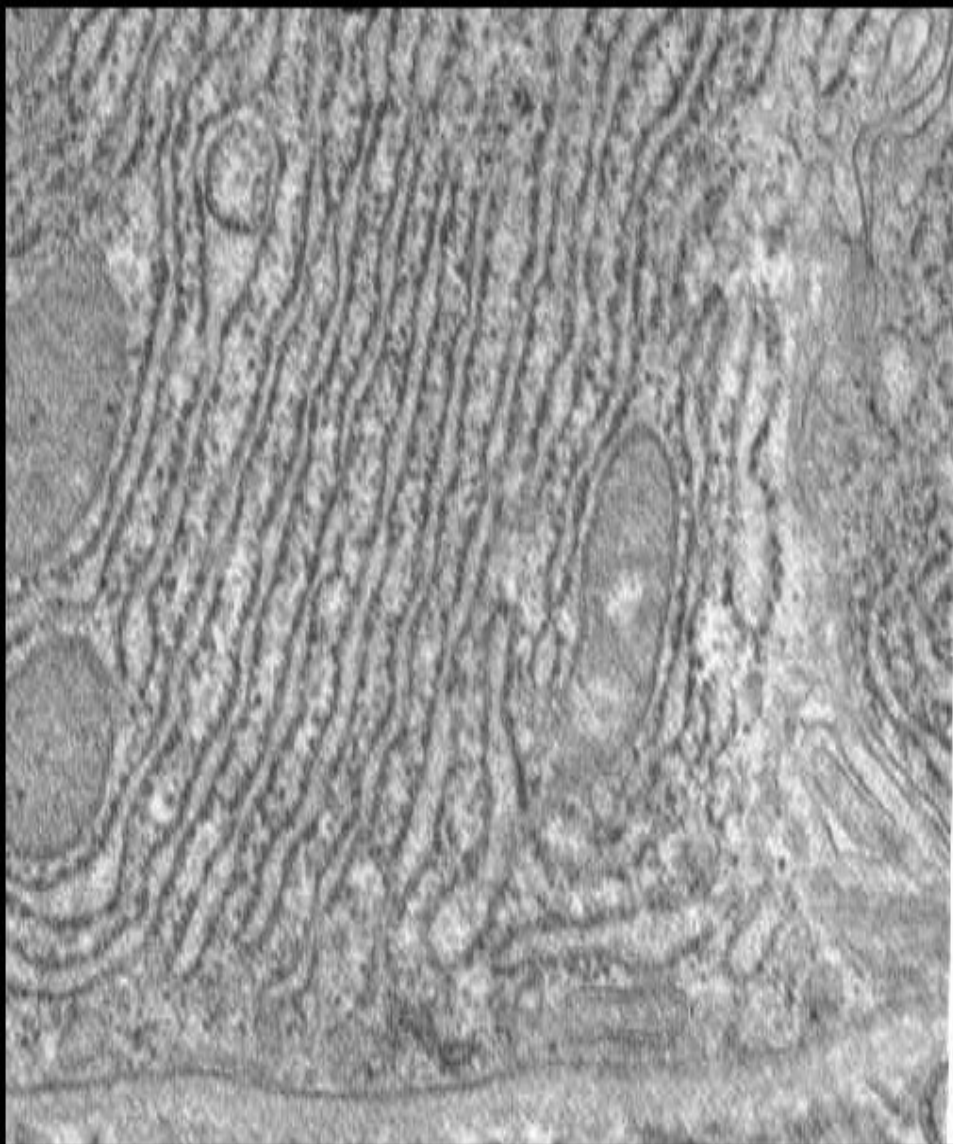
Figure 1



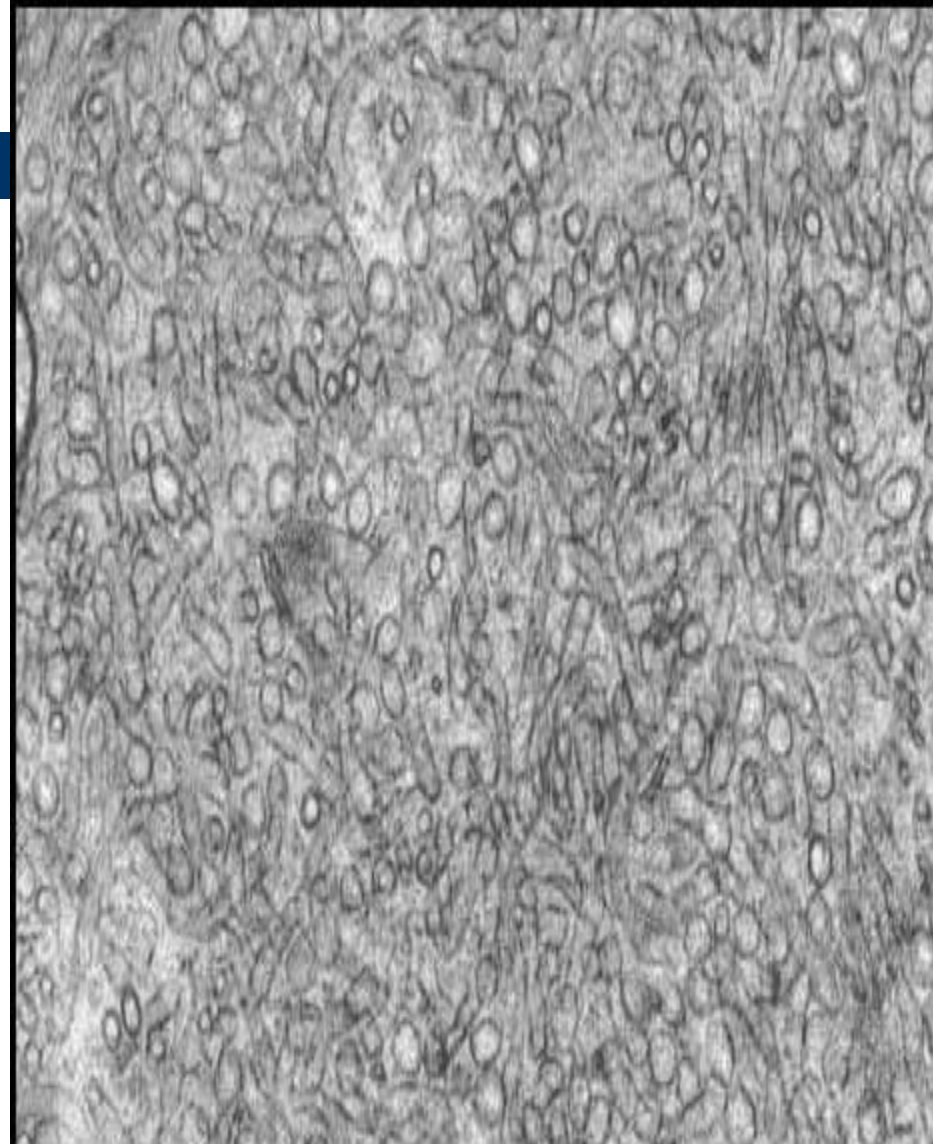


Granular endoplasmic reticulum (R) organized into parallel cisternae forming the *tigroid* (Nissl) substance. N - nucleus of the Purkinje cell. Scale = 1 μm . (Rabbit, cerebellar cortex.)

GER

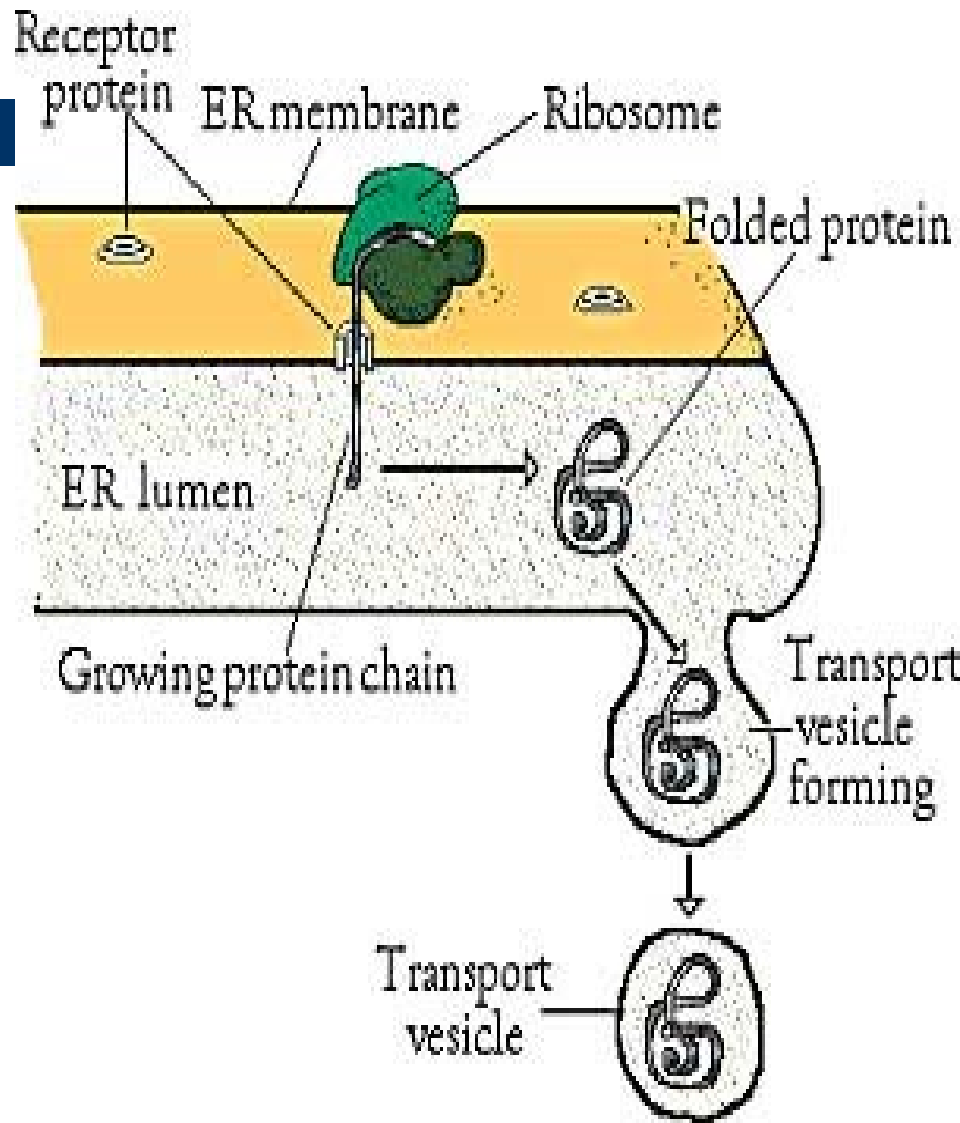


AER



Funkce GER

- GER – proteosyntéza (Ri) a transport proteinů do GA (transportními váčky)
- v kooperaci s GA:
 - intracelulární skladování (např. v lyzosomech a specifických granulích leukocytů)
 - dočasné intracelulární skladování určené pro následný transport mimo buňku (sekreční zrna)



Funkce AER

- AER – v buňkách:
 - syntetizujících **steroidy** (bb. kůry nadledvin, Leydigovy buňky varlete, bb. žlutého tělíska)
 - odbourávajících **glykogen** (jaterní buňky)
 - syntetizujících **HCl** (krycí buňky žaludečních žláz)
 - svalových (jako tzv. sarkoplazmatické retikulum, které obsahuje **Ca ionty**)

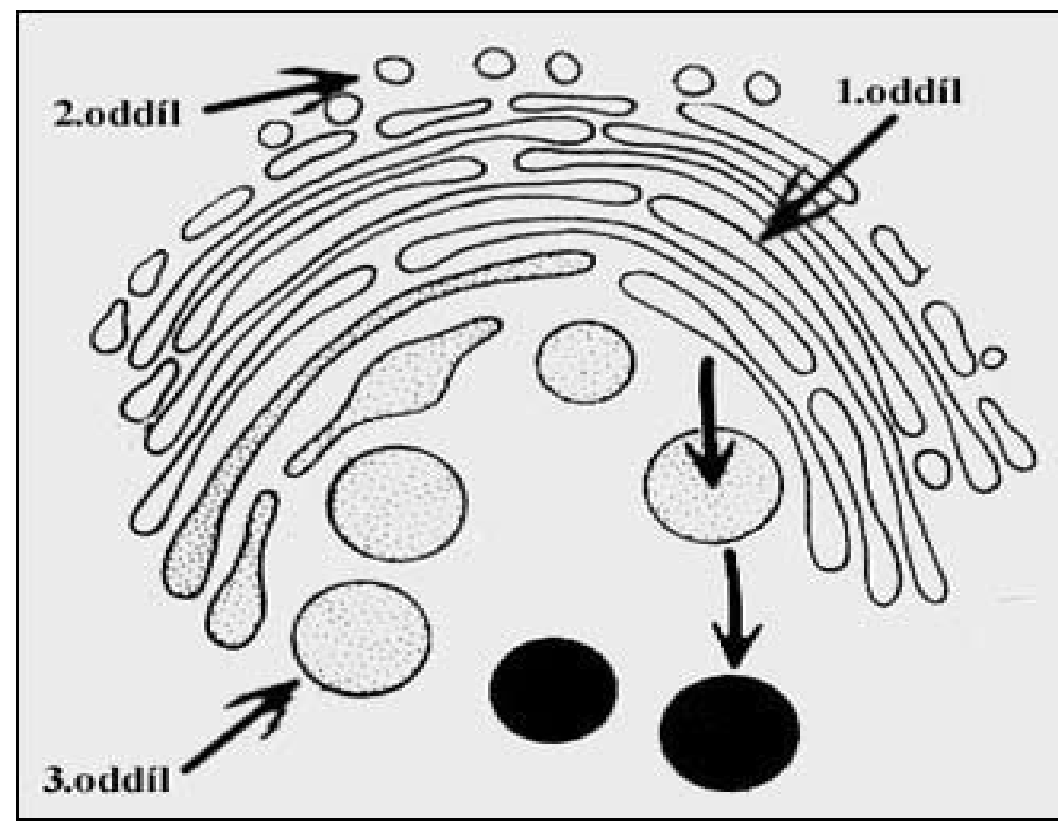


Golgiho aparát

- Systém hladkých membrán, ohraničujících:

1. cisterny (5-20) (*dictyosom*)
2. vesikuly
3. vakuoly

Polarita GA: cis
trans



The Golgi Apparatus

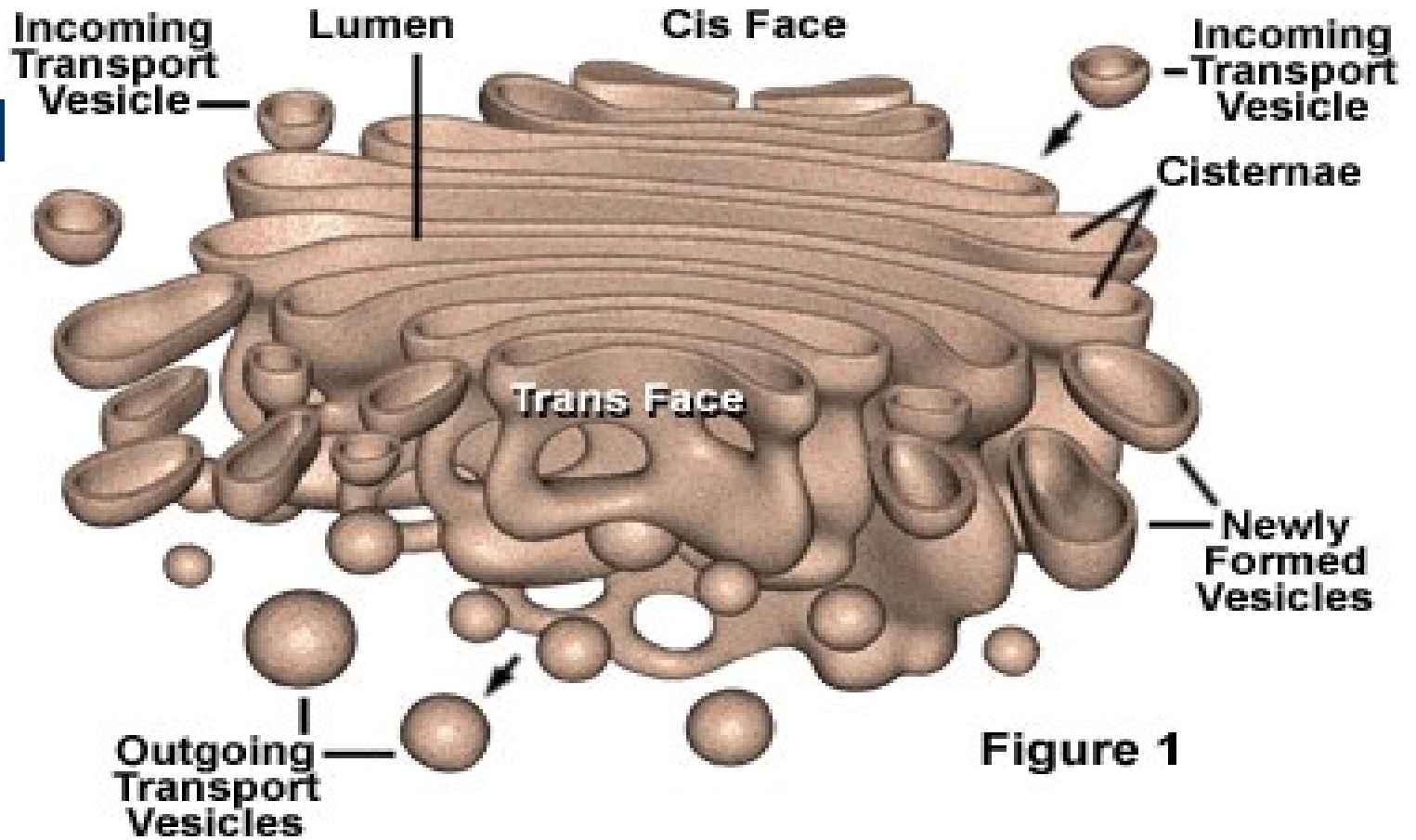
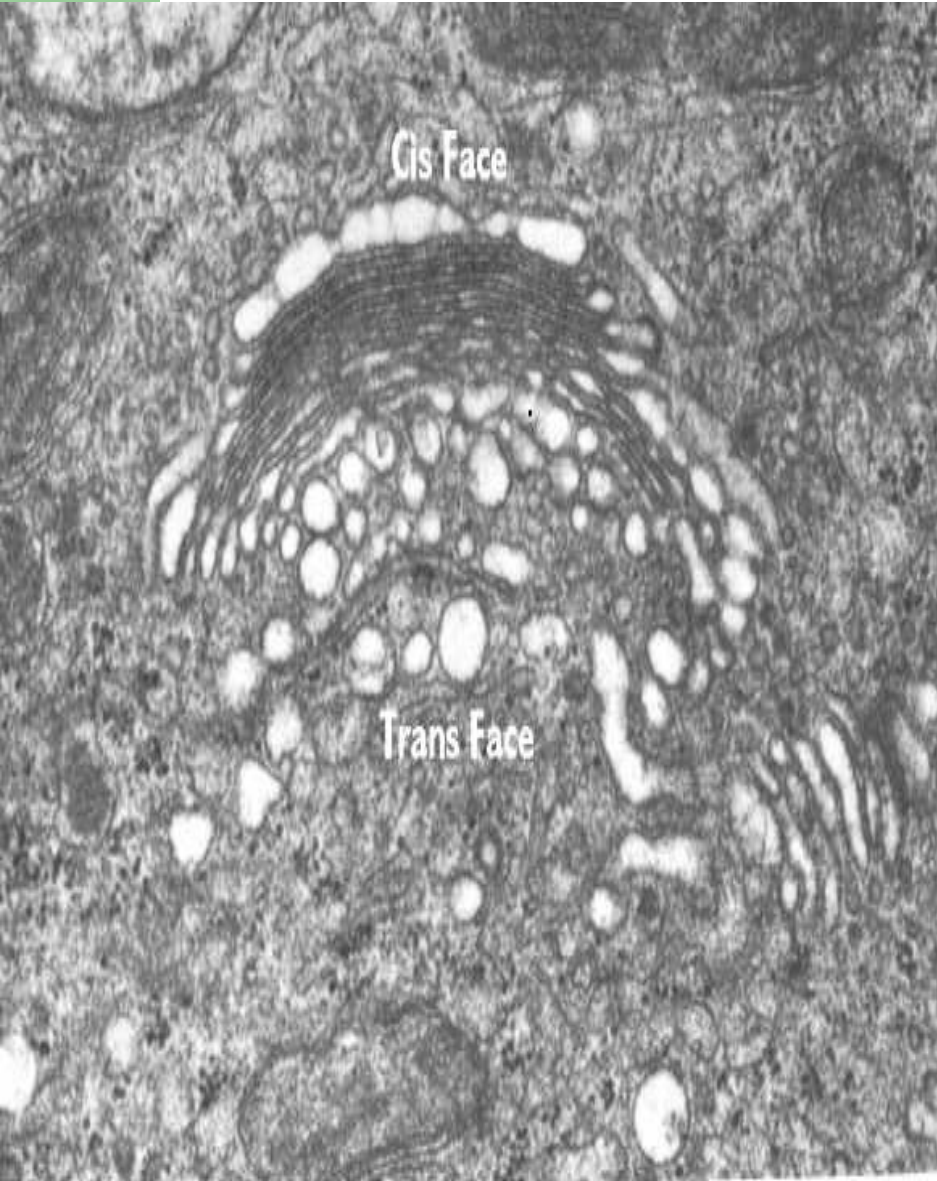


Figure 1

Funkční polarita GA



Transport proteinů z GER:

transportními váčky

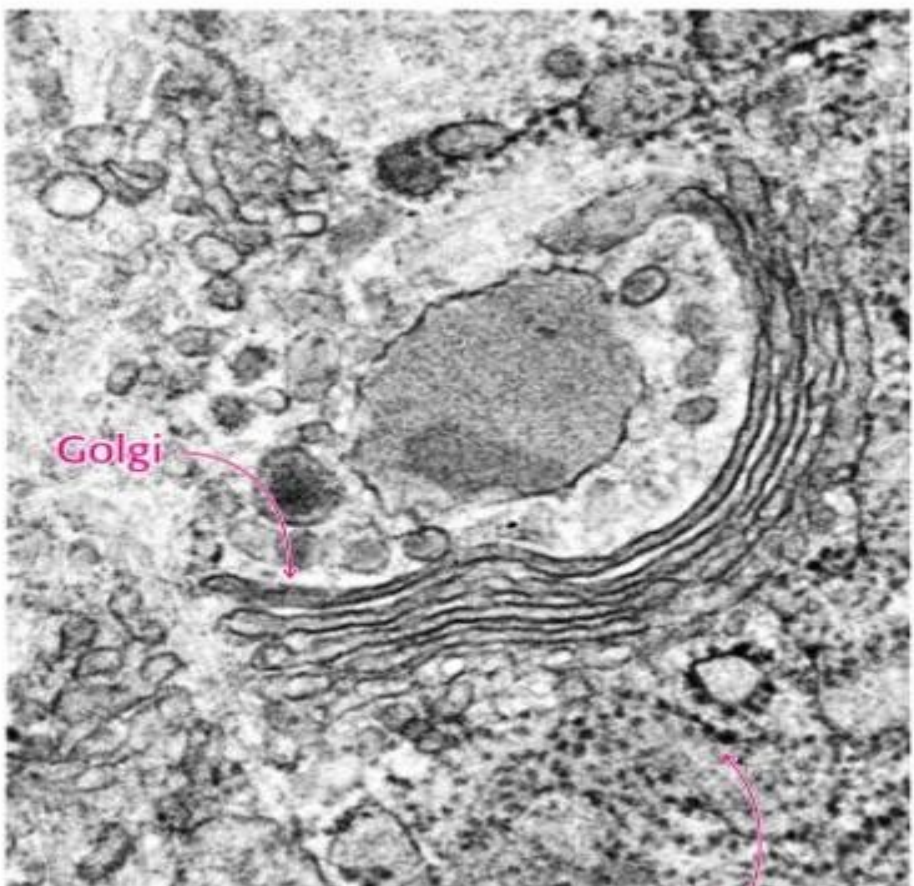
Strana konvexní – cis face
(produkční /forming face/)

Strana konkávní – trans face
(maturační /maturing face/)

kondenzační vakuoly

sekreční zrna lyzosomy





Golgi

Endoplasmic reticulum

Schéma stavby Golgiho komplexu



Extracellular space

rough
endoplasmic
reticulum

Membrane
retrieval

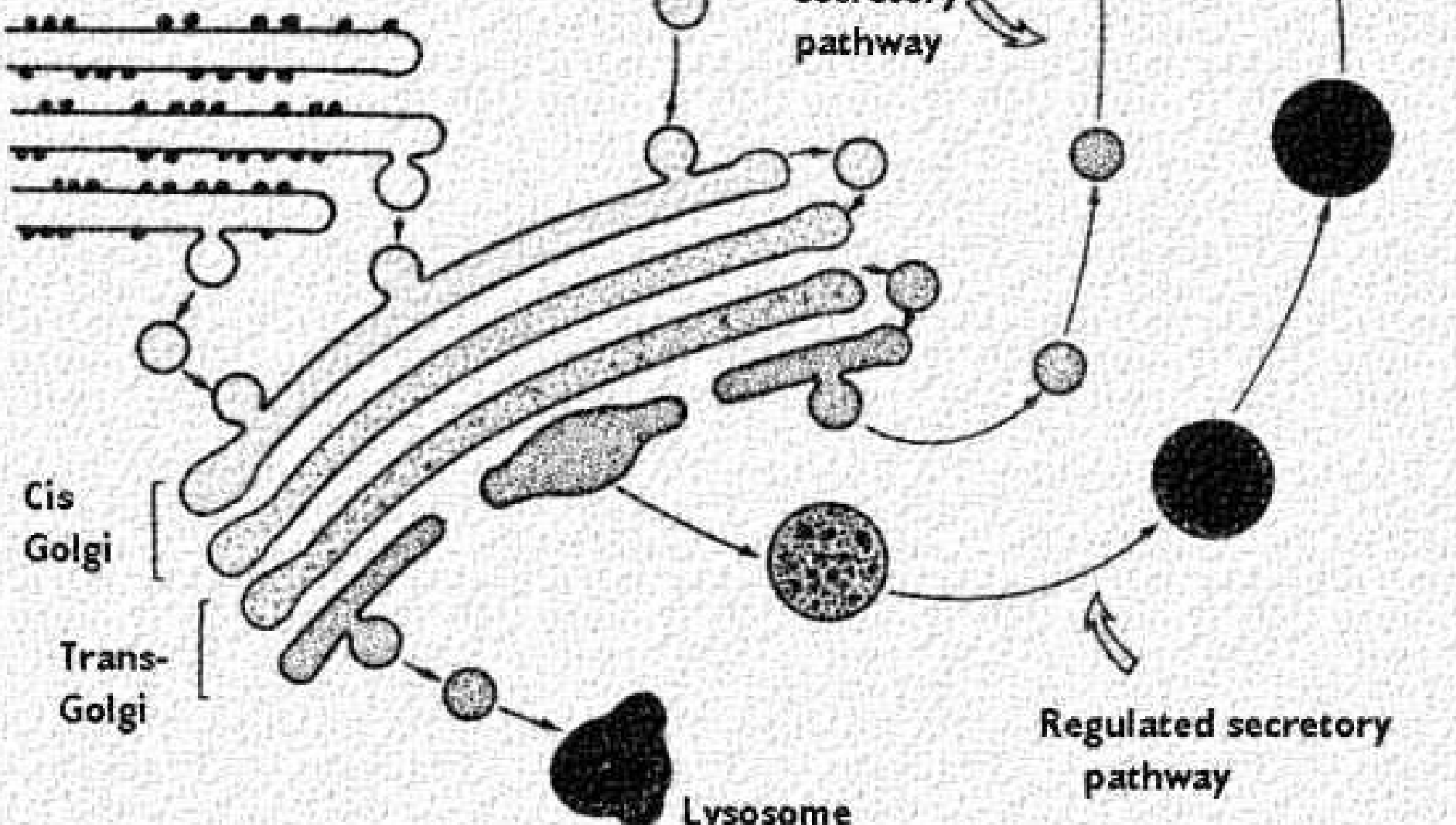
Constitutive
secretory
pathway

Cis
Golgi

Trans-
Golgi

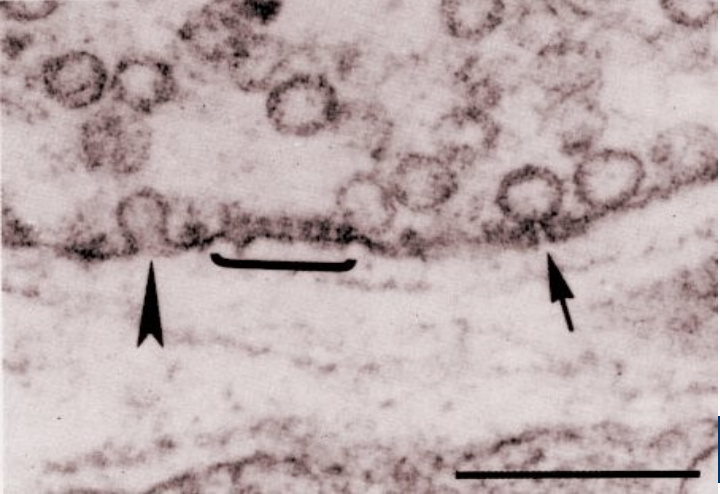
Regulated secretory
pathway

Lysosome



Funkce GA

- postsyntetická úprava proteinů (glykosylace, sulfatace, fosforylace),
- kondenzace a skladování sekrečních produktů
⇒ kondenzační vakuoly, sekreční granula,
- vznik akrozomálního váčku při přeměně spermatidy ve spermii,
- donor membrán (pro některé orgány).



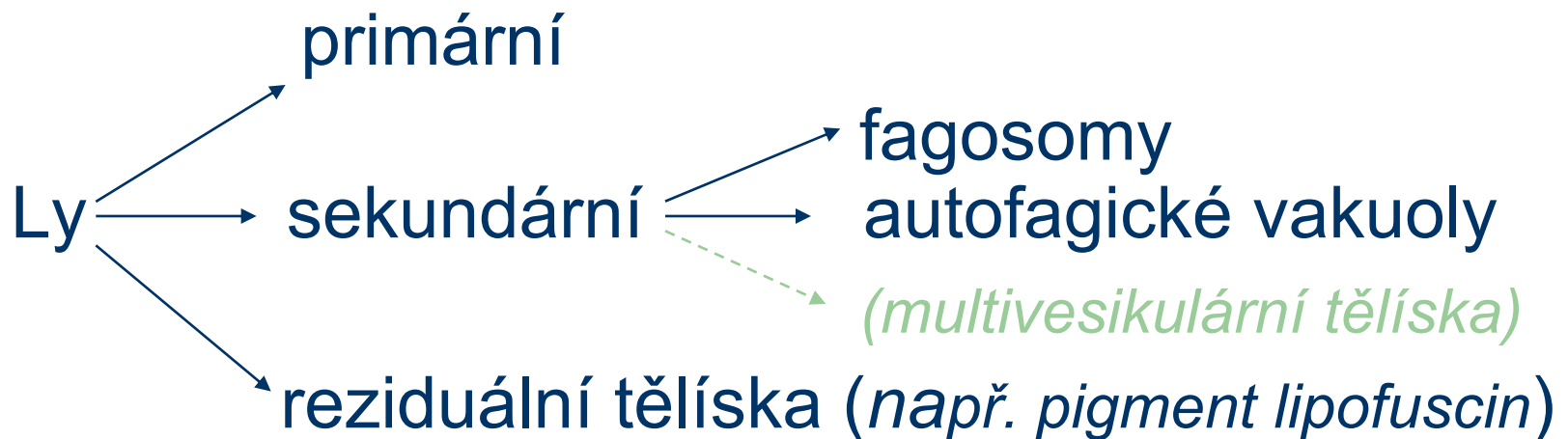
Lyzosomy a endosomy

- Endosomy: membránové váčky (Ø 20-150 nm) vstup do buňky – pinocytózou,
 - transcytóza
 - osud v buňce → fúze s Ly ⇒ sekundární Ly
 - fúze s CURL*

* *Compartment of **U**ncoupling of **R**eceptor and **L**igand*

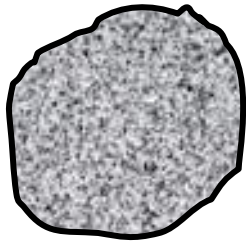
Lyzosomy

- Váčky – od $0,5 \mu\text{m}$ \emptyset , jednoduchá membrána, matrix s hydrolytickými enzymy kyselého pH (kys. fosfatáza, karboxylesterhydrolázy, katepsiny, hyaluronidáza, nespecifická esteráza, lipáza, ribonukleáza, kolagenáza aj.)



Lyzosomy

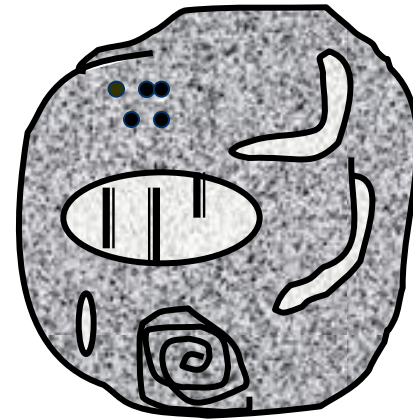
primární Ly ($0,5 \mu m$)



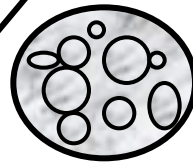
sekundární Ly



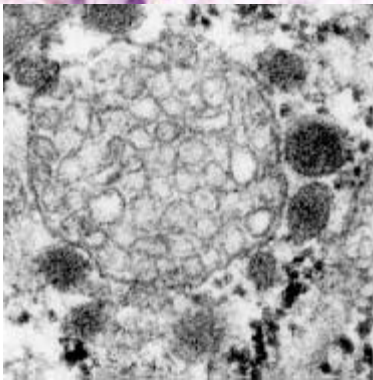
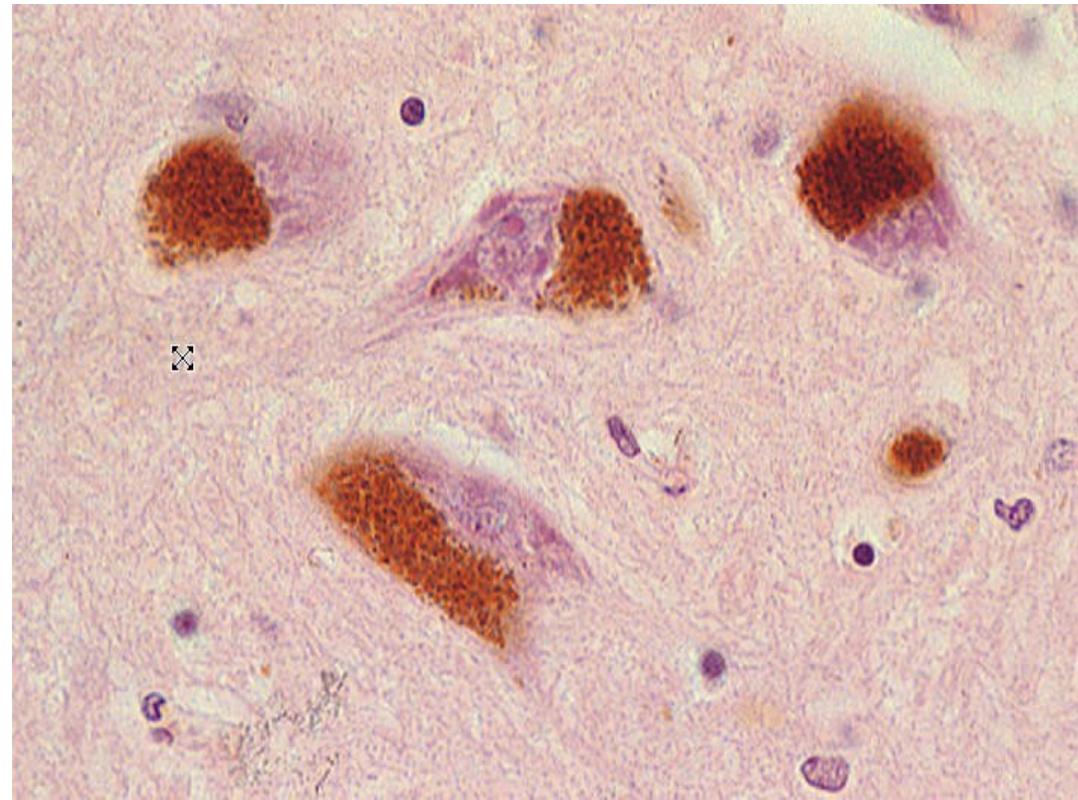
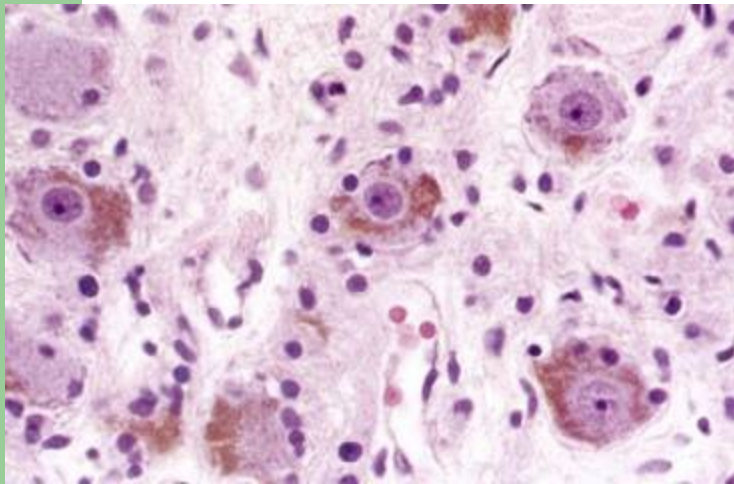
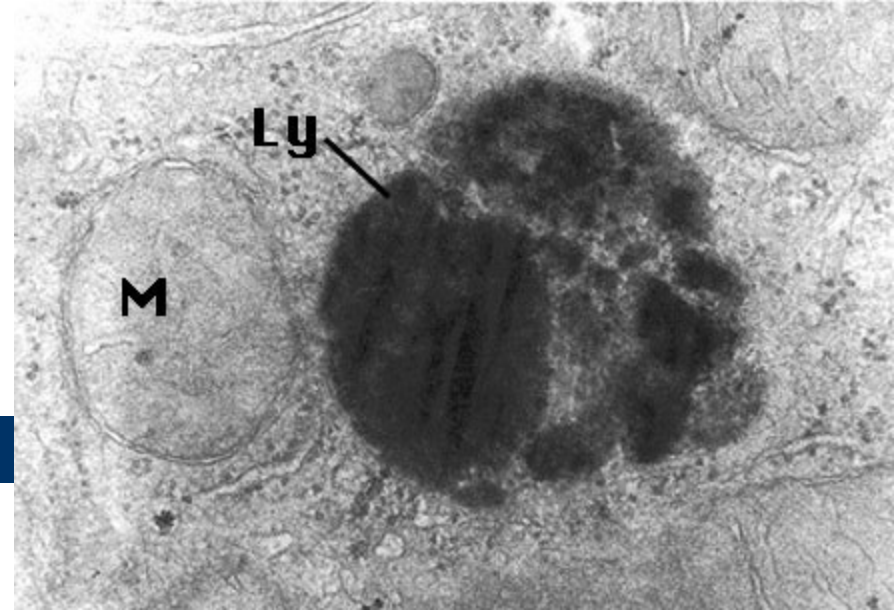
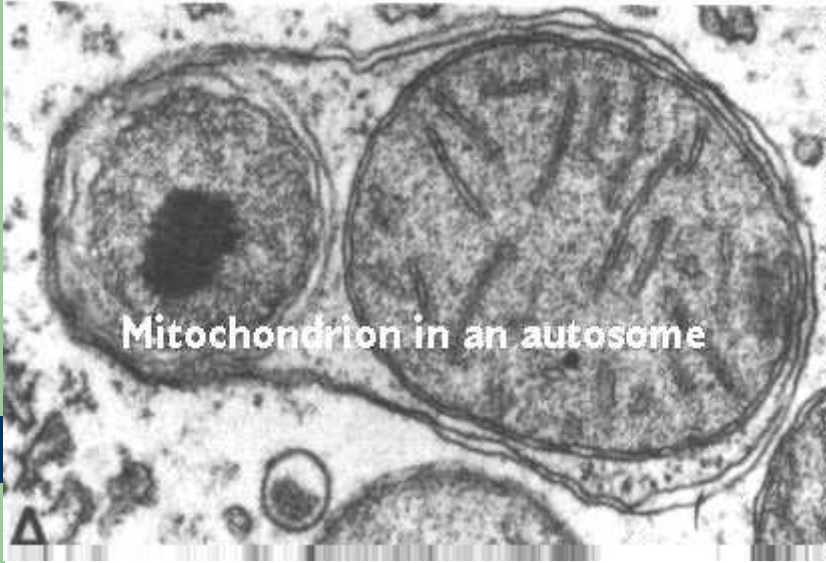
autofagická vakuola

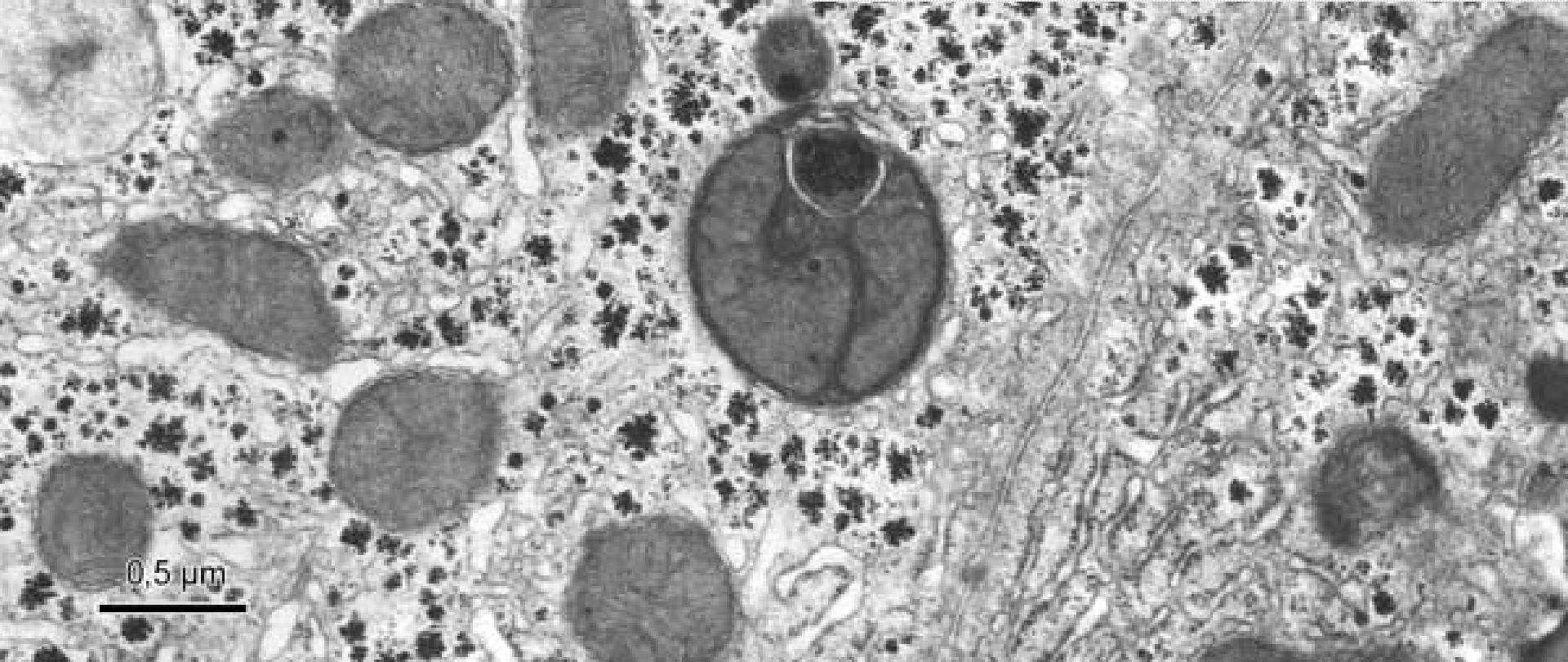
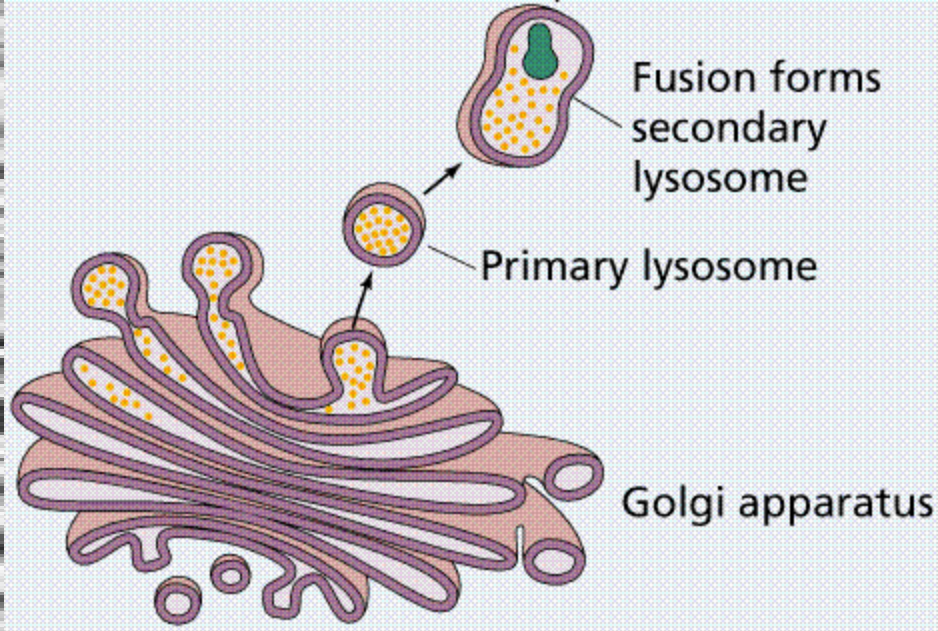
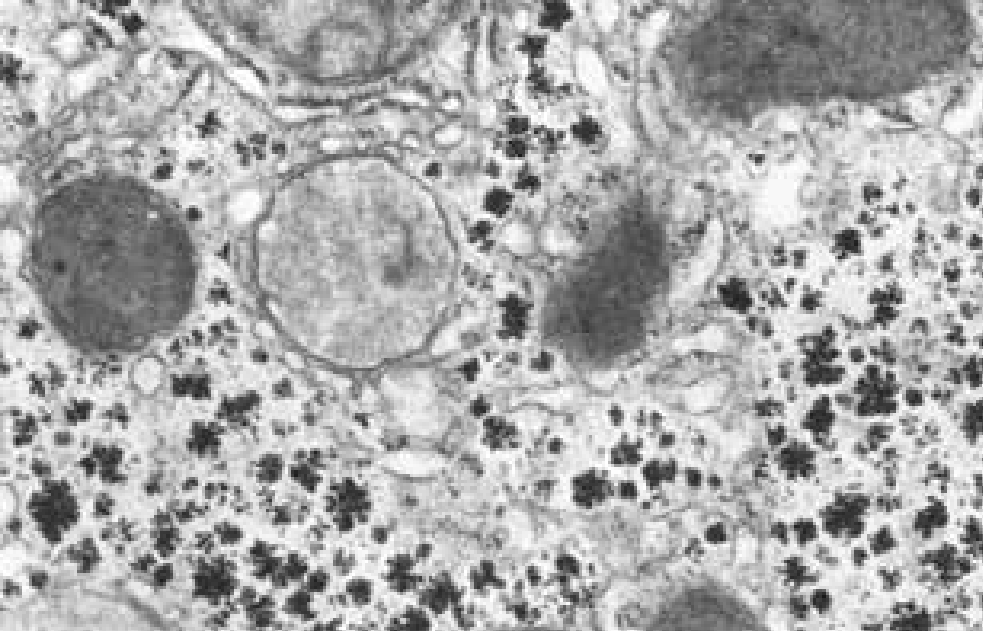


reziduální tělíčko



multives. tělíčko

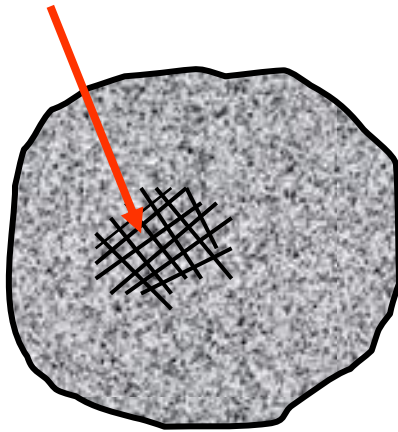




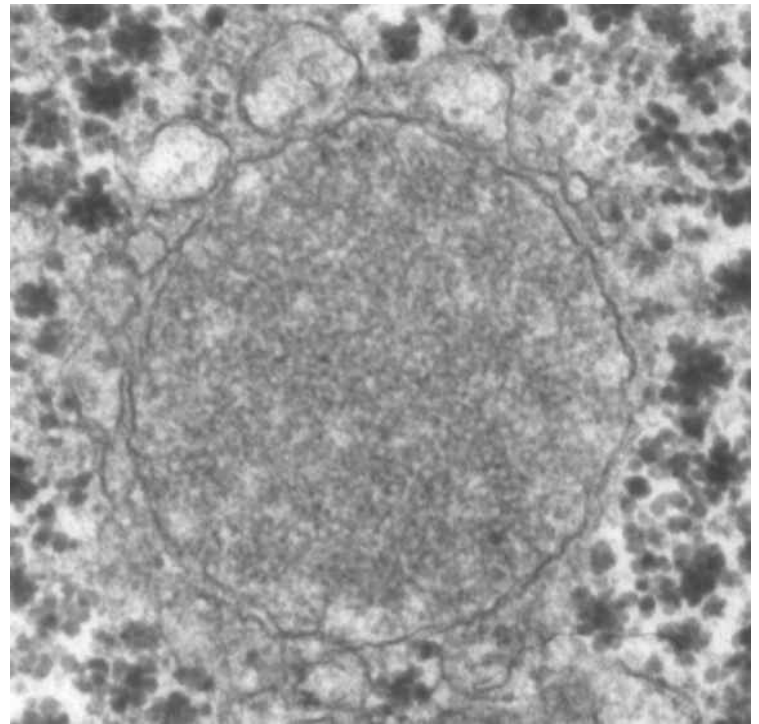
0,5 μm

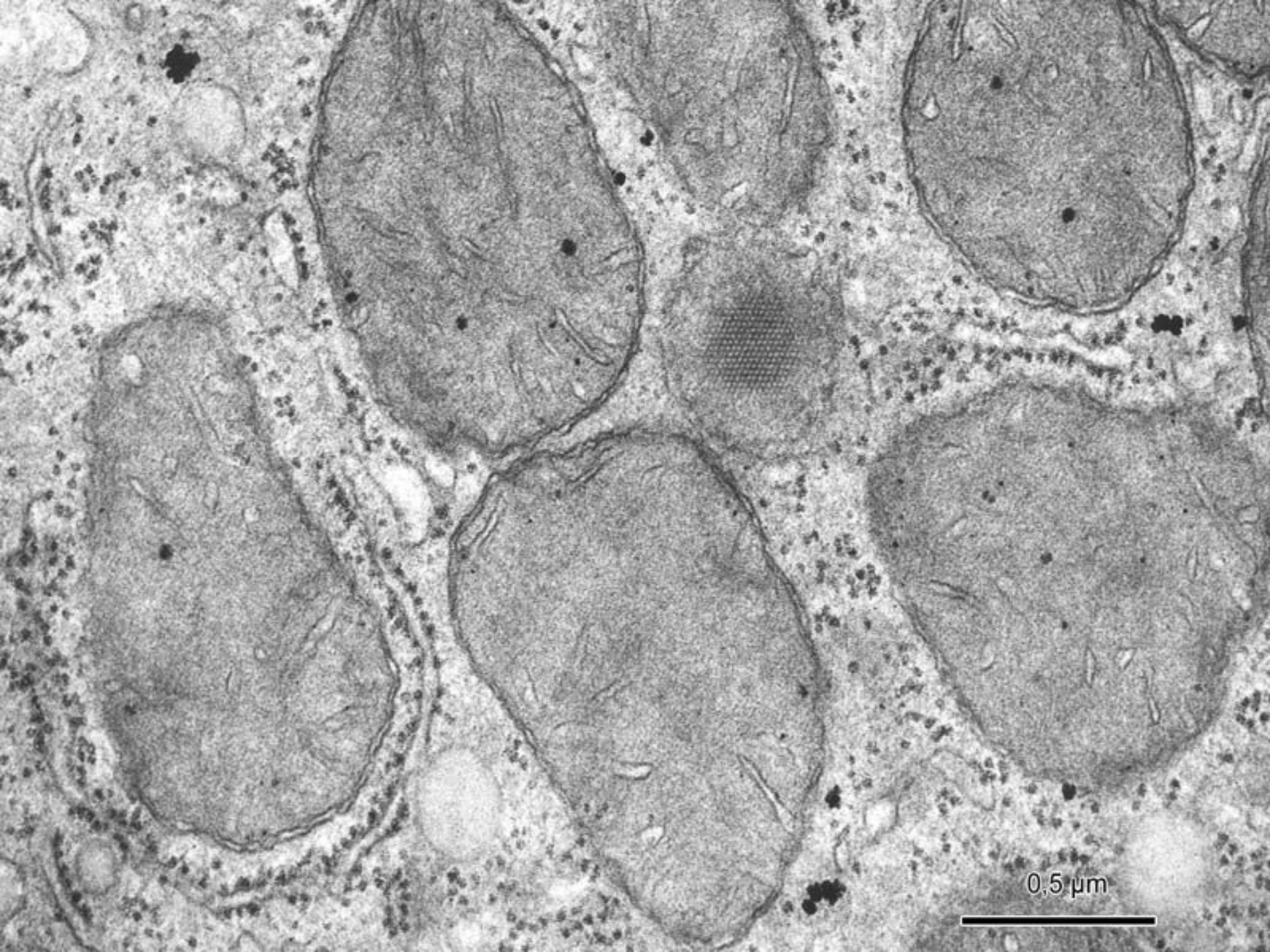
Peroxisomy (mikrotělíska)

- Váčky – 0,1 - 0,5 μm \emptyset , jednoduchá membrána, matrix s oxidativními enzymy (peroxidáza, kataláza, urikáza aj.)

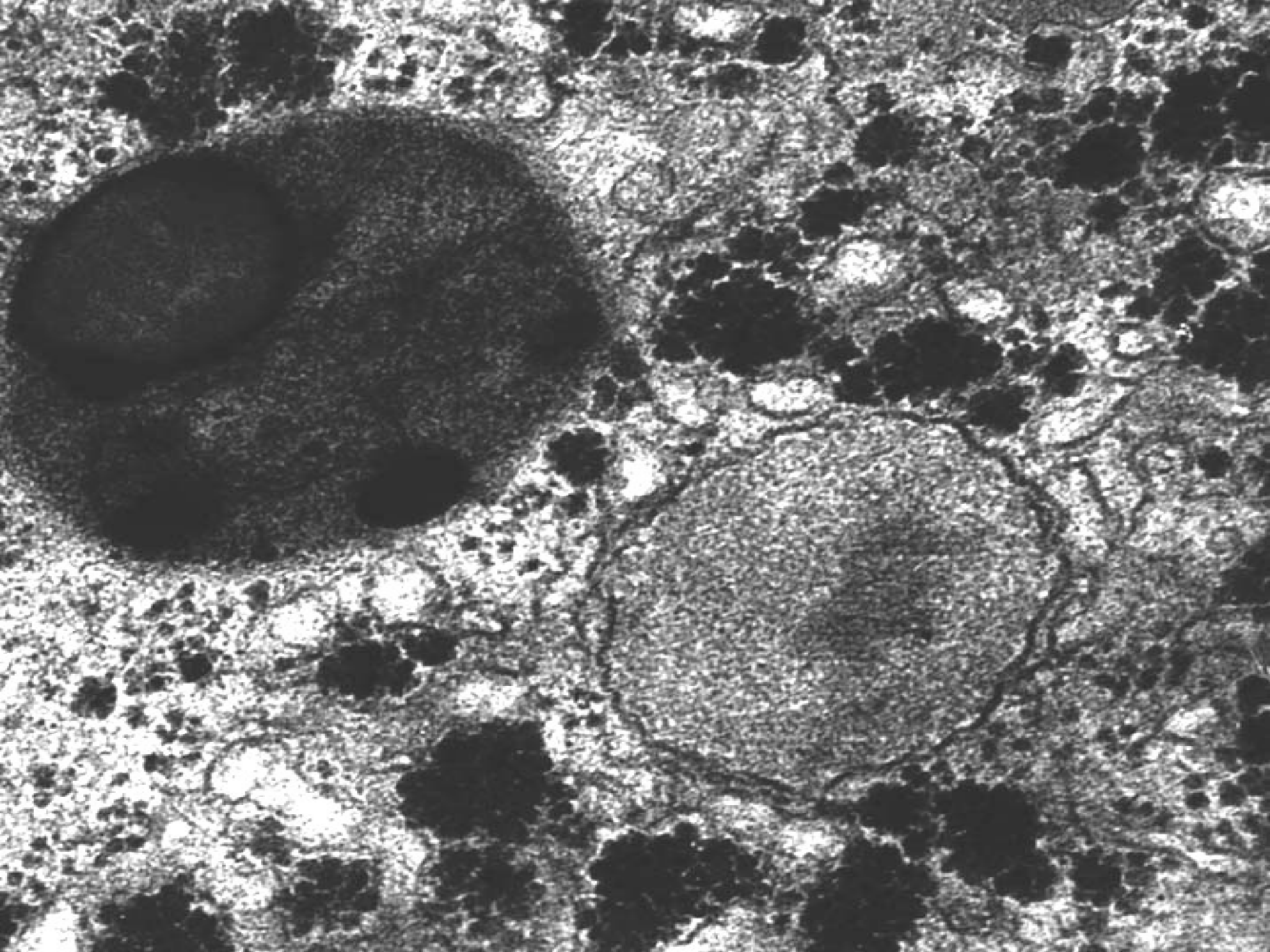


- [nukleoid = *krystaloid*]





0,5 μm

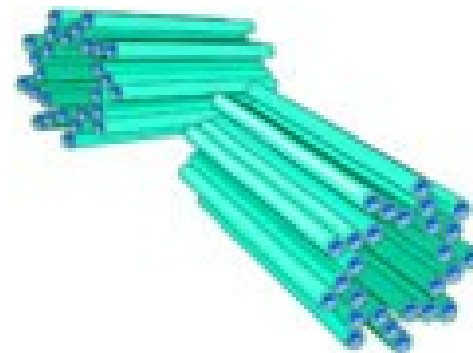
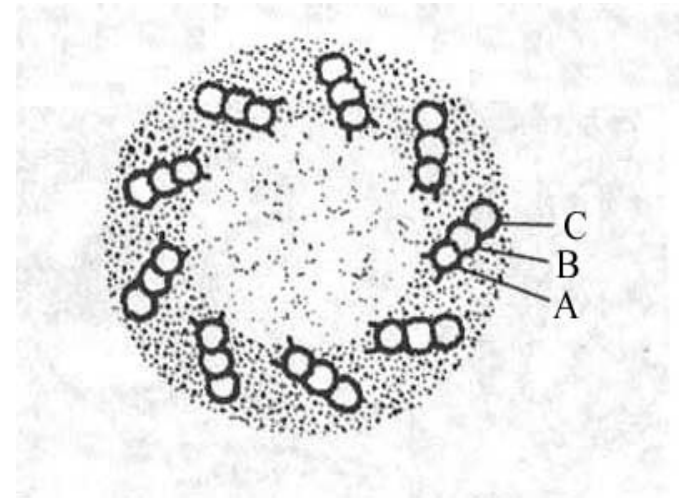


Funkce lyzozomů a peroxisomů

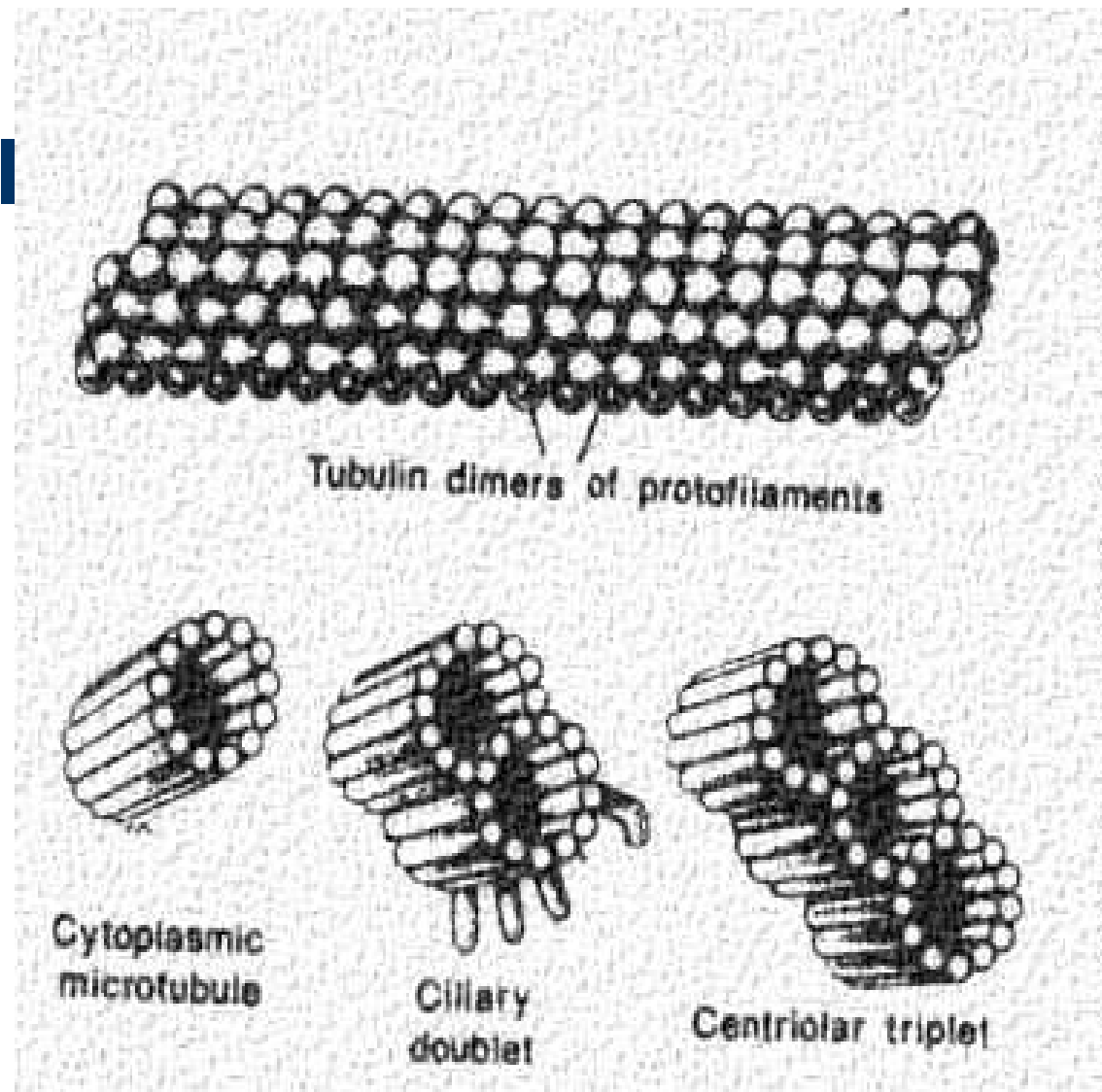
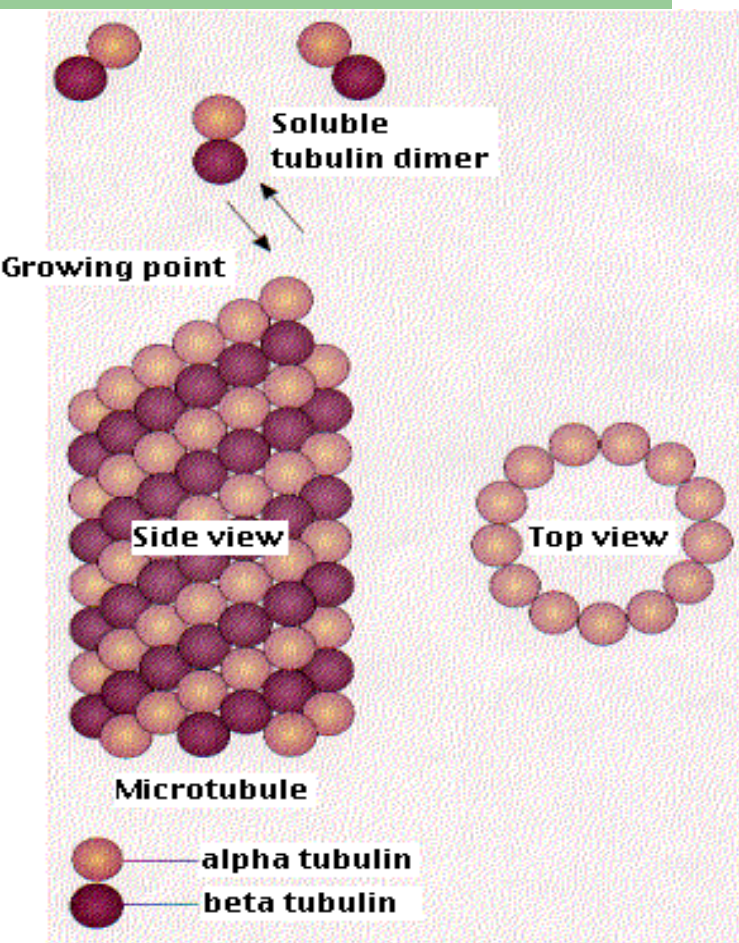
- **Ly** – intracelulární digesce endo- a exogenního materiálu
- **Pe** – detoxikace (rozklad H_2O_2 , štěpení purinů a MK)
 - účast na syntéze žlučových kyselin
 - účast na syntéze fosfolypidů

Centriol

- Tvar: cylindr (válec)
- Velikost: \varnothing 0,2 μm , délka 0,3 - 0,5 μm
- Stavba: 9 tripletů mikrotubulů po obvodu stěny centriolu
- Výskyt v buňce (v interfázi): 1 pár centriolů [„T“] v oblasti cytoplazmy = centrosoma (v blízkosti jádra)



triplet mikrotubulů



CCO

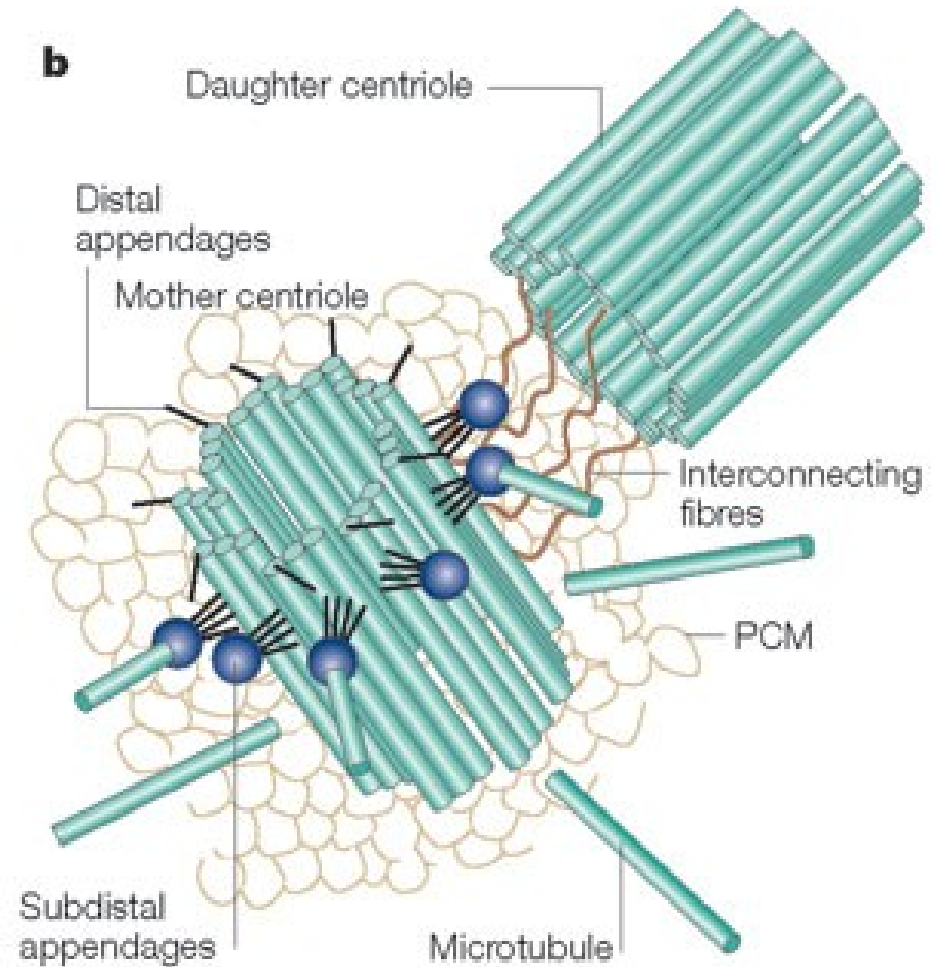
C B A mikrotubulus
10/10/13 protfilament

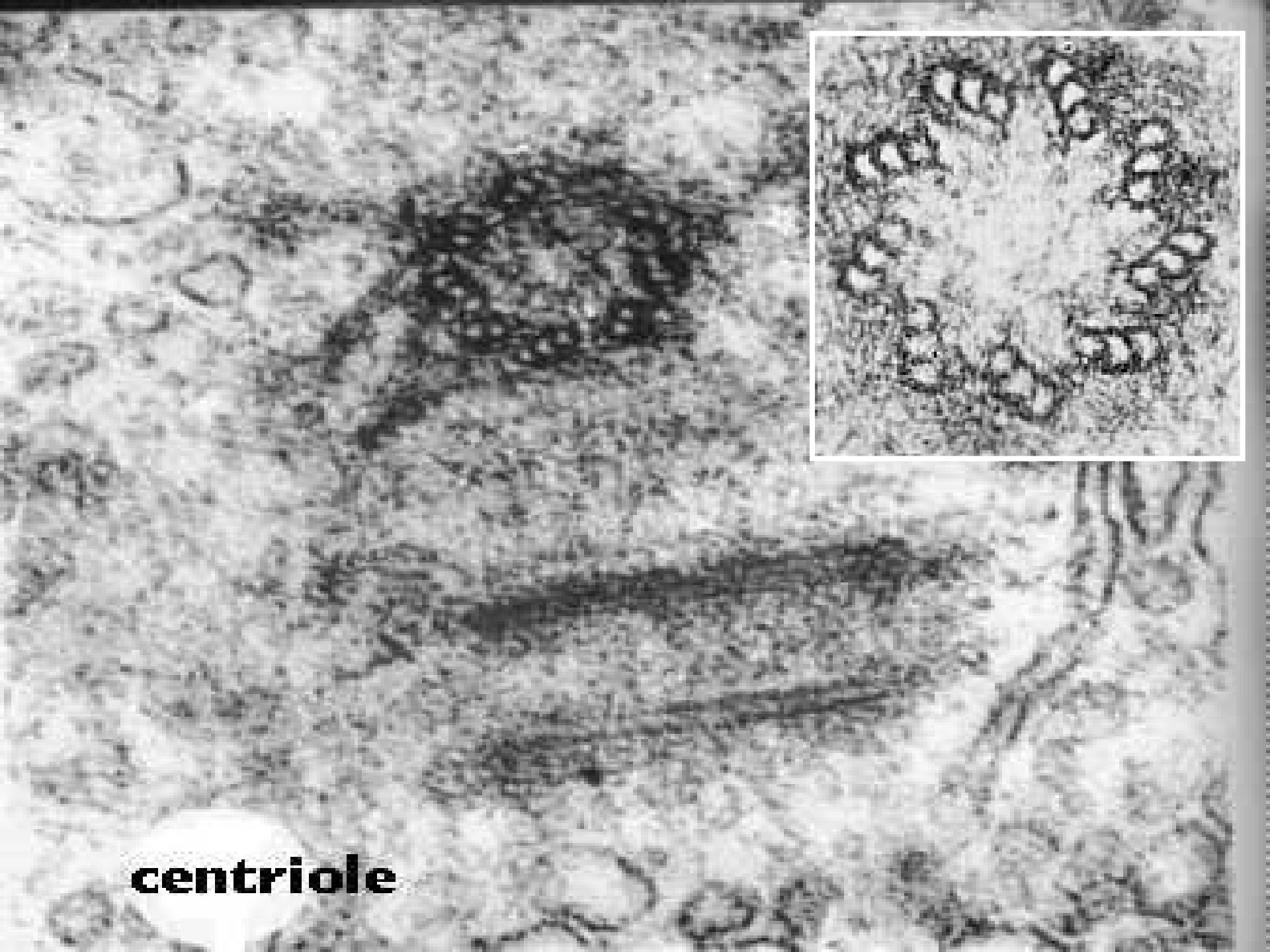
Struktura centriolu

a

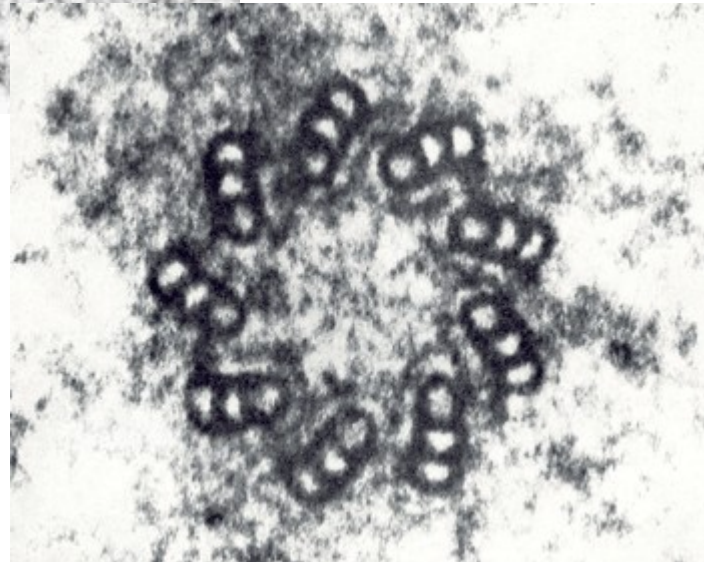
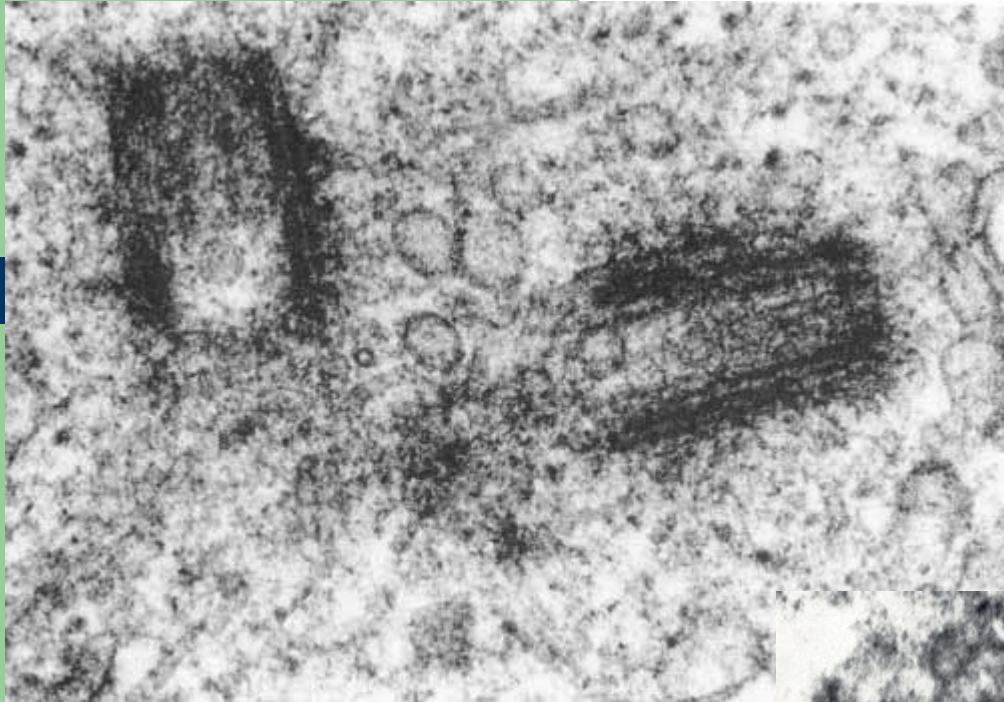


b





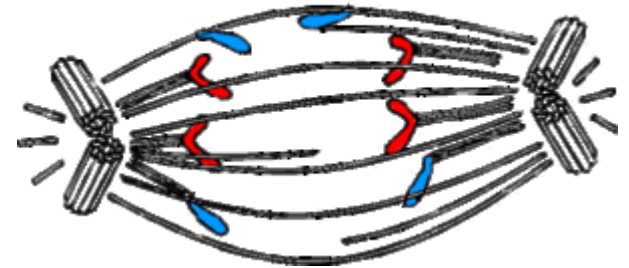
centriole



Funkce centriolů

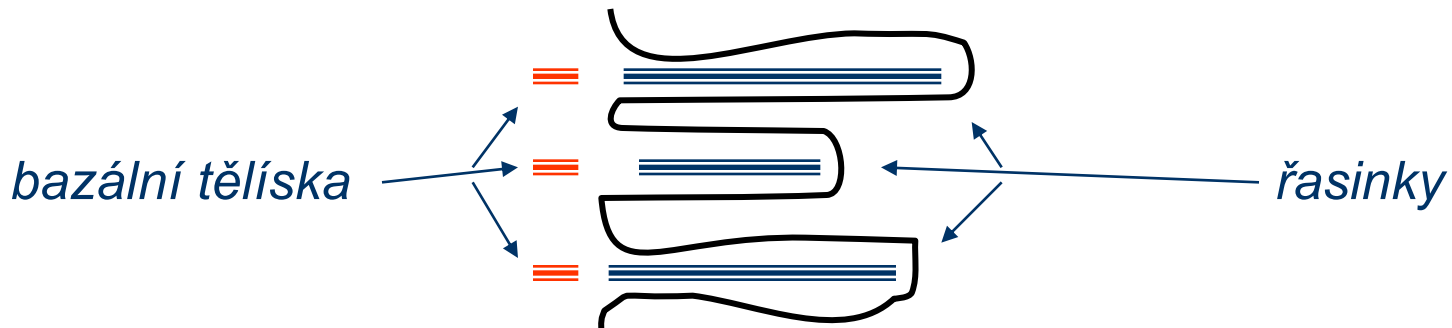
Duplikace centriolů v průběhu dělení buňky

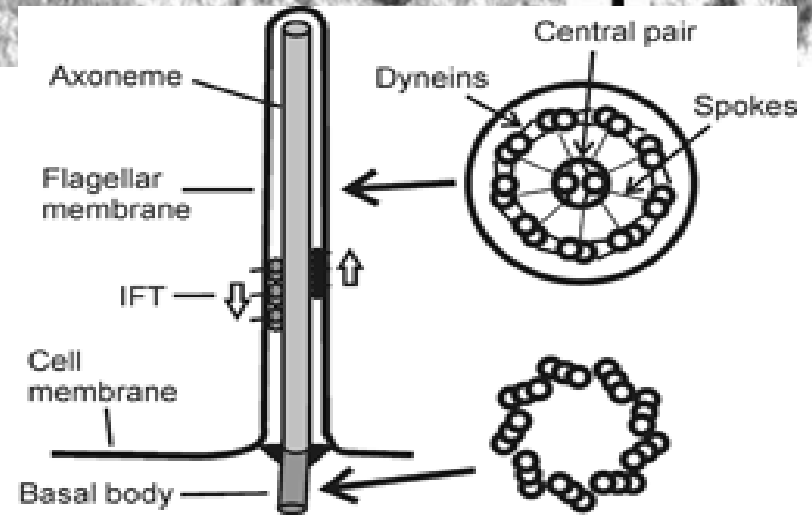
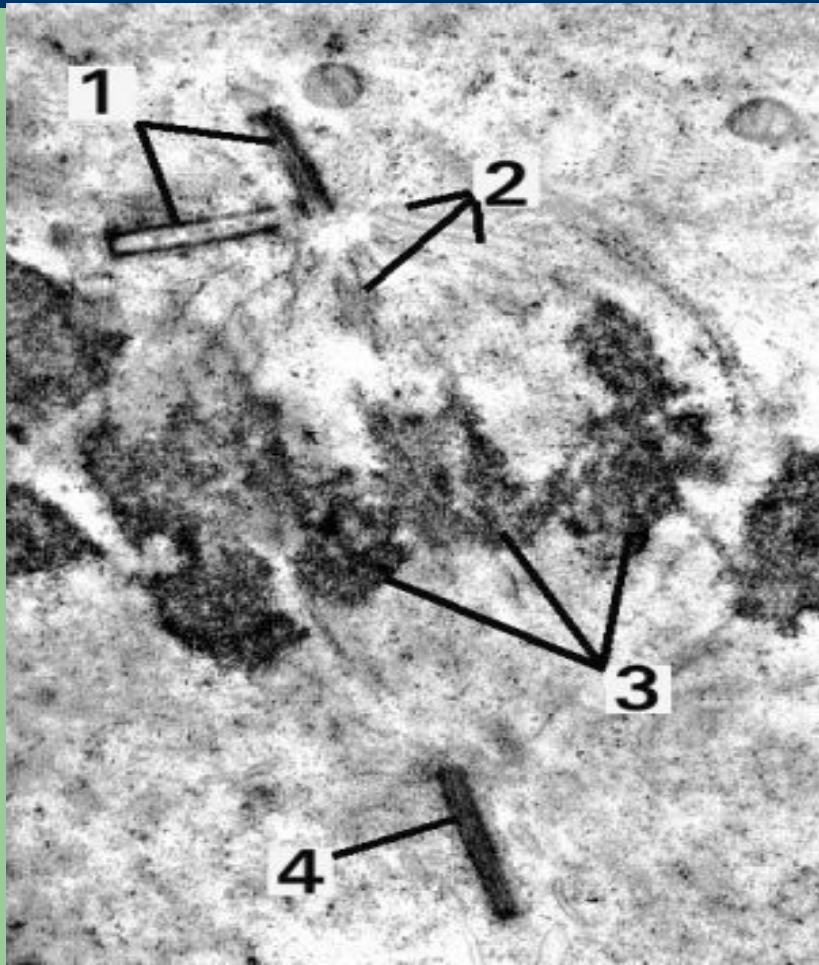
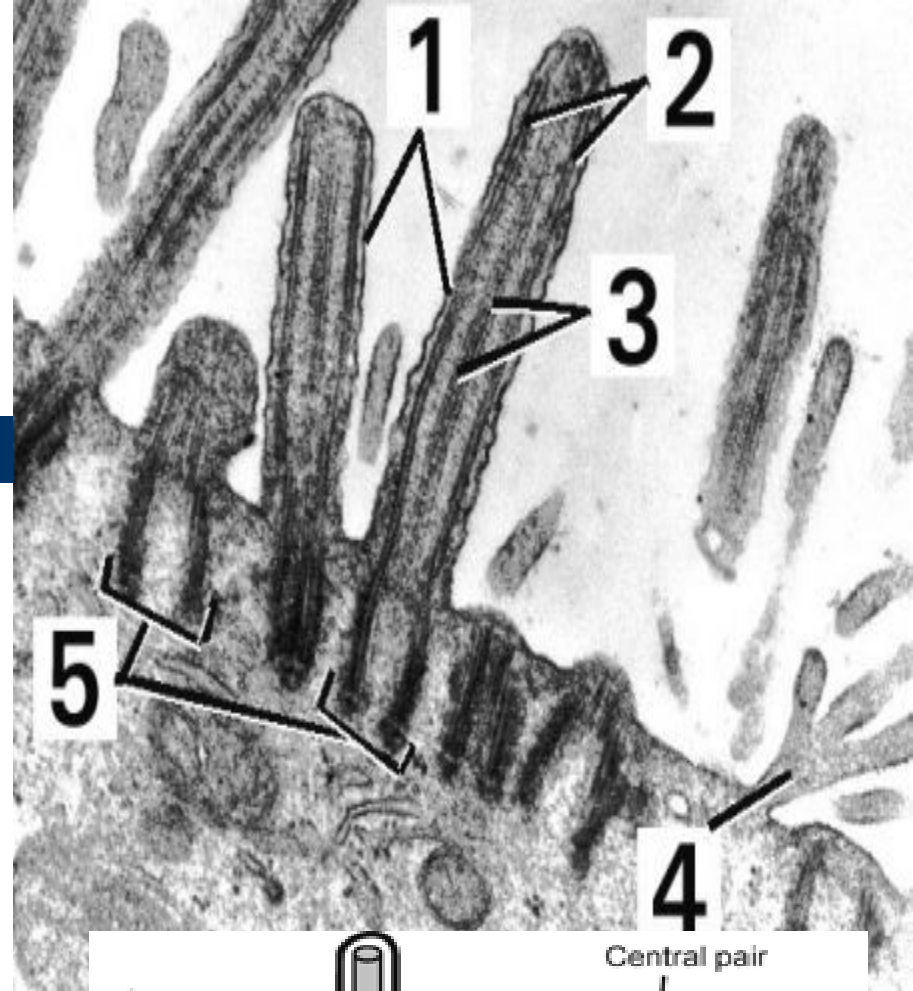
⇒ vznik dělicího vřeténka



Mnohočetná replikace centriolů v průběhu ciliogeneze

⇒ vznik bazálních tělísek řasinek





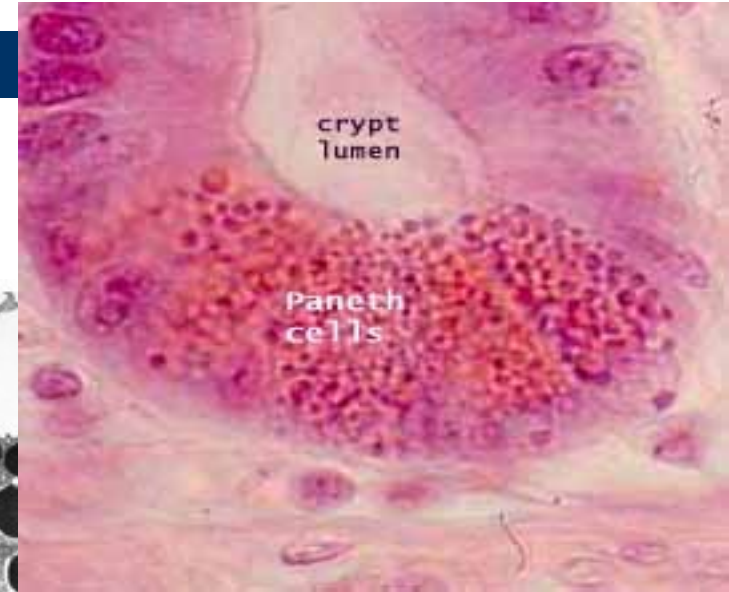
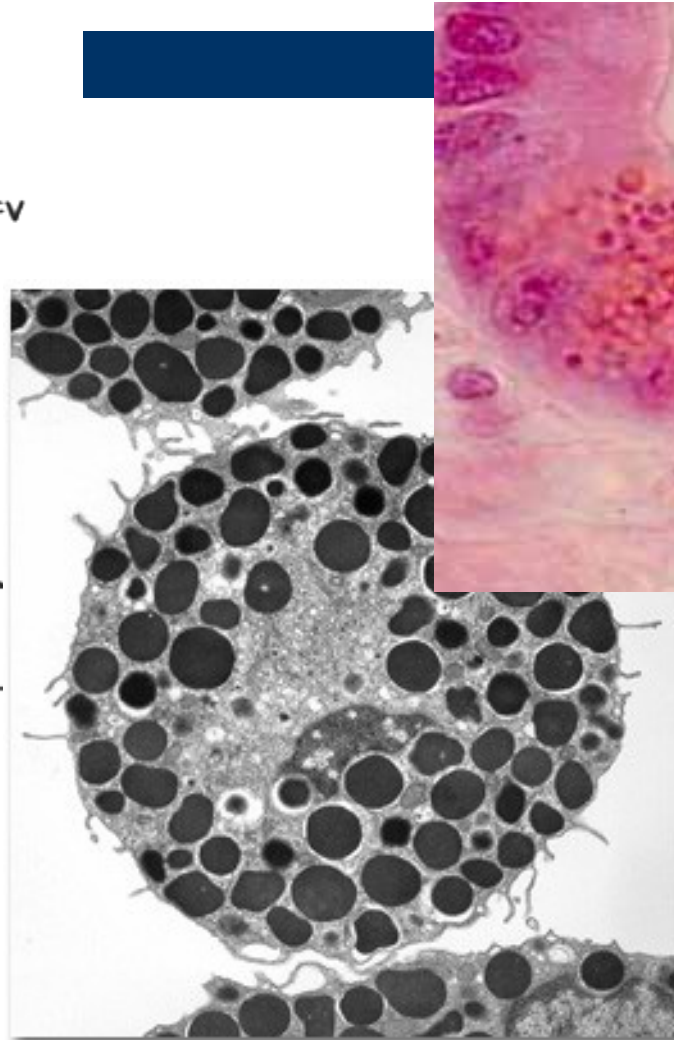
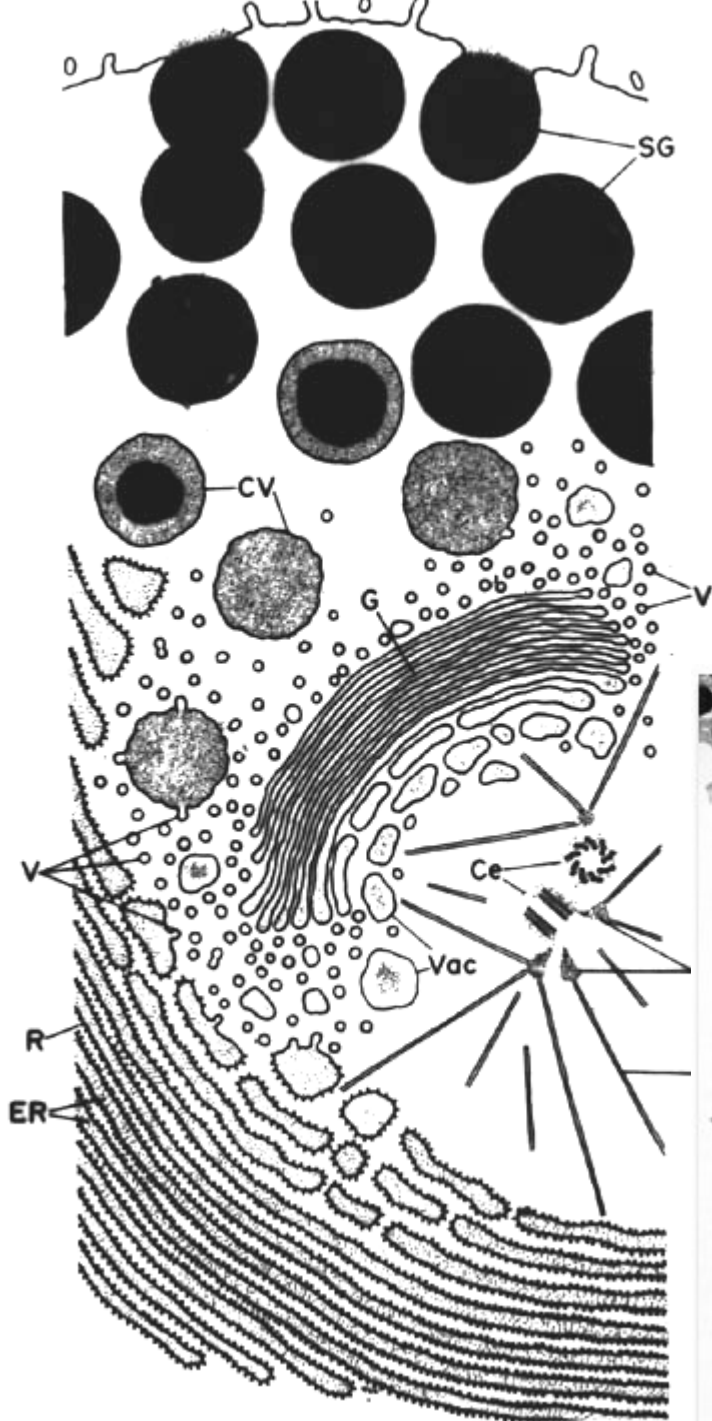
Inkluze

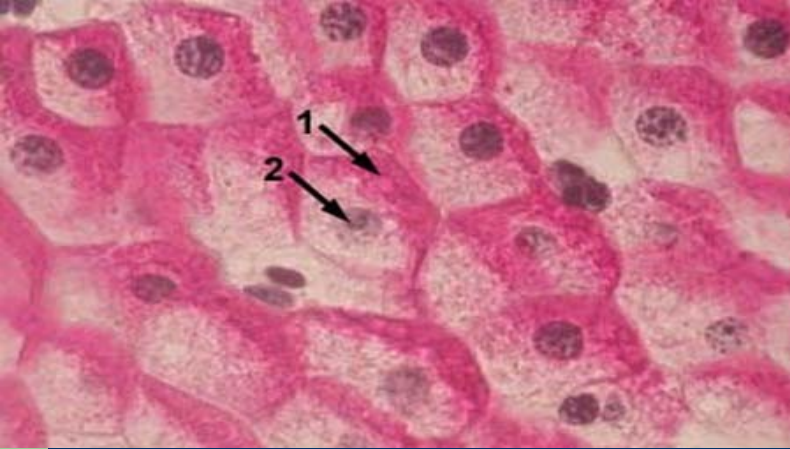
- přechodné (dočasné) součásti buňky
- nejsou obalené membránovou jenotkou
- nejsou pro buňku esenciální

Inkluze

- Sekreční granula
- Zásobní látky
 - glykogen
 - lipidové kapky
- Krystaly (proteiny)
- Pigmenty
 - endogenní
 - autogenní (melanin)
 - aj.
 - hematogenní
 - lipofuscin
 - exogenní – prach, barviva (karoteny), tetováž

Sekreční granula



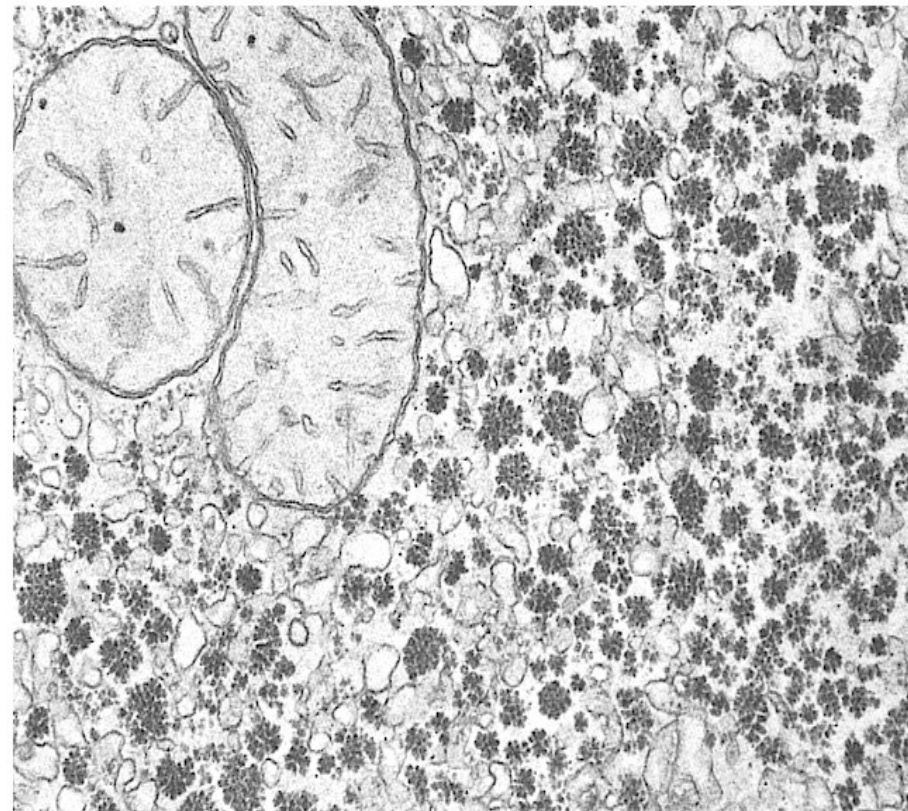
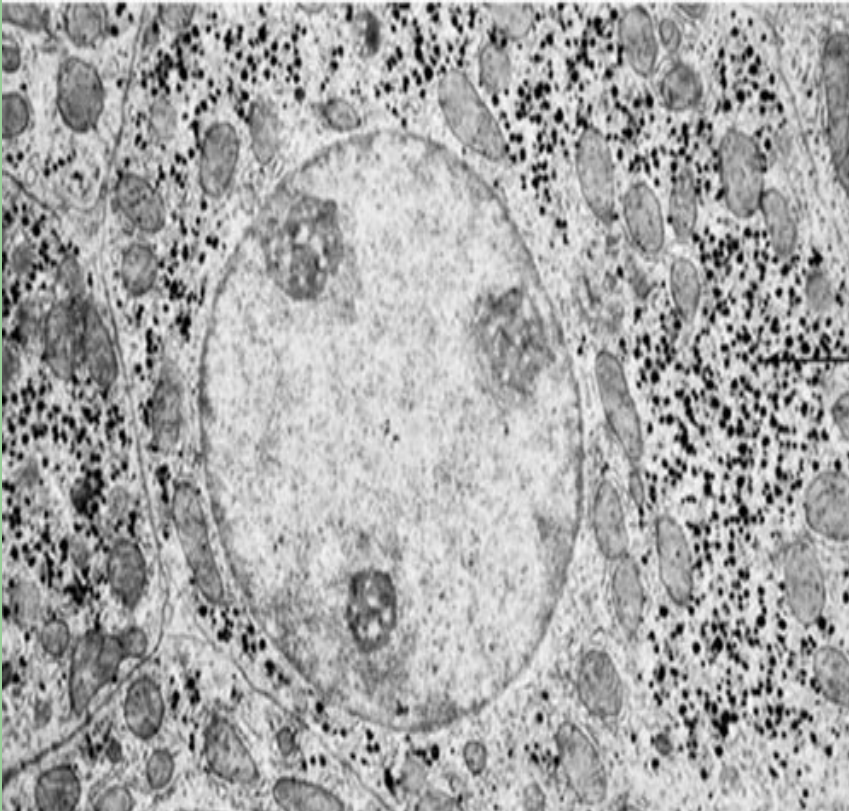


Glykogen

lineární, bohatě větvený polymer složený z molekul α -D glukosy

- β – granula (40 nm)

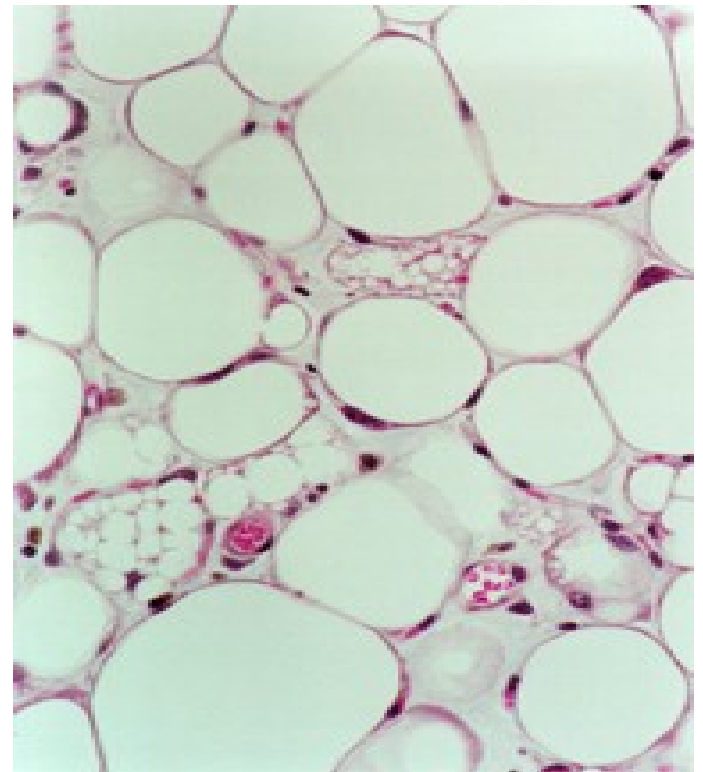
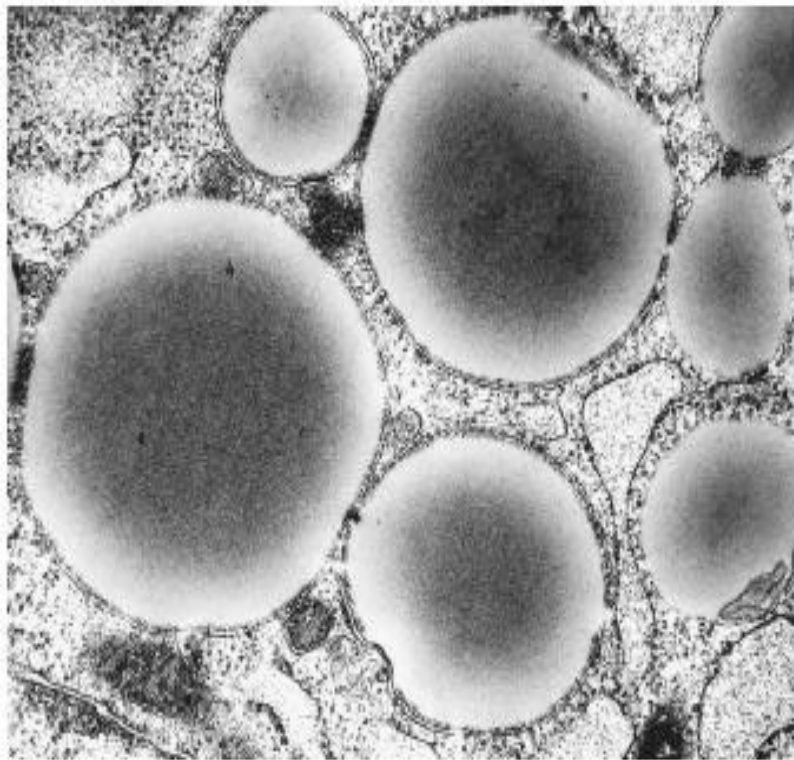
- α – granula (až 400 nm)

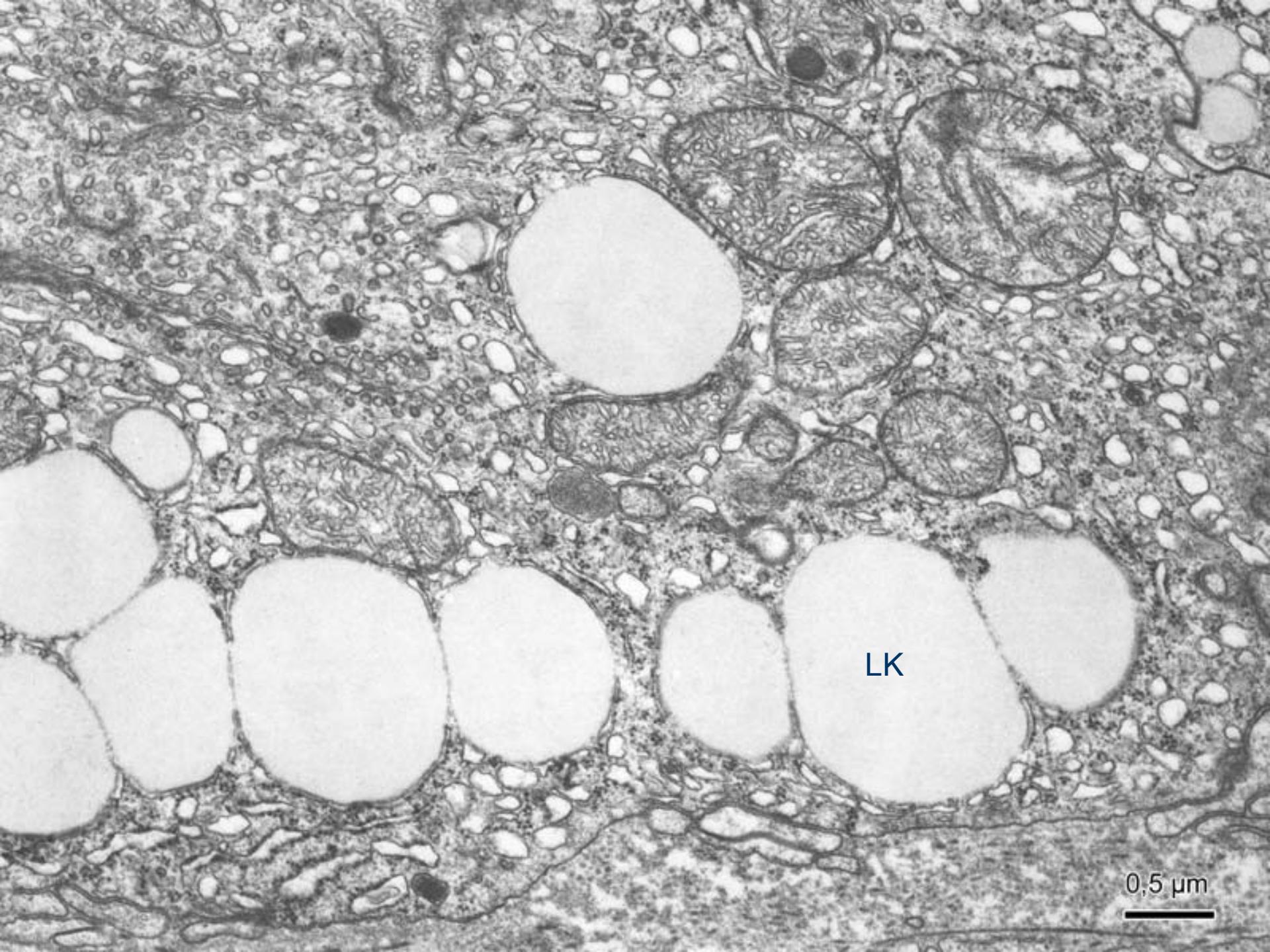




0,5 μm

Lipidové kapky



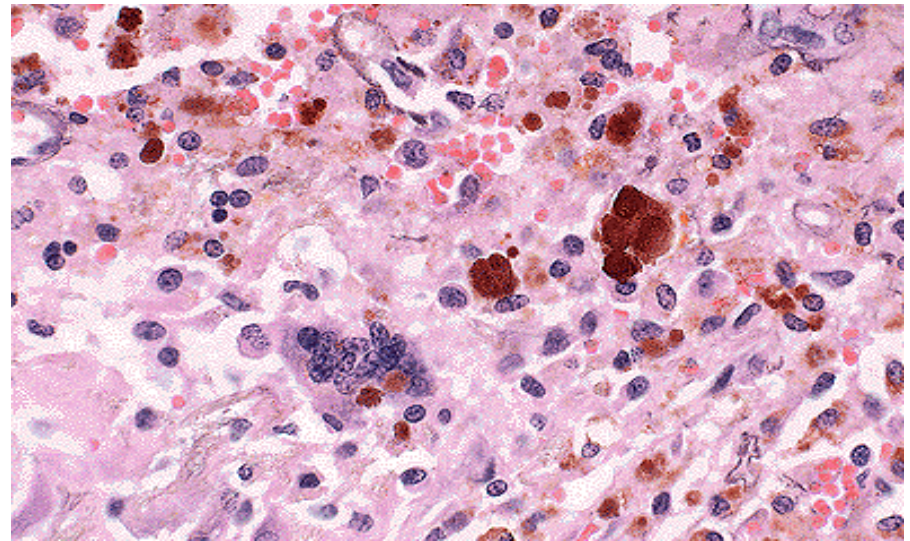
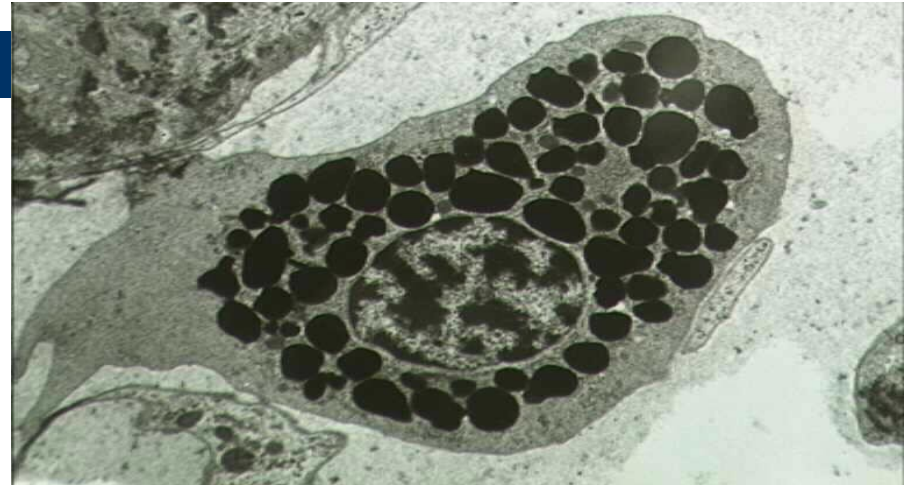
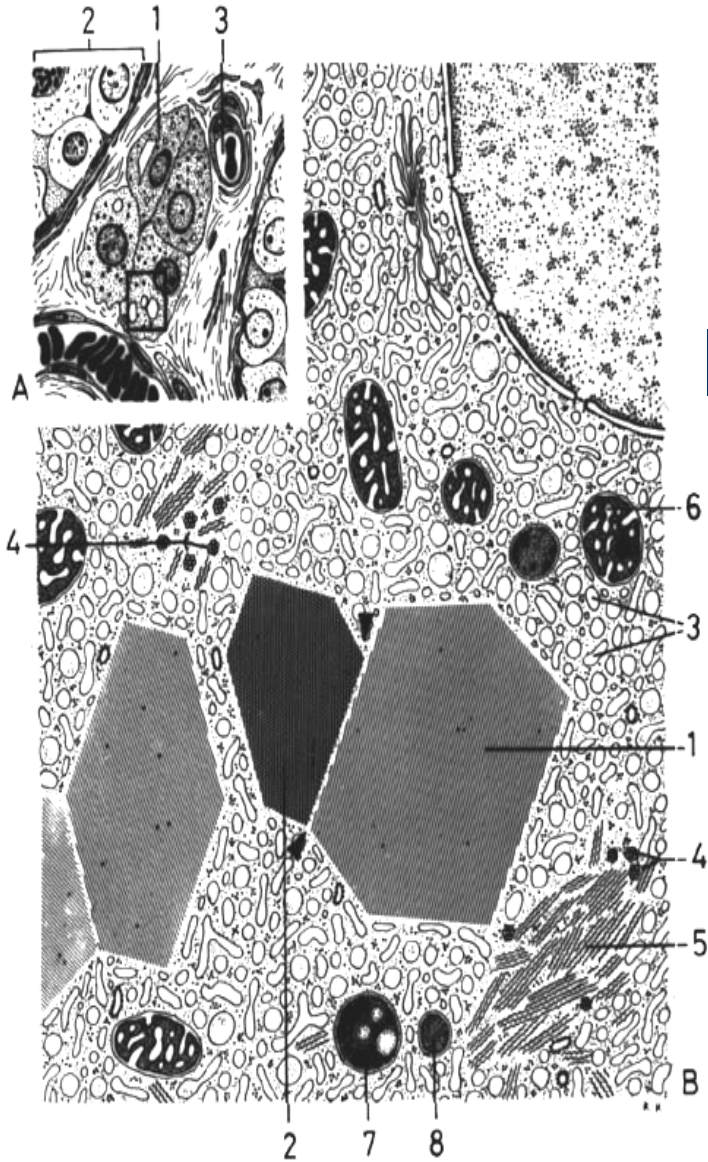


LK

0,5 μm

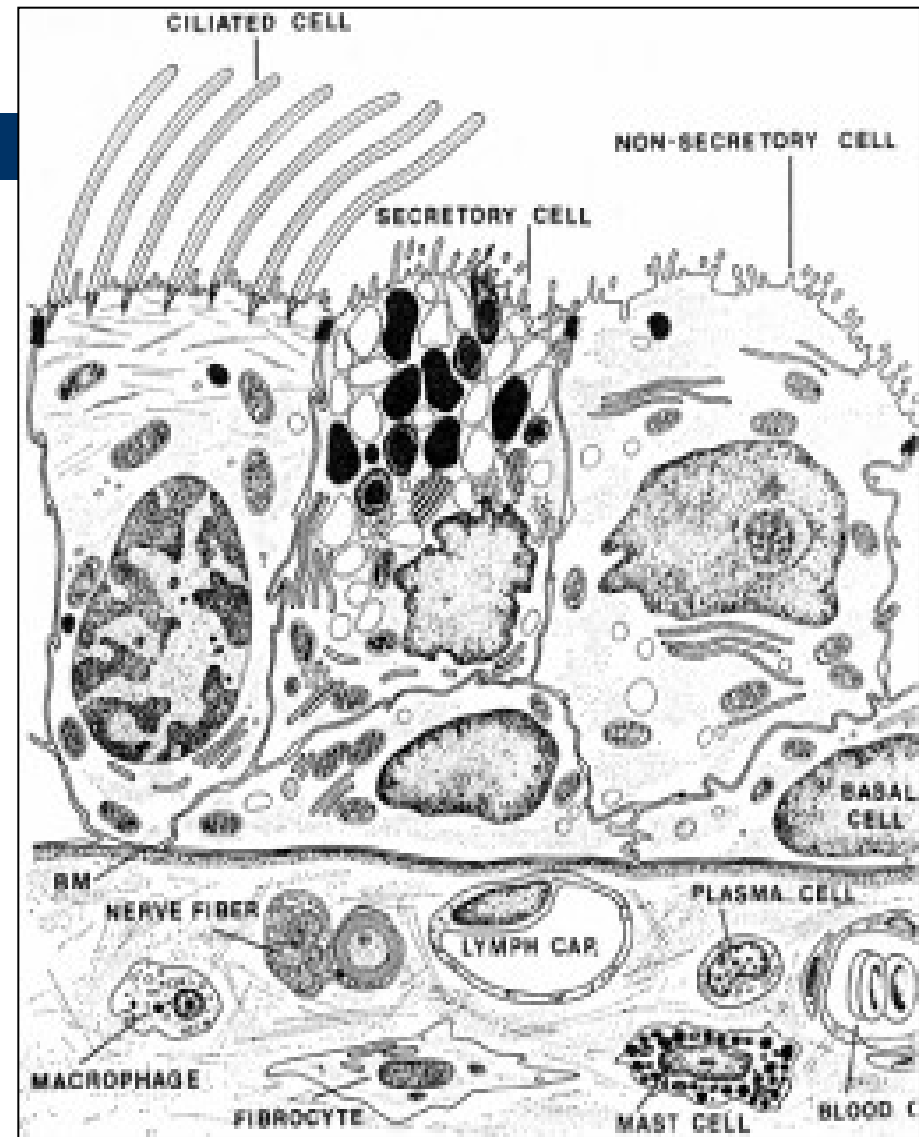


Krystaly a pigmenty



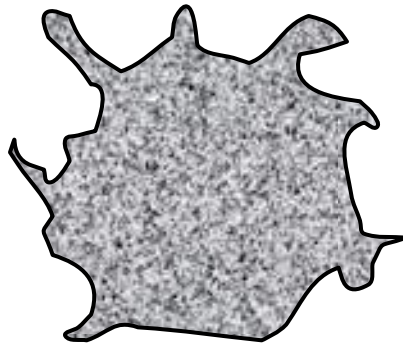
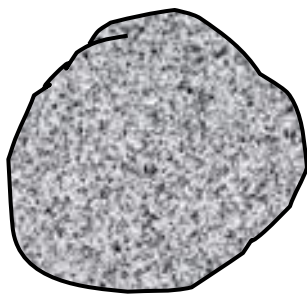
Buněčný povrch

- Volný povrch
 - hladký nebo s výběžky (mikrokilky, řasinky, bičíky)
- Povrch přivrácený k jiné buňce (laterální) – mezibuněčné spoje
- Bazální povrch (přivrácený k nebuněčné struktuře – lamina basalis nebo bazální membrána – poloviční spoje (hemidesmosomy))

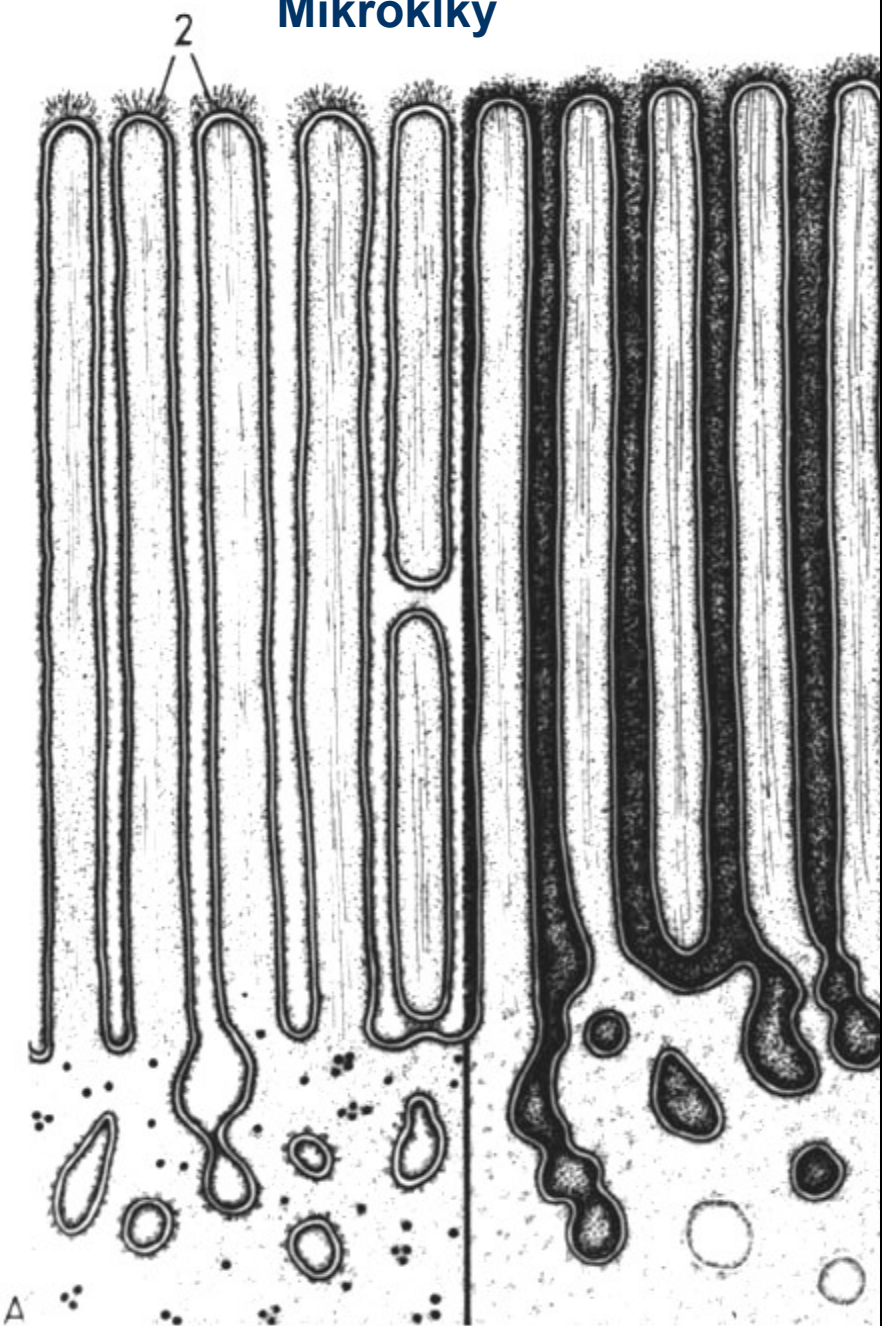


Volný povrch

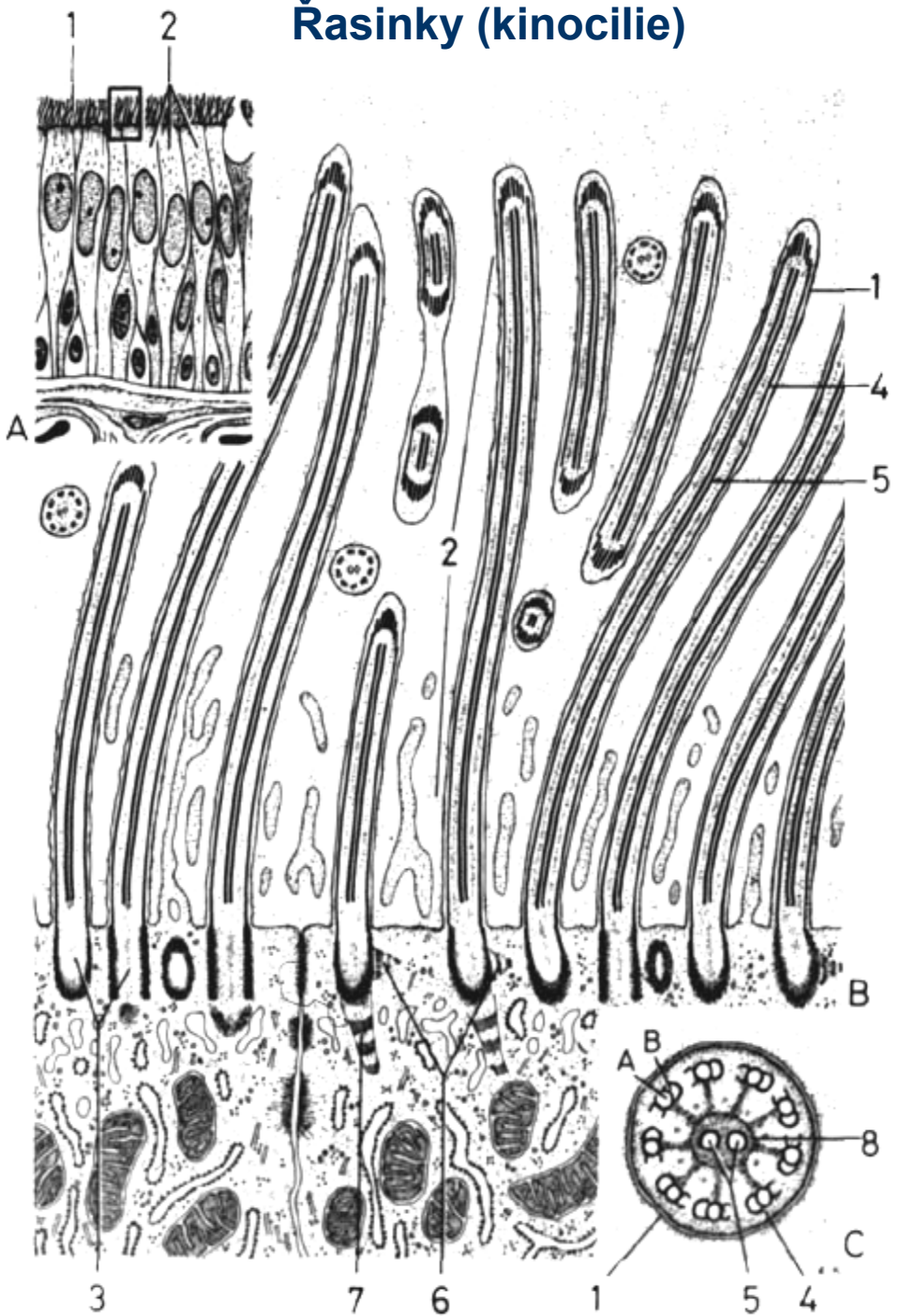
- hladký (rovný nebo členitý – *např. pseudopodie*)
- mikroklky
- kinocilie, flagella

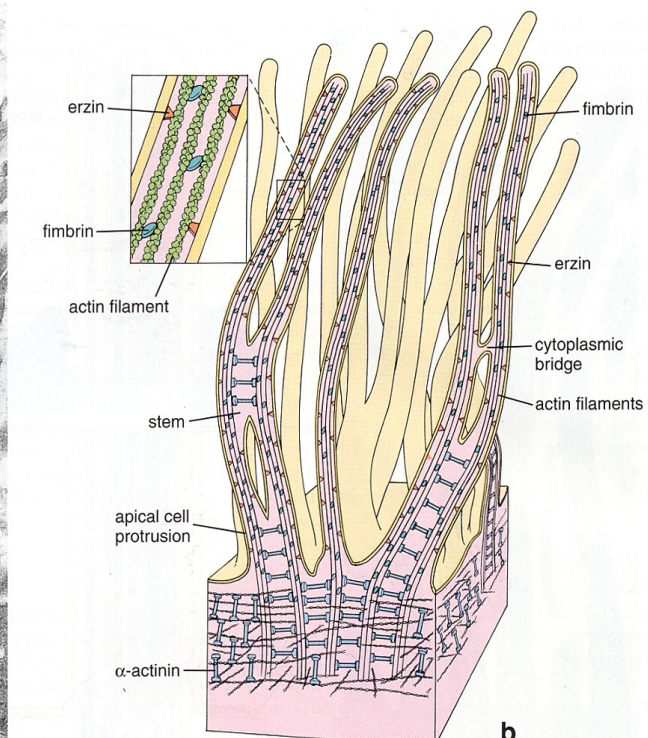
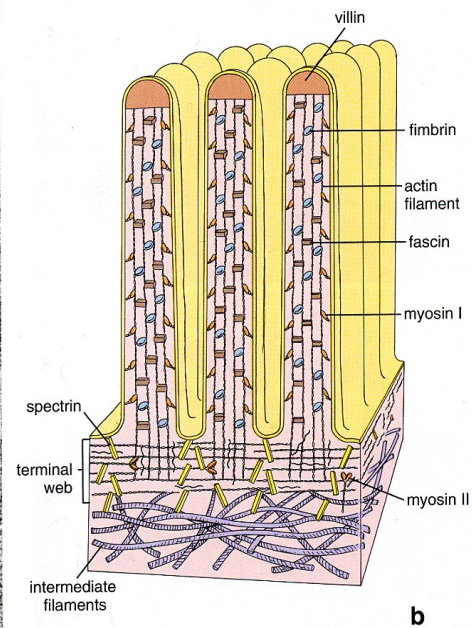


Mikroklky



Řasinky (kinocilie)

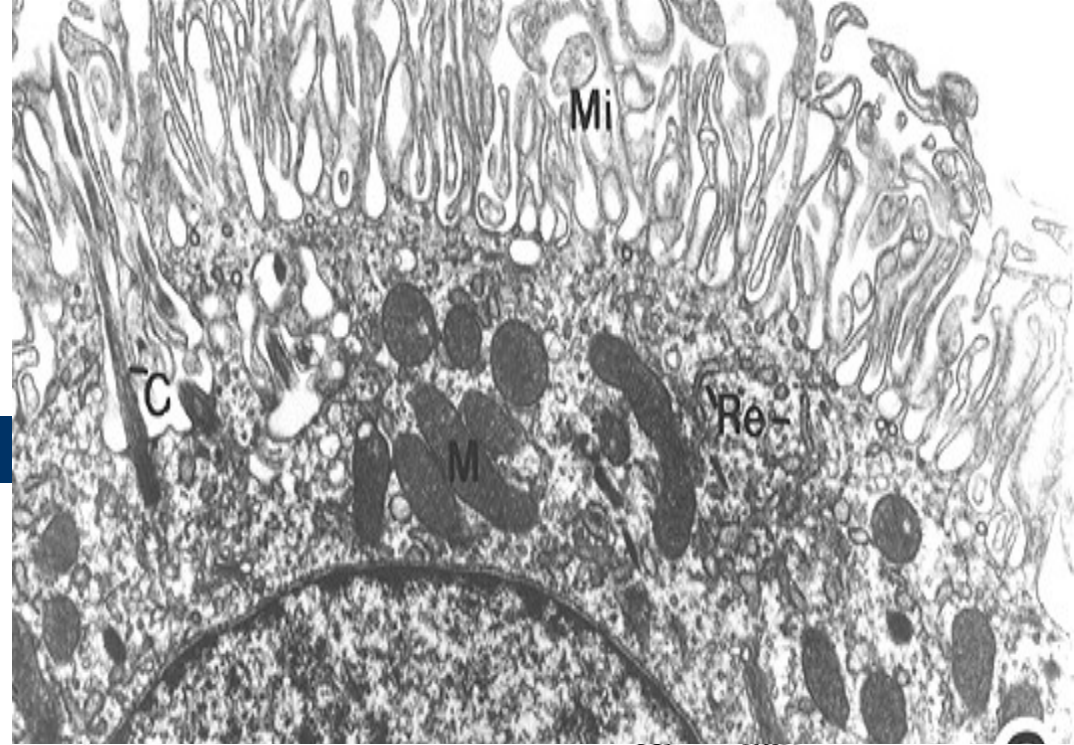




Mikroklky = výběžky cytoplazmy vyztužené aktinovými mikrofilamenty – dle uspořádání:

- krátké, nepravidelné
- žíhaná kutikula – *př. epitel. bb. střeva*
- kartáčový lem – *př. kanálky nefronu*
- stereocilie – *př. ductus deferens*

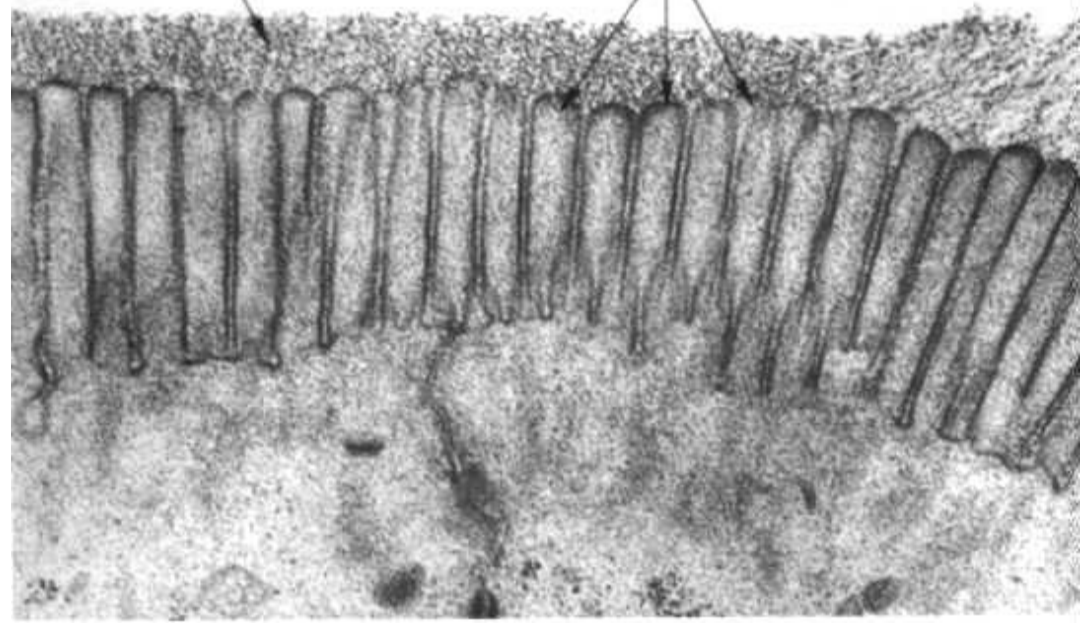
kartáčový lem



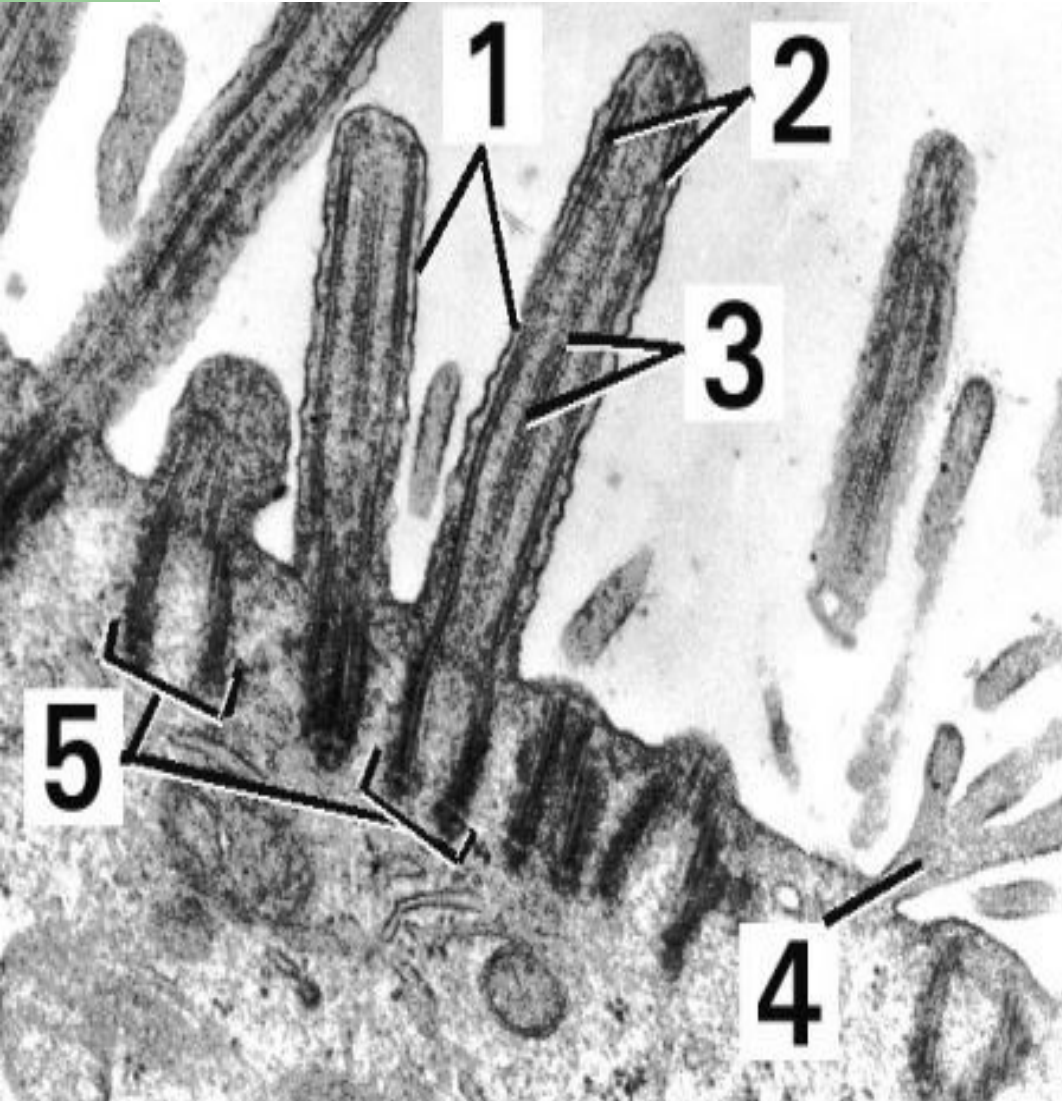
Glycocalyx

Microvilli

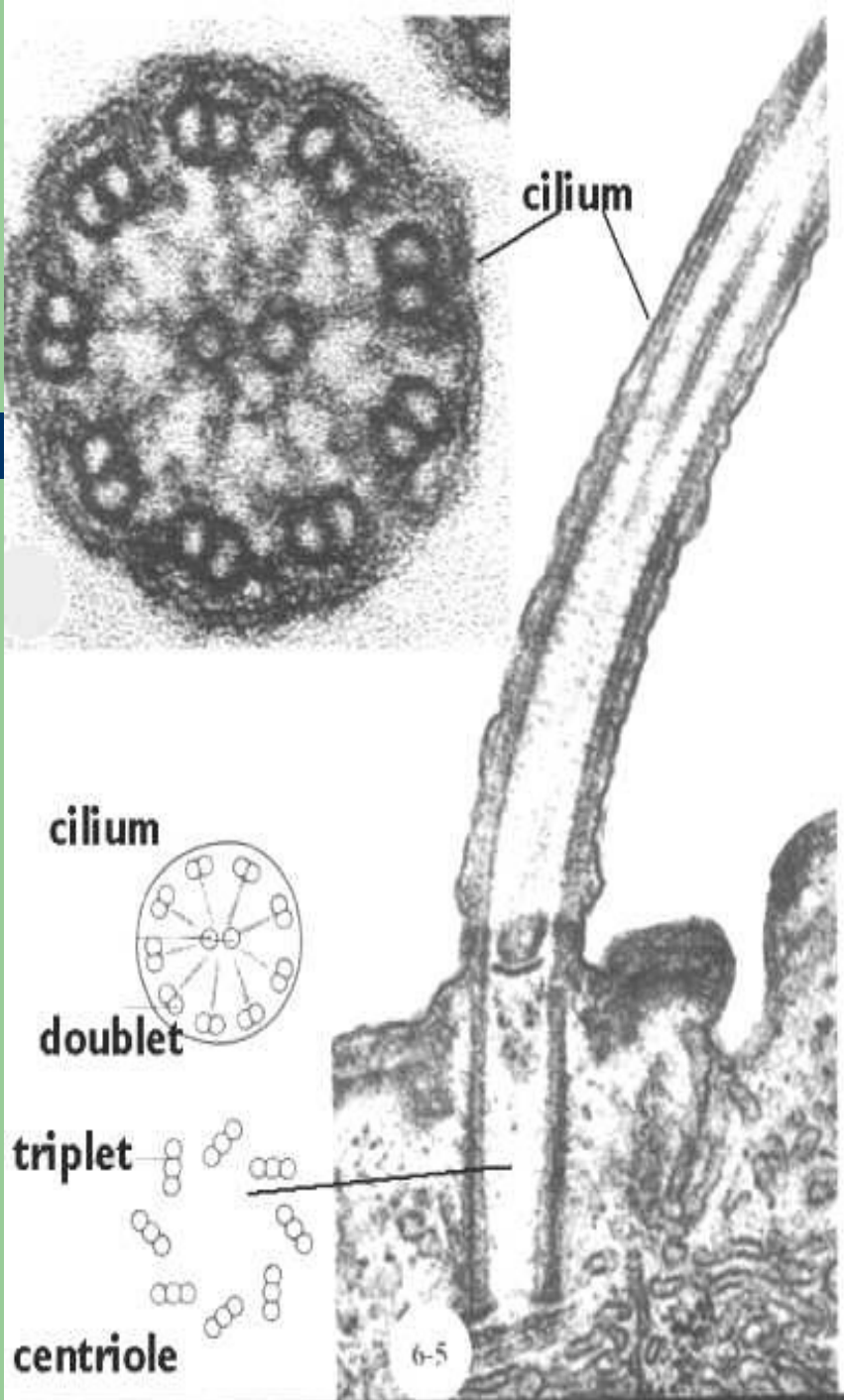
žíhaná kutikula



Kinocilium a flagellum (řasinka a bičík)



Řasinky, bičíky

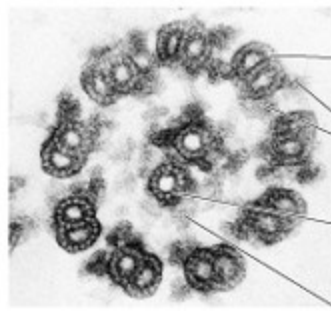


- Pohyblivé výběžky cytoplazmy vyztužené **mikrotubuly**:
9 dubletů + 1 centrální pár = **AXONEMA**
- **Bazální tělísko** = centriol
- Žíhaná nožka

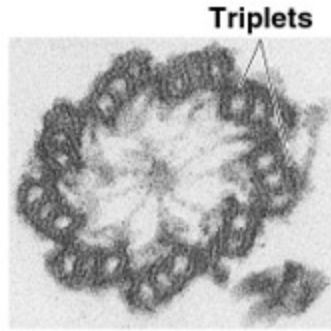


(a) 0.5 μm

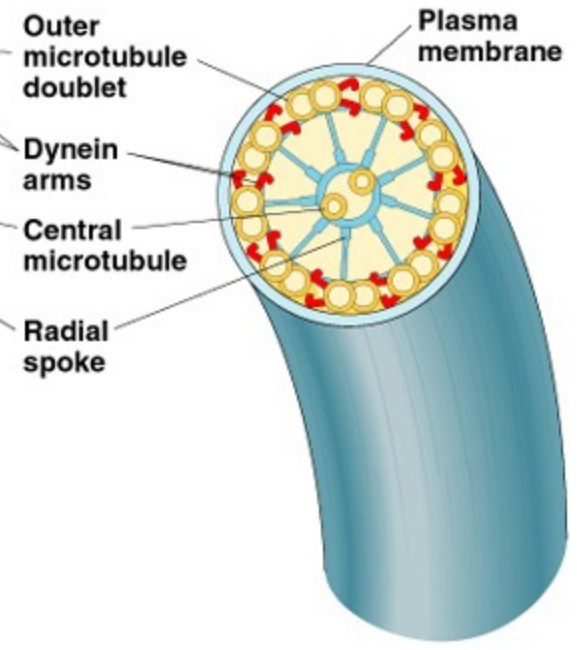
©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

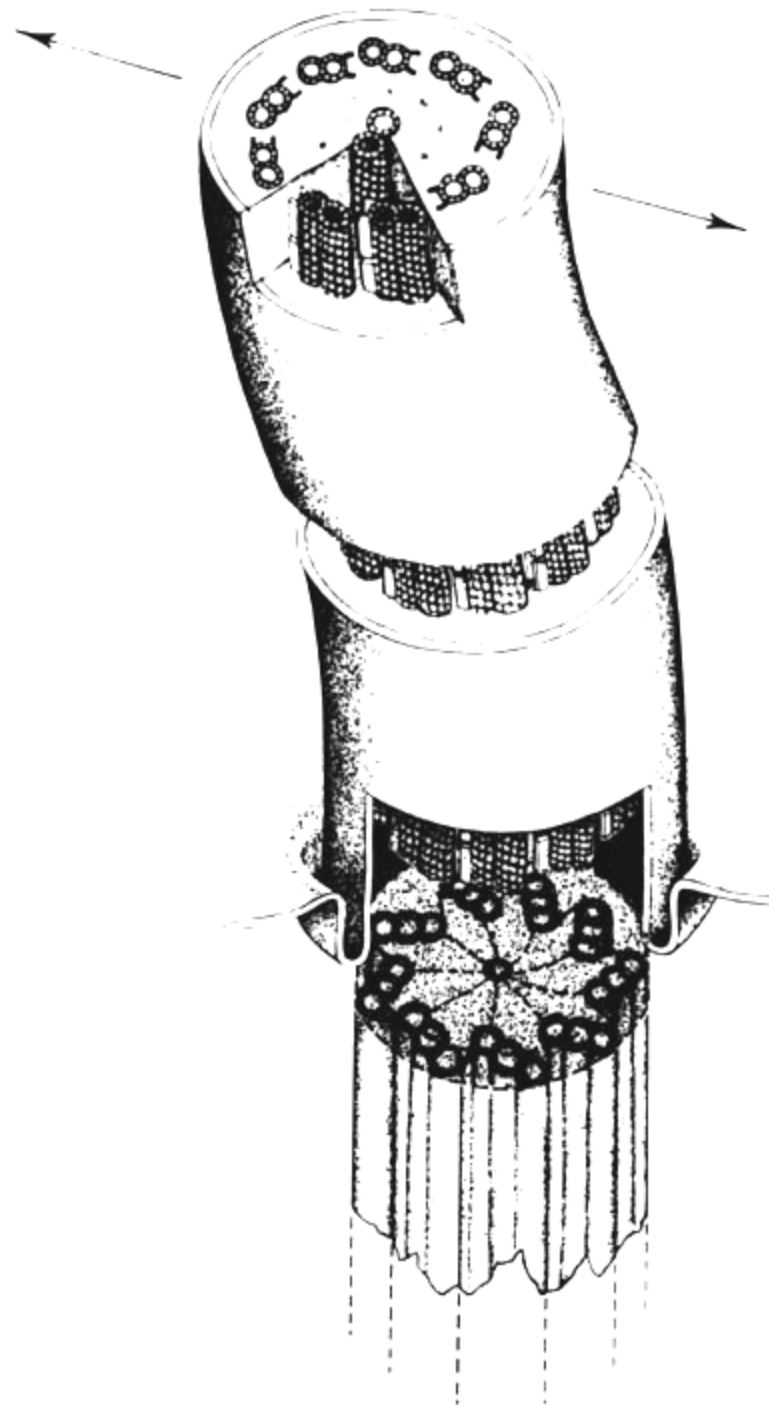
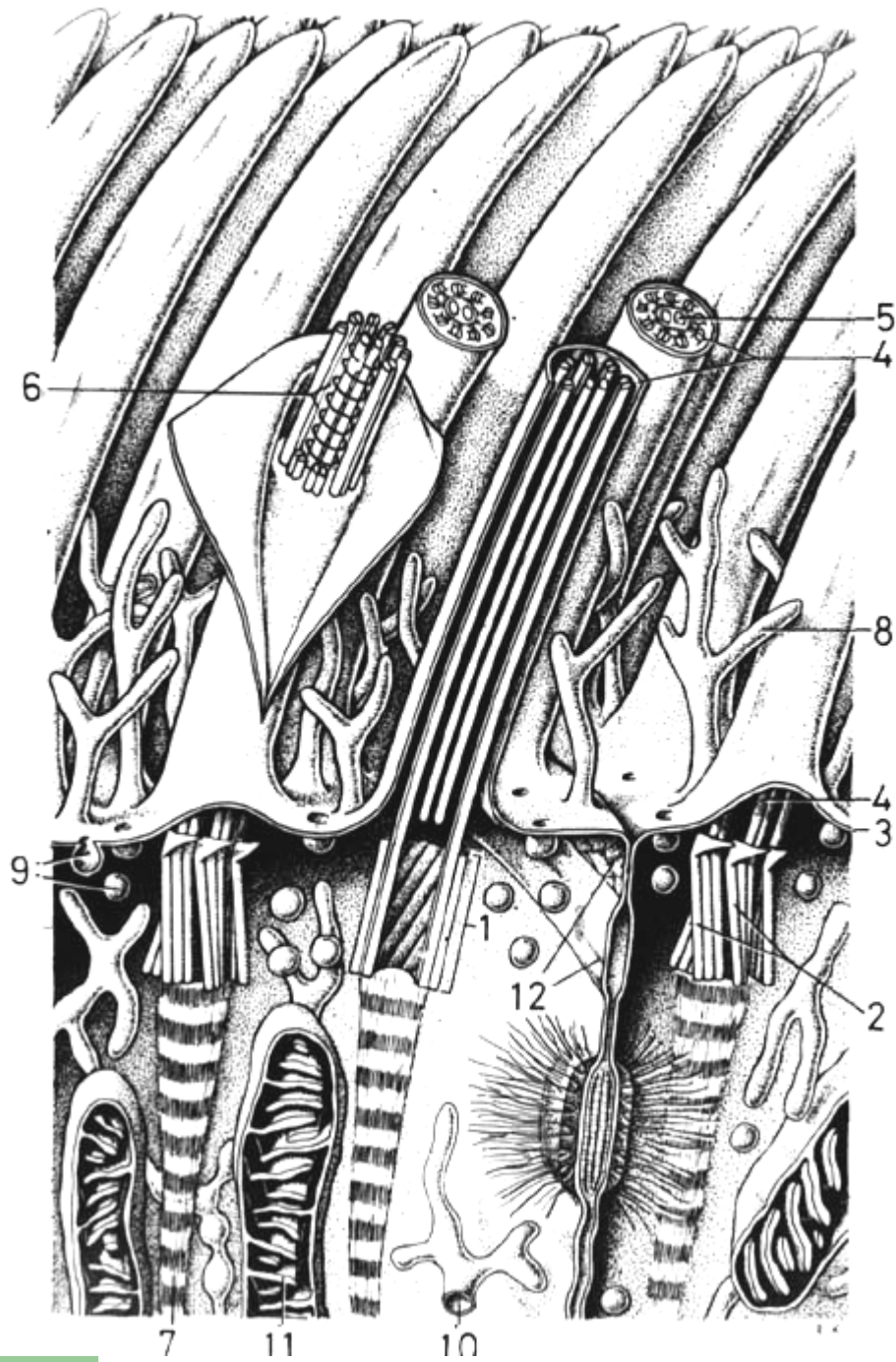


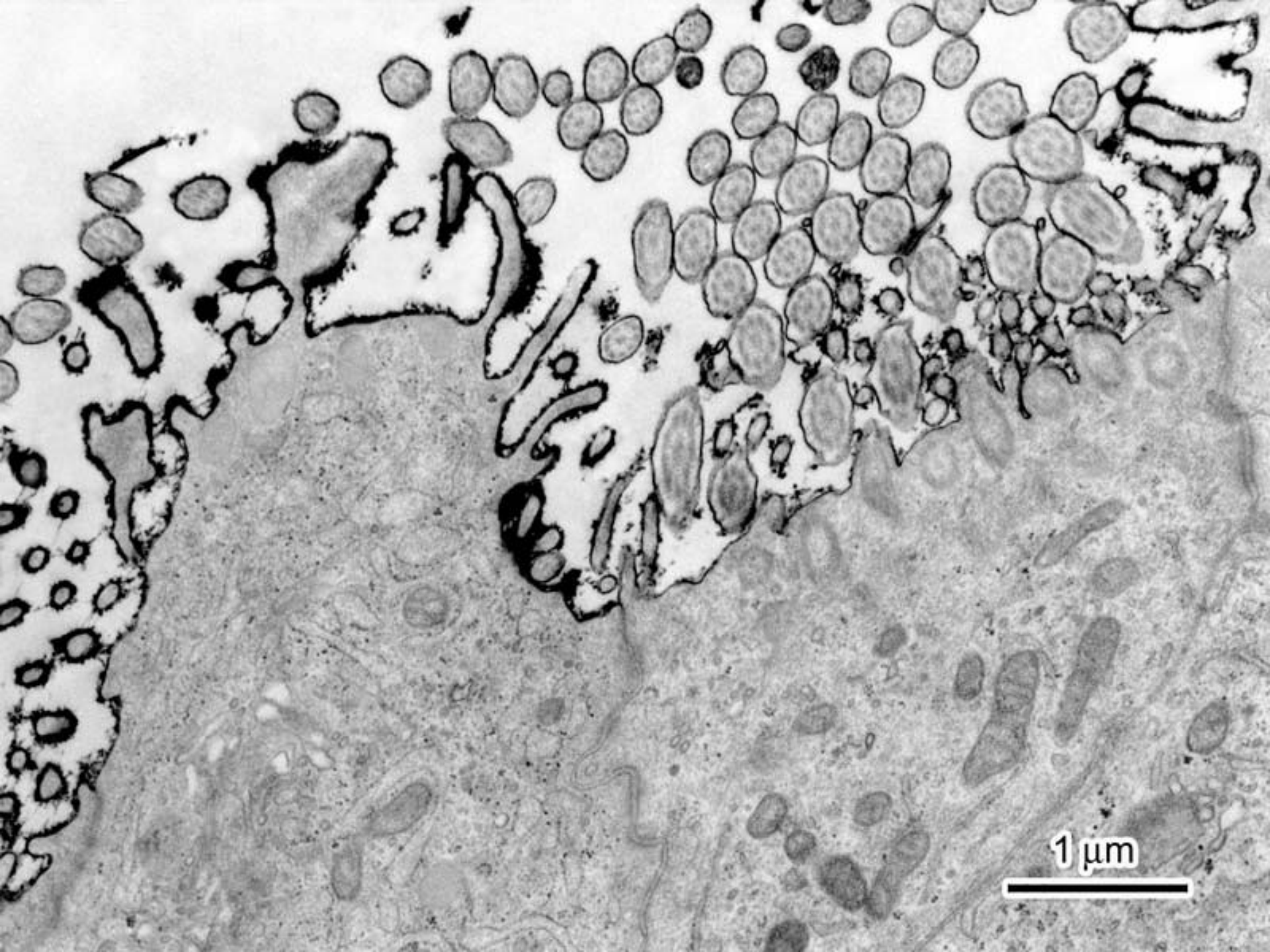
(b) 0.1 μm

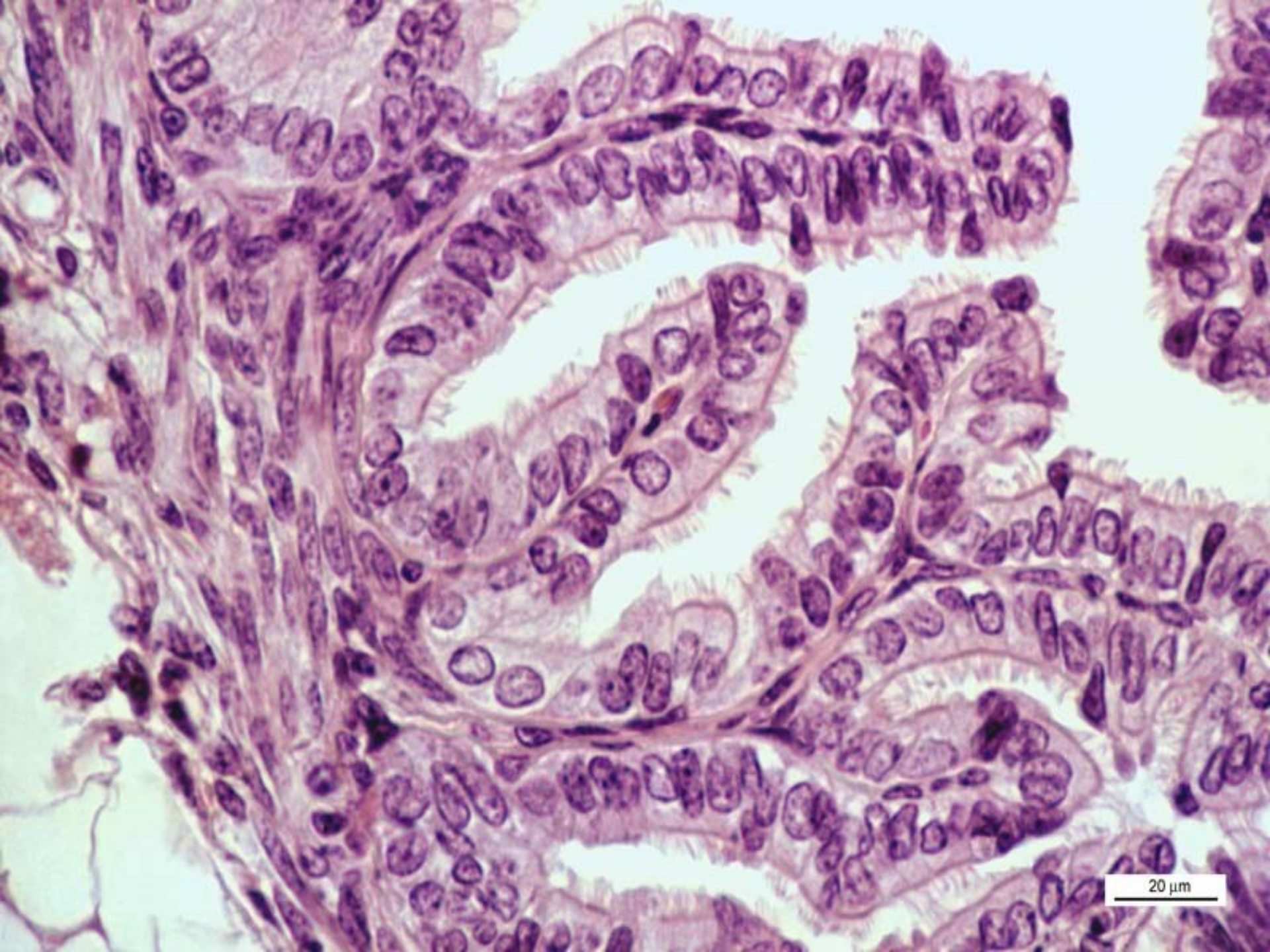


(c) 0.1 μm

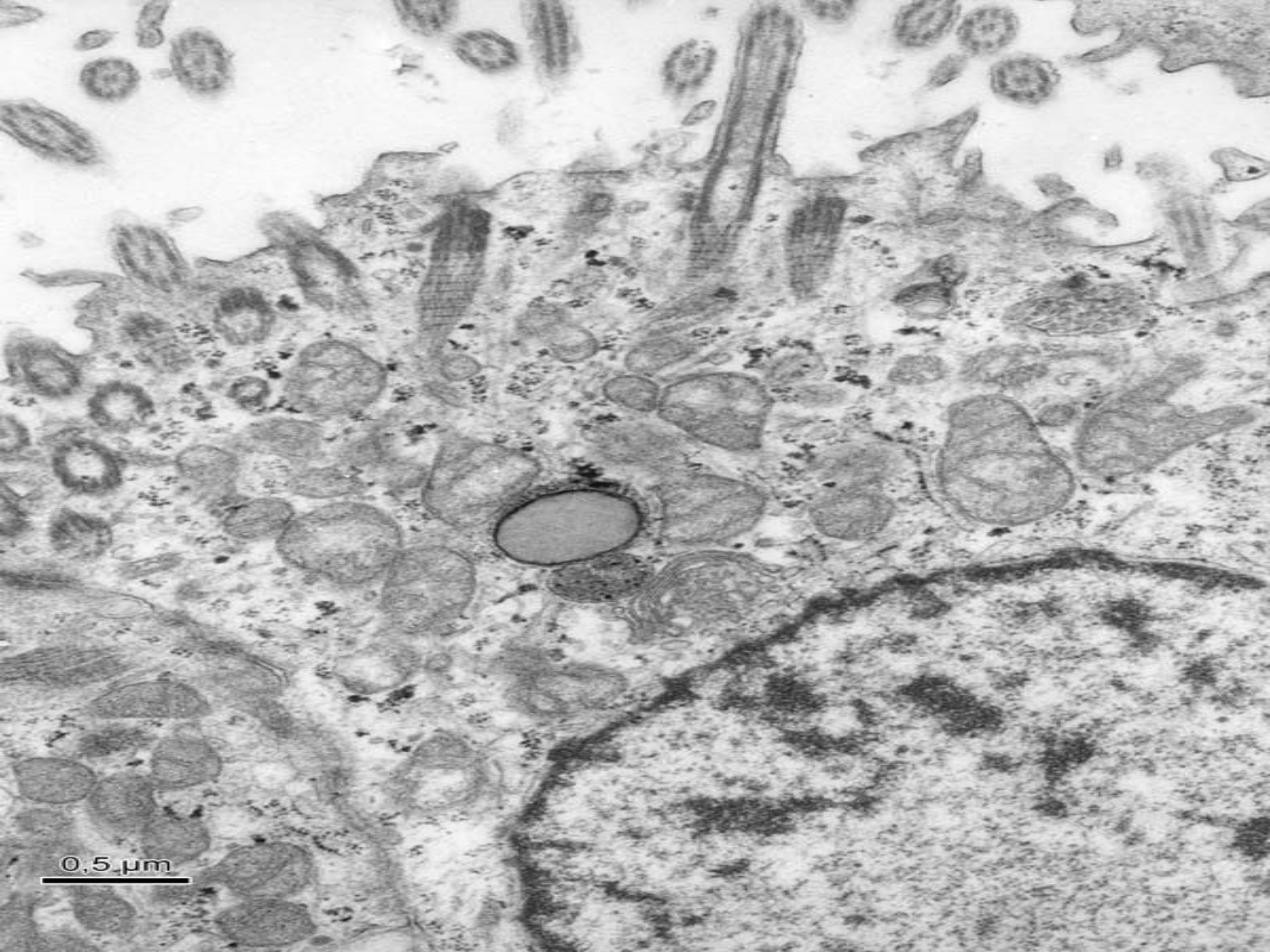






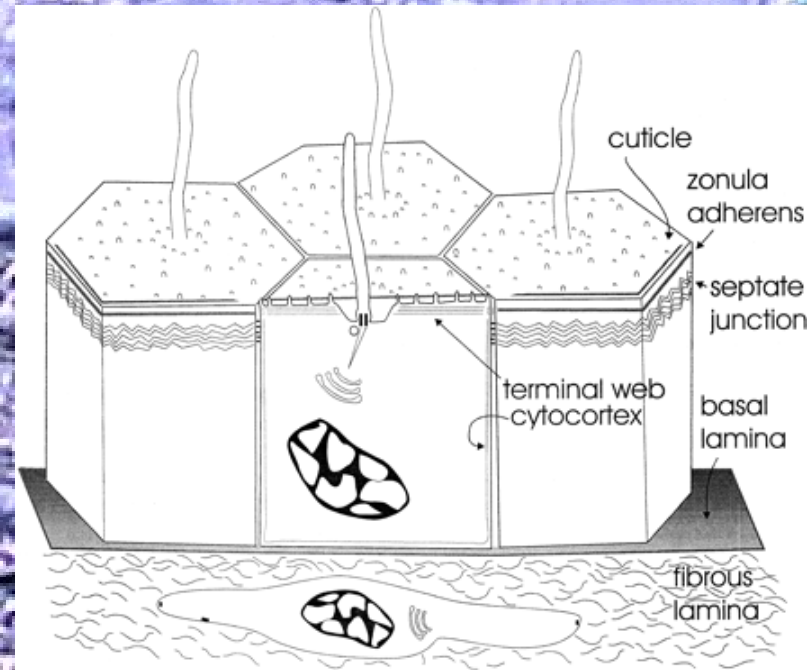
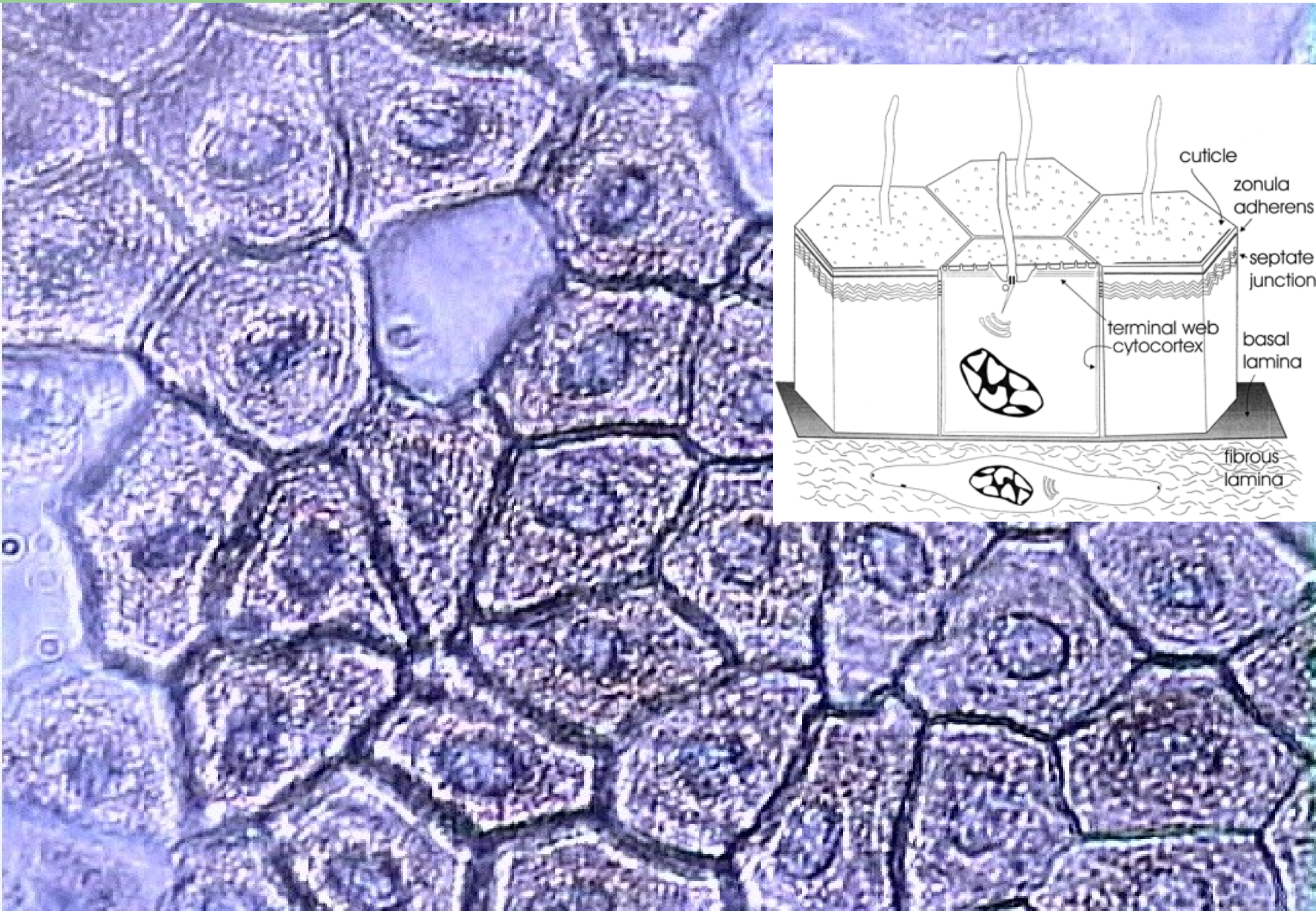


20 μ m

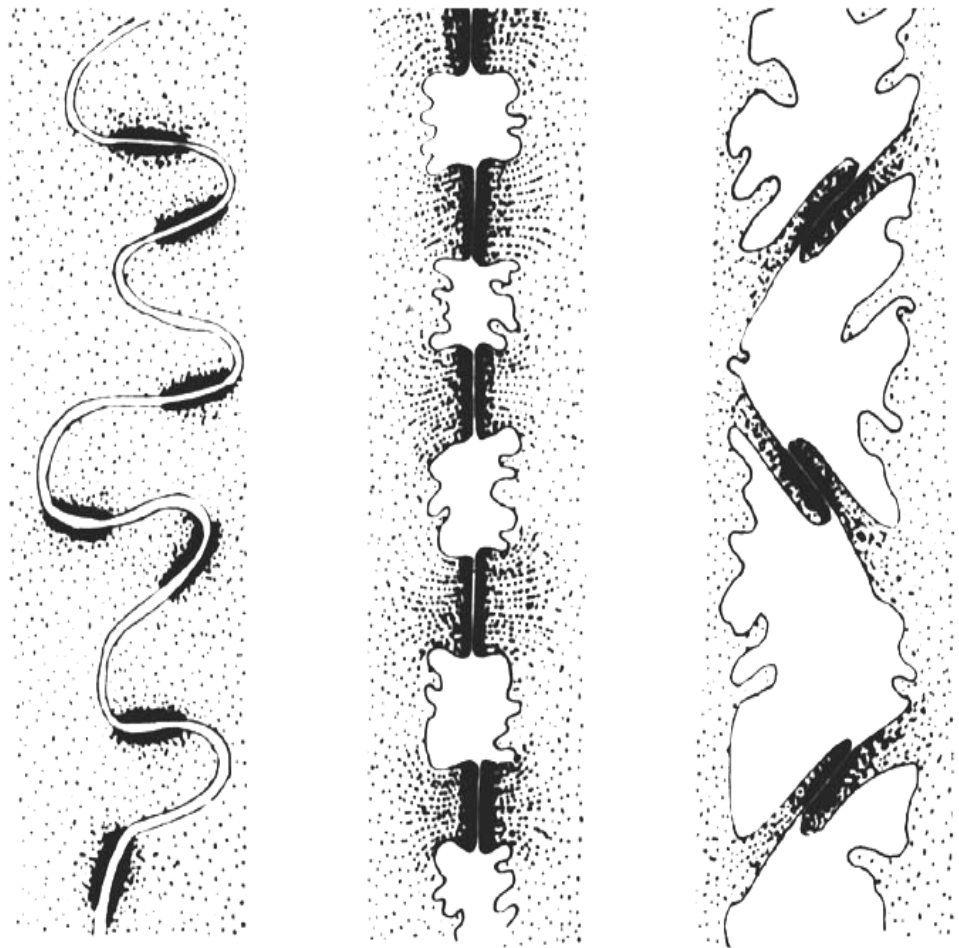


0.5 μm

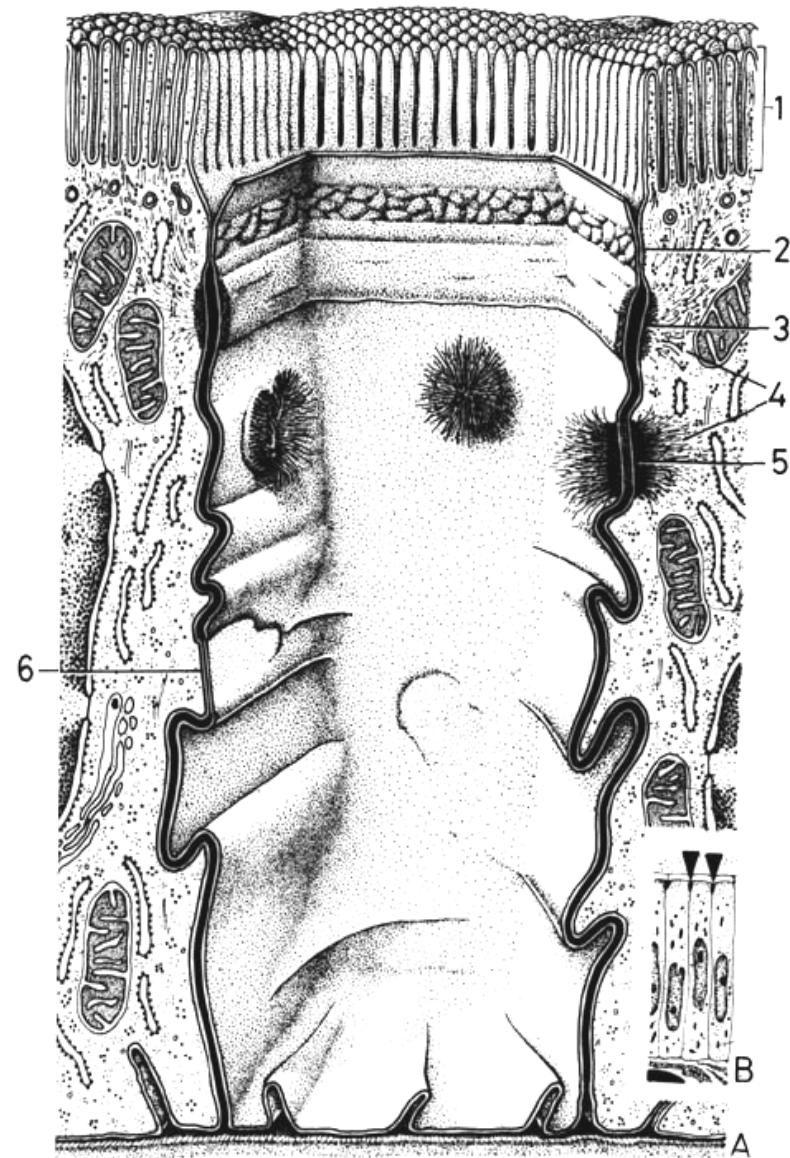
Mezibuněčná spojení



Laterální povrchy, intercelulární štěrbina (20 nm); zonulae a maculae

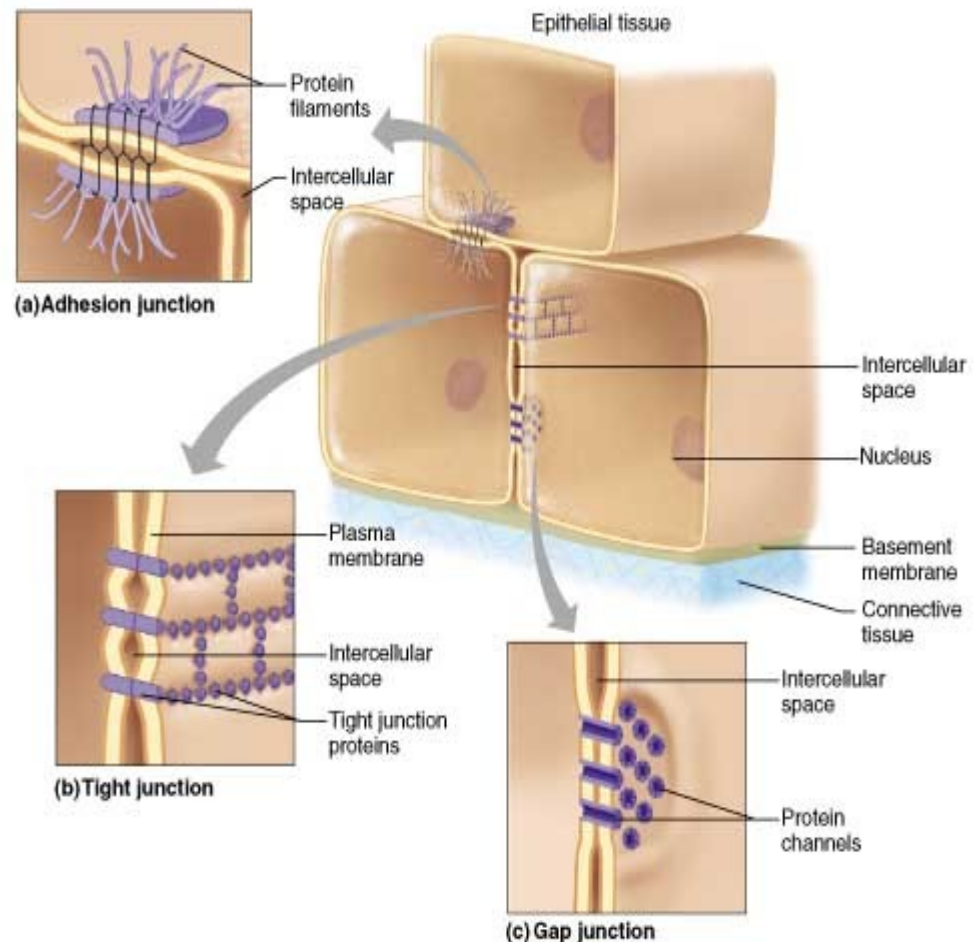


Šířka a tvar intercelulární štěrbiny

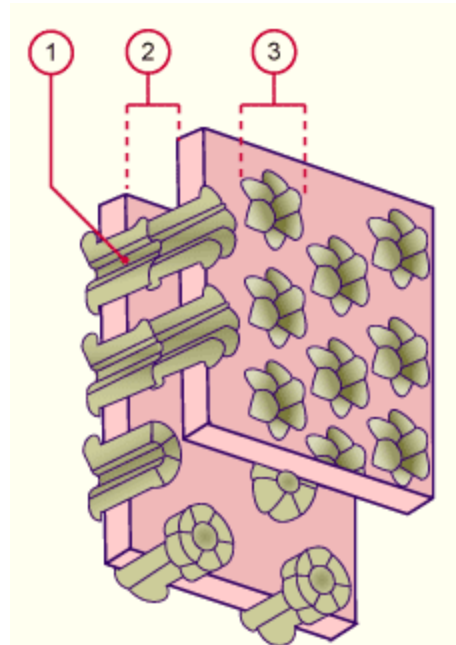
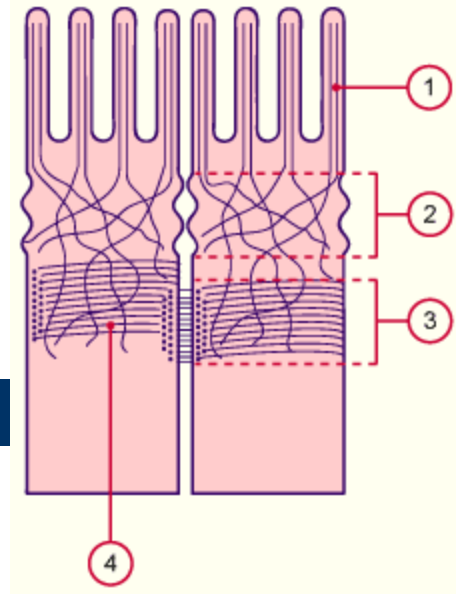
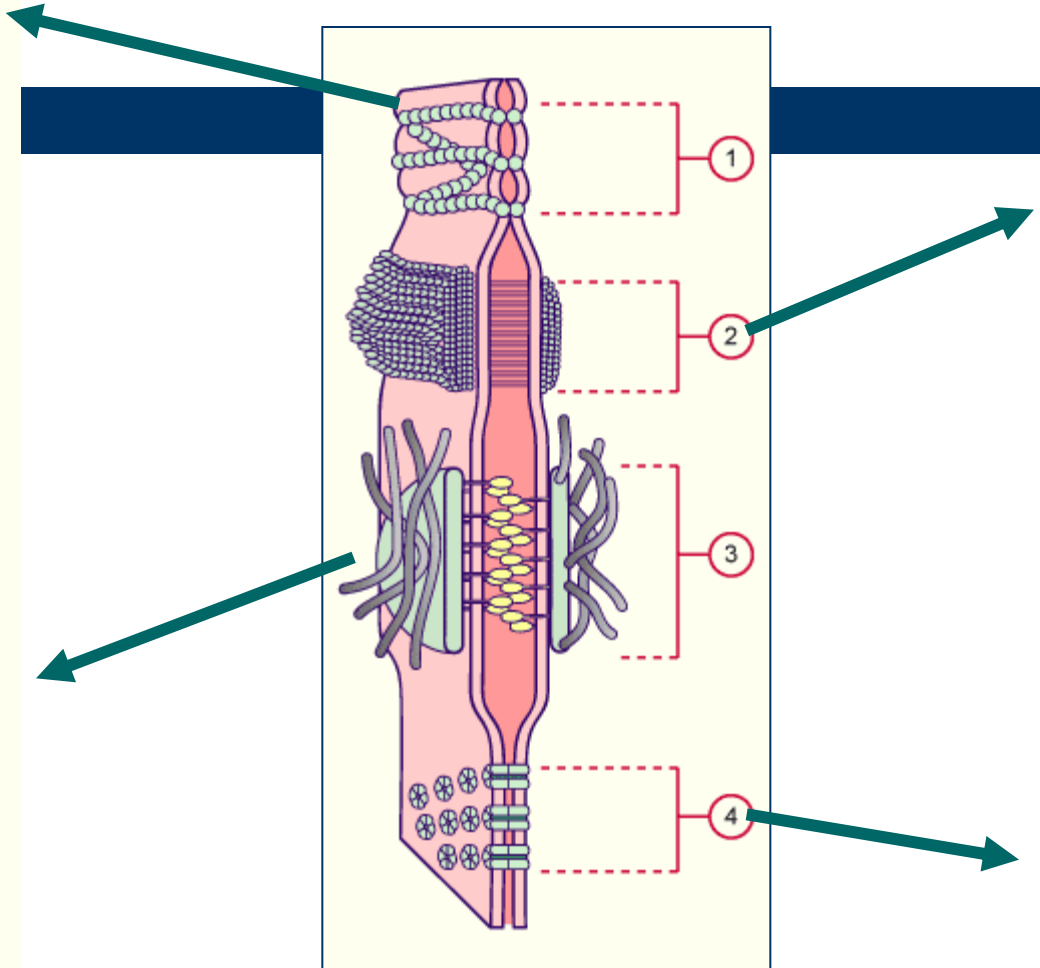
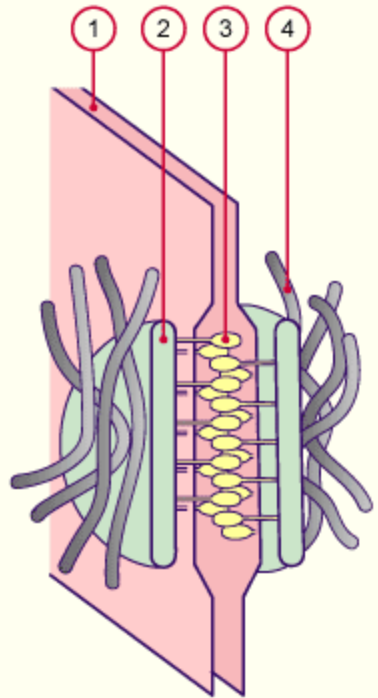
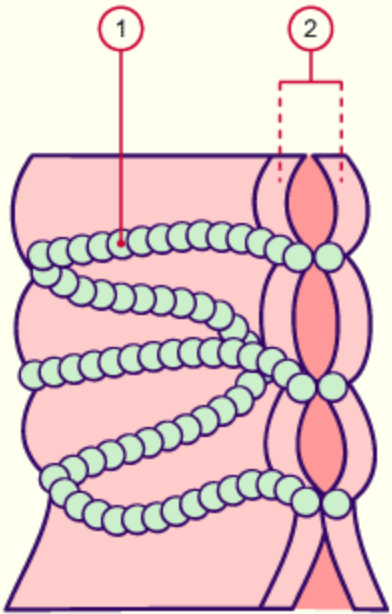


Intercelulární spoje

- těsná=okluzní: **zonula occludens**,
- adhezní: **zonula adherens**, **dezmosom** (**macula adherens**),
- komunikační: **nexus** (**gap junction**).

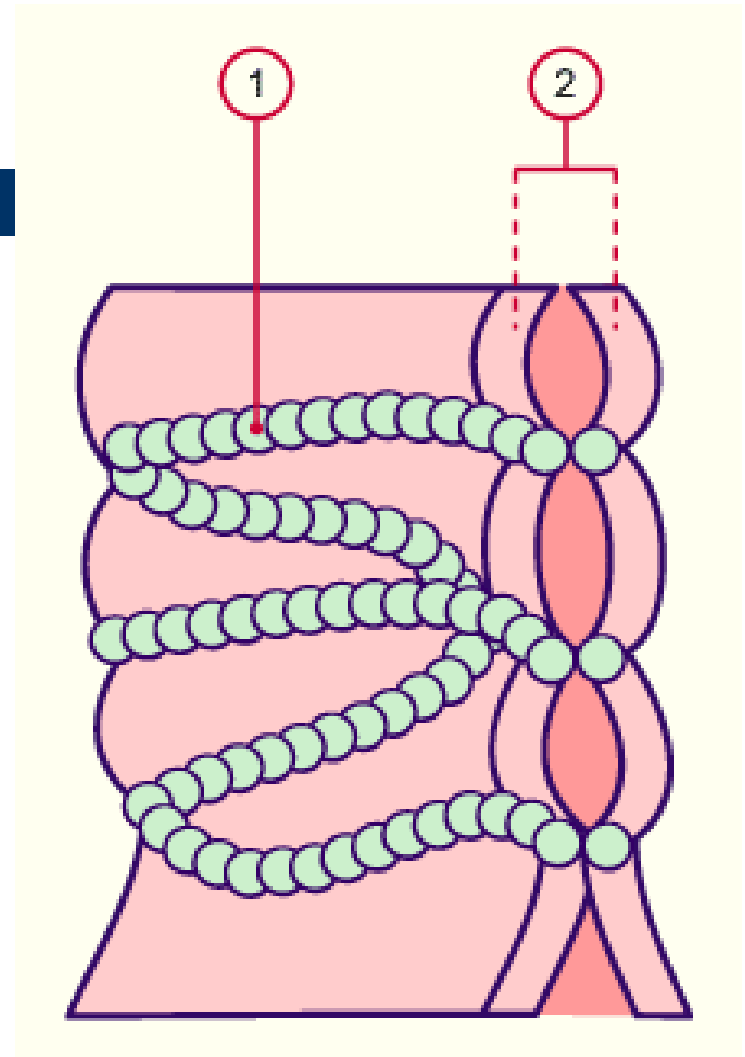


1. ZO, 2. ZA, 3. MA, 4. N



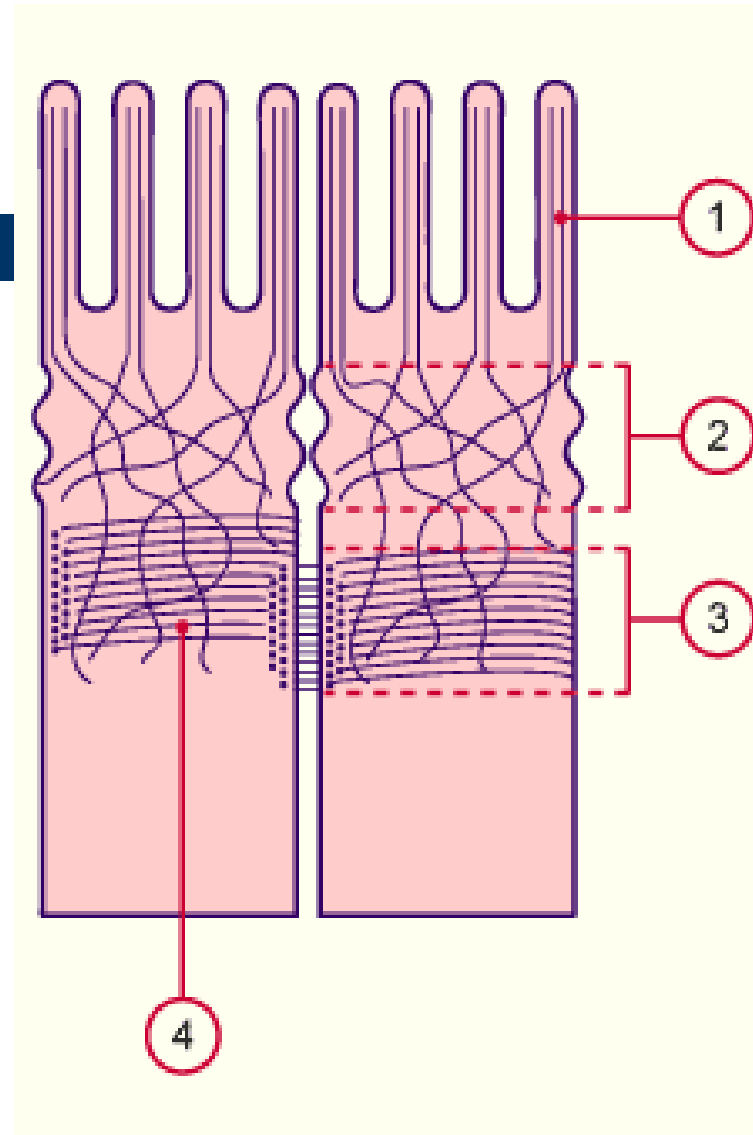
Zonula occludens

- Těsné pásovité spojení blízko apexu buňky
- Plazmalema sousedních buněk místy splývá (společné integrální proteiny)
- Funkce: utěsnění intercelulární štěrbin



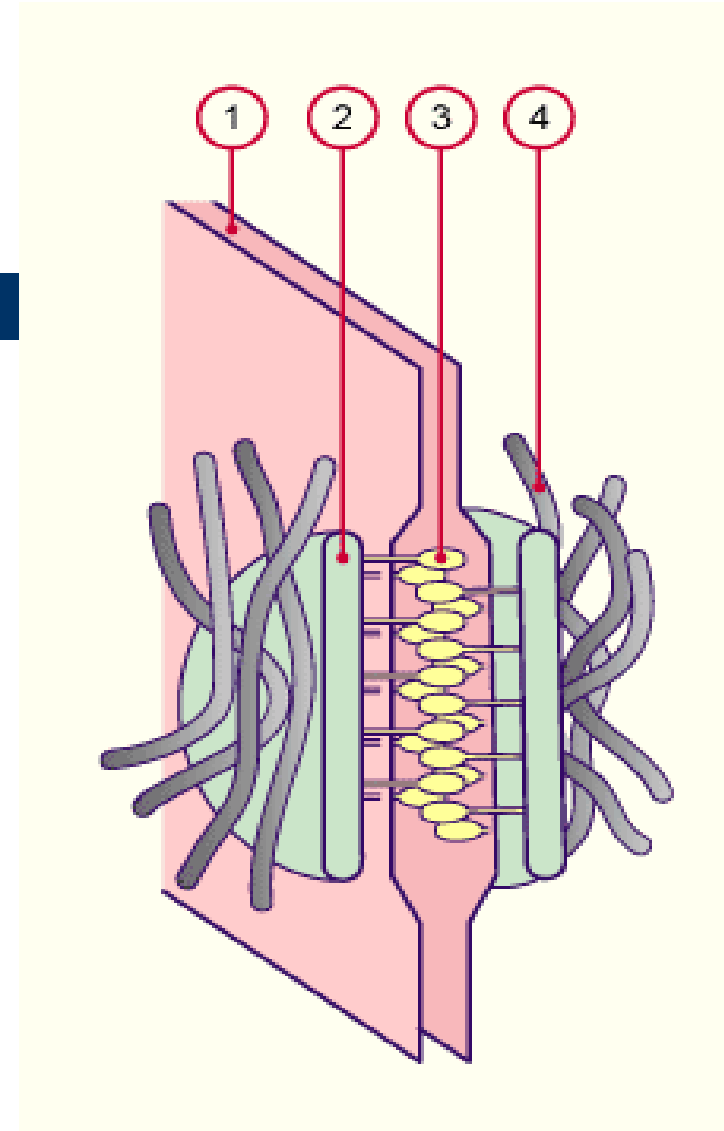
Zonula adherens

- Pásovité spoj kolem buňky
- Intercel. štěrbina – 20 nm
- Aktinová mikrofilamenta (Ø 6 nm)
- Funkce – adheze buněk



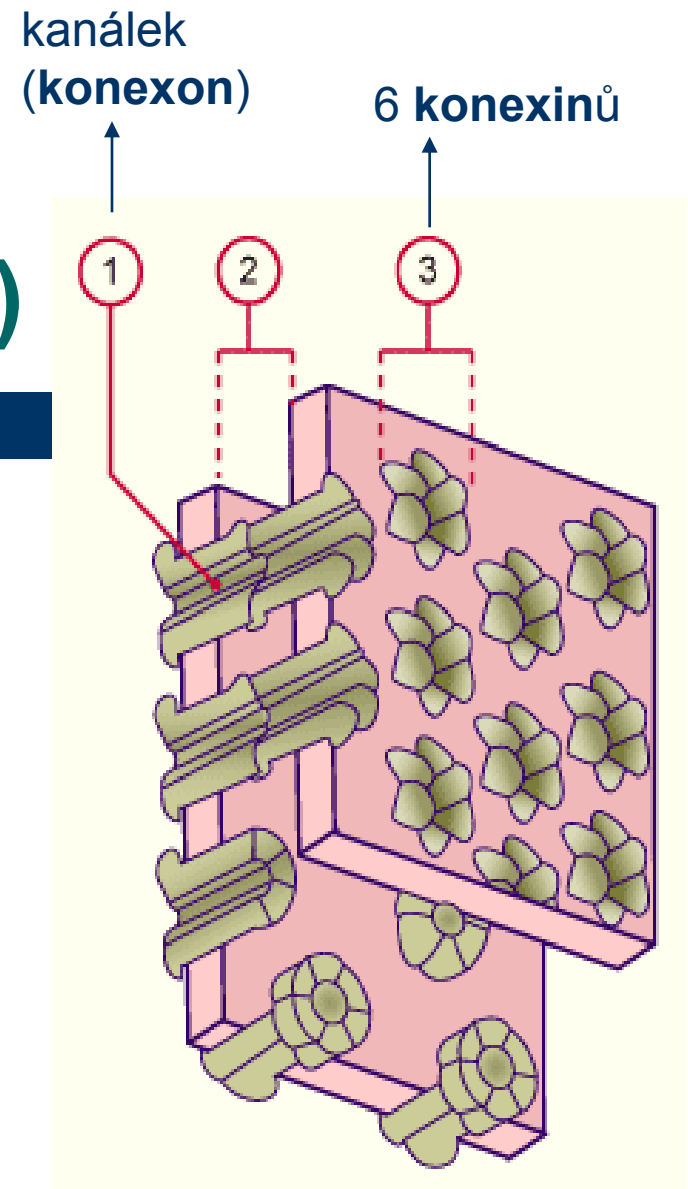
Dezmosom (macula adherens)

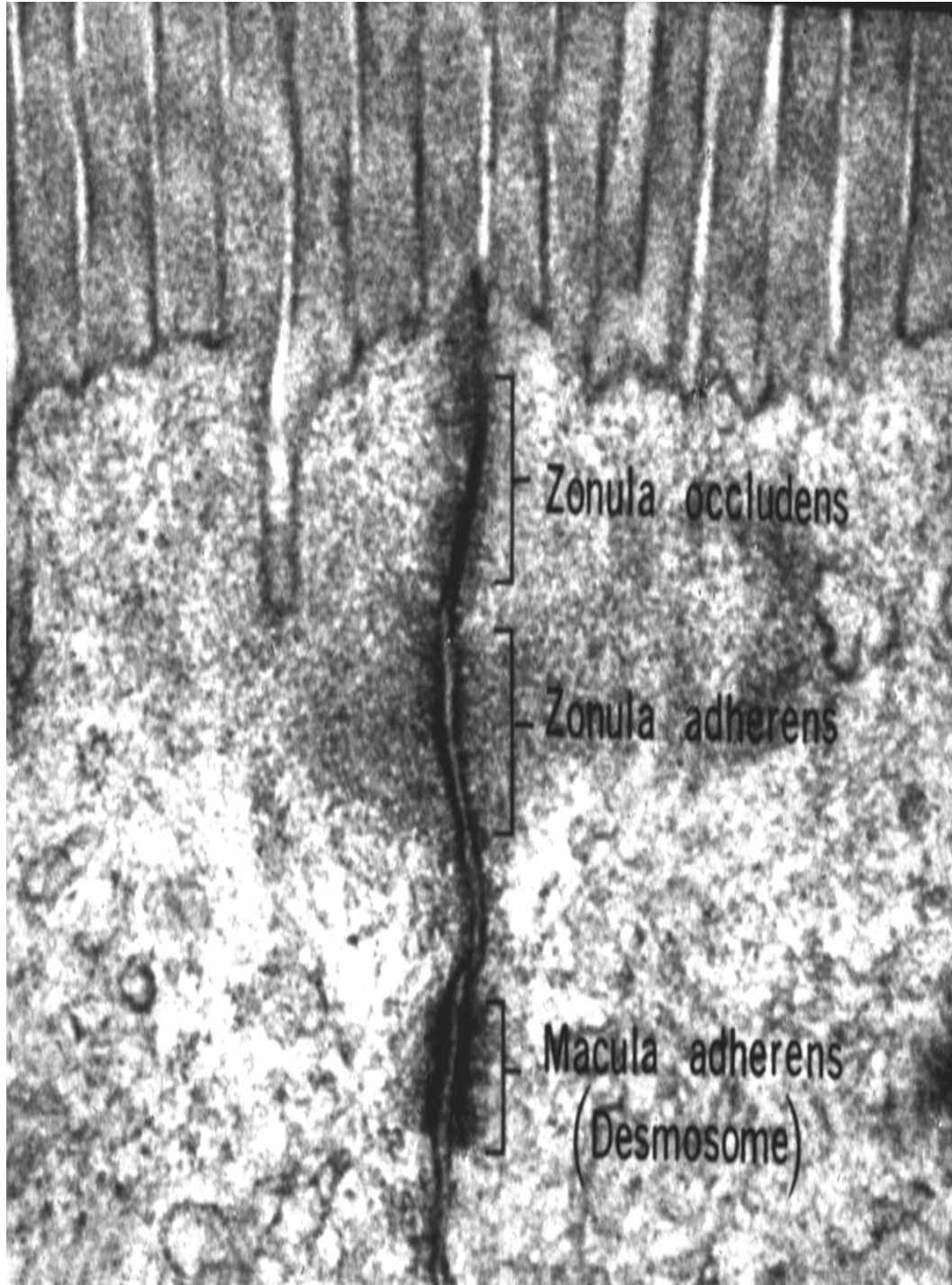
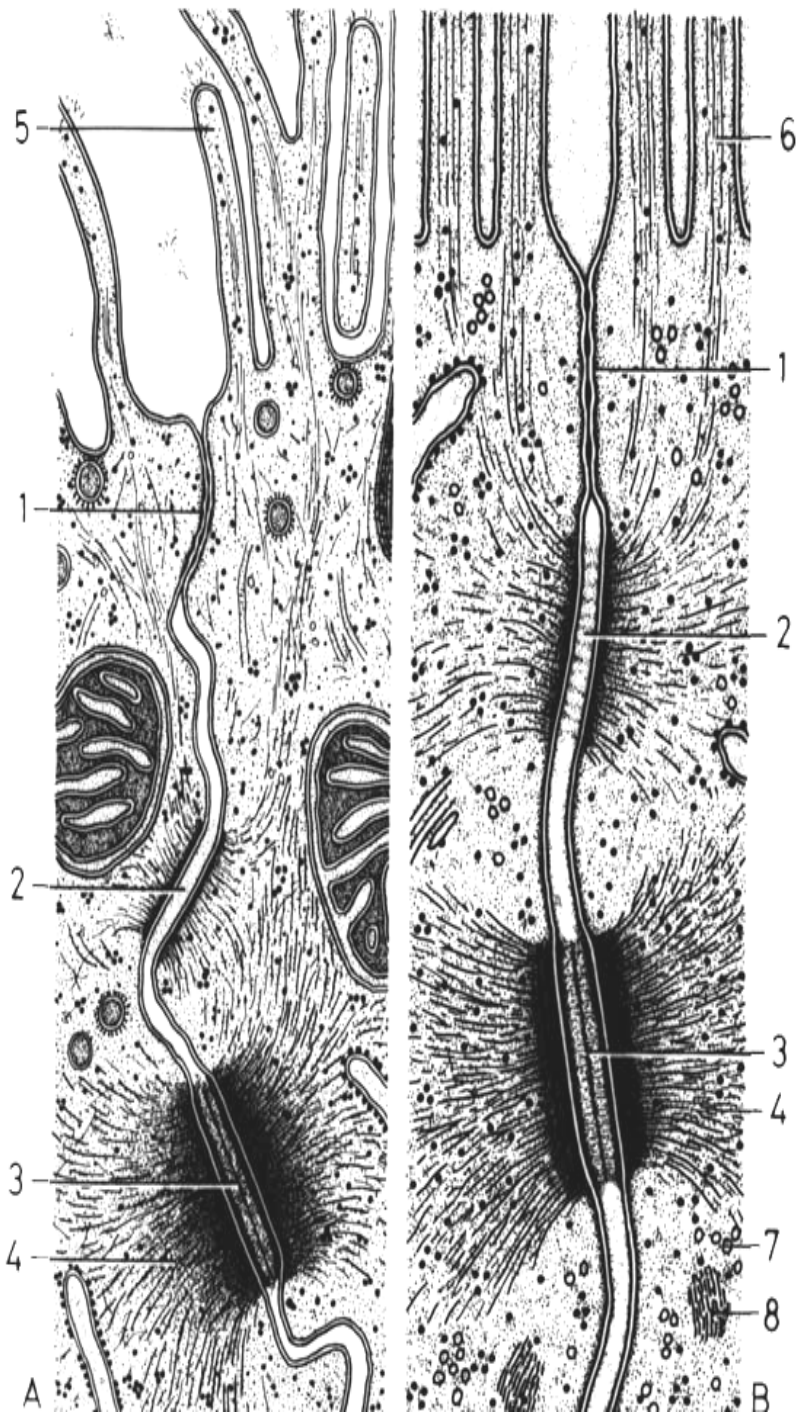
- Diskovitý spoj (\varnothing 0,3-0,5 μm)
- Intercel. štěrbina – 40 nm;
el.denzní materiál
- Tonofilamenta (cytokeratin, \varnothing 8-10 nm) v el.denzní ploténce
- Funkce - adheze

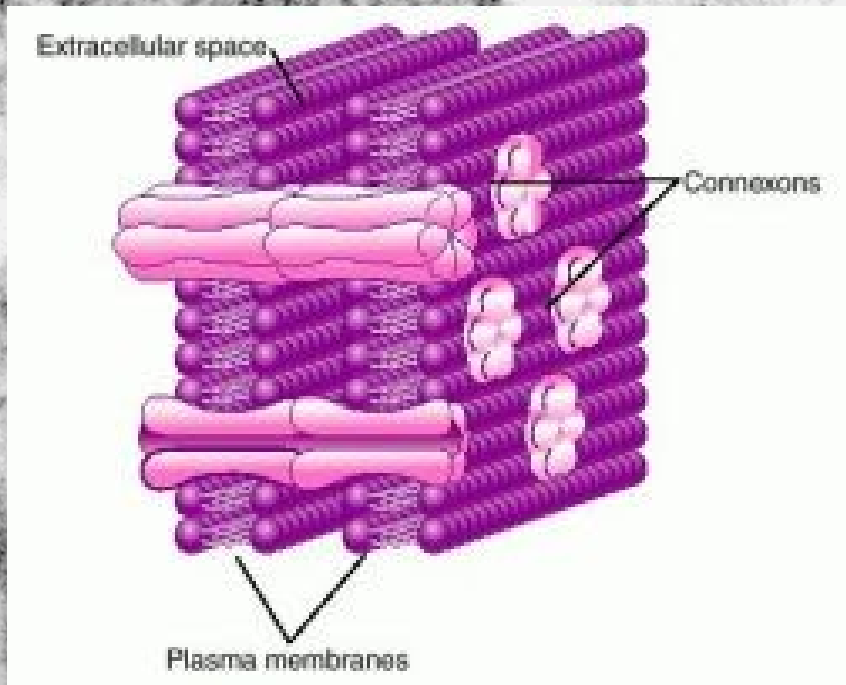
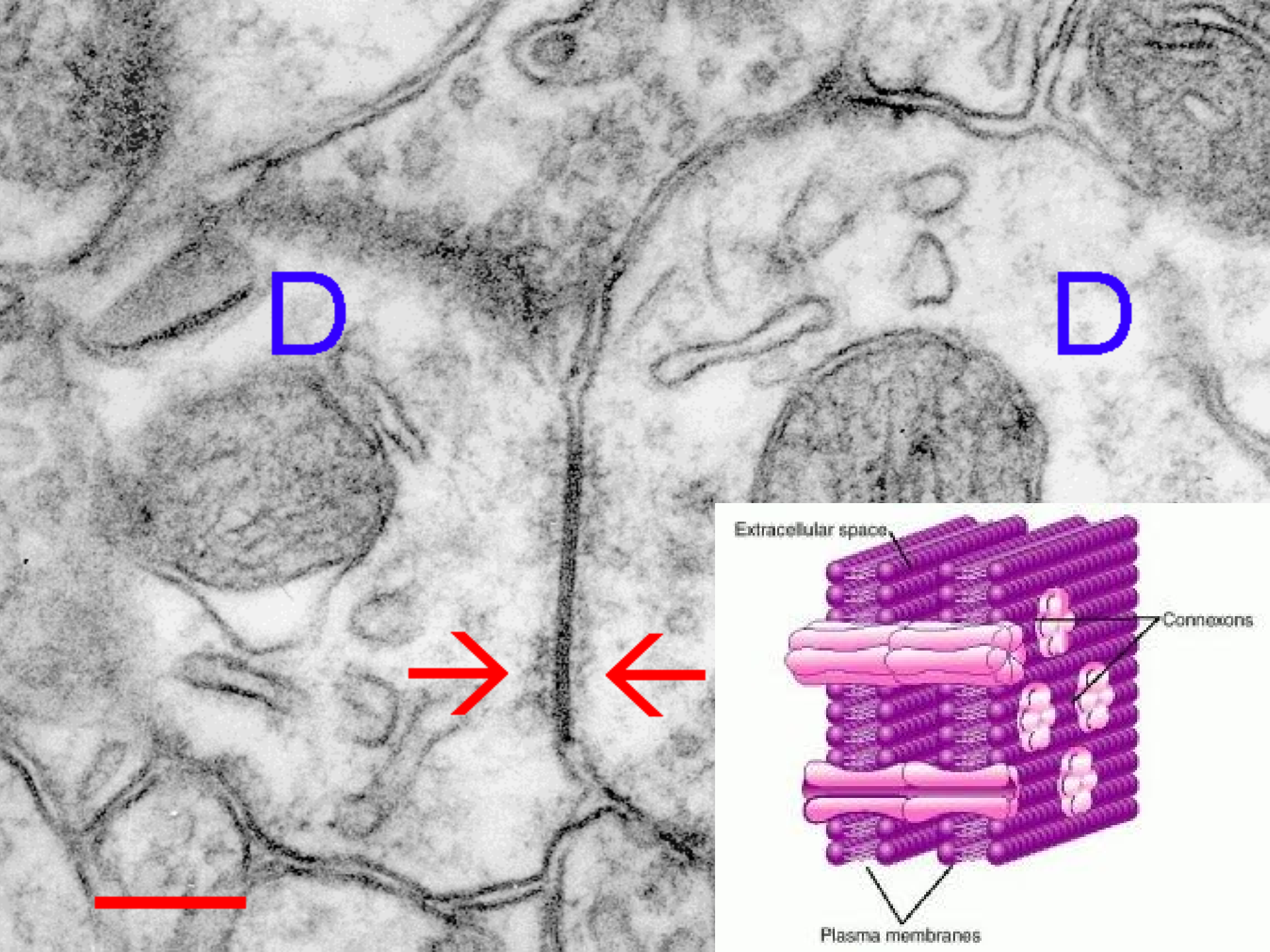


Nexus (gap junction)

- Plošný „kanálkovitý“ spoj
- InterCel. štěrbina – 2 nm
- Funkce - komunikace







Mezibuněčná spojení - speciality

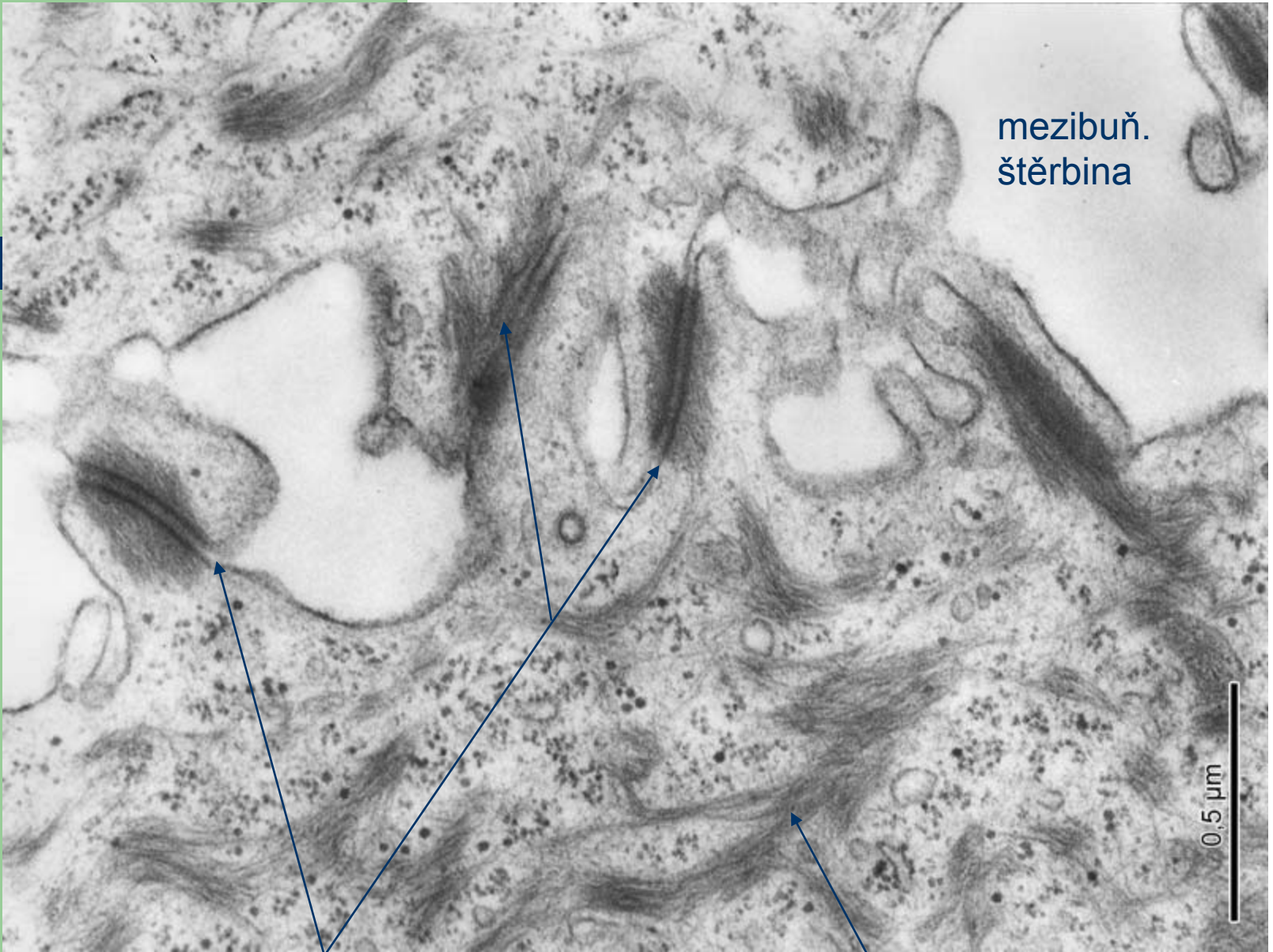
- **Fascia adherens** – v myokardu, obsahují desmosomy; komunikace přes nexusy
- **Spojovací komplex** – kombinace *zonula occludens* (těsnost, pás), *zonula adherens* (pevnost, pás) a *desmosomů* (body); od apexu k bázi v tomto pořadí, cylindrický epitel
- **Buněčné interdigitace** – na laterální straně buněk, zvětšení povrchu, buňky transportující vodu

mezibuň.
štěrbina

0,5 μm

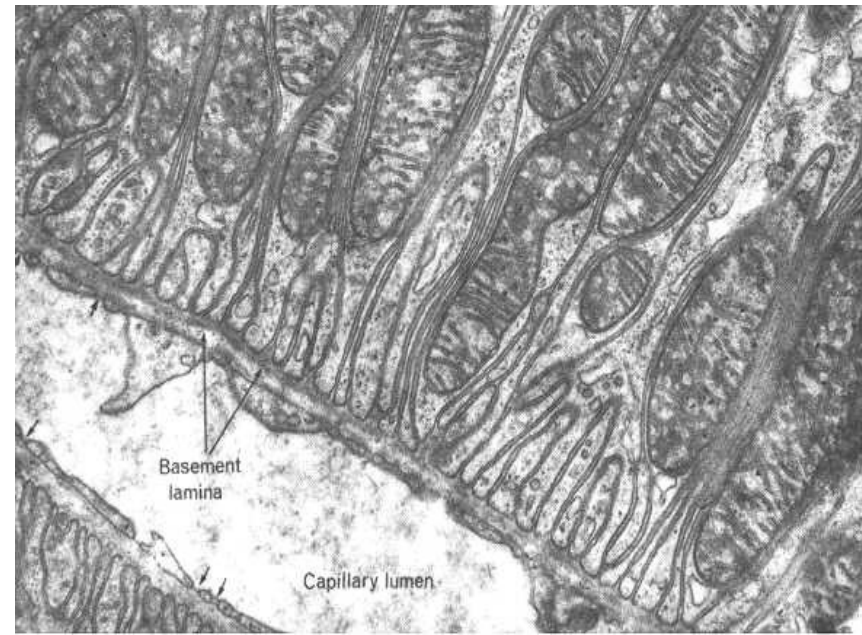
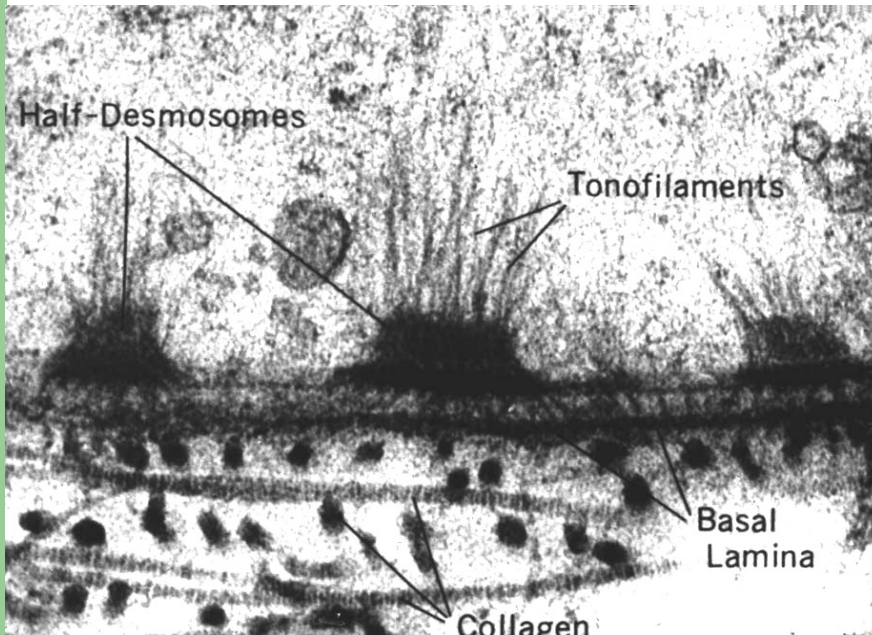
desmosomy

tonofilamenta



Bazální povrch

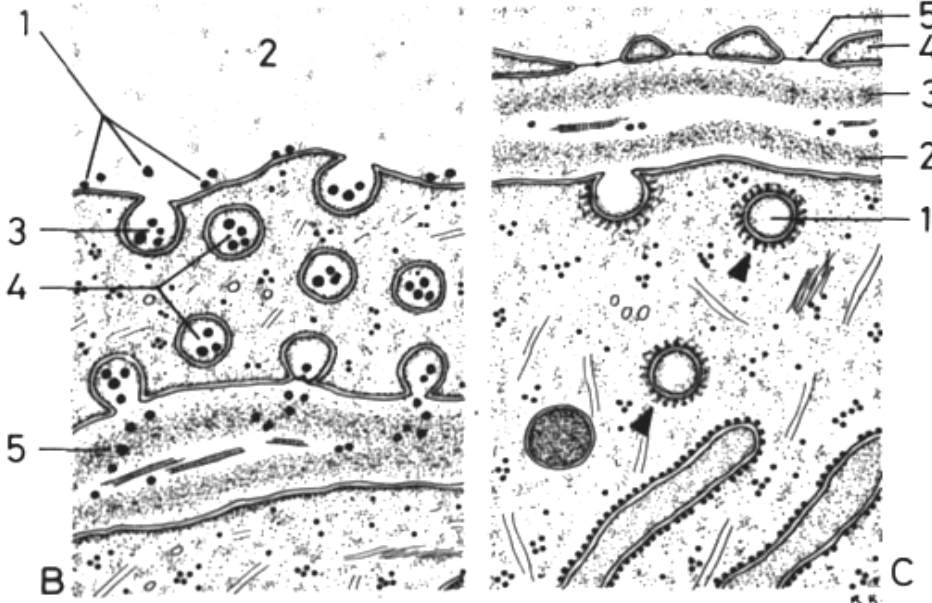
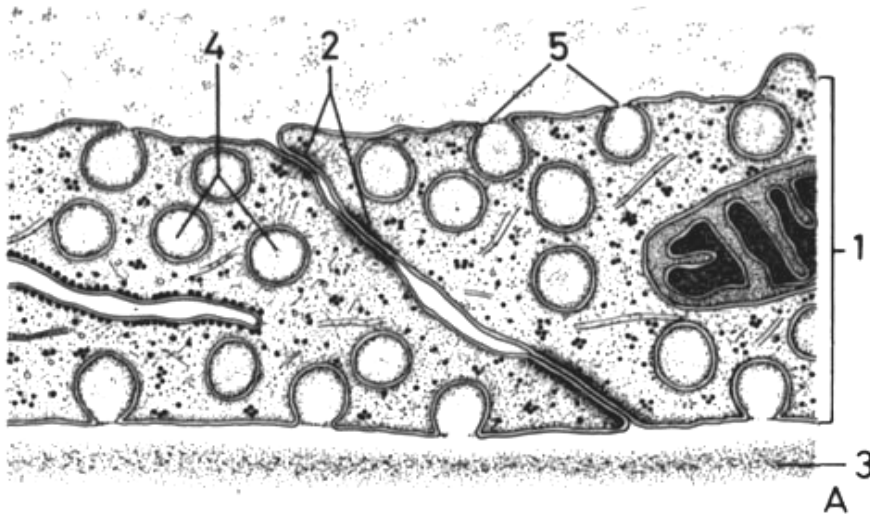
- přivrácen k buňce (*viz výše – laterální povrch*)
- přivácen k lamina basalis:
hemidezmosomy *bazální labyrint*



Životní projevy buňky

- **pohyb** (intracelulární, ameboidní, bičíky a řasinky)
- **výměna látek** (příjem, metabolismus, výdej)
- **dráždivost**
- **růst**
- **rozmnožování – mitóza, meióza**
- **smrt – apoptóza, nekróza**

transportní mechanizmy



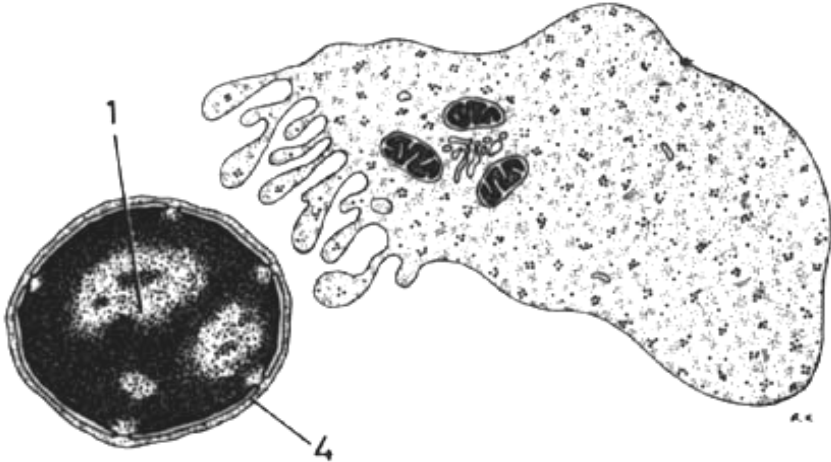
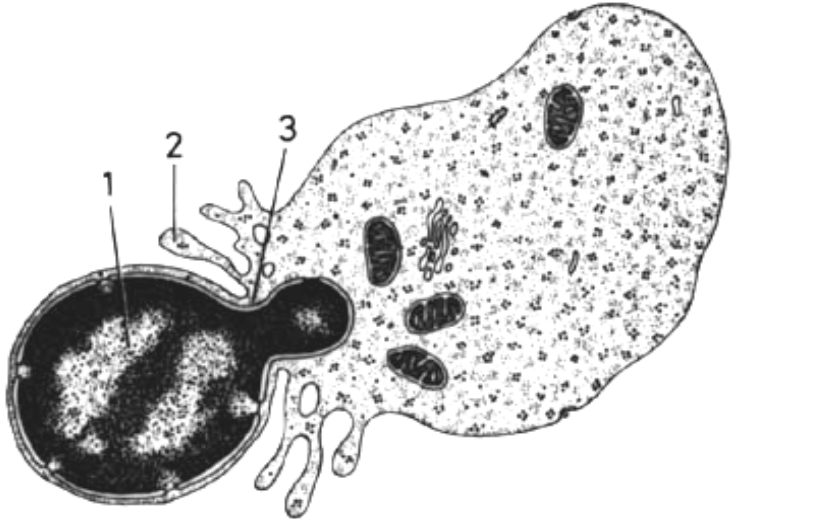
Endocytóza → fagocytóza
→ pinocytóza

*nespecif.
pinoctárními
váčky*

*specif.
„coated
vesicles“*

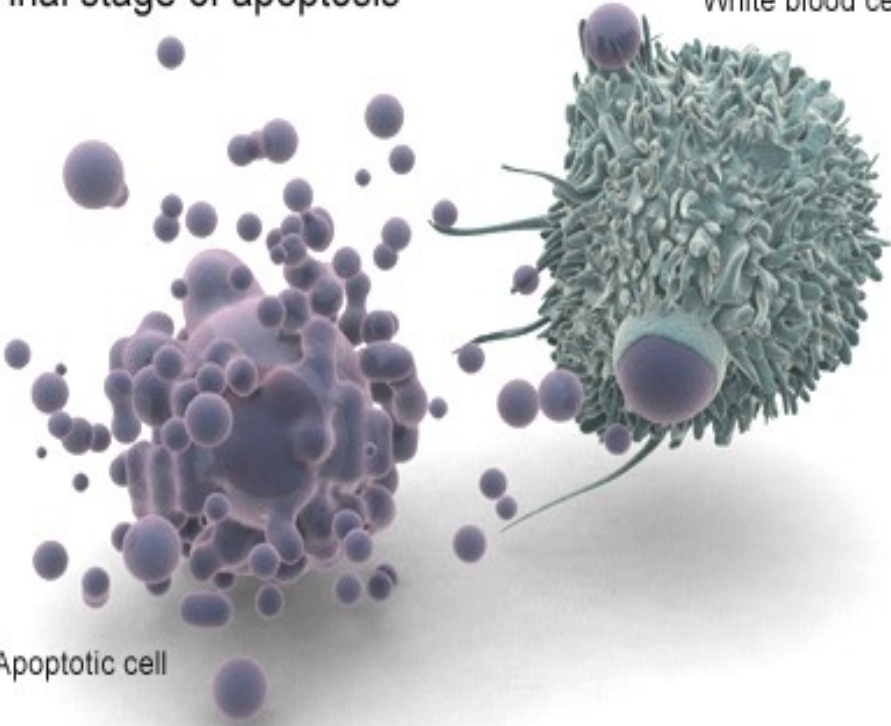
Exocytóza – sekrece
kontinuální a regulovaná

fagocytóza



Final stage of apoptosis

White blood cell



Apoptotic cell