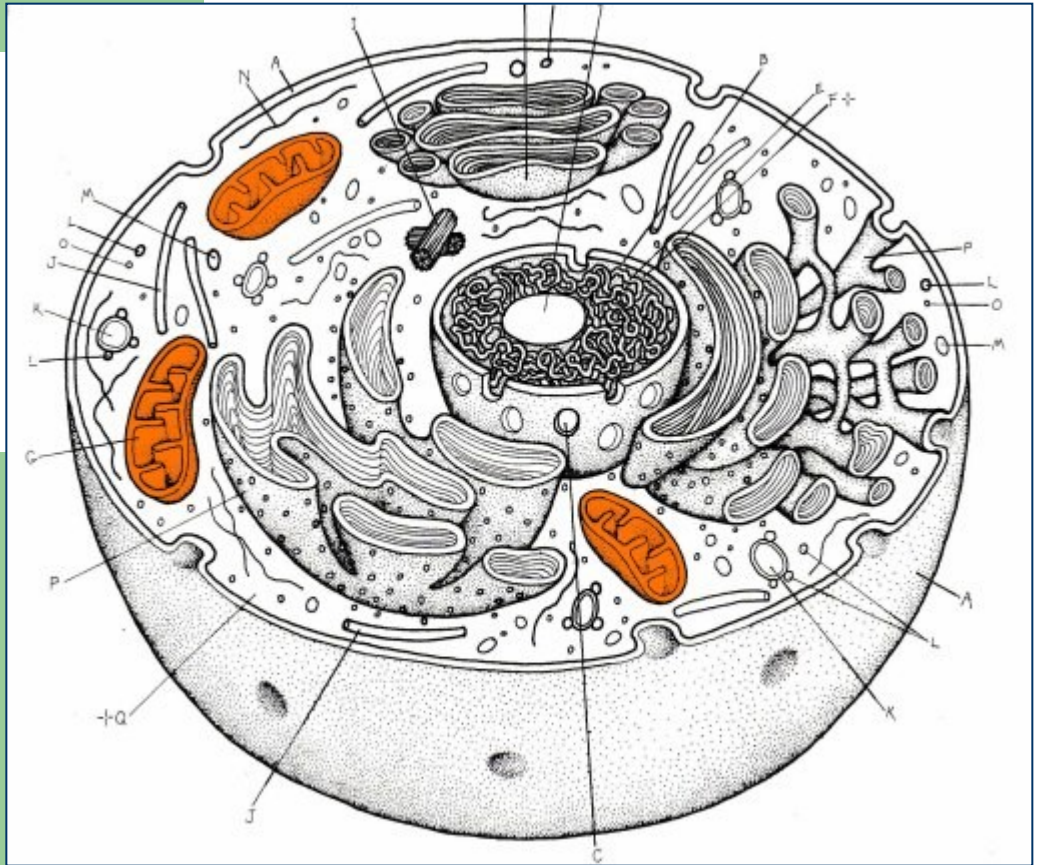


Buňka



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

Stavba buňky

Buněčná membrána

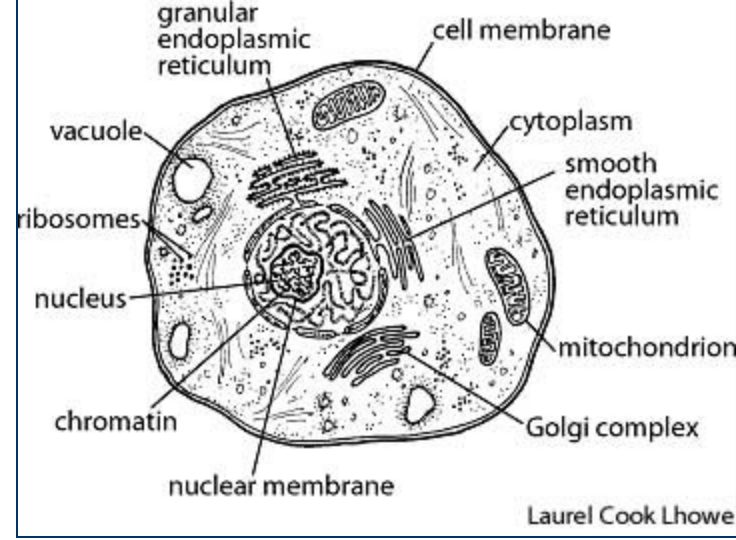
BUŇKA

Protoplazma

cytoplazma

jádro

cytosol
organely
cytoskelet
inkluze



Přednáška: cytologie 2

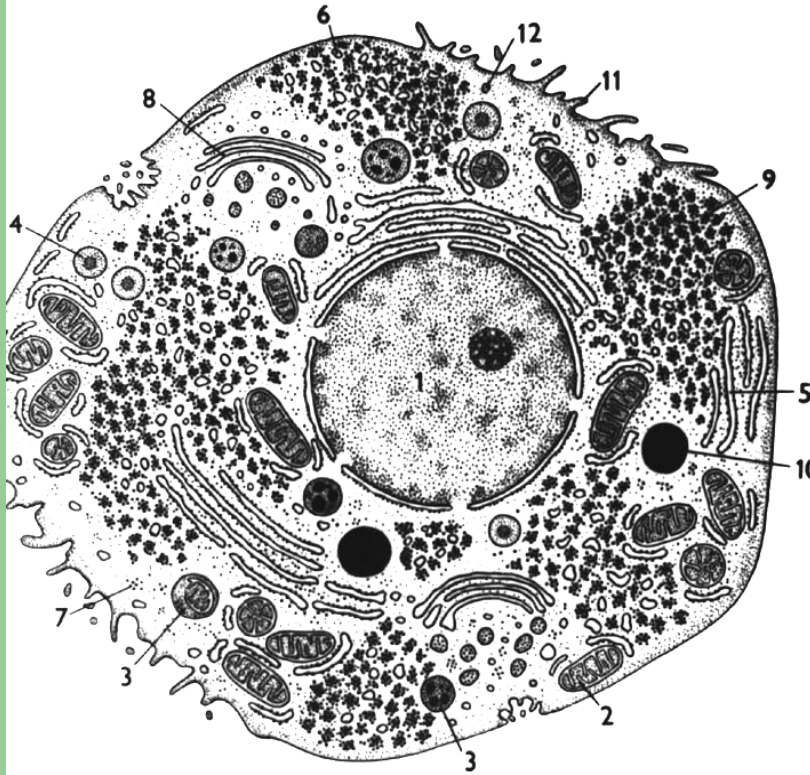
- Buněčné organely
- Buněčné inkluze

- Povrch buňky
- Mezibuněčná spojení

Buněčné organely

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

Buněčné organely



Membránové

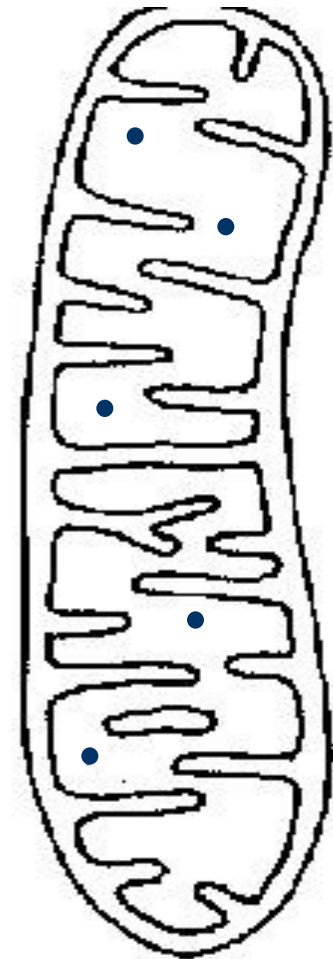
- Mitochondrie
- Endoplazmatické retikulum
- Golgiho aparát
- Lyzosity a endosomy
- Peroxisomy

Bez membrány

- Ribosomy
- Centrioly

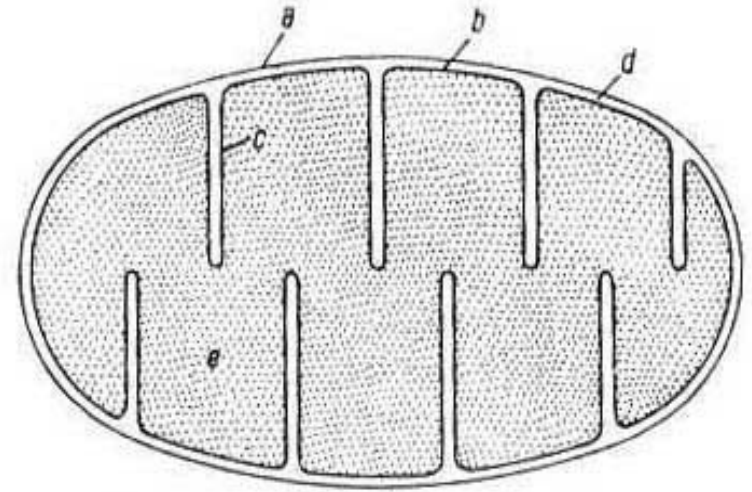
Mitochondrie

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

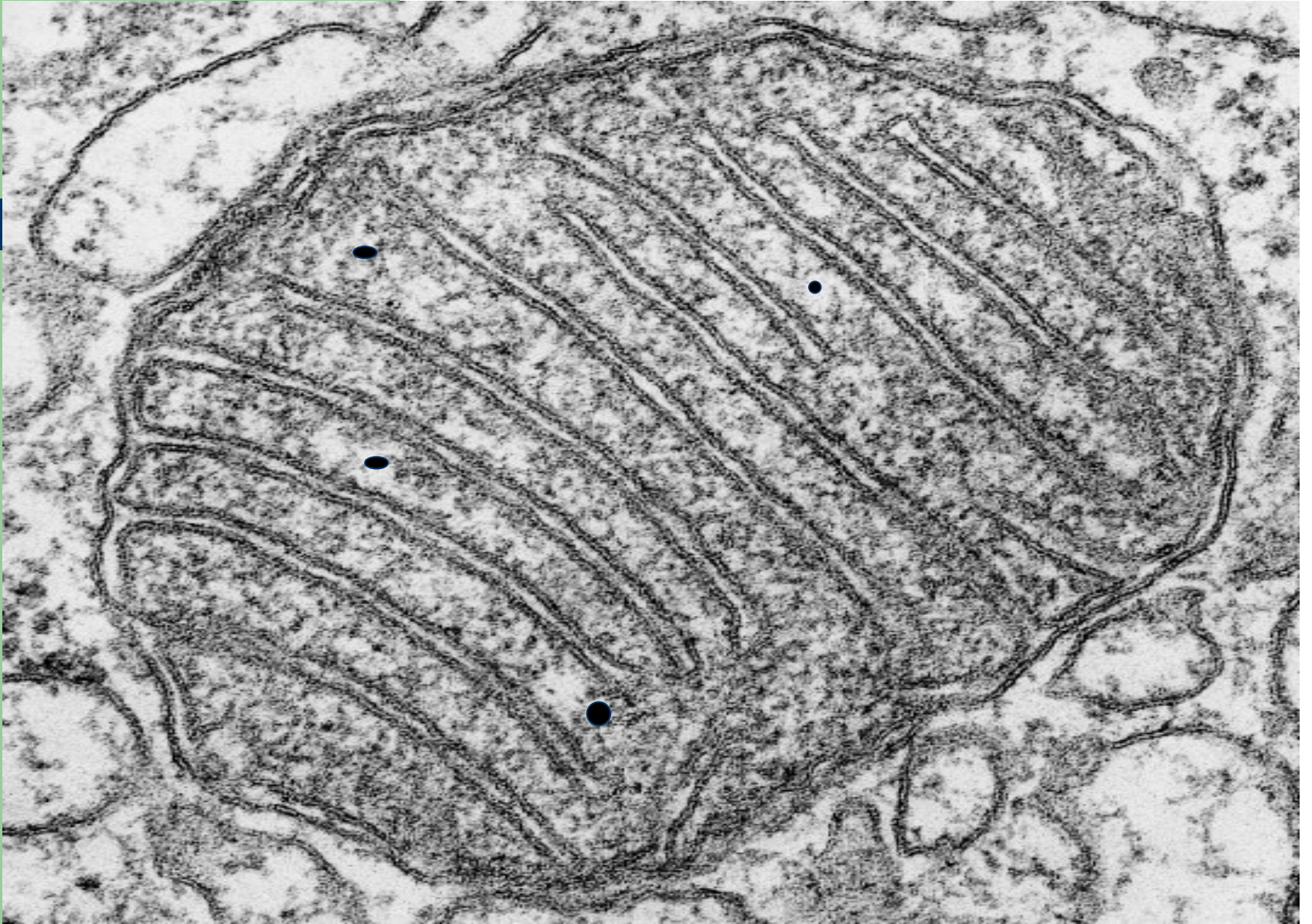


Stavba mitochondrie

Schéma struktury mitochondrie



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

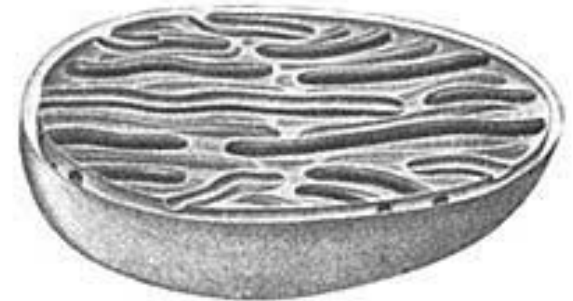


Mitochondriální kristy

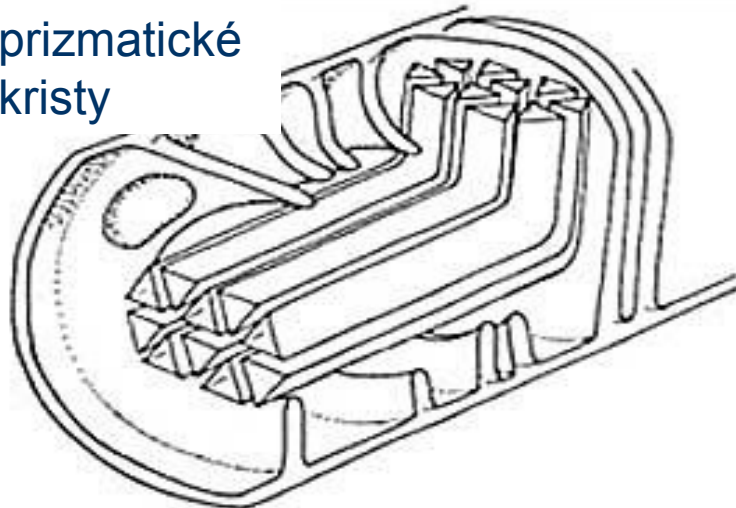
hřebenovité kristy

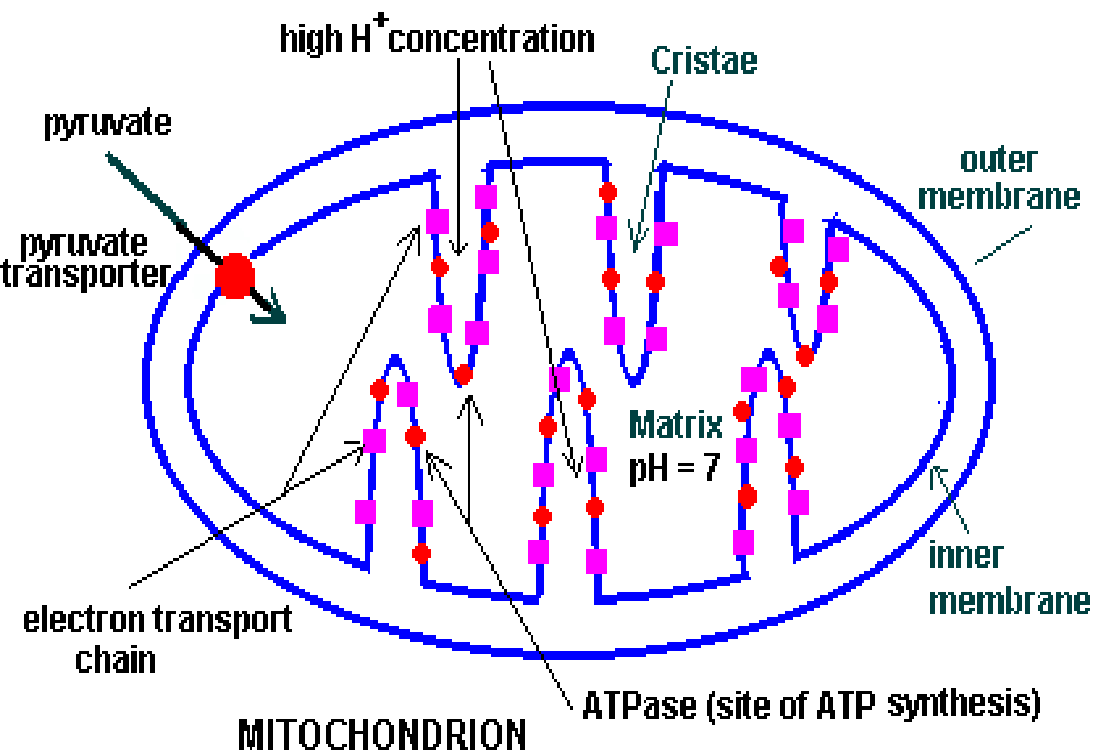


tubulózní kristy



prizmatické
kristy





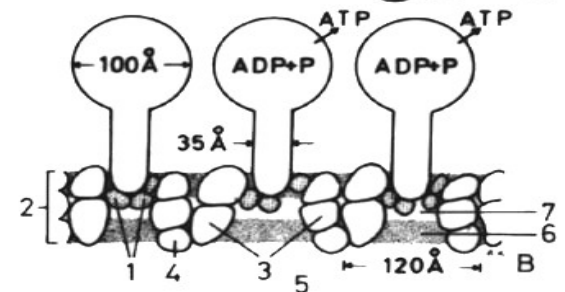
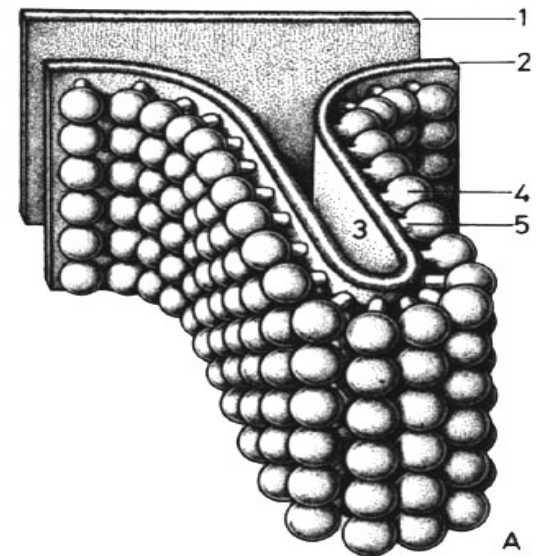
Funkce Mi

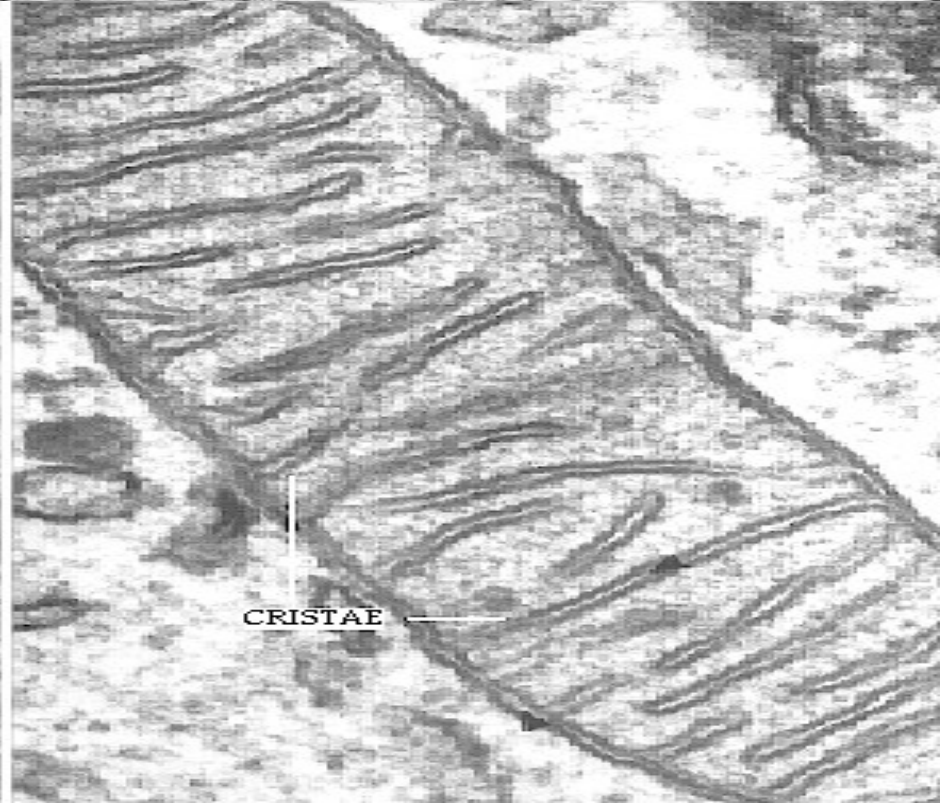
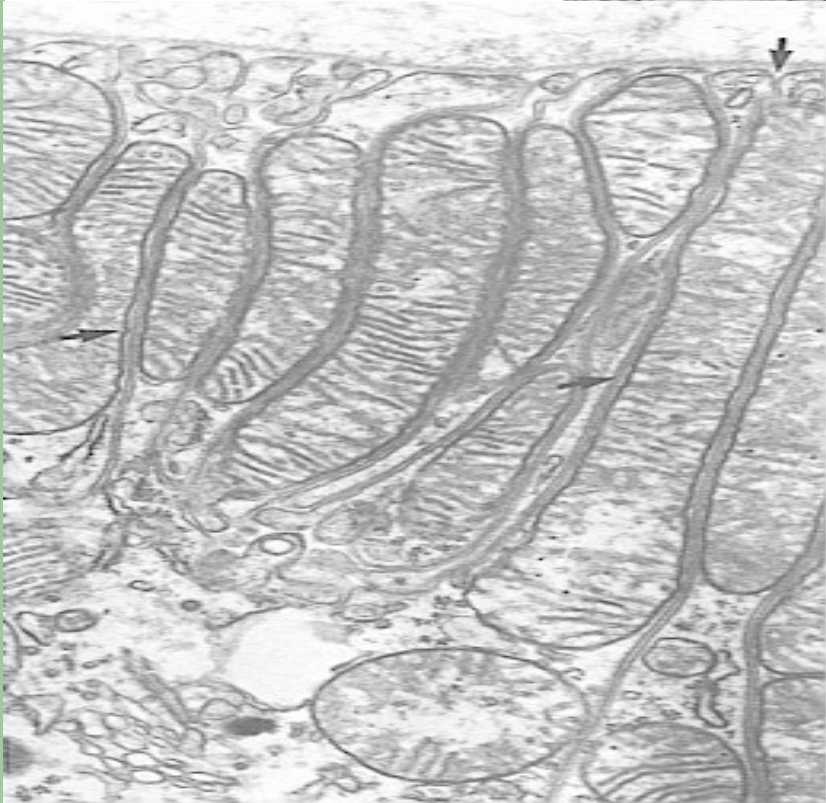
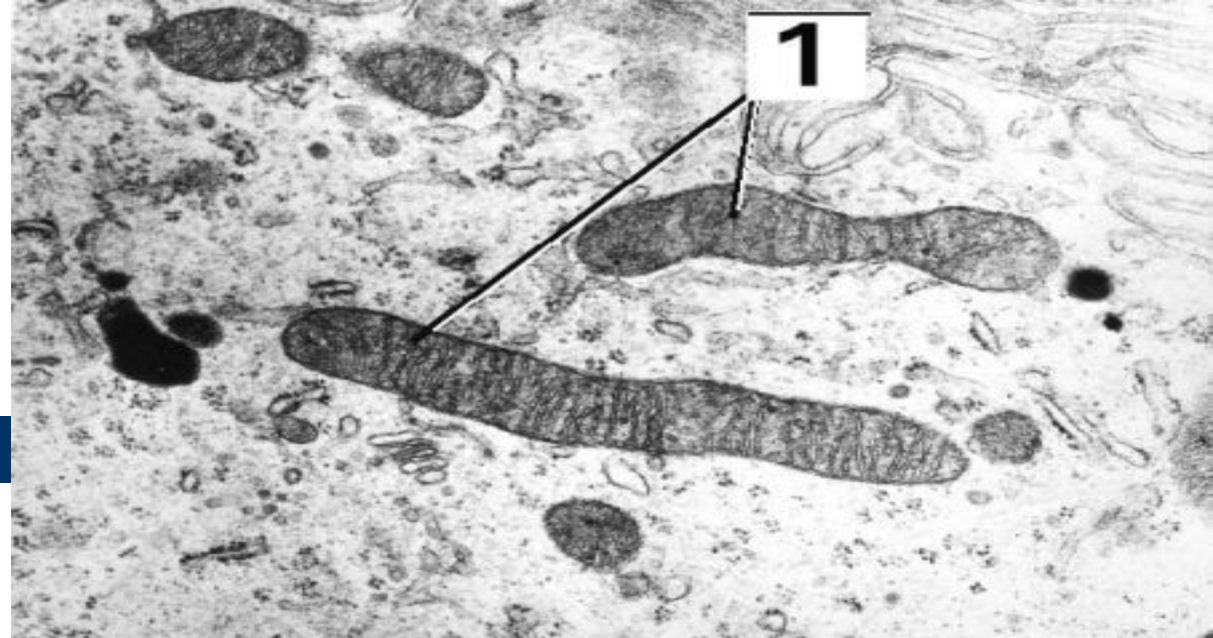
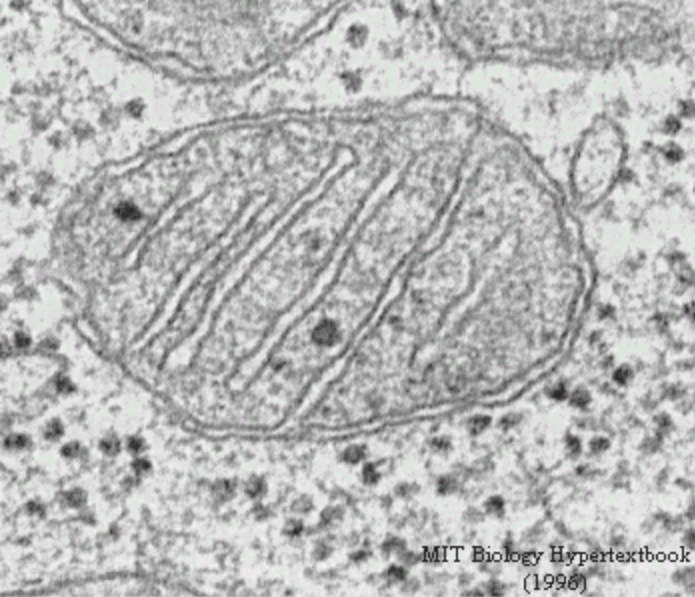
V matrix + elementárních částicích:

enzymy Krebsova cyklu,
dýchacího řetězce a oxidativní
fosforylace

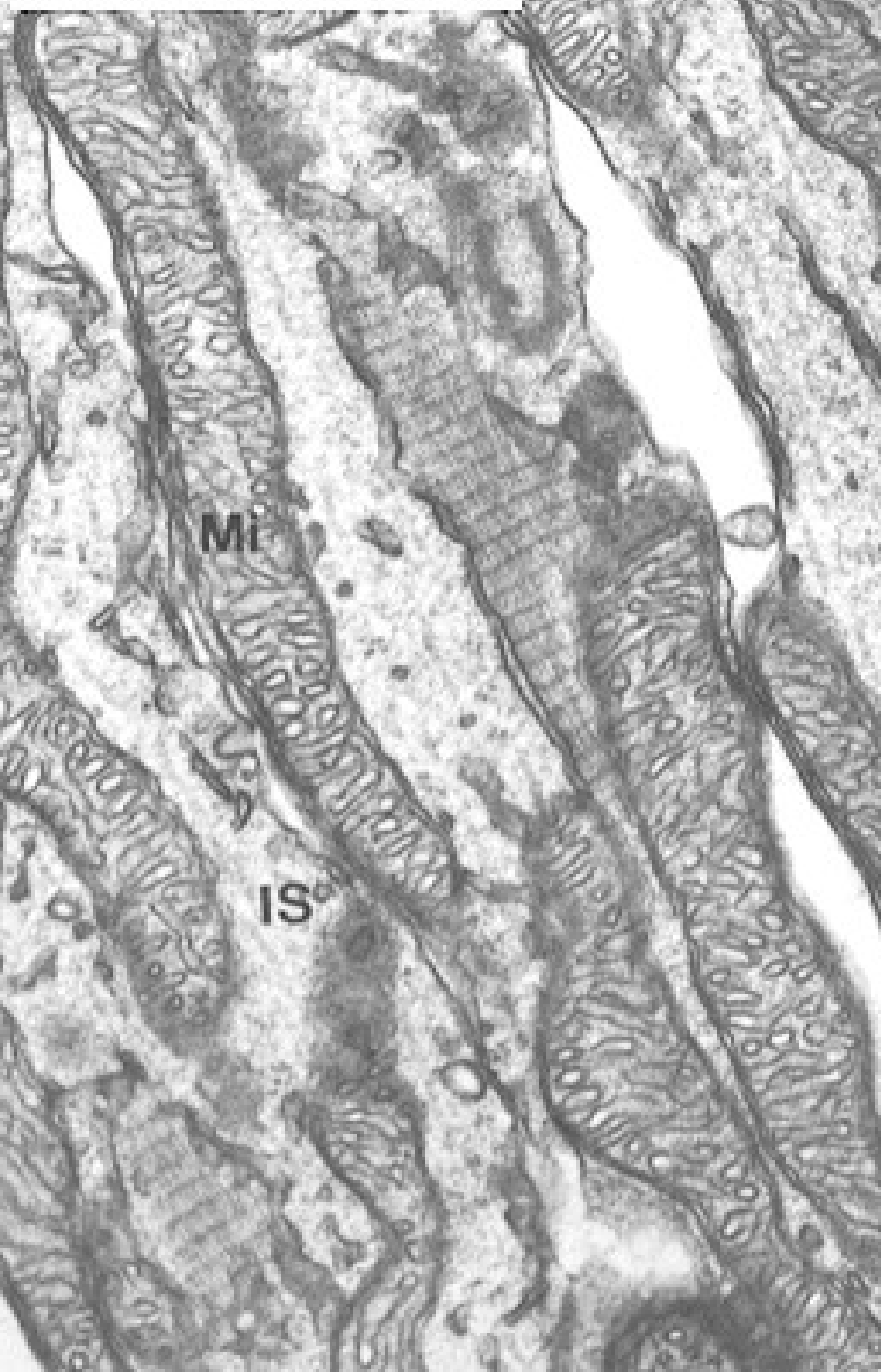
Hlavní funkce Mi:

uvolňování energie z ATP

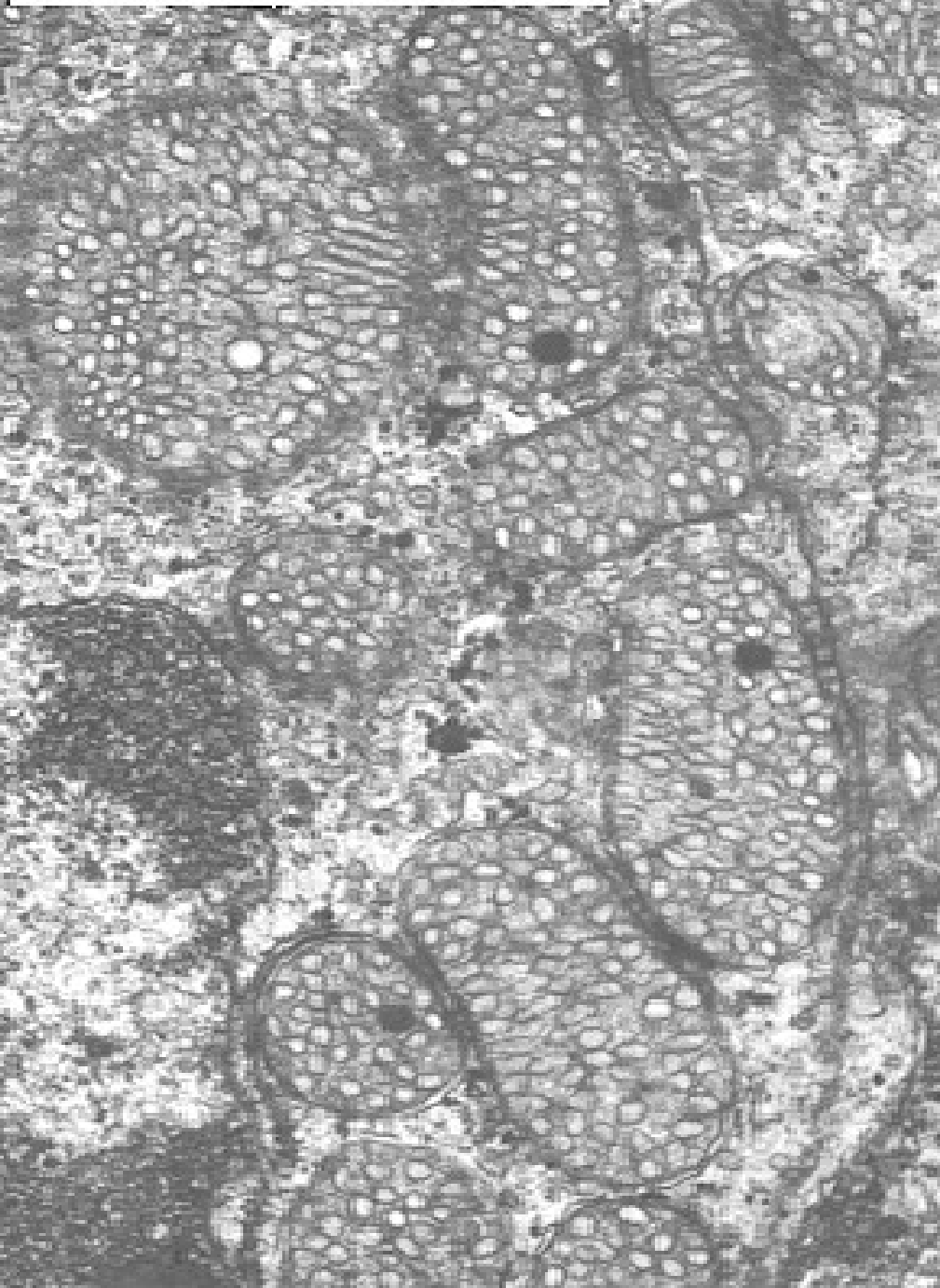




SHELF CRISTAE-MUSCLE

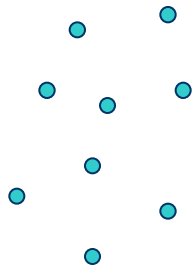


TUBULAR CRISTAE-ADRENAL

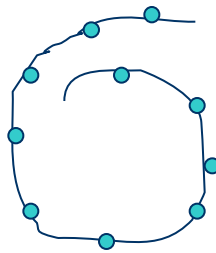


Ribosomy

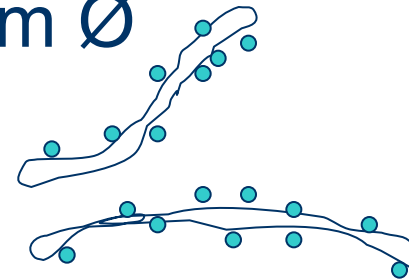
- Tělísko složené ze 2 podjednotek
- Velikost ribosomu: ~20-25 nm Ø



volné
ribosomy



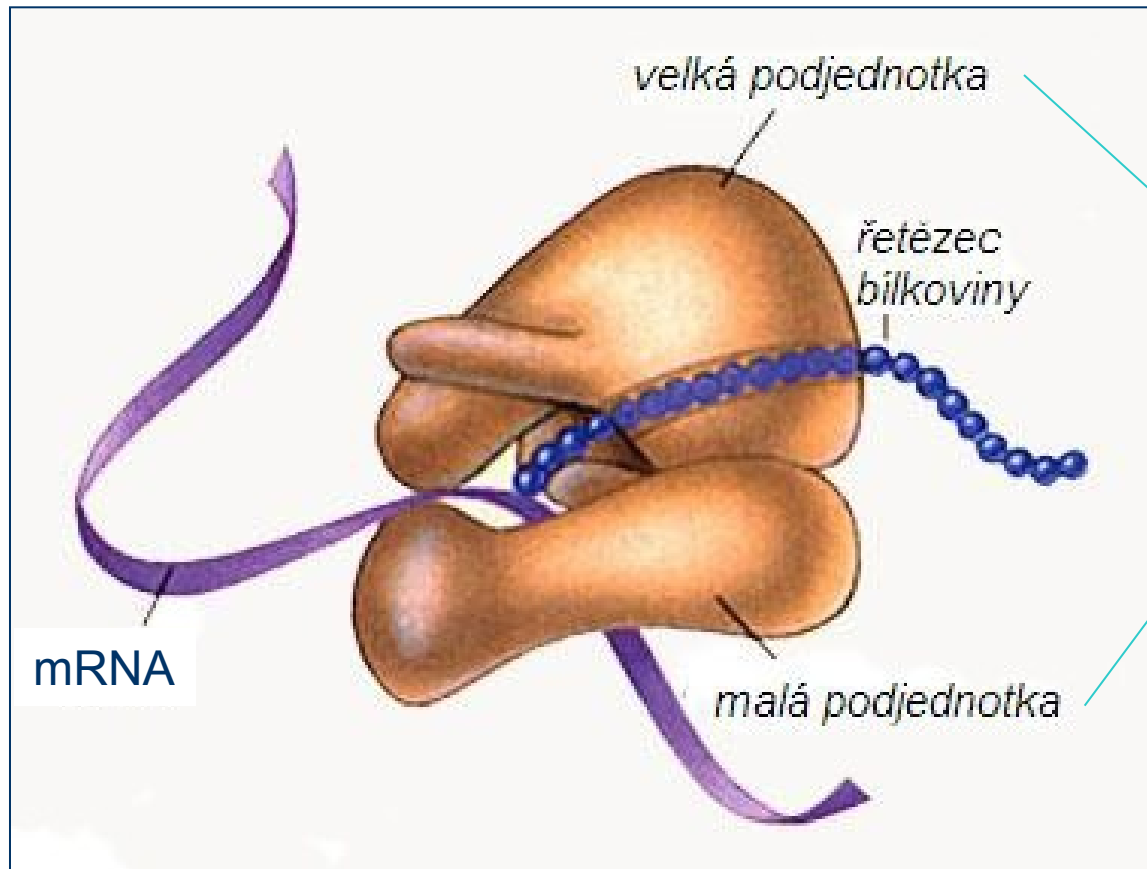
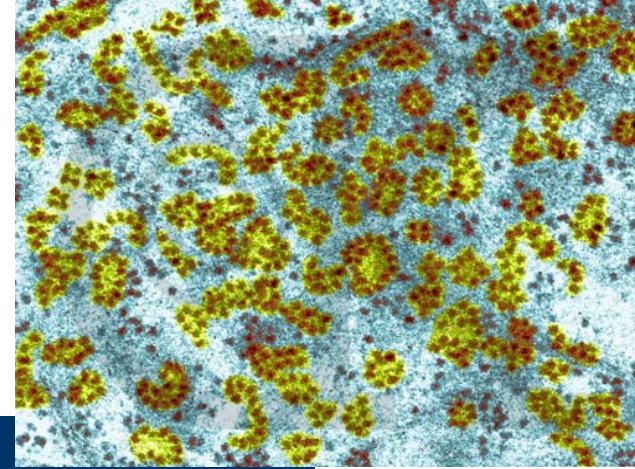
poly(ribo)somy



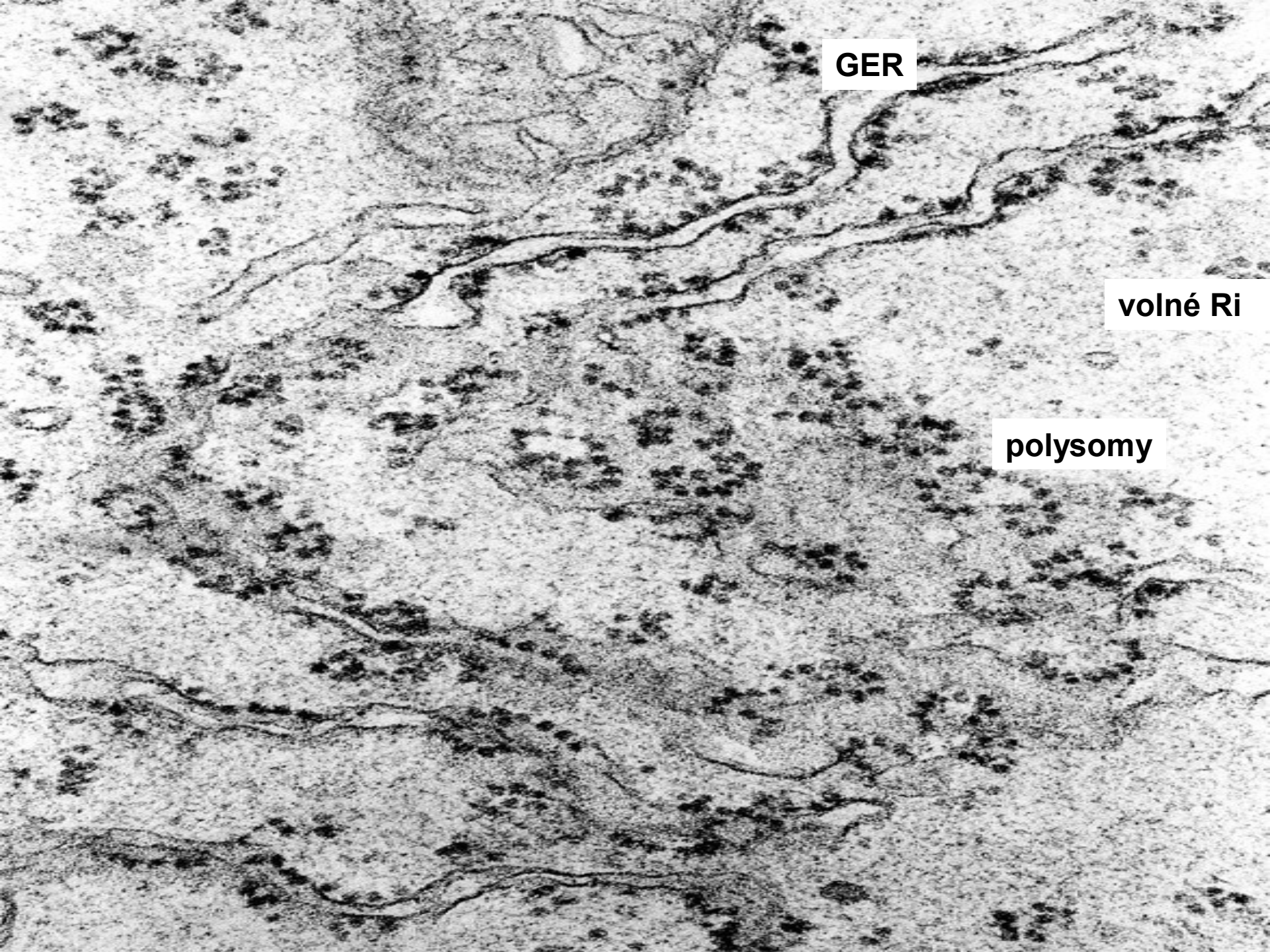
ribosomy na
endoplazmatickém
retikulu

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

Ribosom



rRNA +
proteiny



GER

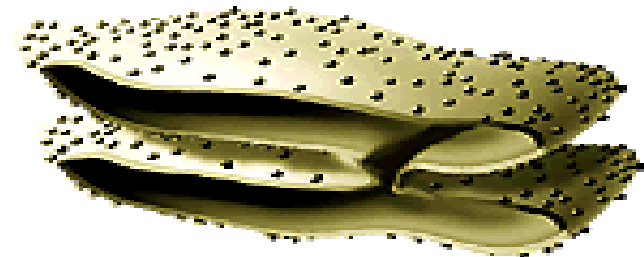
volné Ri

polysomy

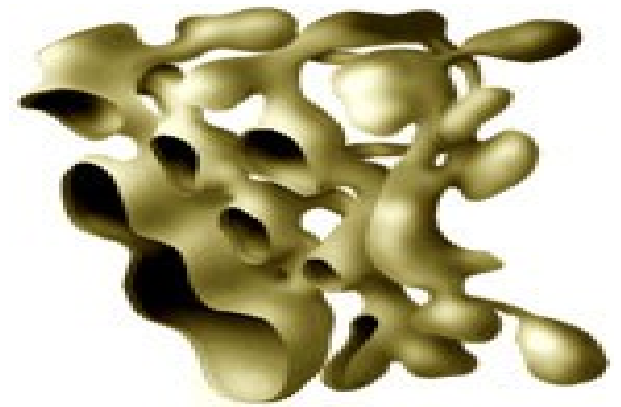
Endoplazmatické retikulum

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

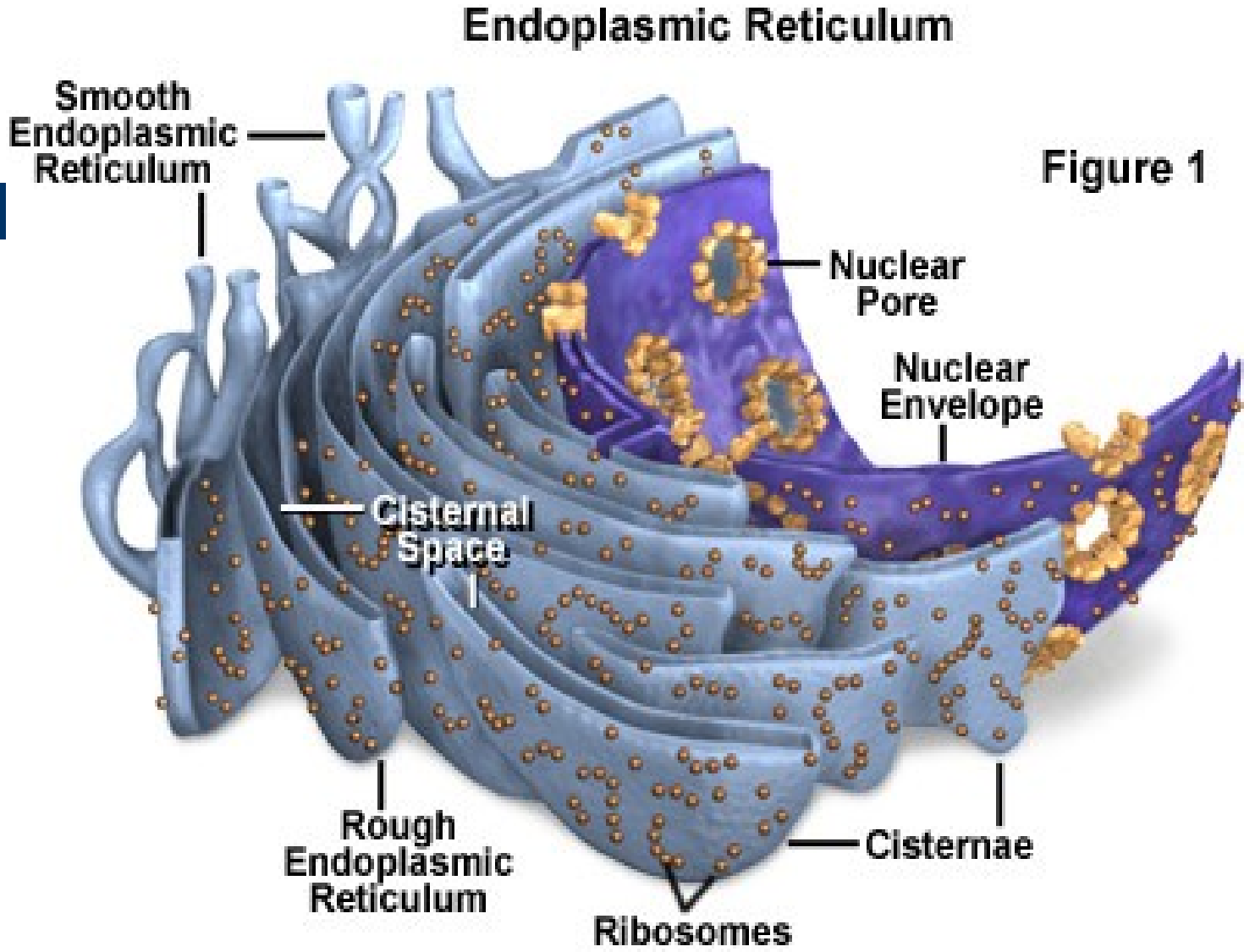
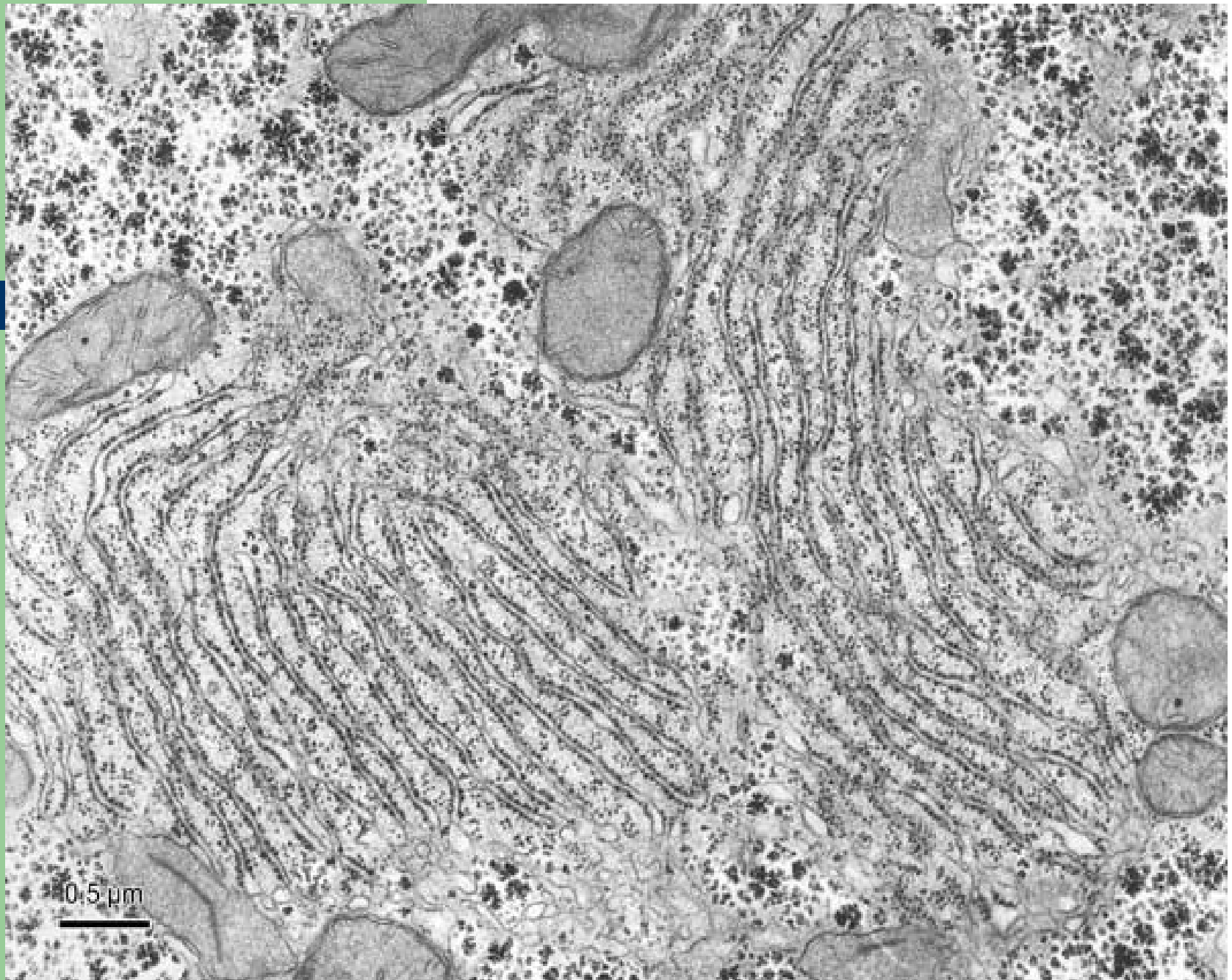
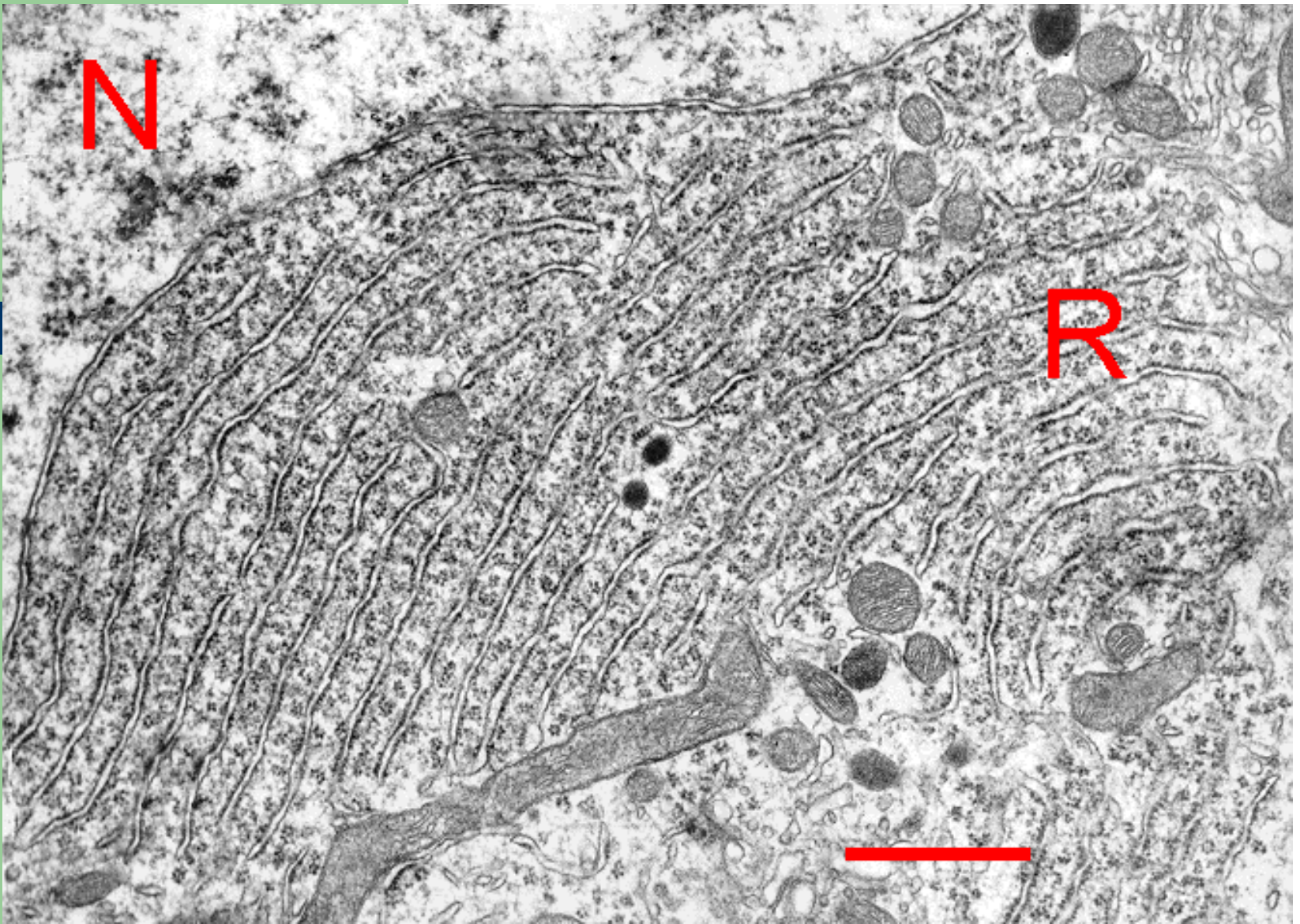


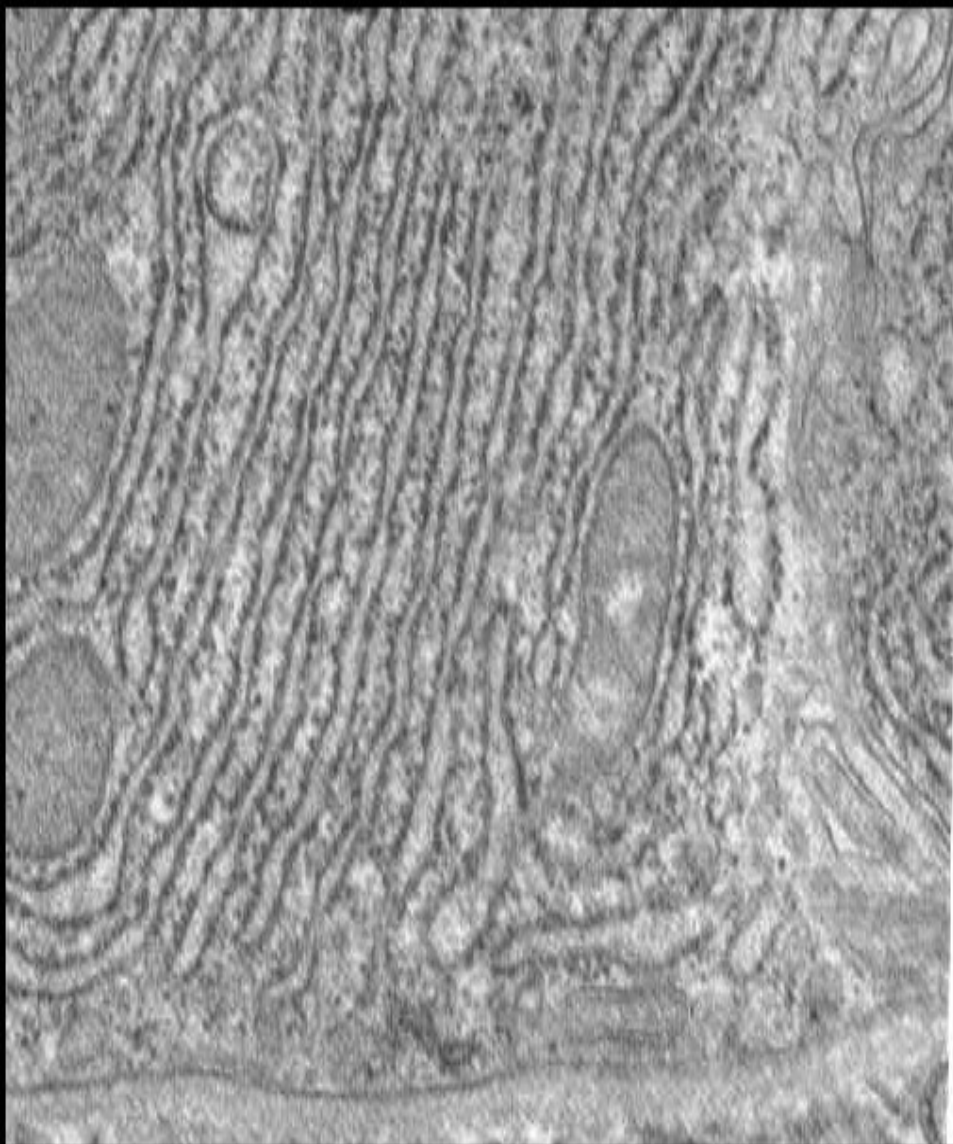
Figure 1



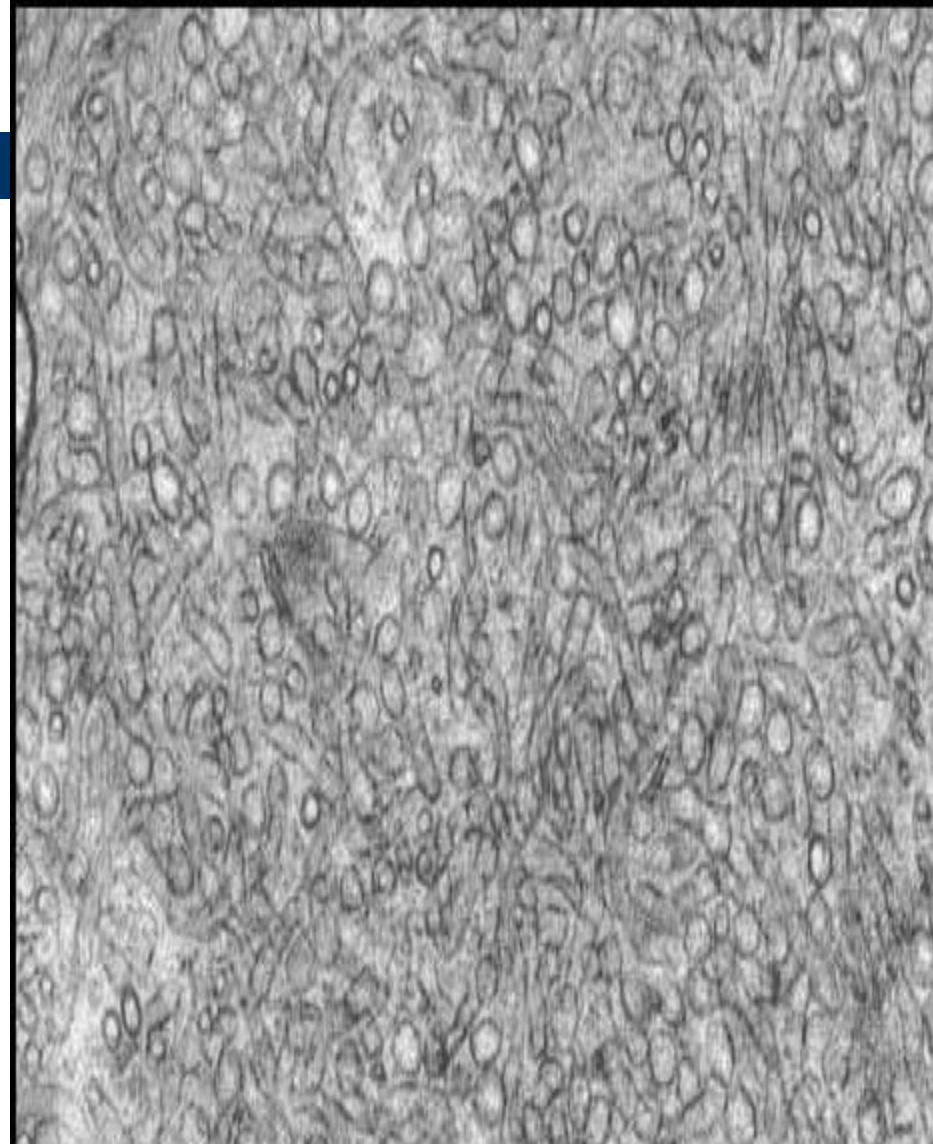


Granular endoplasmic reticulum (R) organized into parallel cisternae forming the *tigroid* (Nissl) substance. N - nucleus of the Purkinje cell. Scale = 1 μm . (Rabbit, cerebellar cortex.)

GER

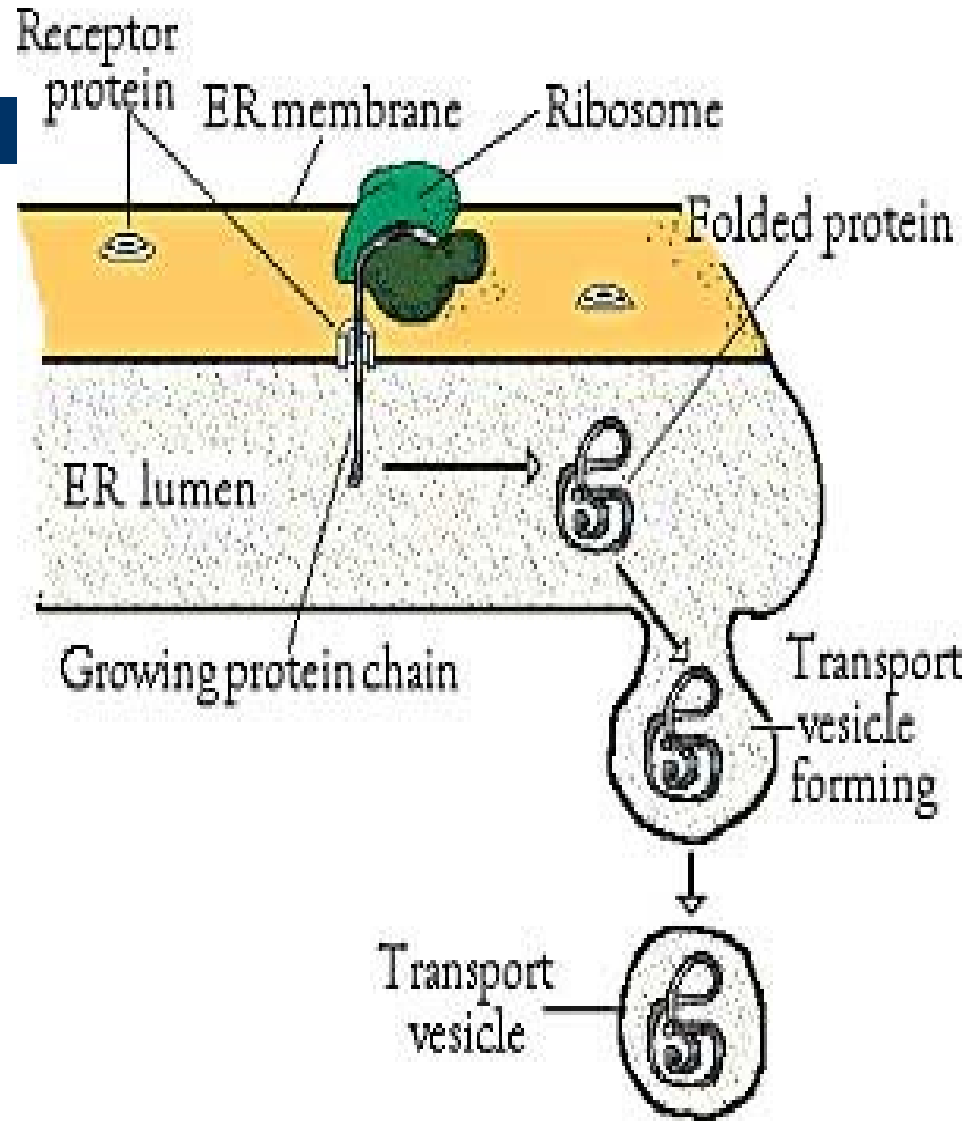


AER



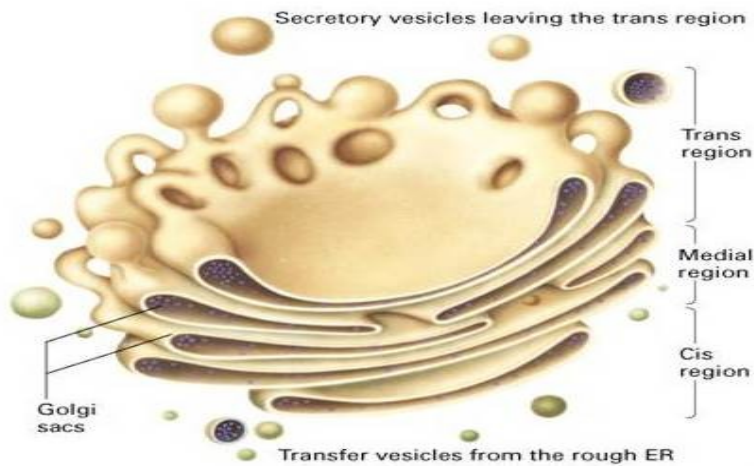
Funkce GER

- 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**)
 - podílí se na tvorbě membrán

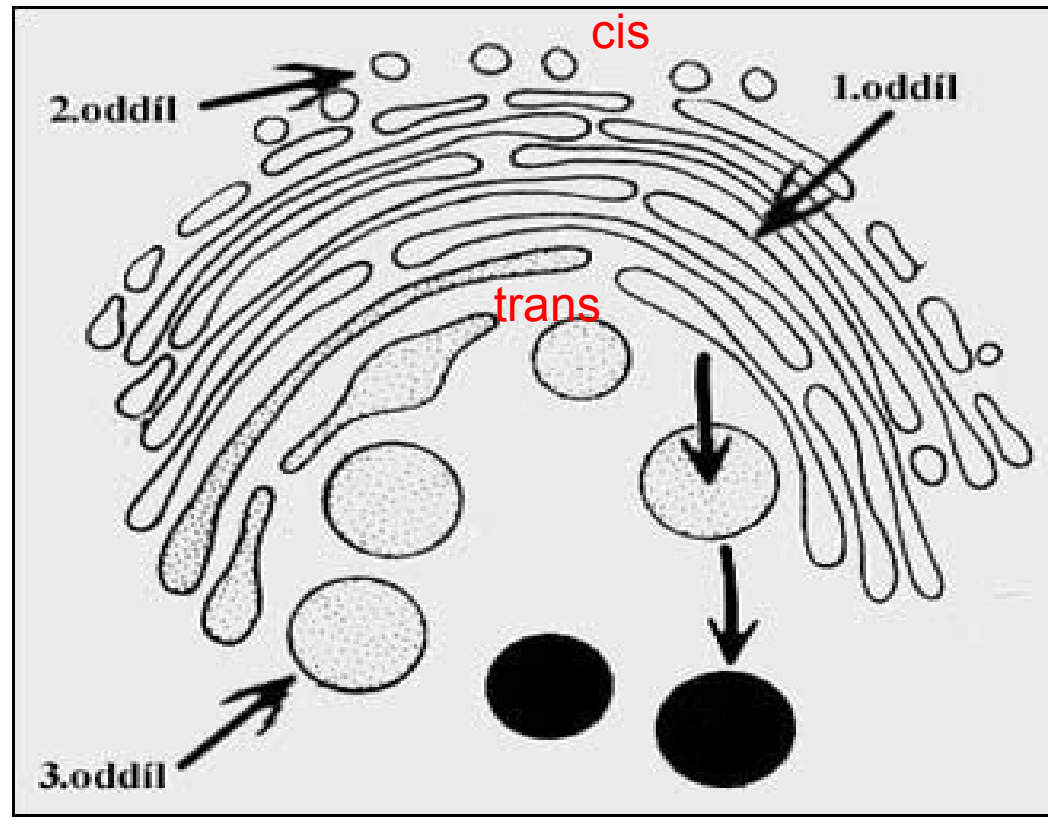


Golgiho aparát (GA)

- Systém hladkých membrán, ohraničujících:

1. cisterny (3-10)
(*dictyosom*)
2. vesikuly
3. vakuoly

Polarita GA: cis
trans



The Golgi Apparatus

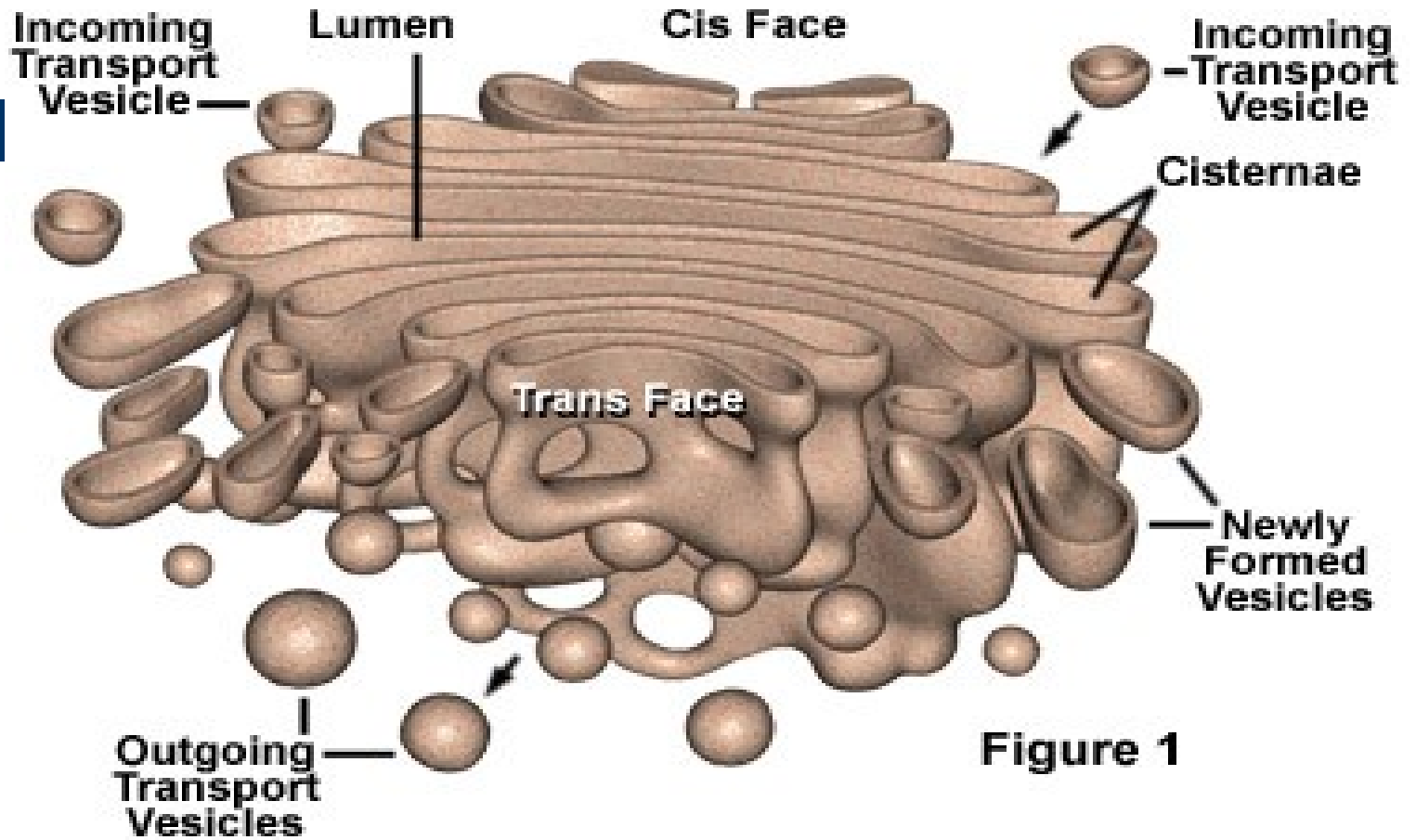
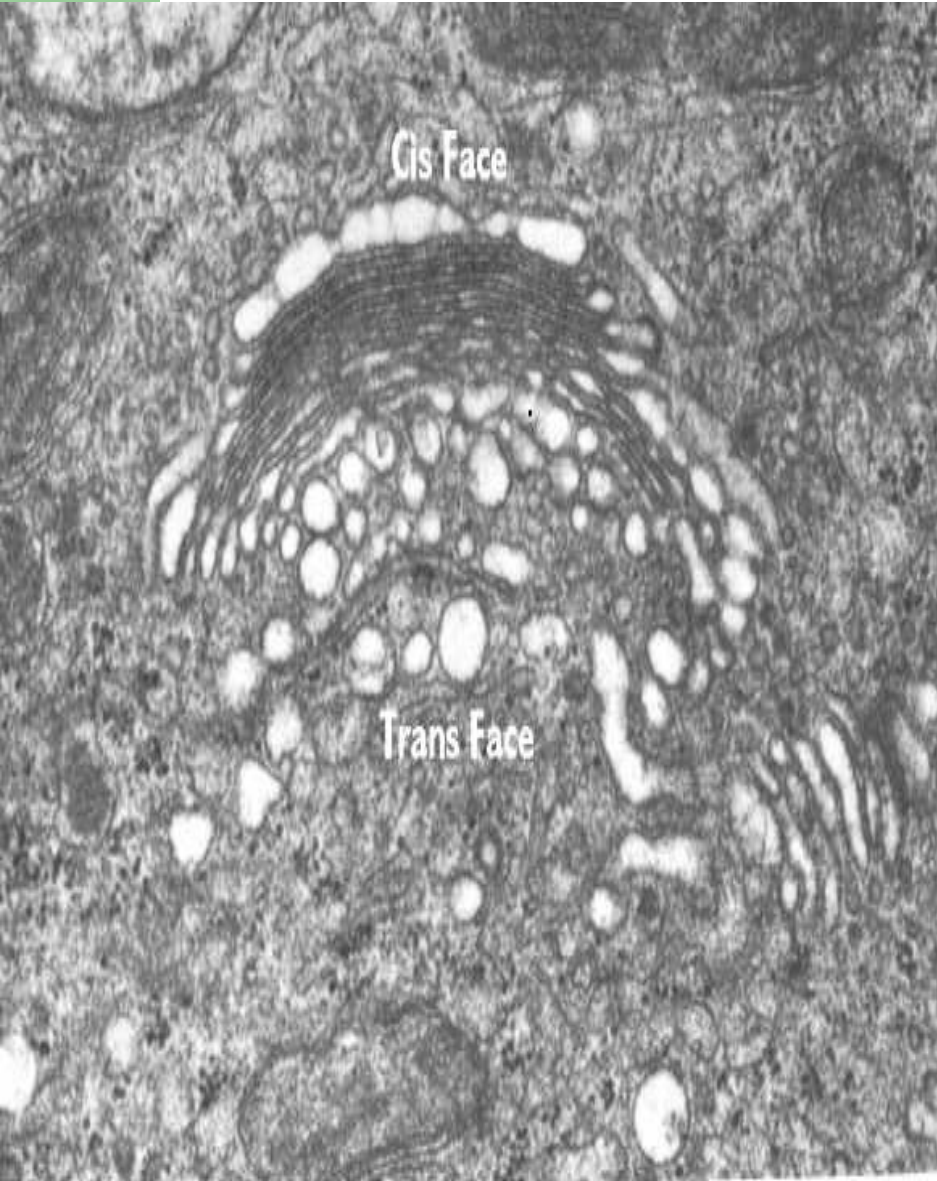


Figure 1

Funkční polarita GA



Transport proteinů z GER:

transportními váčky

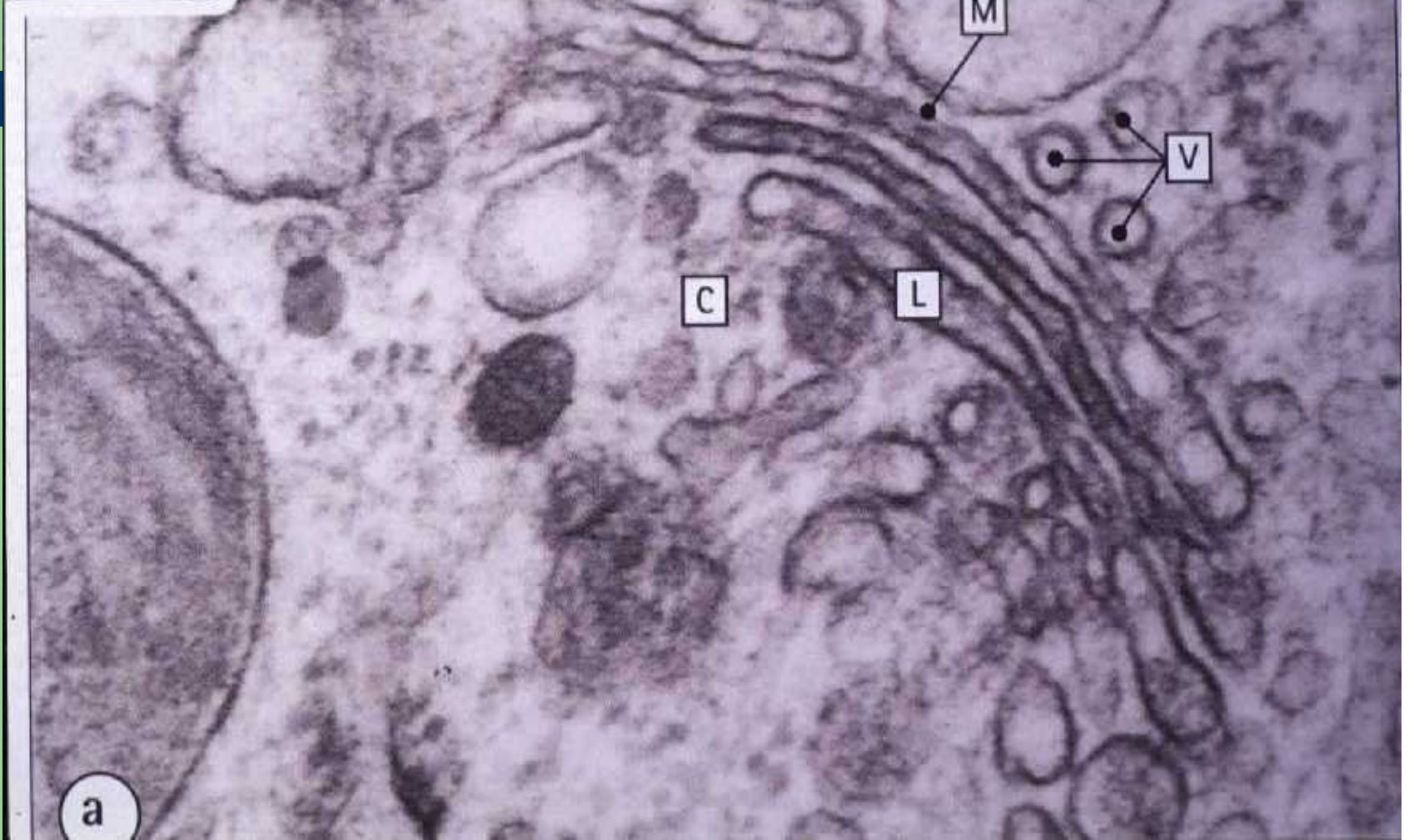
Strana konvexní – cis face
(produkční /forming face/)

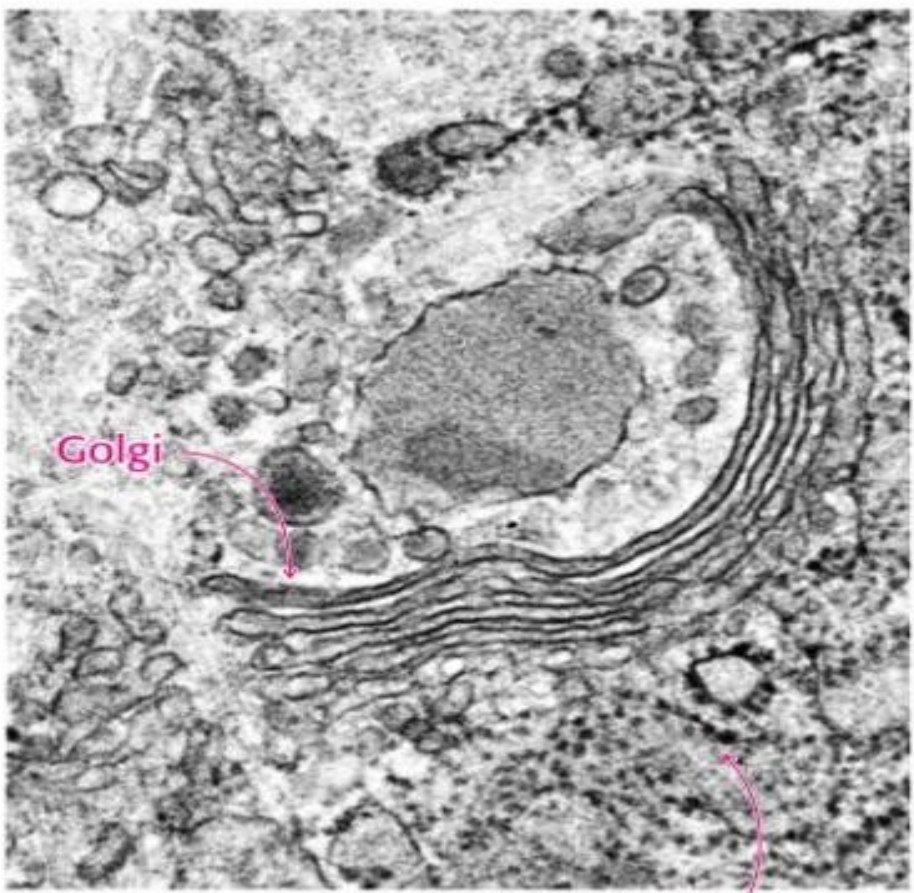
Strana konkávní – trans face
(maturační /maturing face/)

kondenzační vakuoly

sekreční zrna

lyzosomy

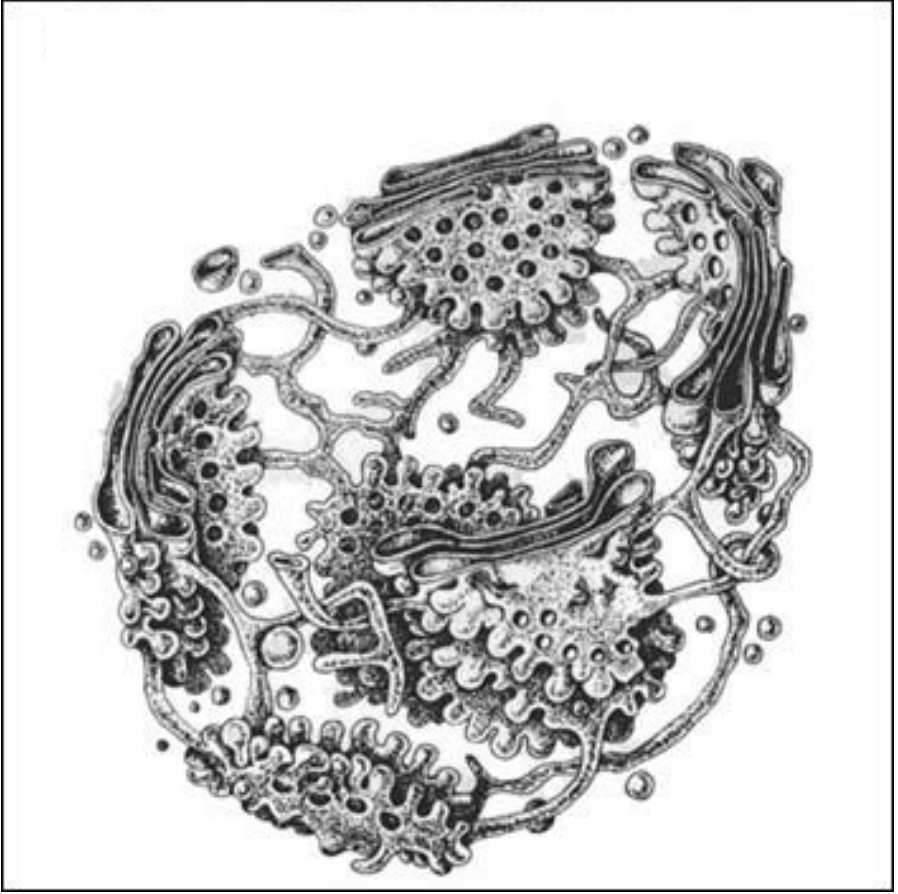


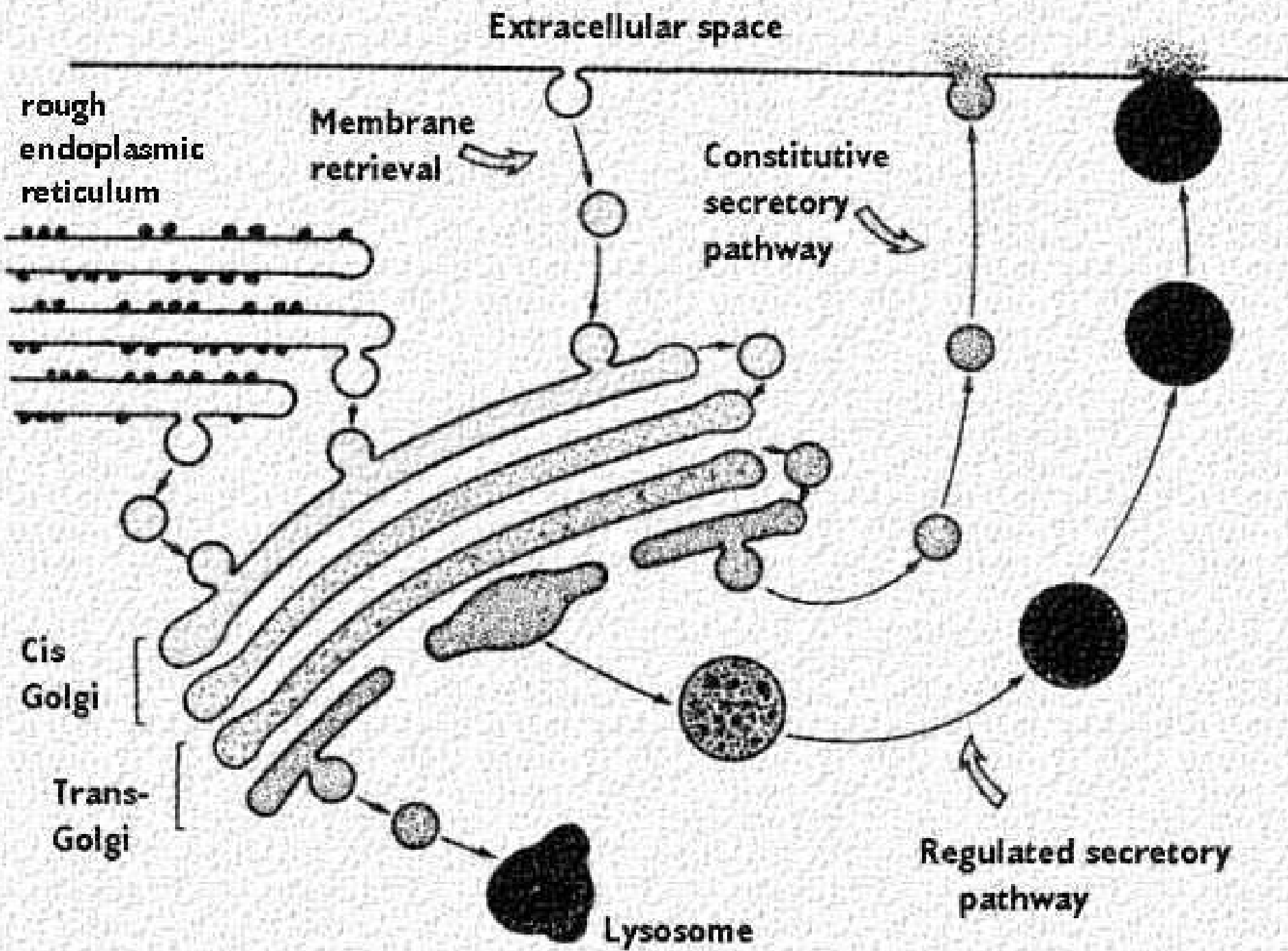


Golgi

Endoplasmic reticulum

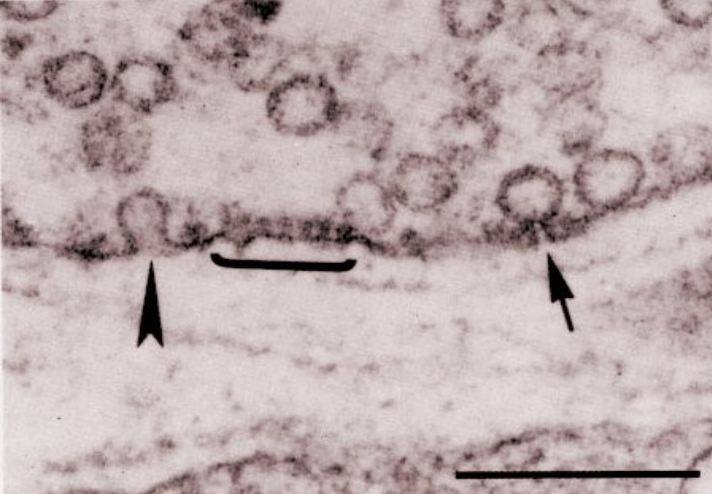
Golgiho pole





Funkce GA

- postsyntetická úprava a maturace 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

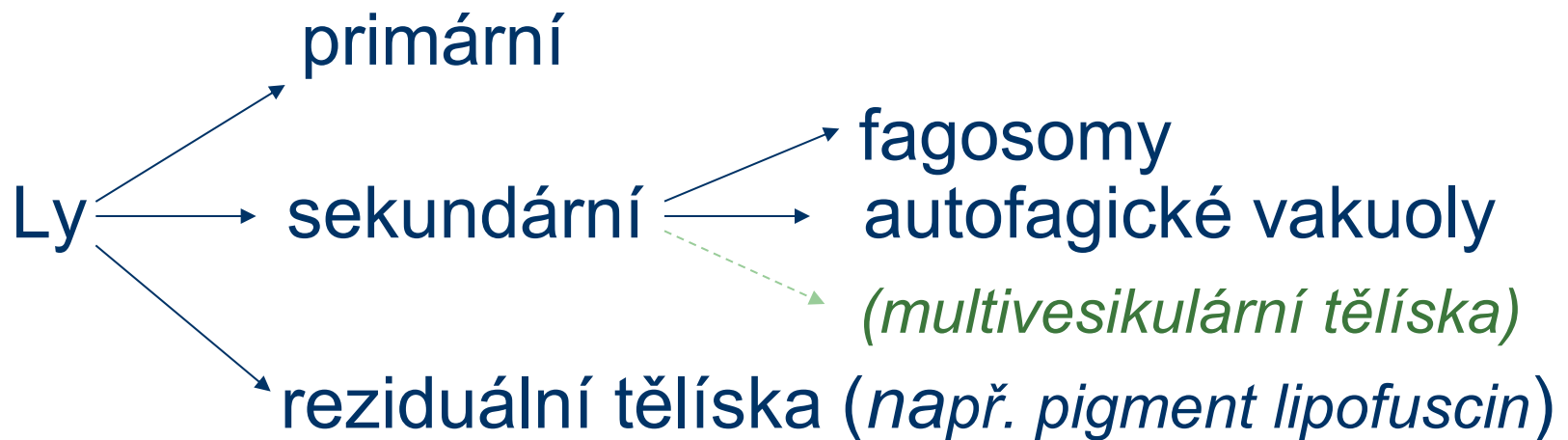
- Endosomy: membránové váčky (Ø 20-150 nm) vstup do buňky – pinocytózou,



osud v buňce \longrightarrow transcytóza
 \searrow fúze s Ly \Rightarrow sekundární Ly

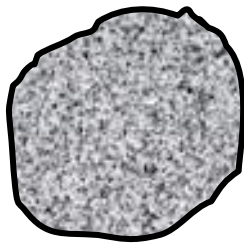
Lyzosomy

- 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.)

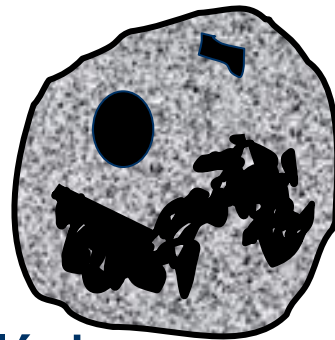


Lyzosomy

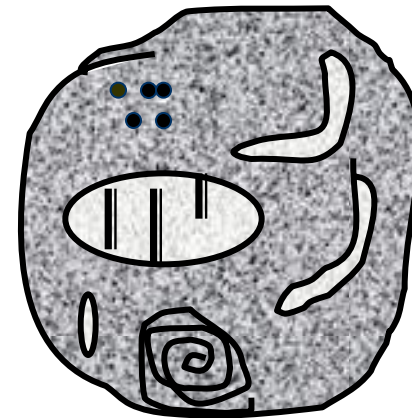
primární Ly ($0,5 \mu m$)



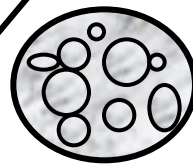
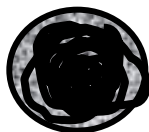
sekundární Ly



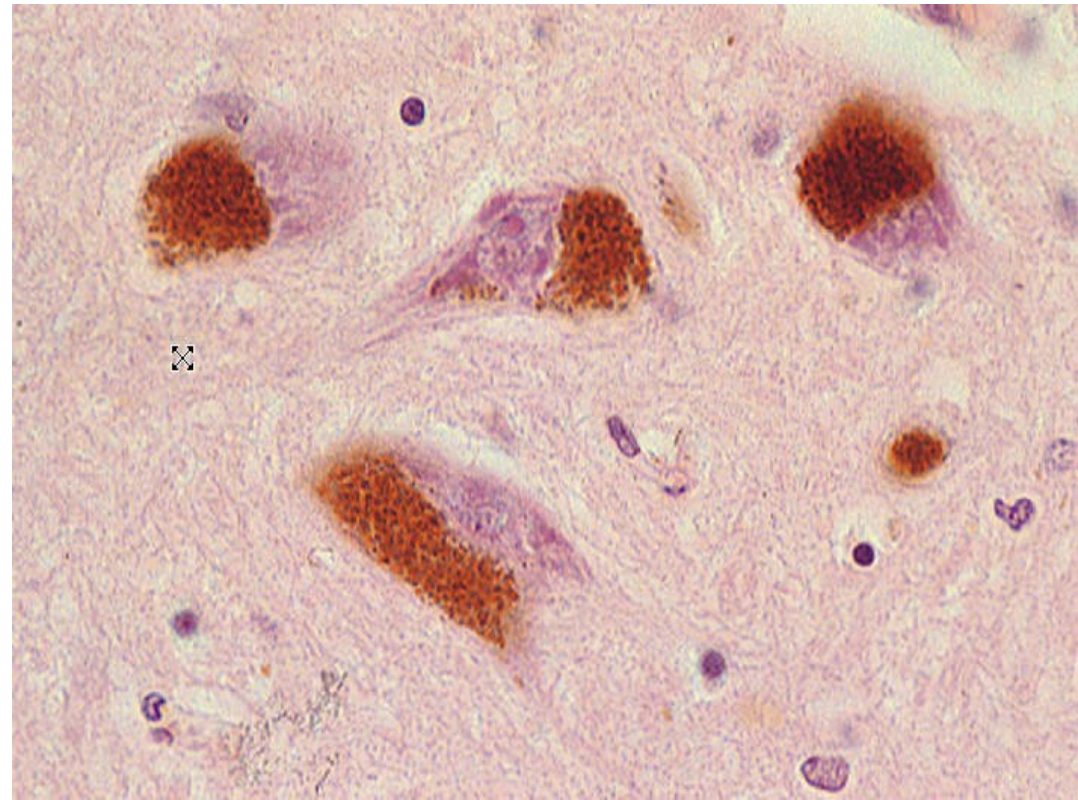
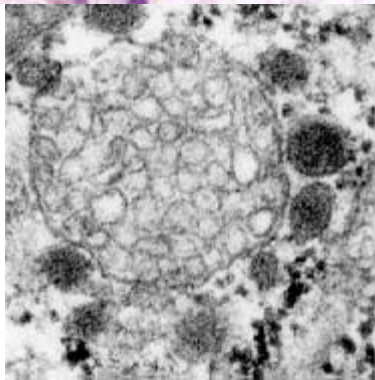
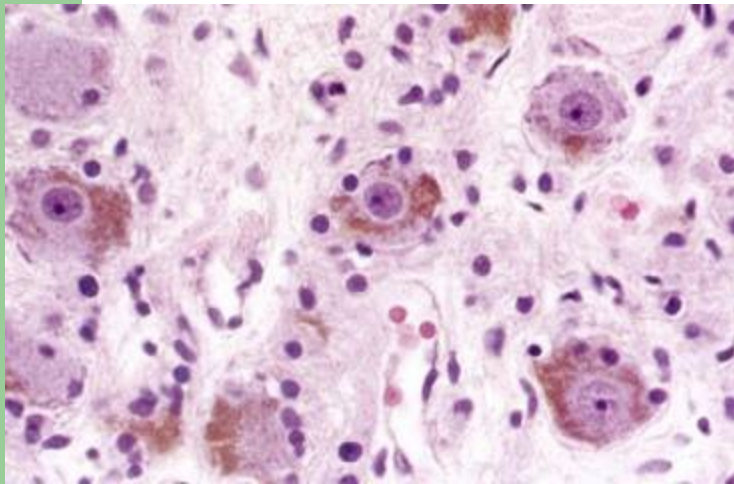
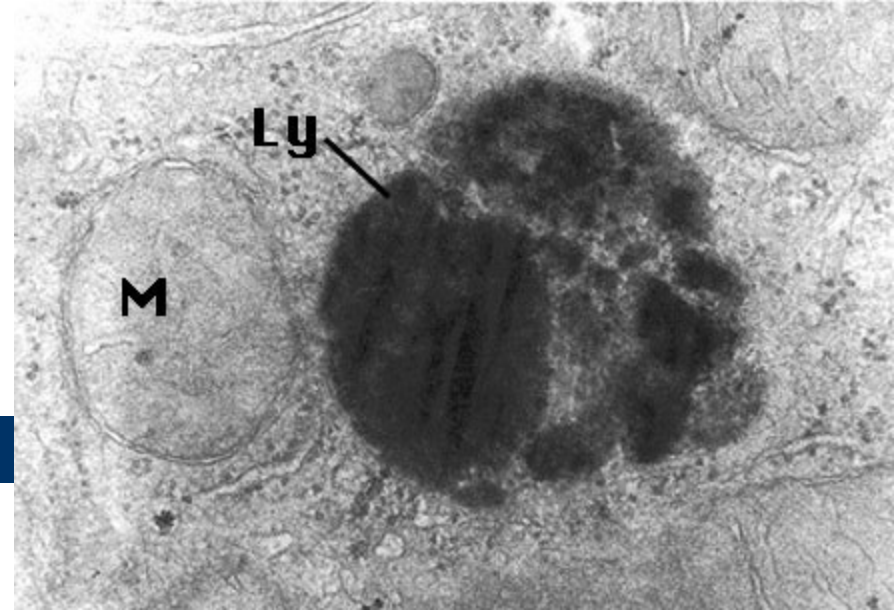
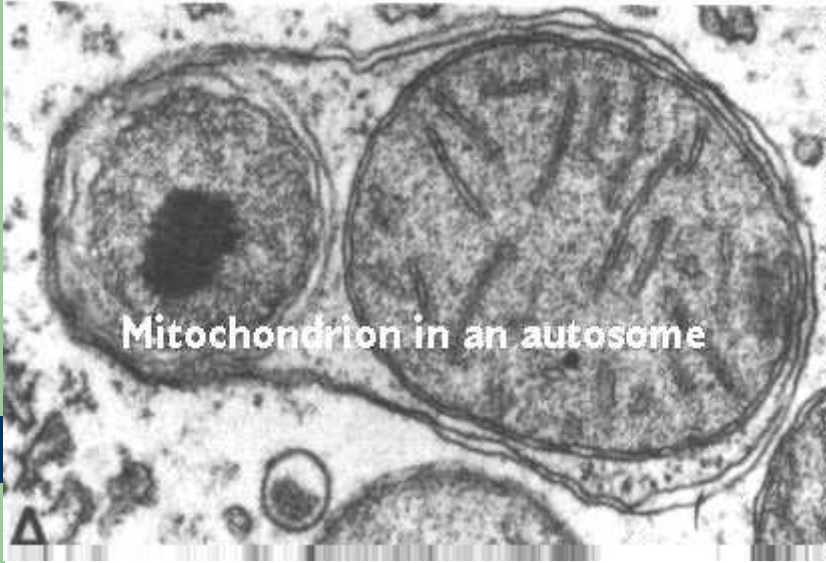
autofagická vakuola

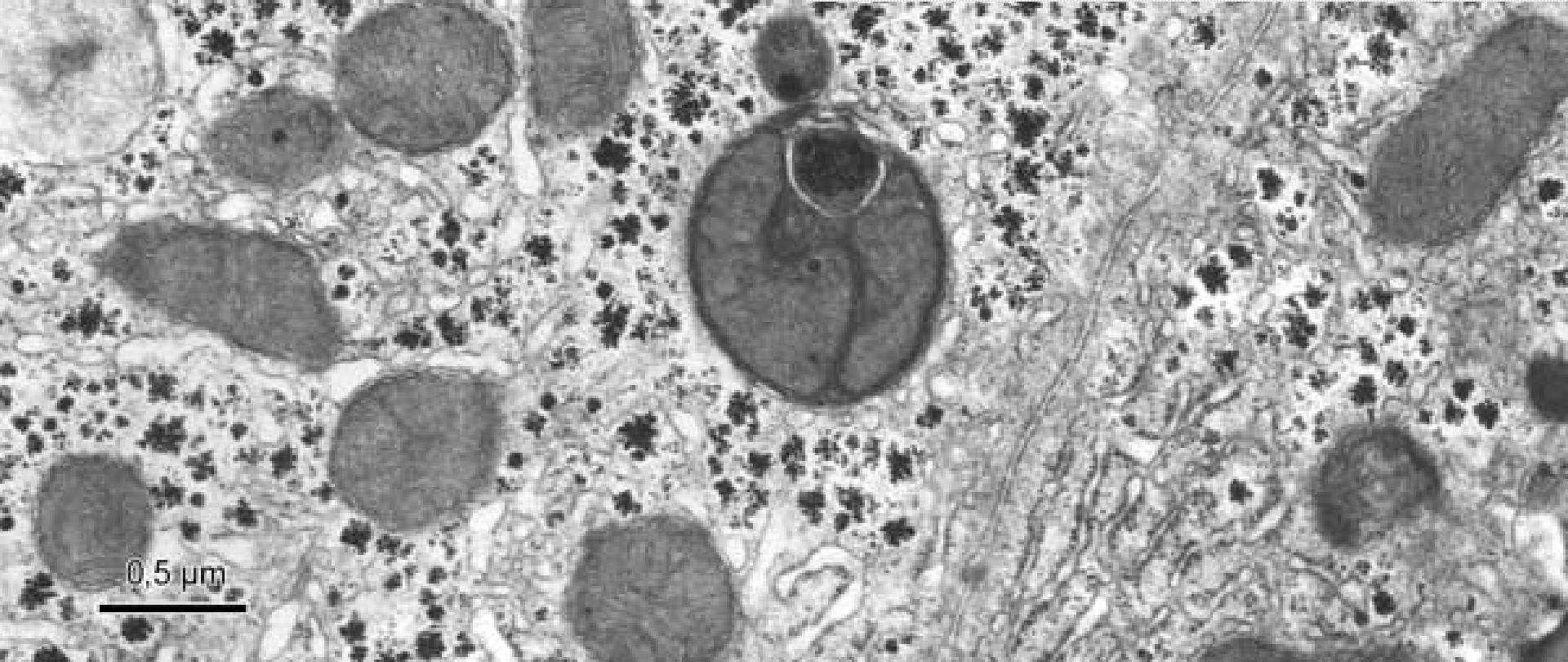
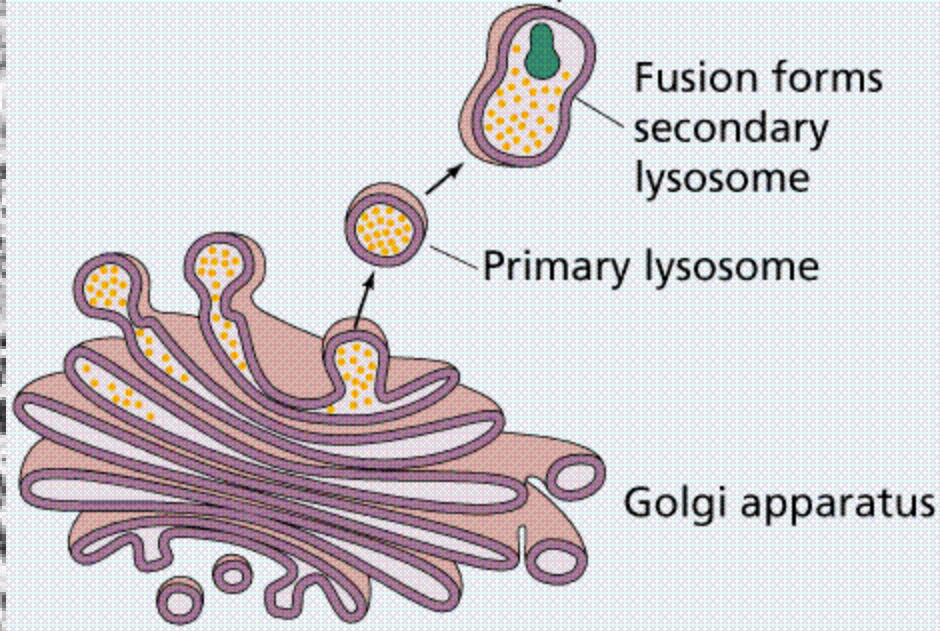
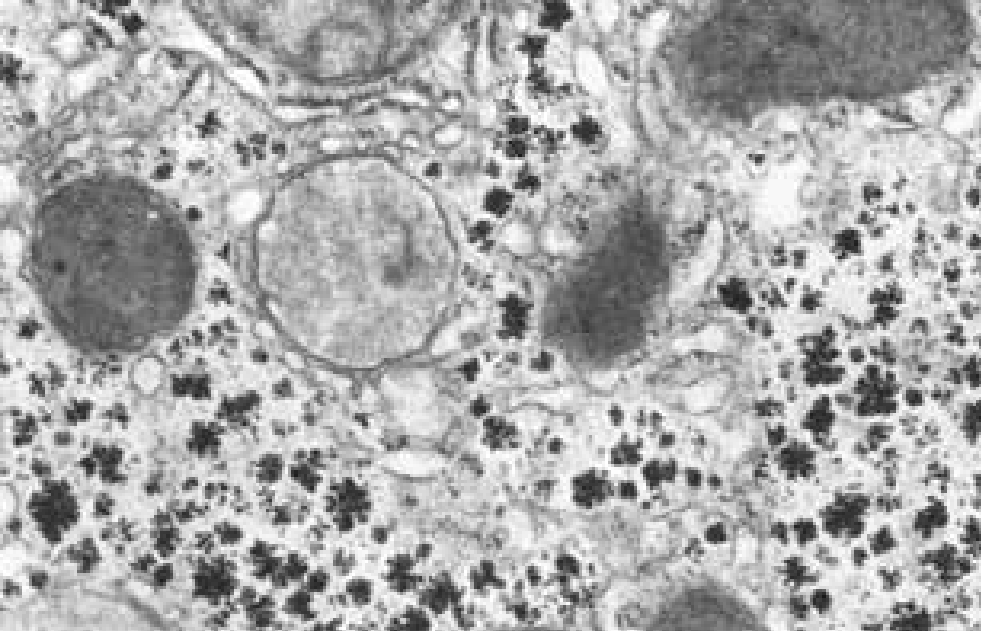


reziduální tělíčko



multives. tělíčko

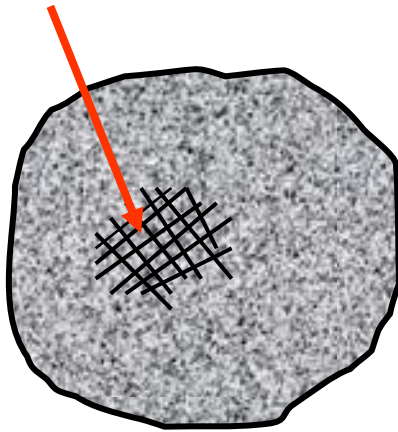




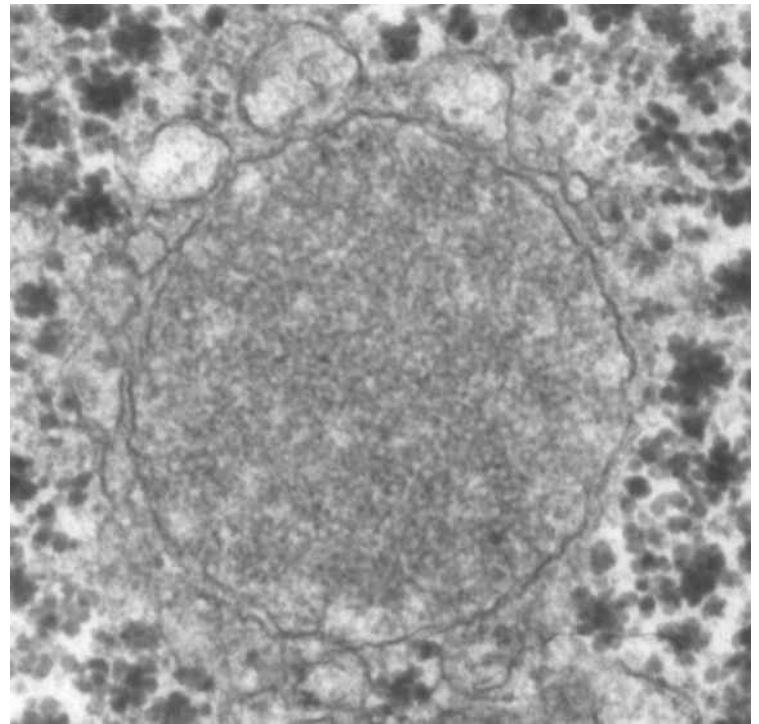
0,5 μm

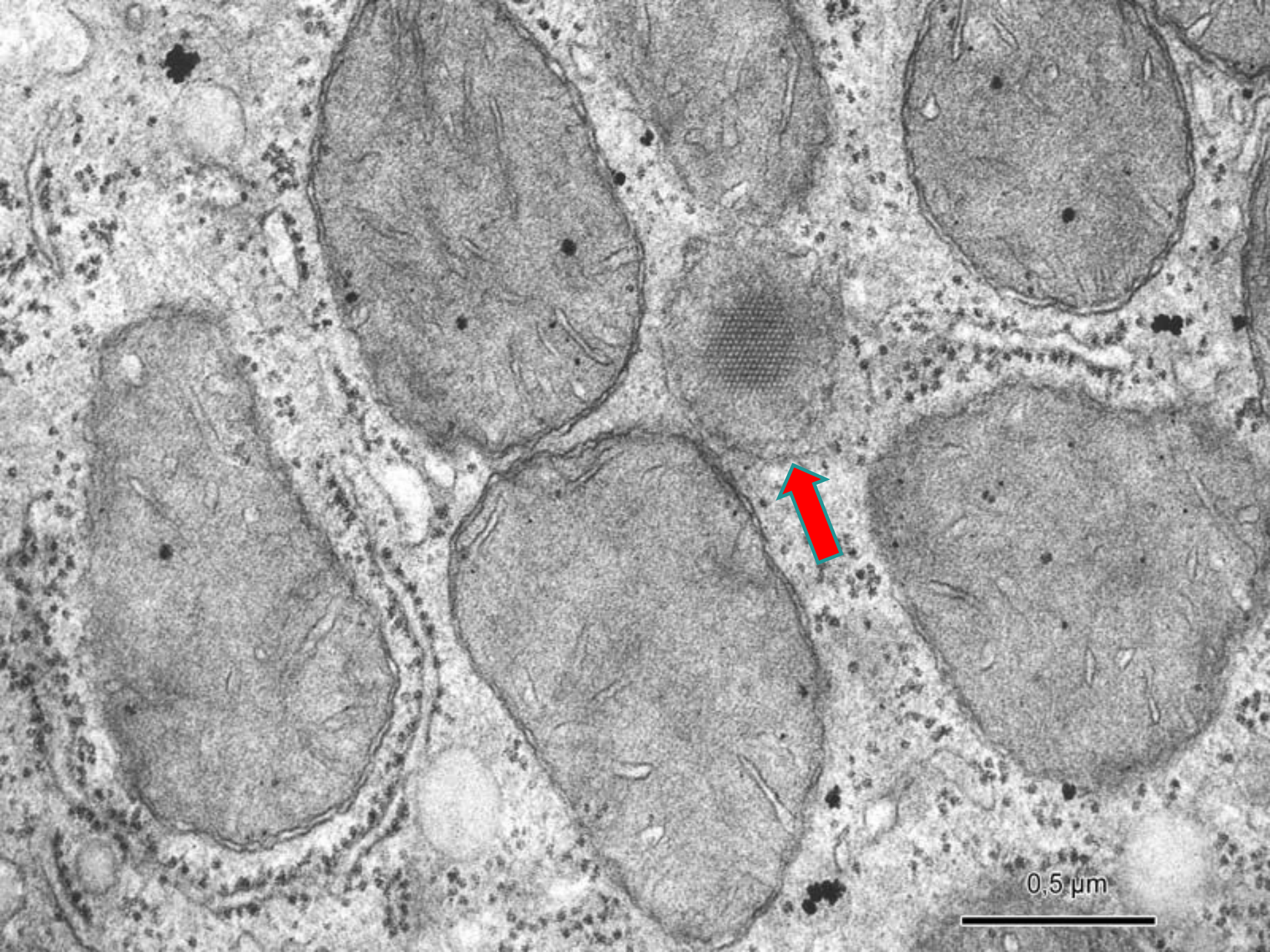
Peroxisomy (mikrotělíska)

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



- [nukleoid = *krystaloid*]





0,5 μm

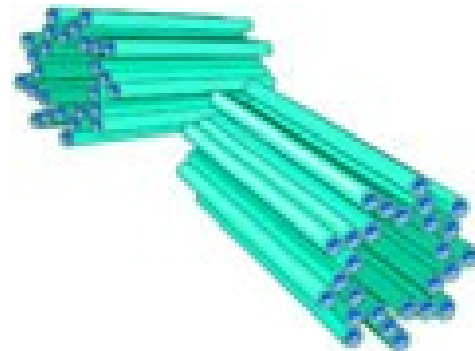
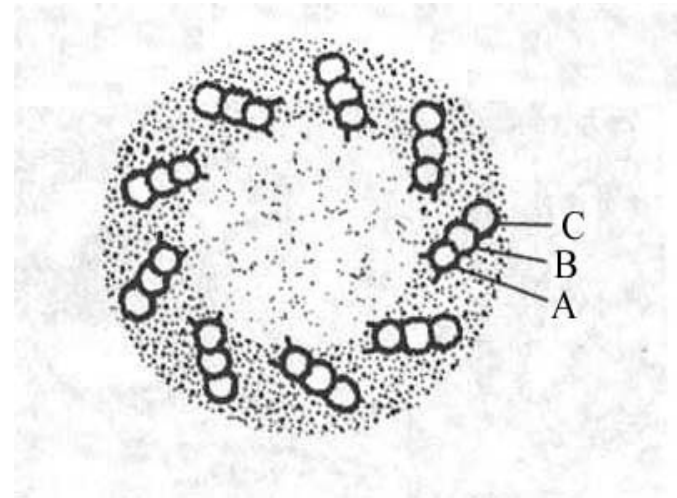


Funkce lyzozomů a peroxisomů

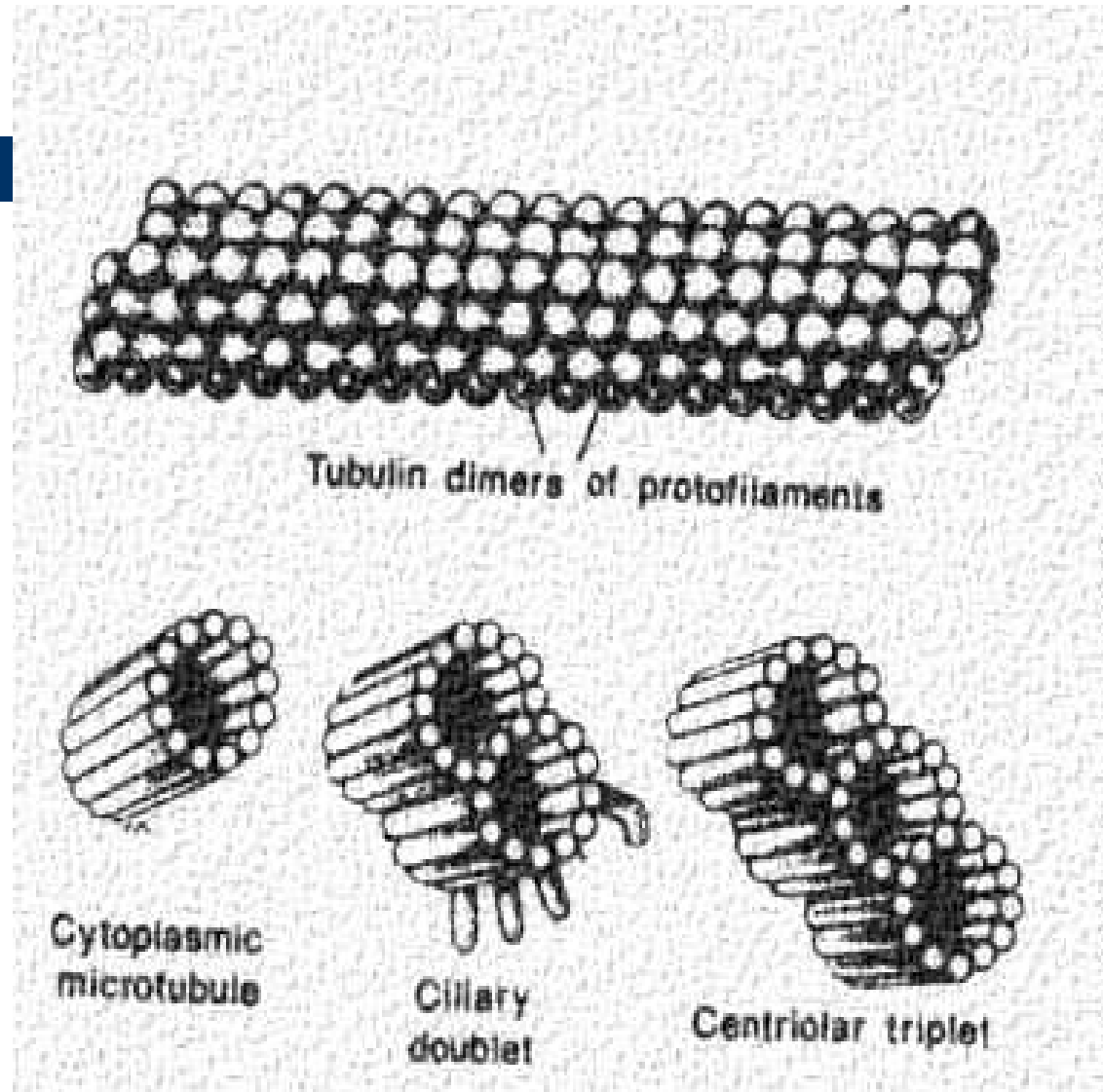
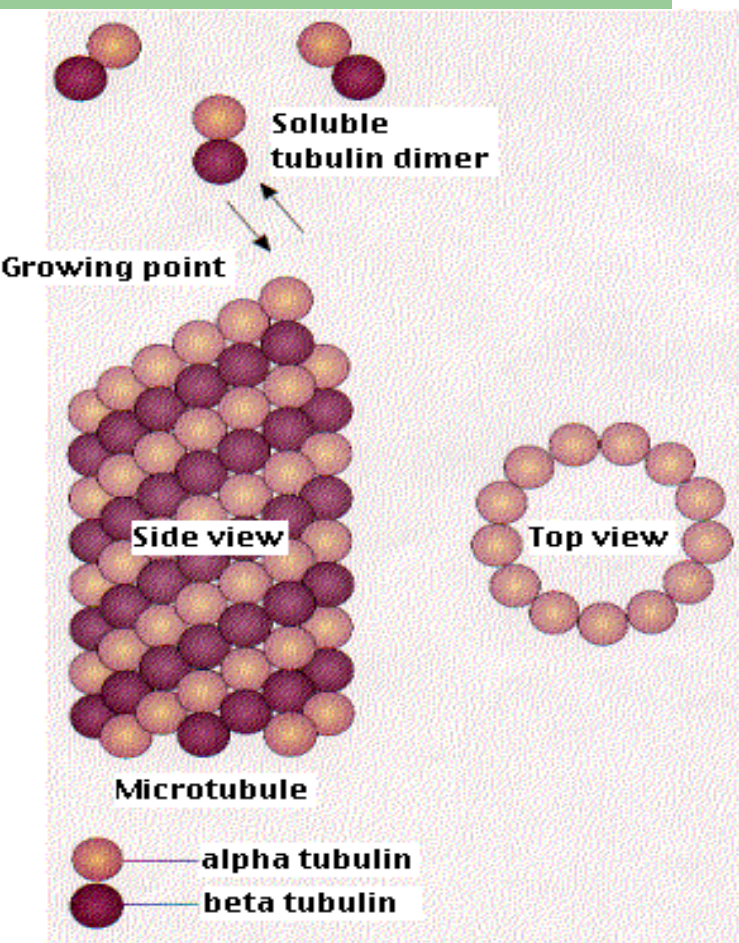
- **Ly** – intracelulární digesce endo- a exogenního materiálu
- **Pe** – detoxikace (rozklad H_2O_2 , štěpení purinů a MK)
 - účast na syntéze žlučových kyselin
 - účast na syntéze fosfolipidů

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 (blízko jádra)



triplet mikrotubulů



CCO

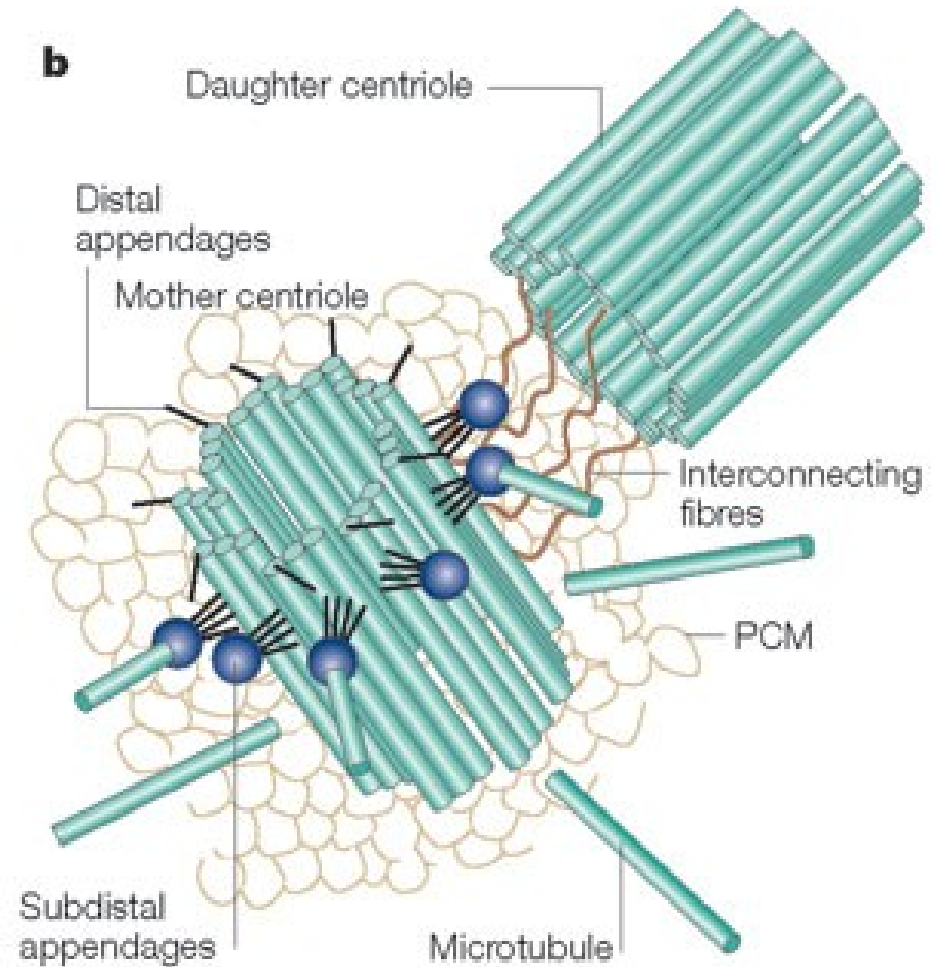
C B A mikrotubulus
10/10/13 protfilament

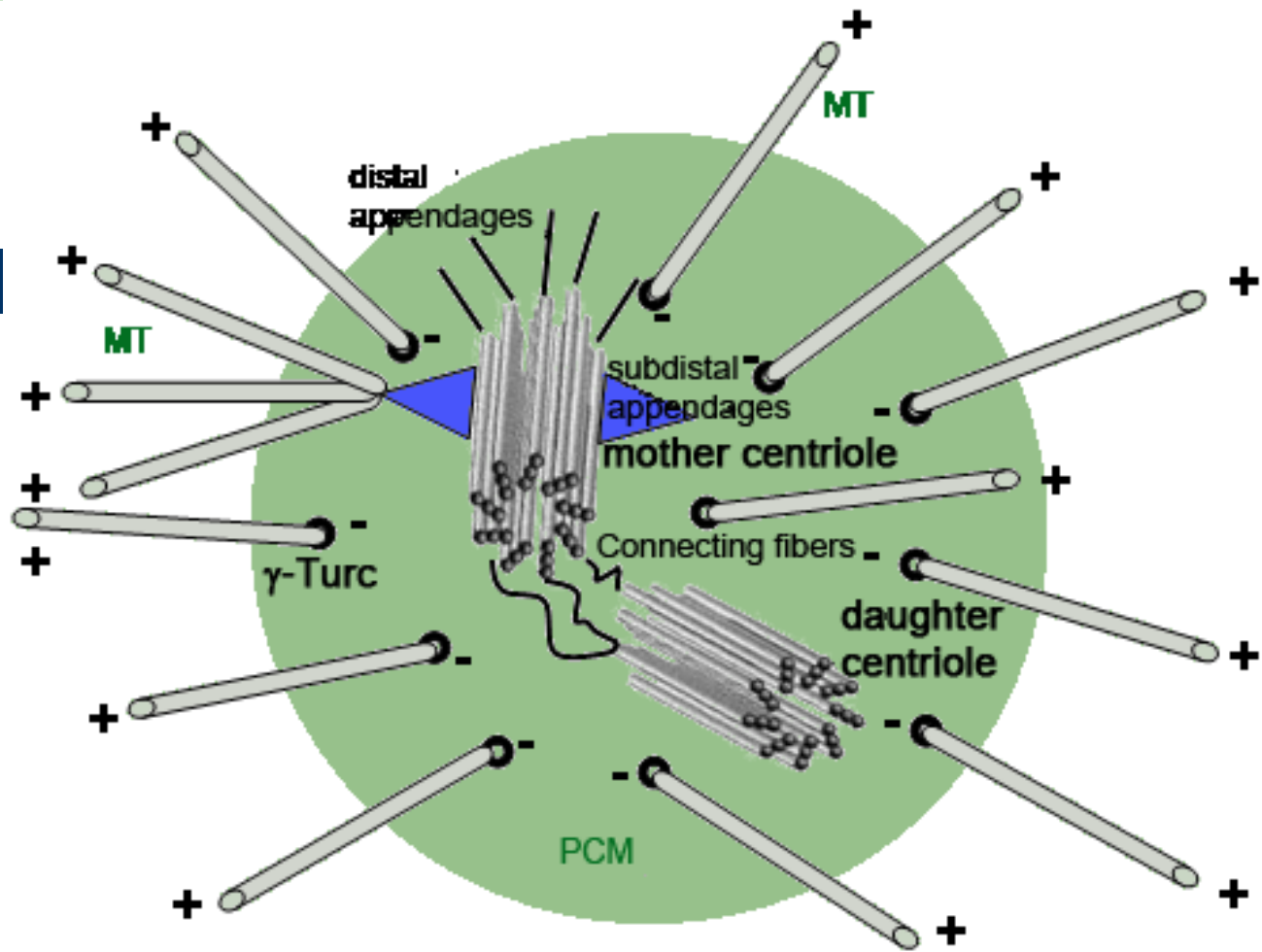
Struktura centriolu

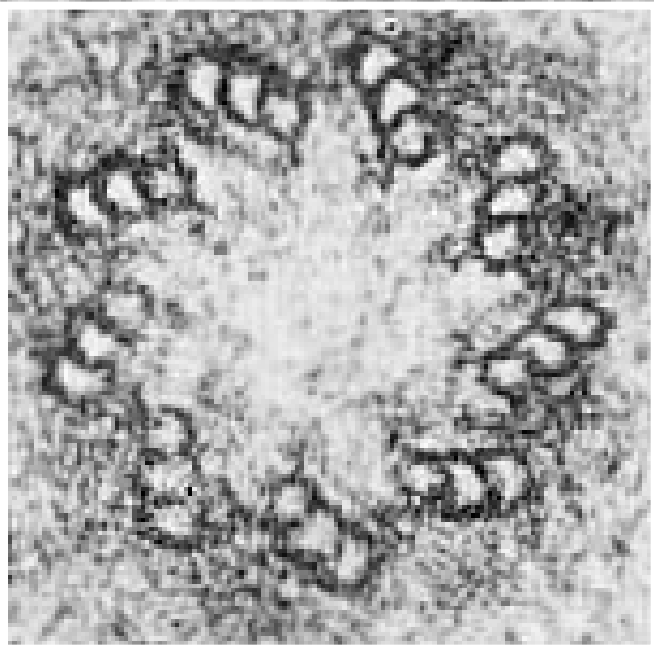
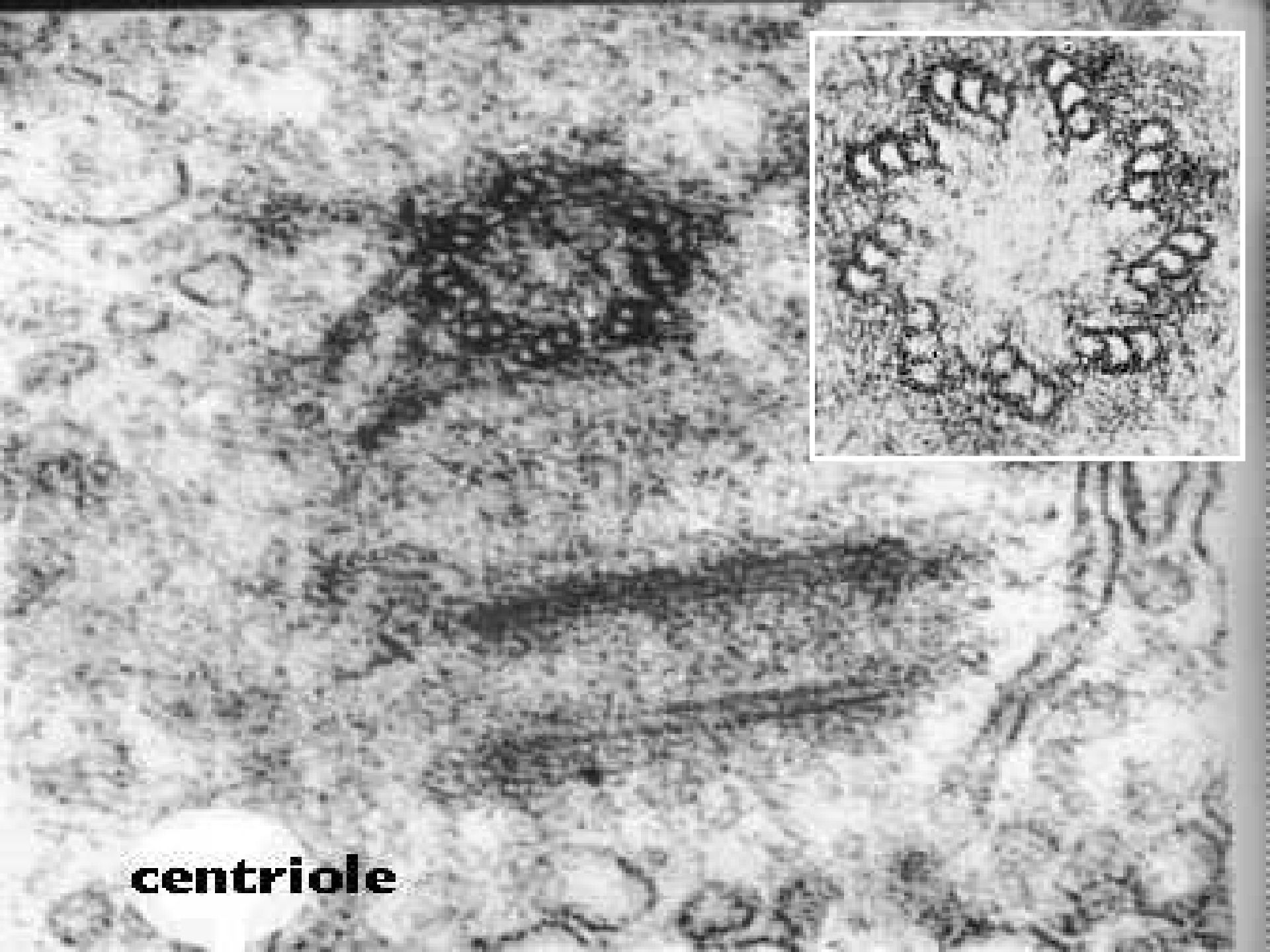
a



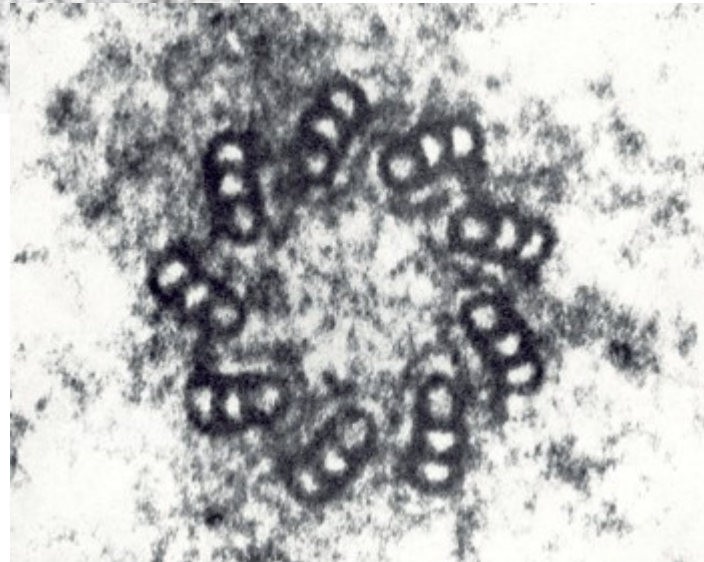
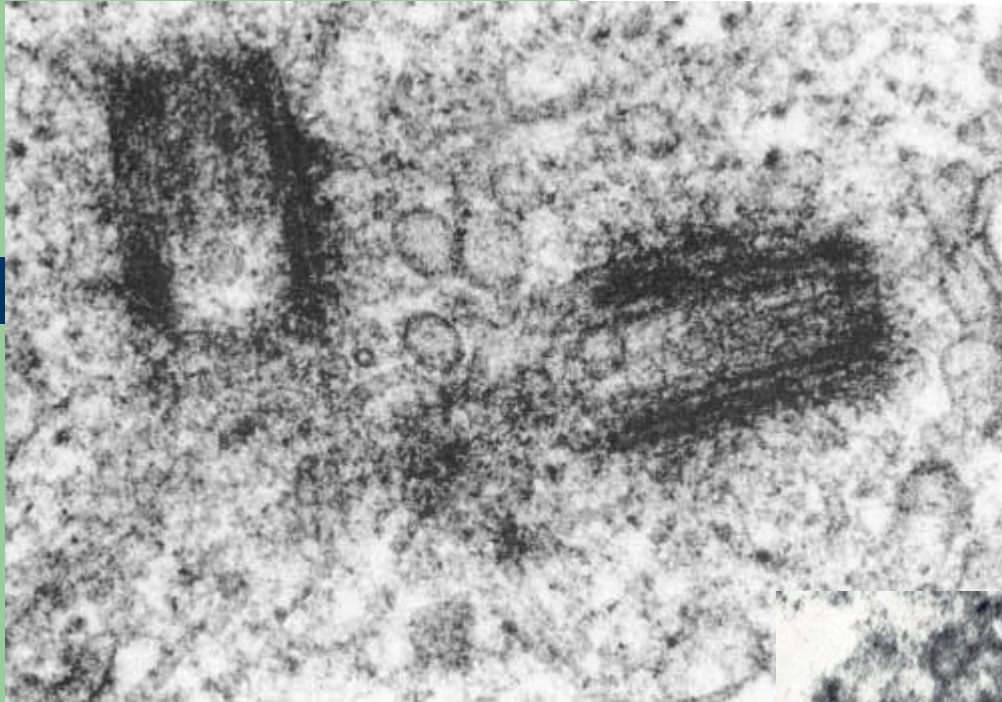
b







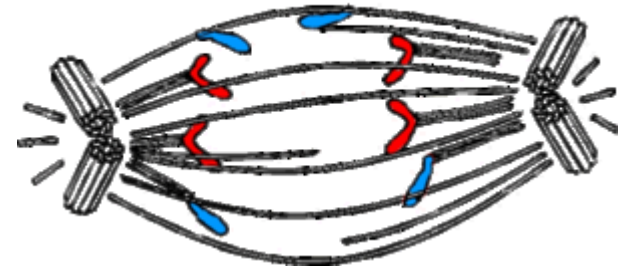
centriole



Funkce centriolů

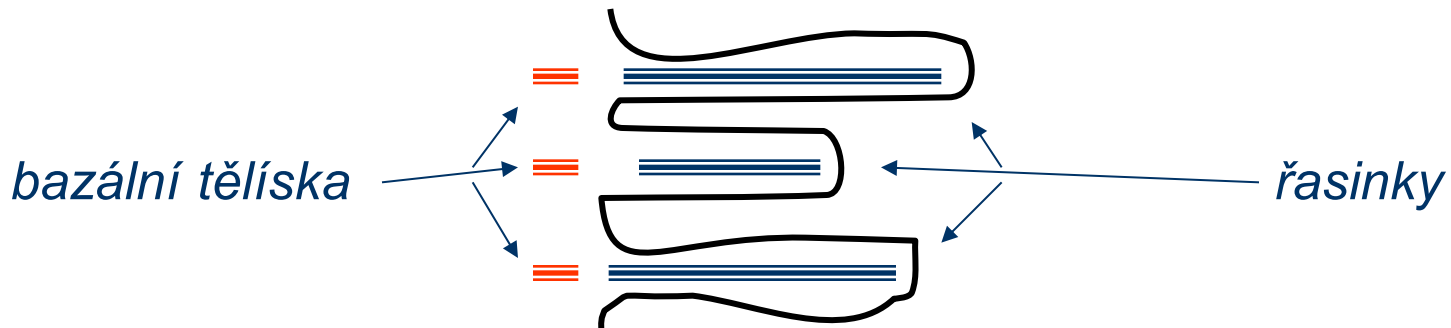
Duplikace centriolů v průběhu dělení buňky

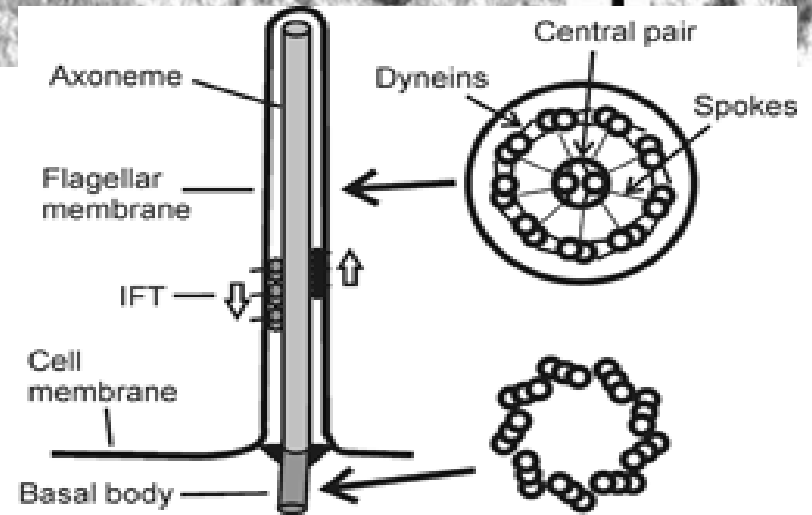
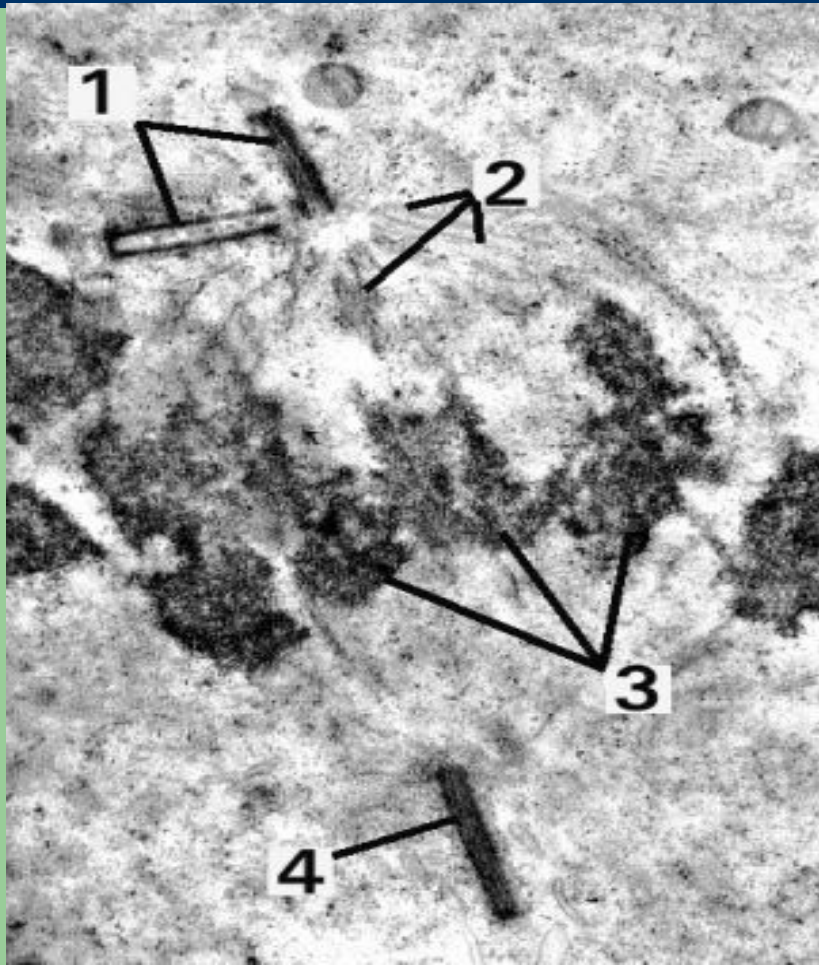
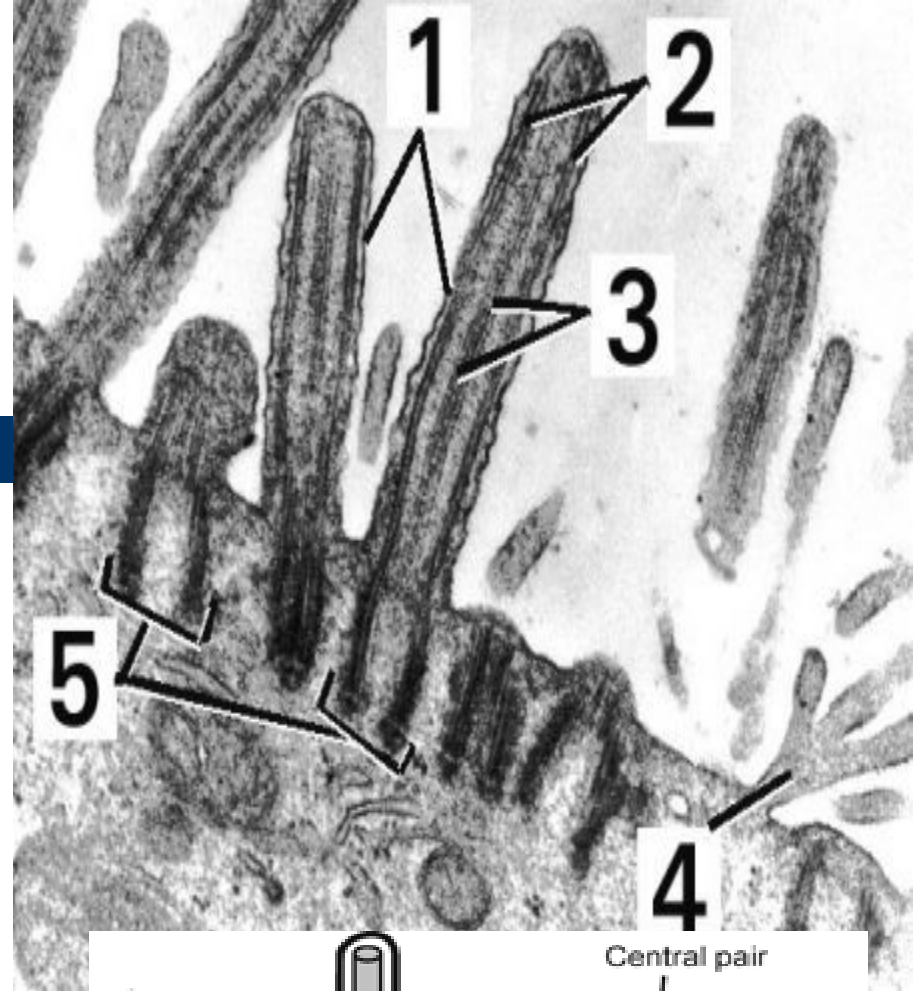
⇒ vznik dělicího vřeténka



Mnohočetná replikace centriolů v průběhu ciliogeneze

⇒ vznik bazálních tělísek řasinek



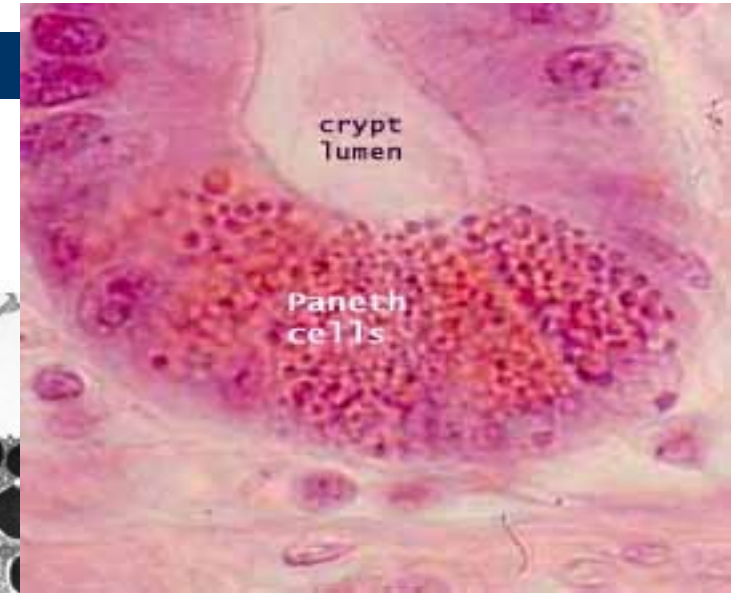
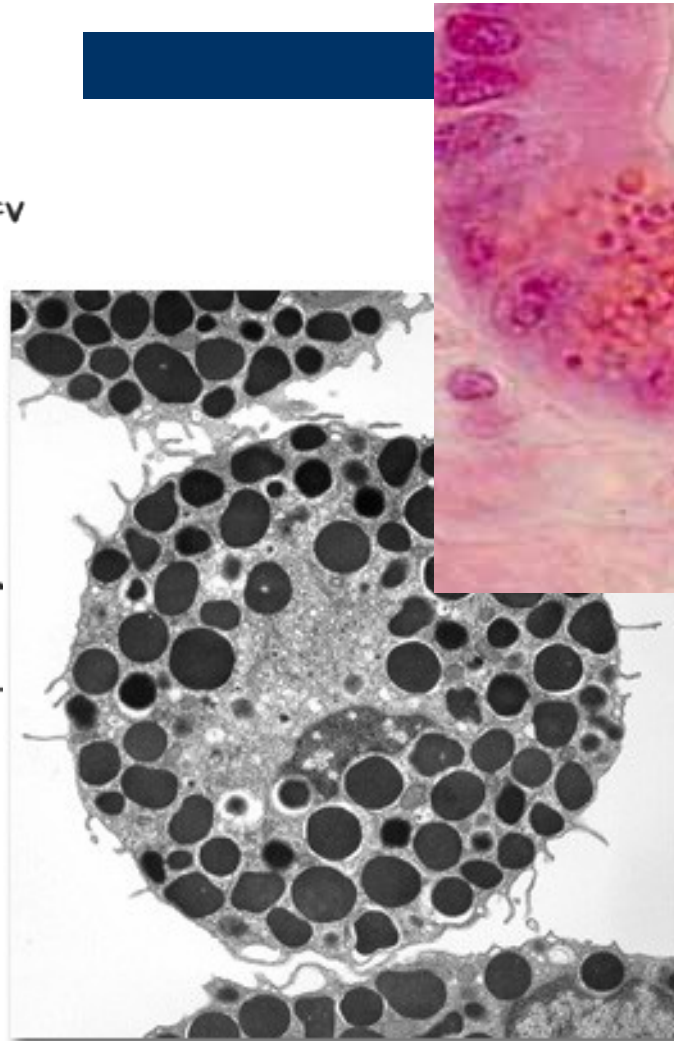
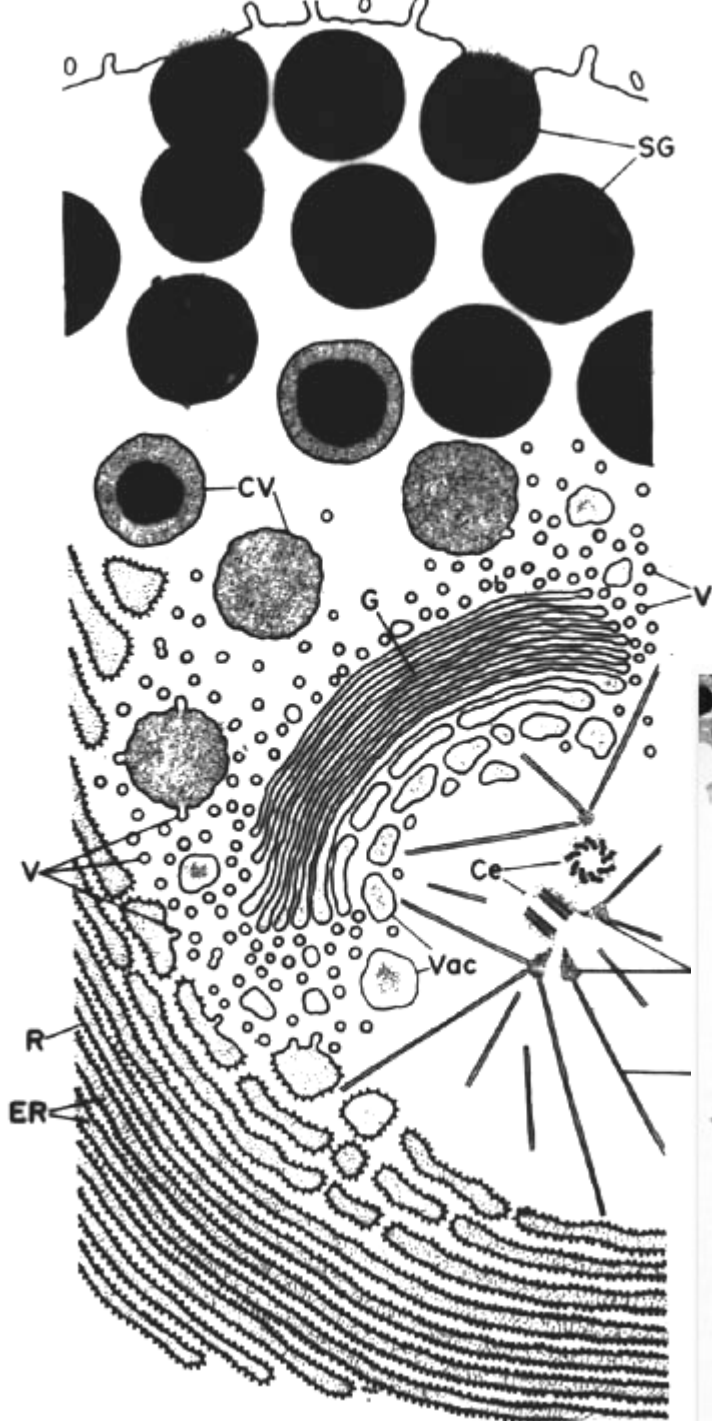


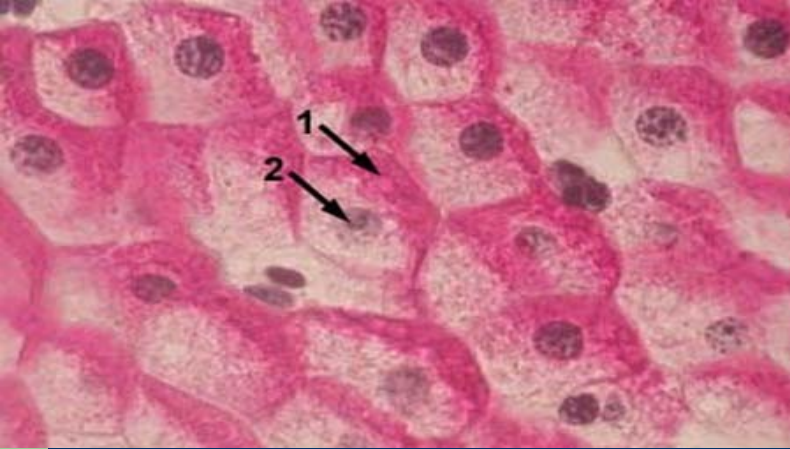
Inkluze

přechodné (dočasné) součásti buňky

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

Sekreční granula



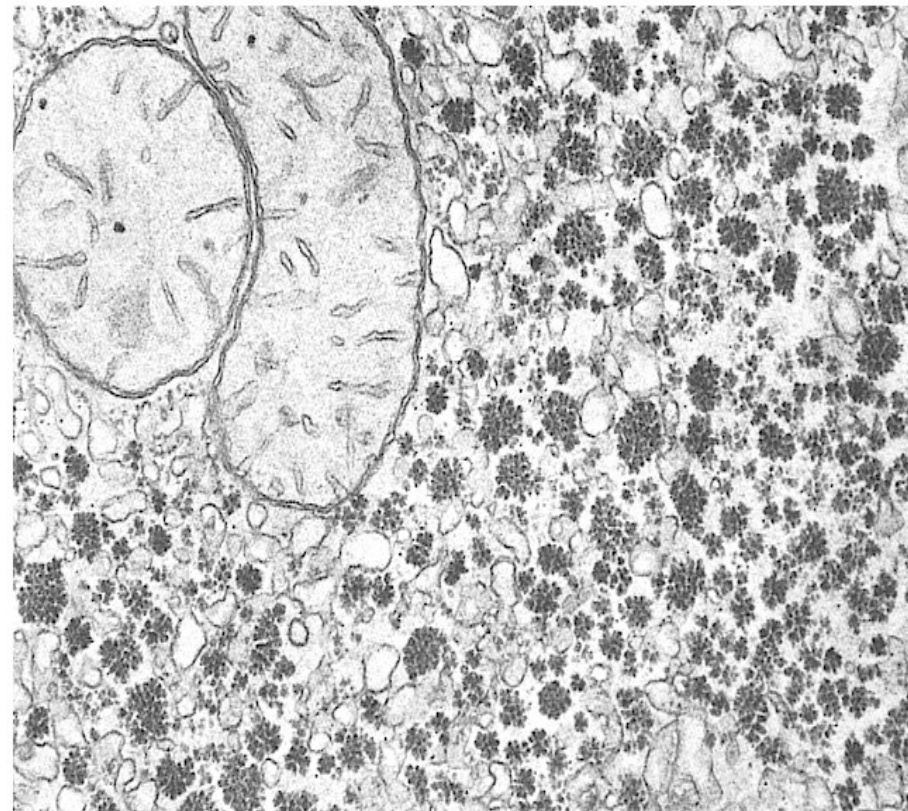
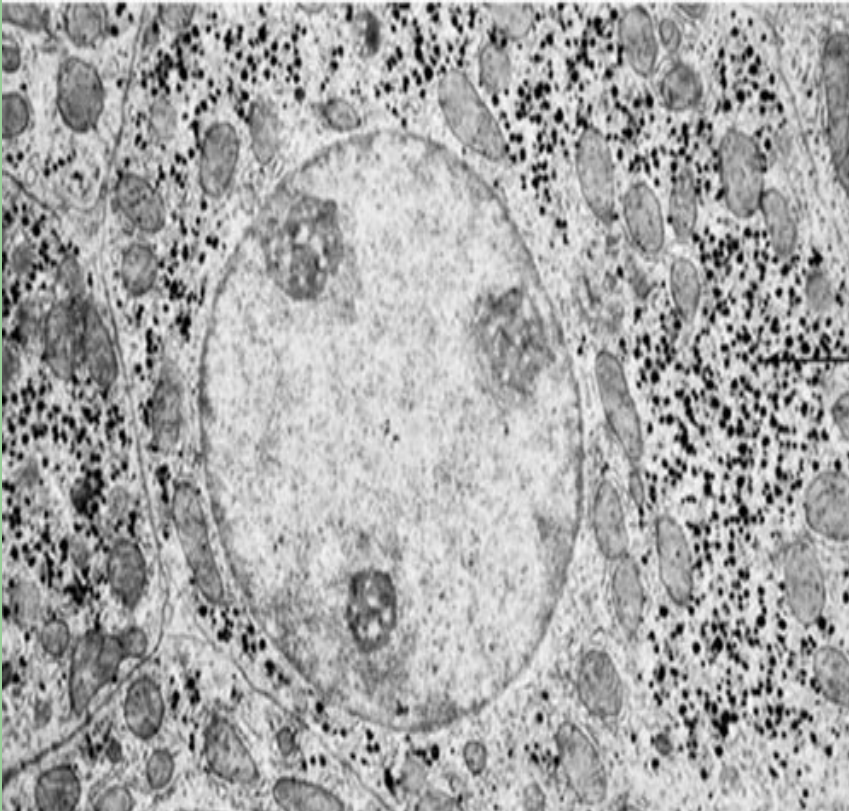


Glykogen

lineární, bohatě větvený polymer
složený z molekul glukózy

- β – granula (40 nm)

- α – granula (až 400 nm)

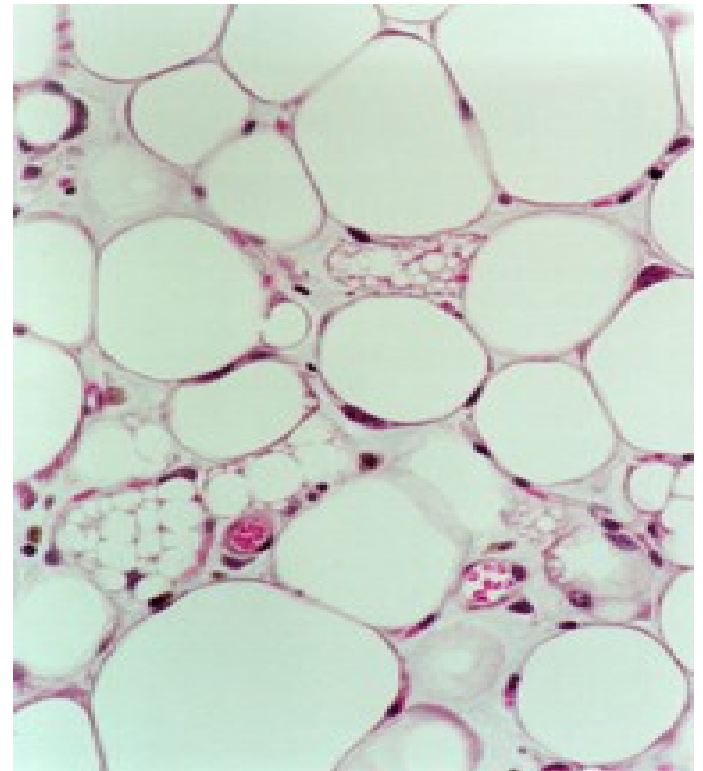
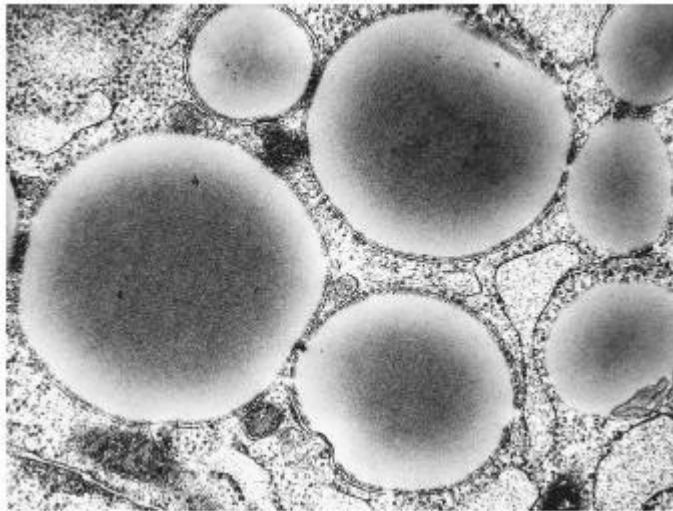


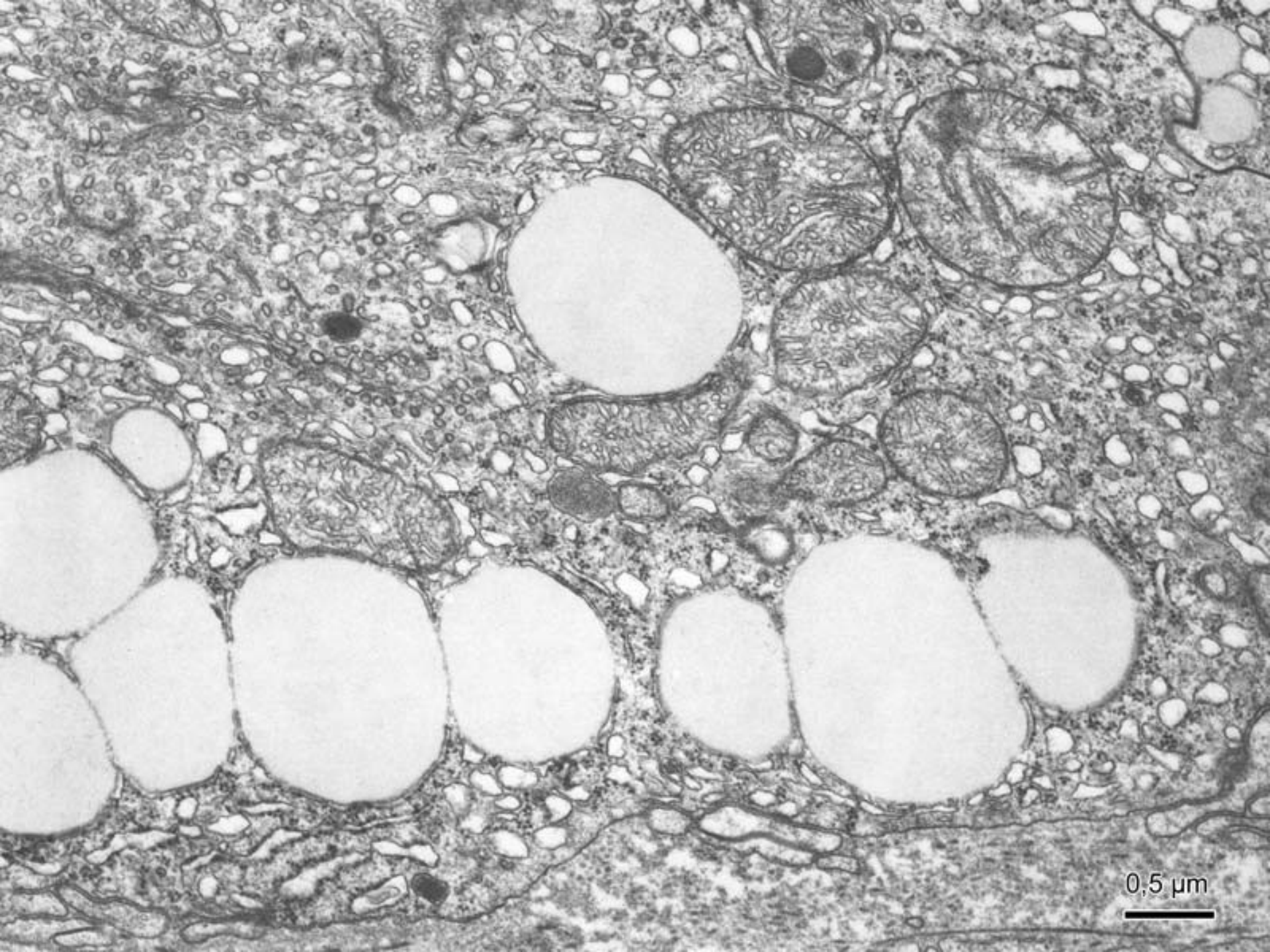


0,5 μm



Lipidové kapky

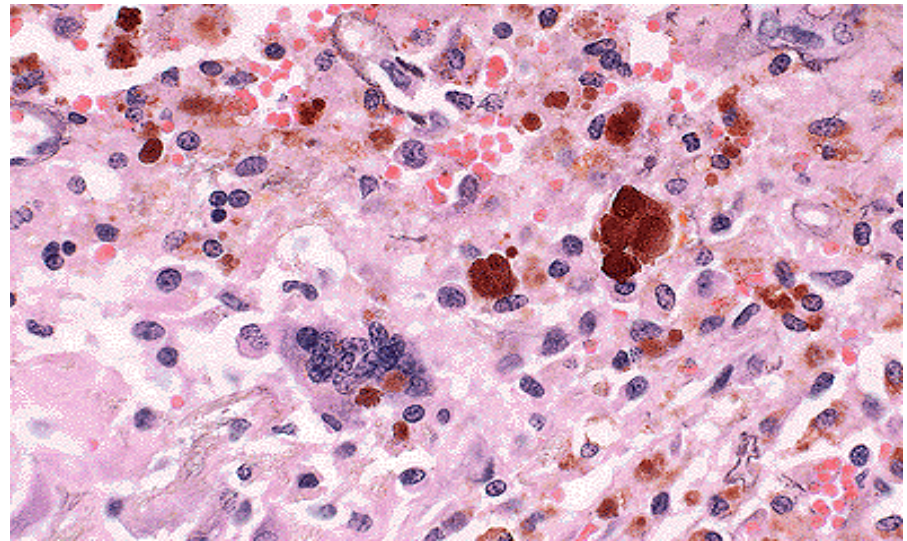
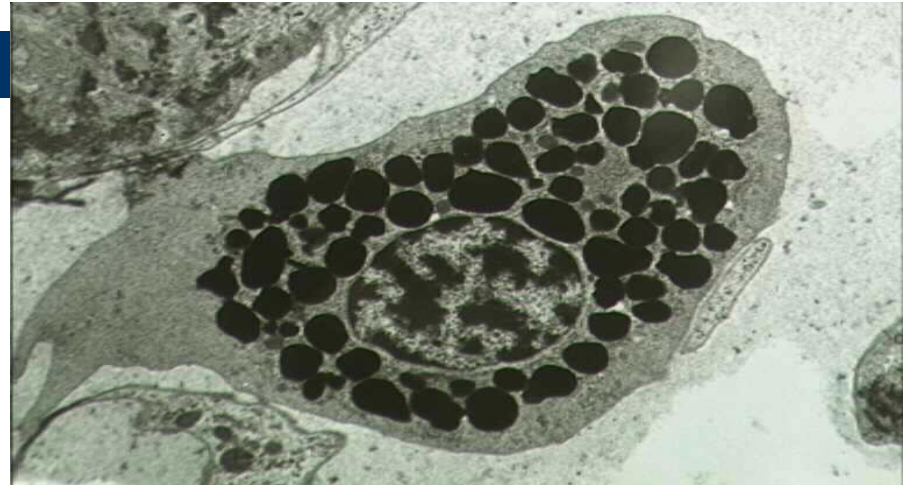
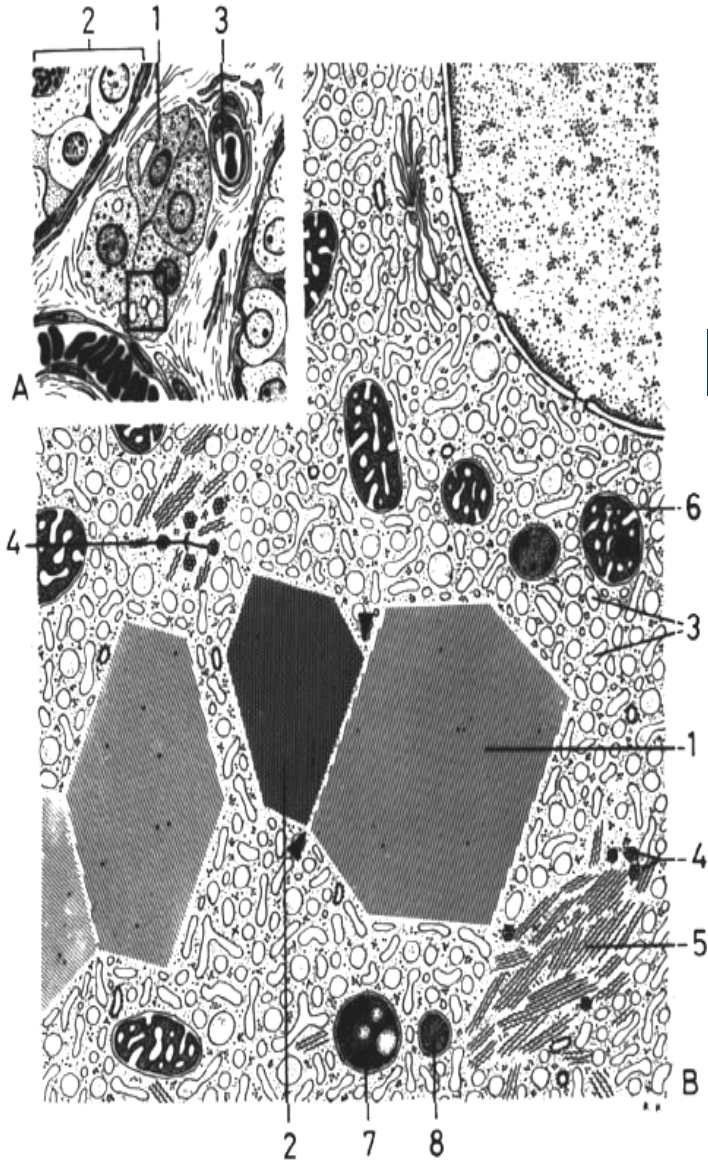




0,5 μm

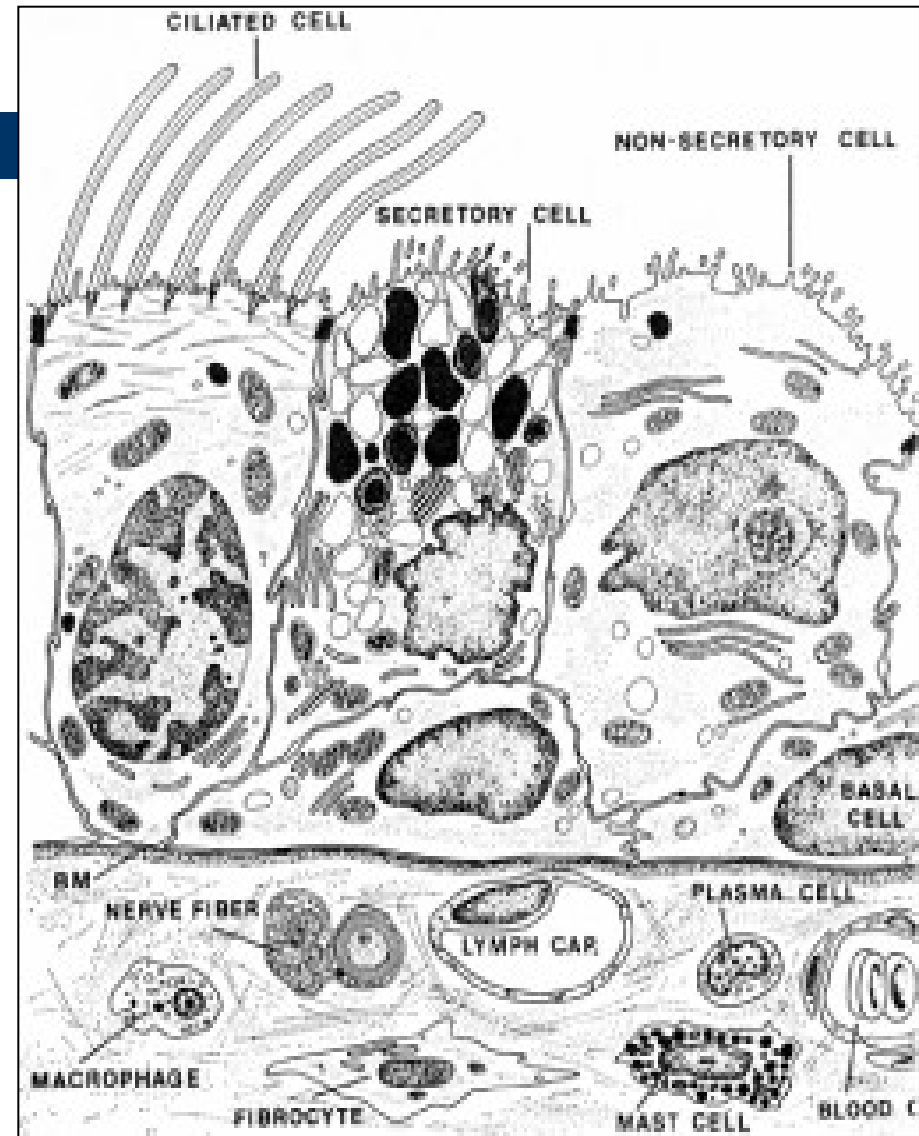


Krystaly, pigmenty

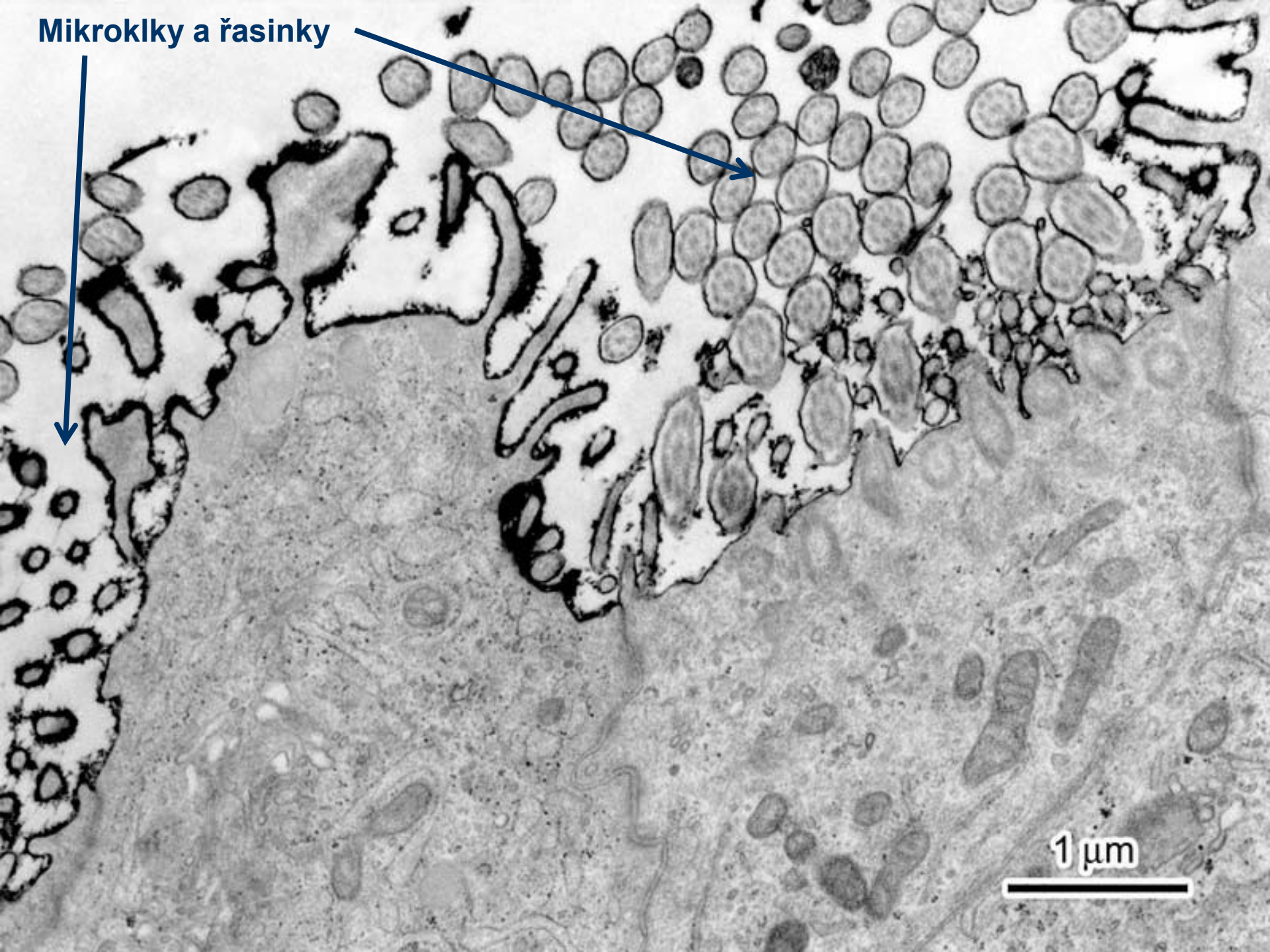


Buněčný povrch

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

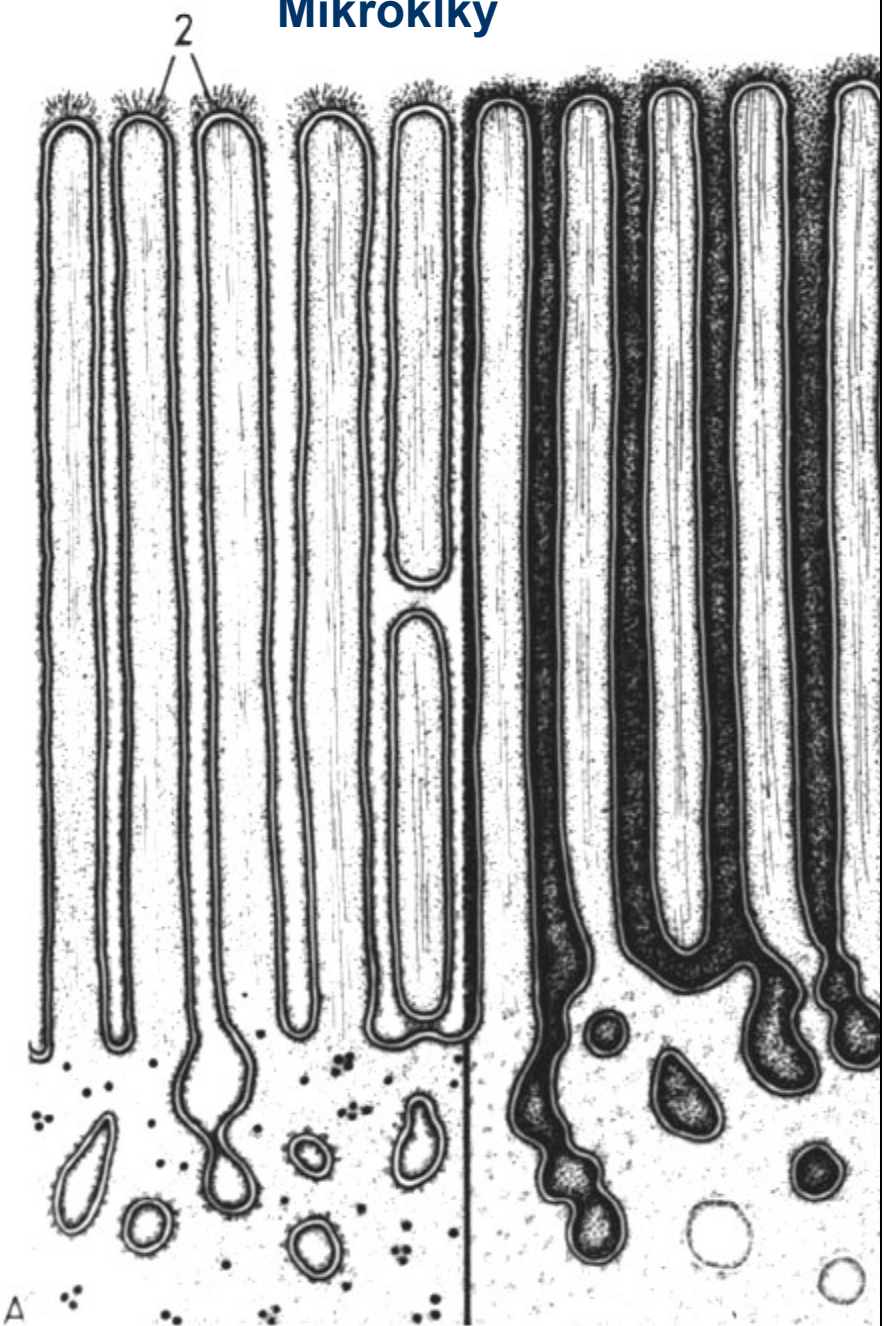


Mikroklky a řasinky

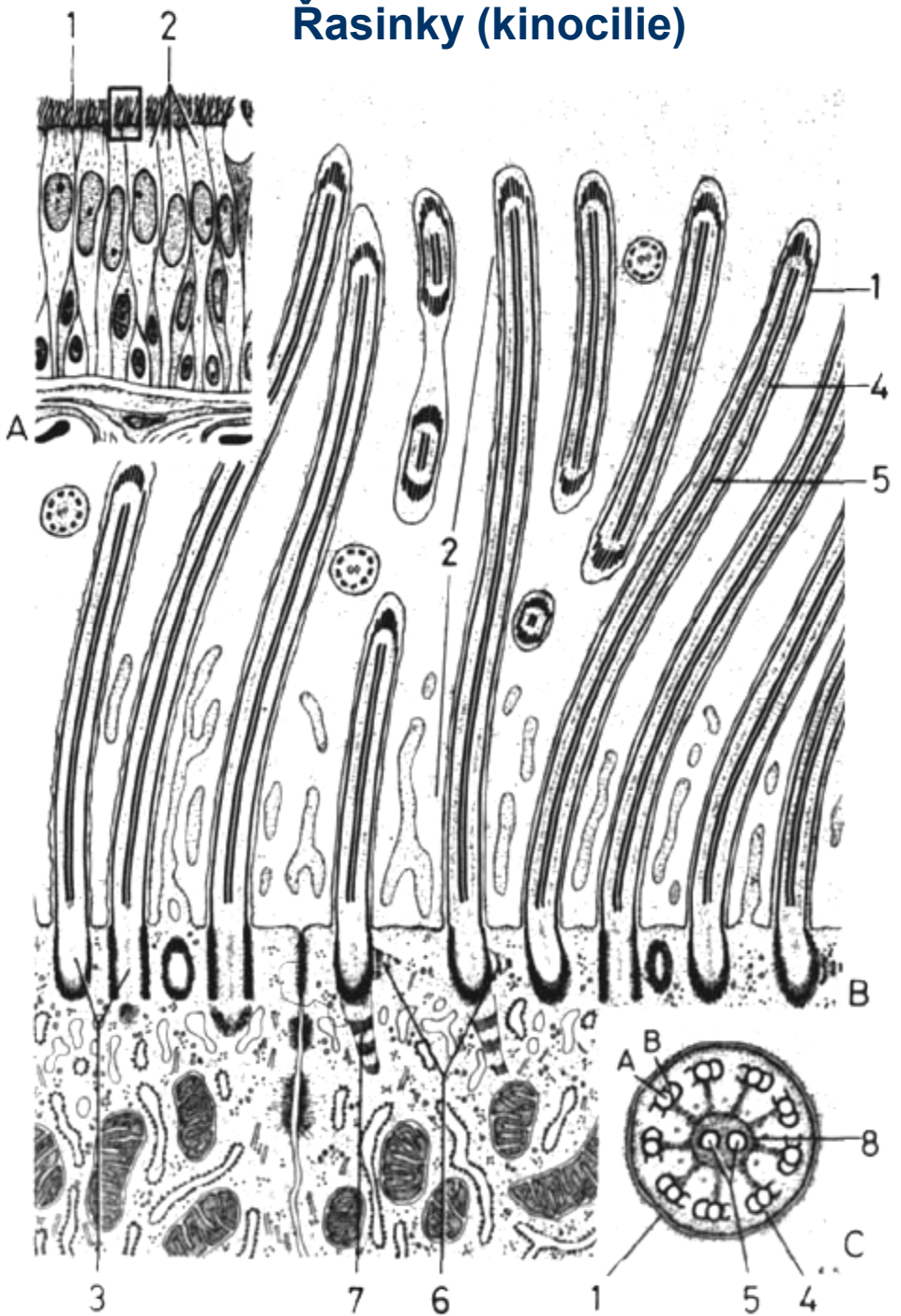


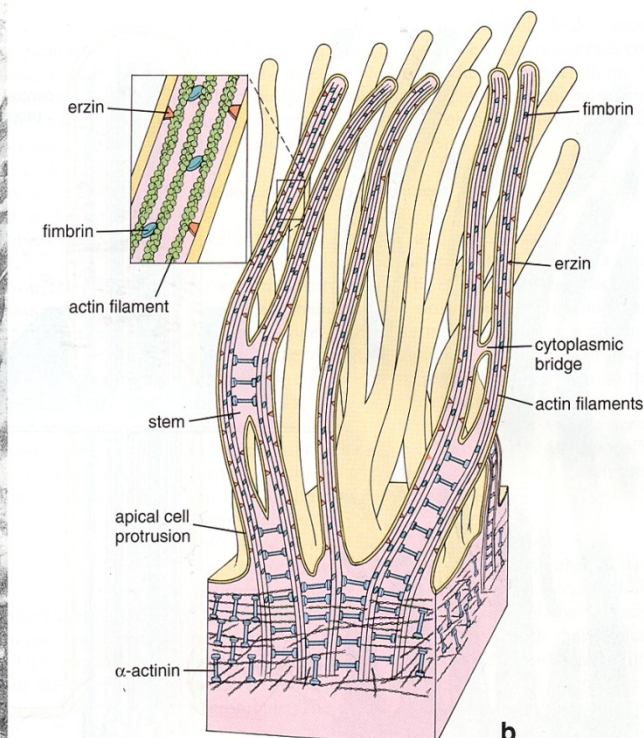
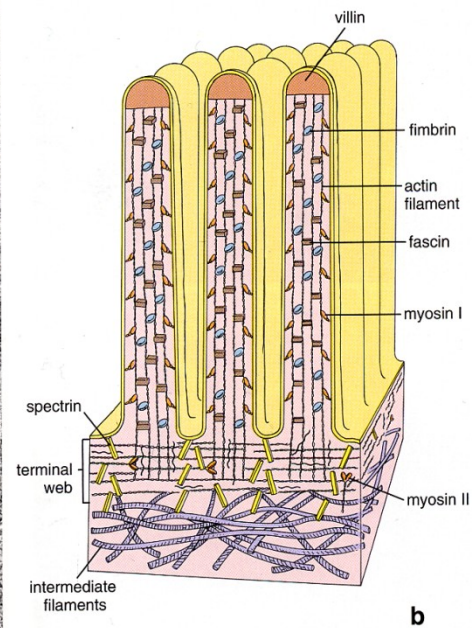
1 μm

Mikroklky



Řasinky (kinocilie)

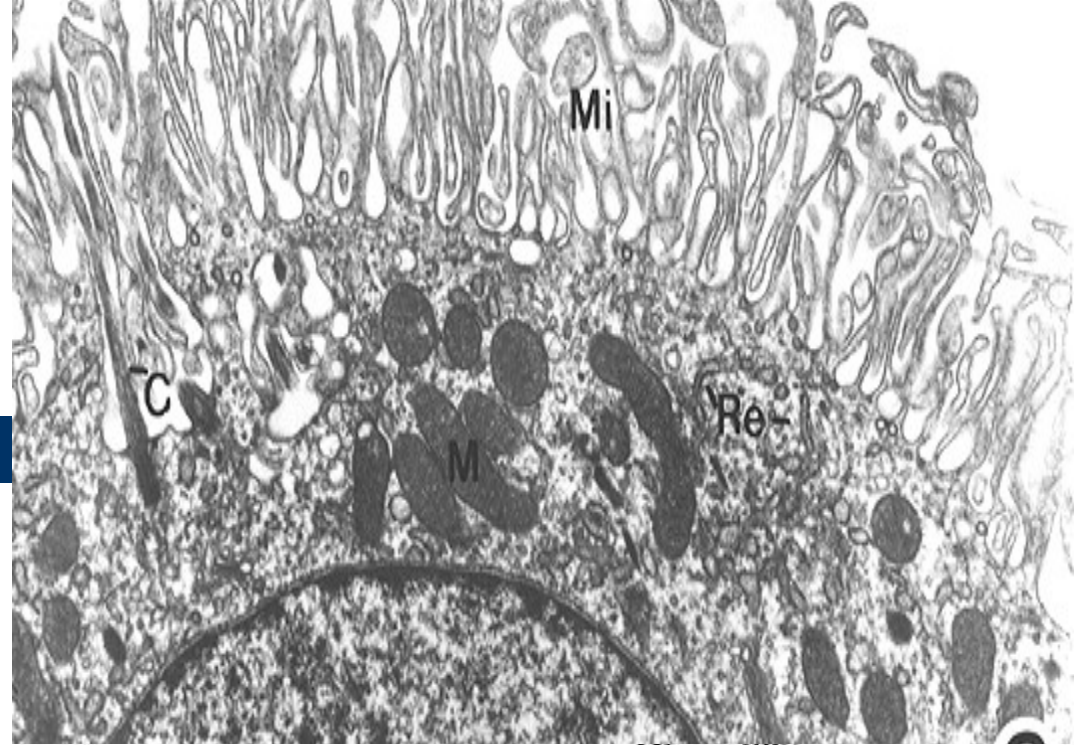




Mikroklky = výběžky cytoplazmy vyztužené aktinovými mikrofilamenty – dle uspořádání:

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

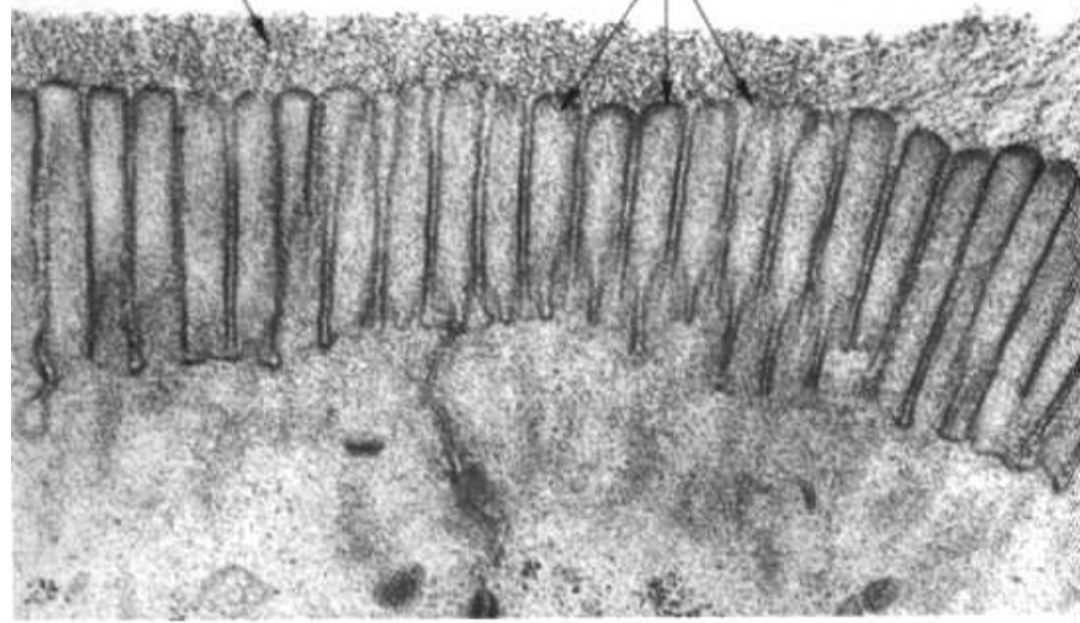
kartáčový lem



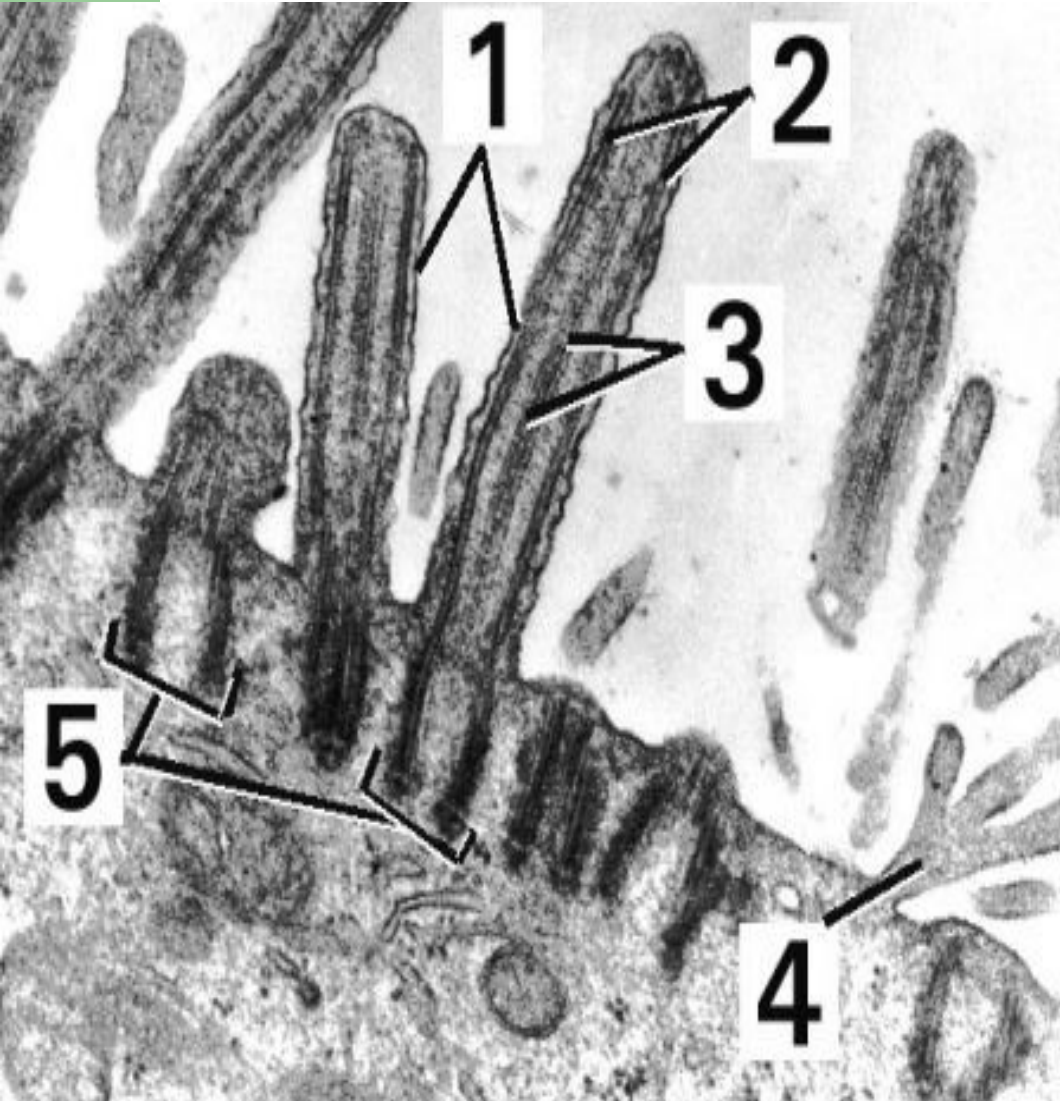
Glycocalyx

Microvilli

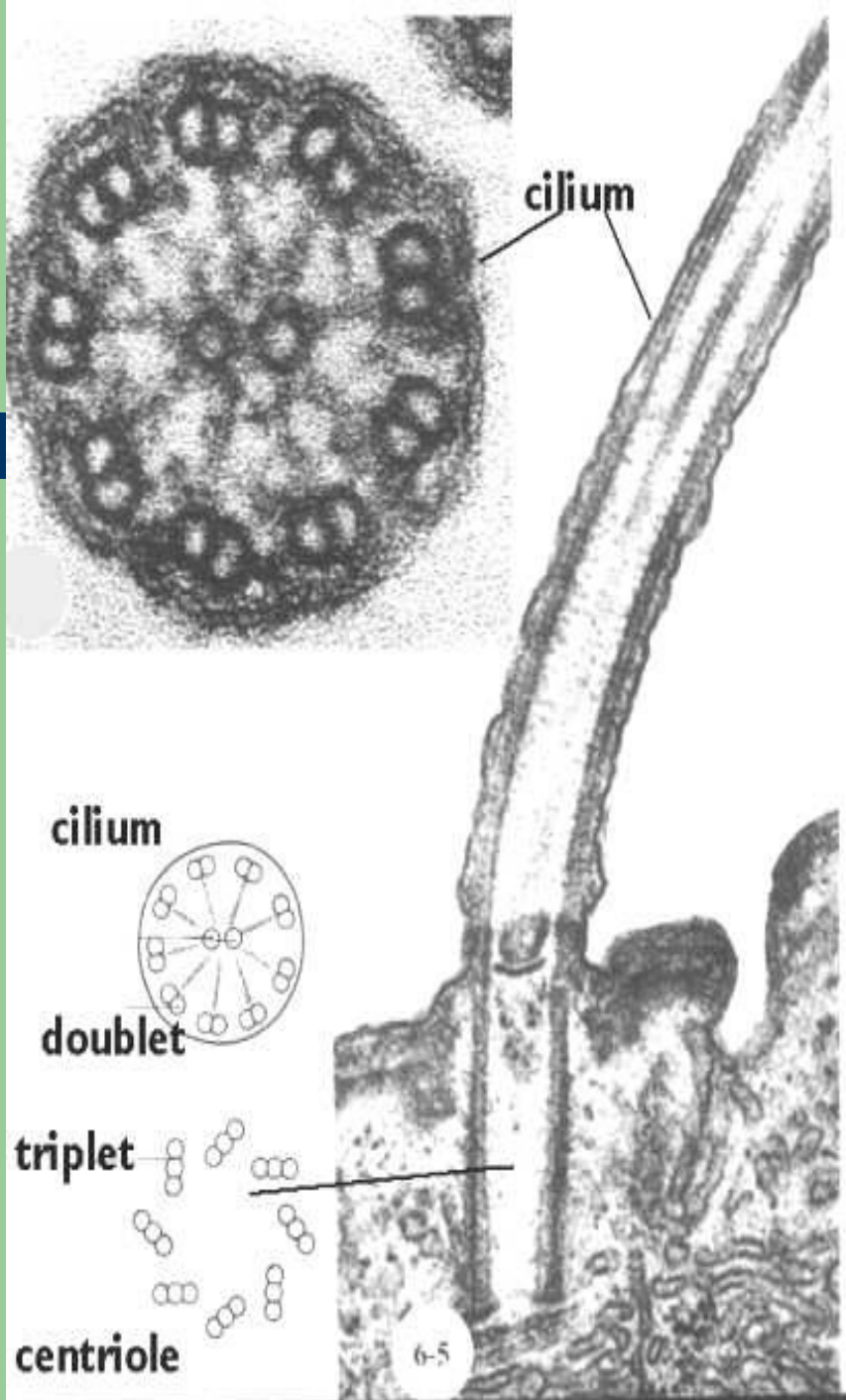
žíhaná kutikula



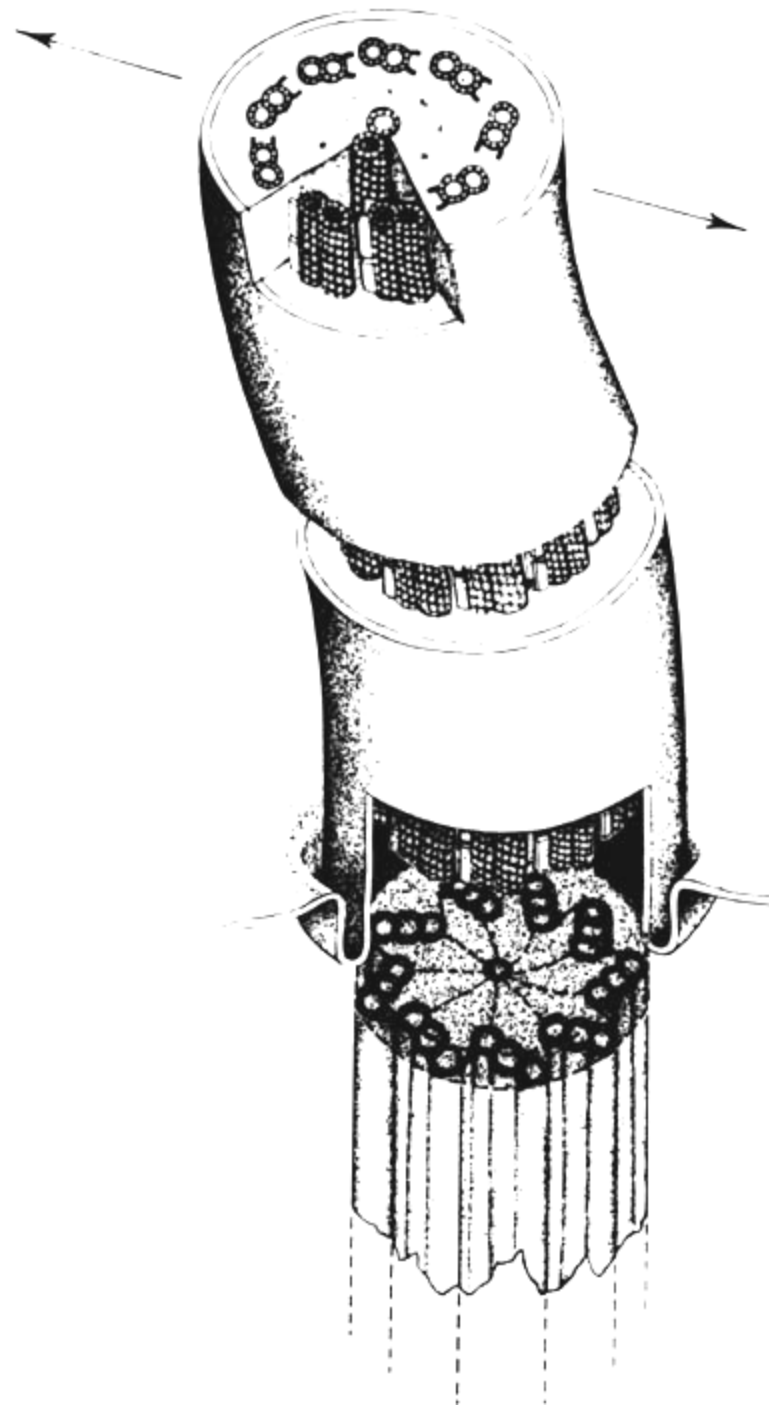
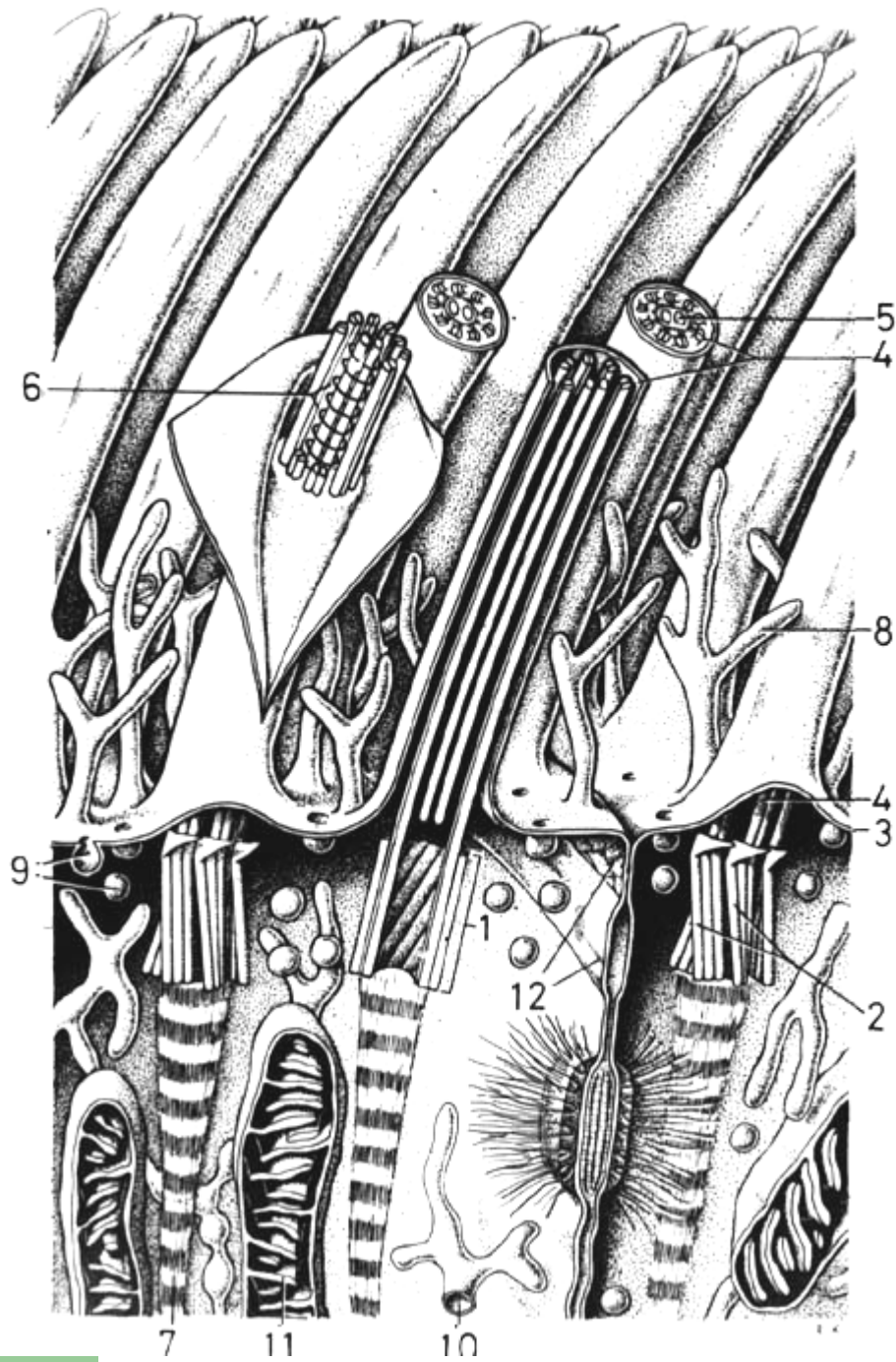
Kinocilium a flagellum (řasinka a bičík)



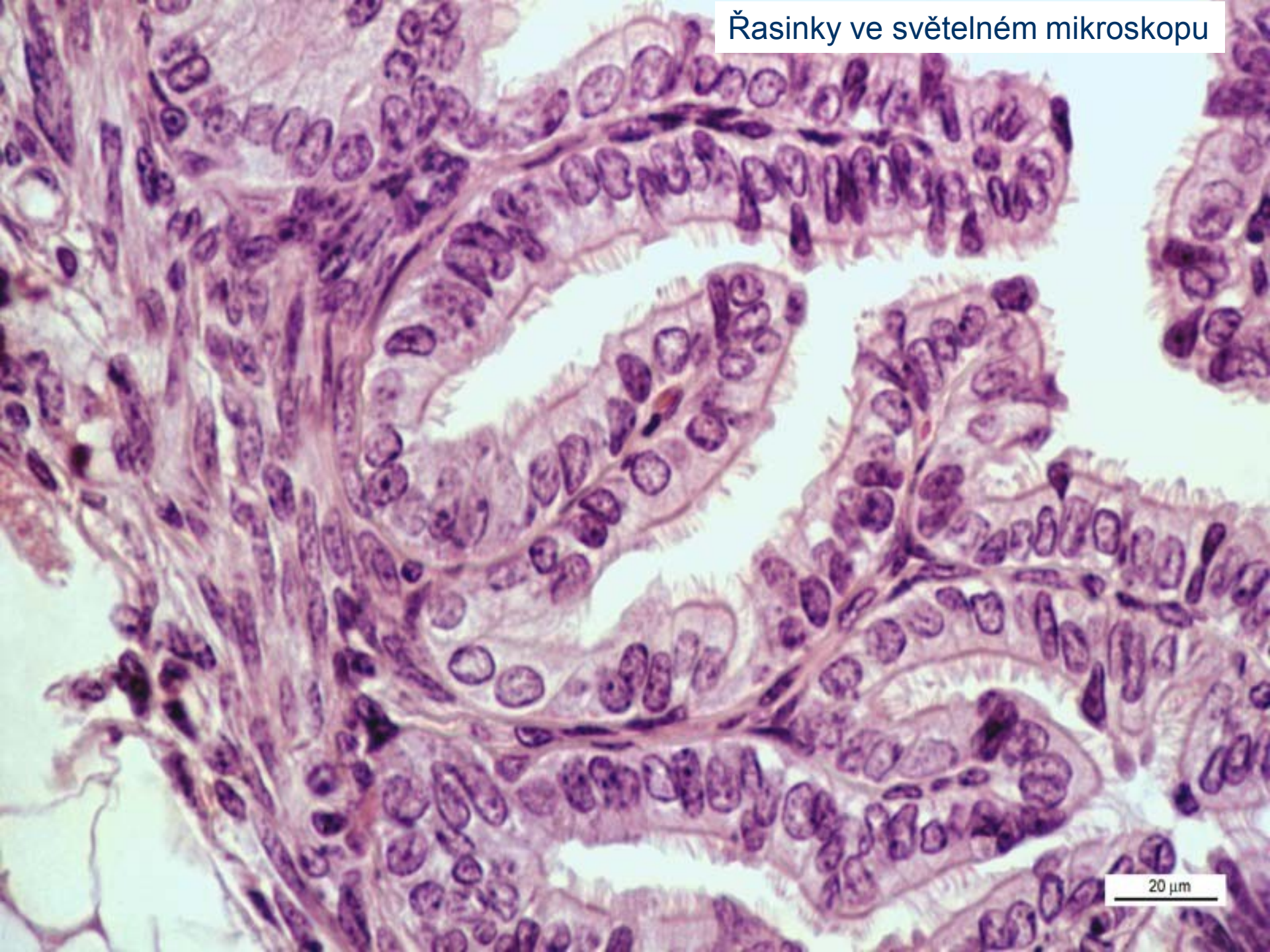
Řasinky, bičíky



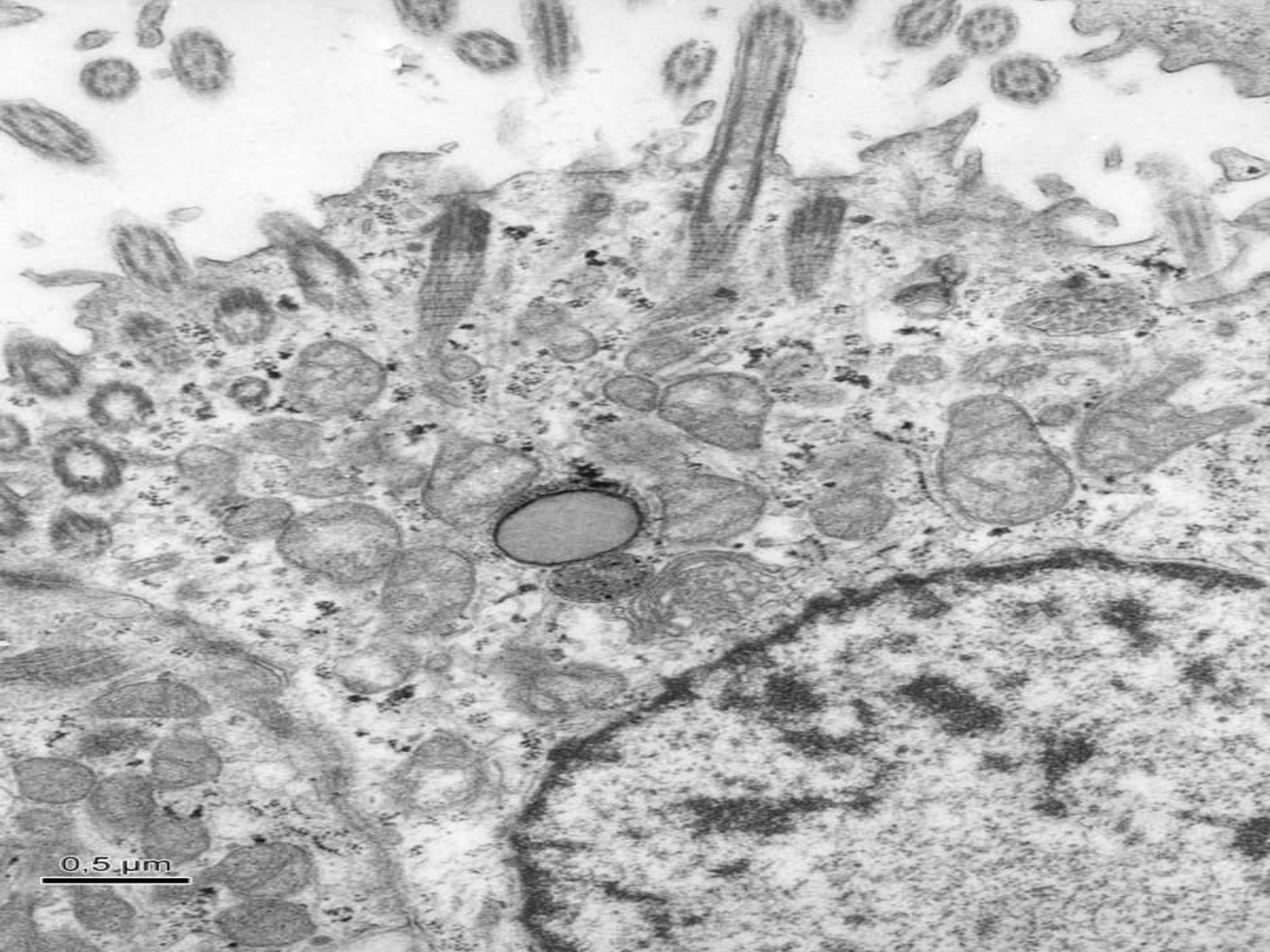
- Pohyblivé výběžky cytoplazmy vyztužené **mikrotubuly**:
9 dubletů + 1 centrální pár = **AXONEMA**
- **Bazální tělísko** = centriol
- Žíhaná nožka



Řasinky ve světelném mikroskopu

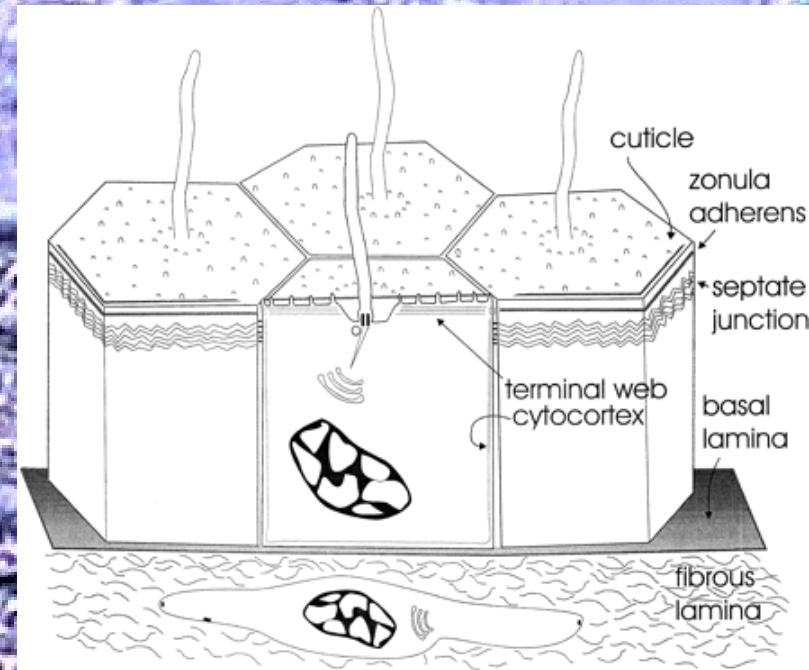
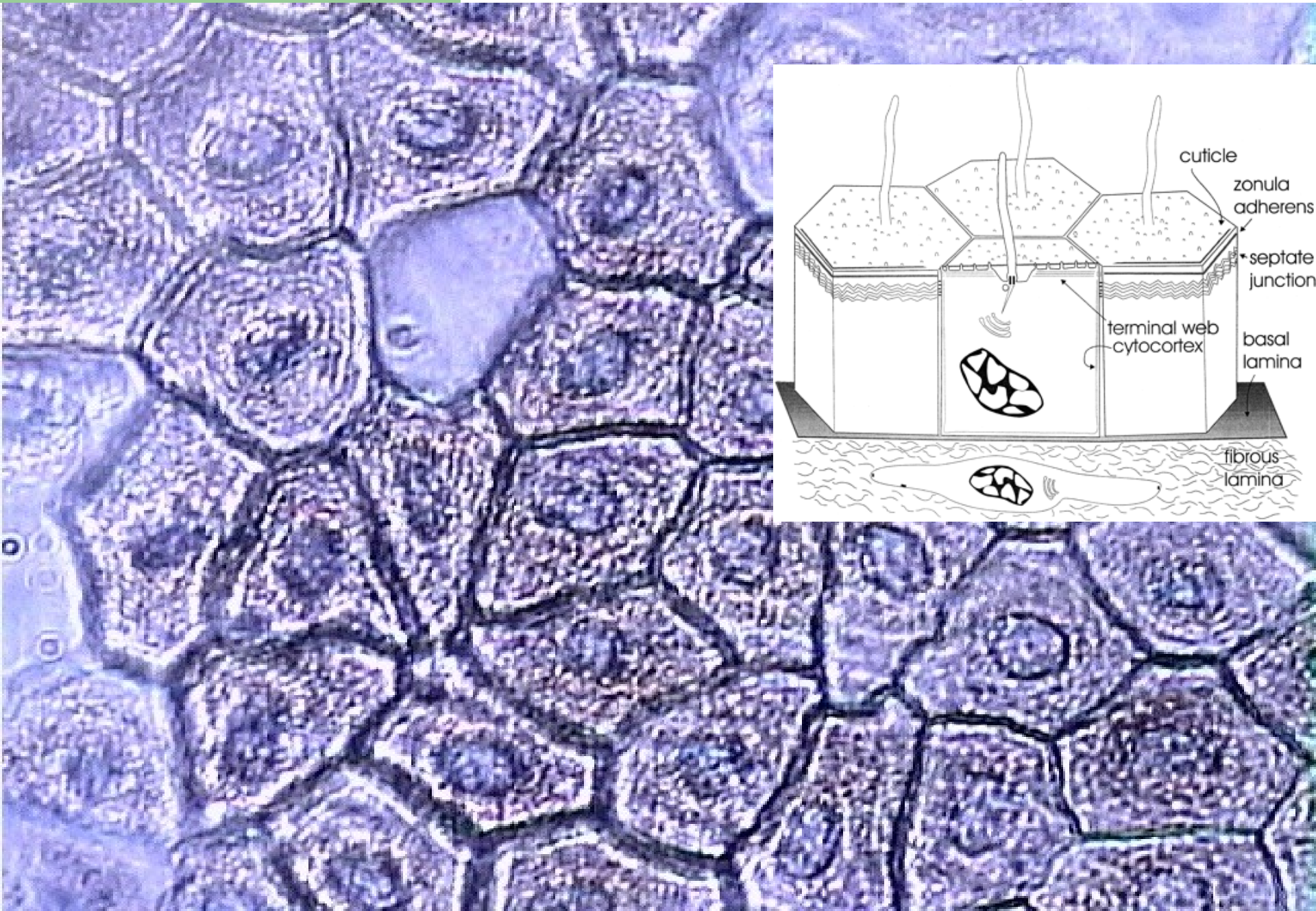


20 μm

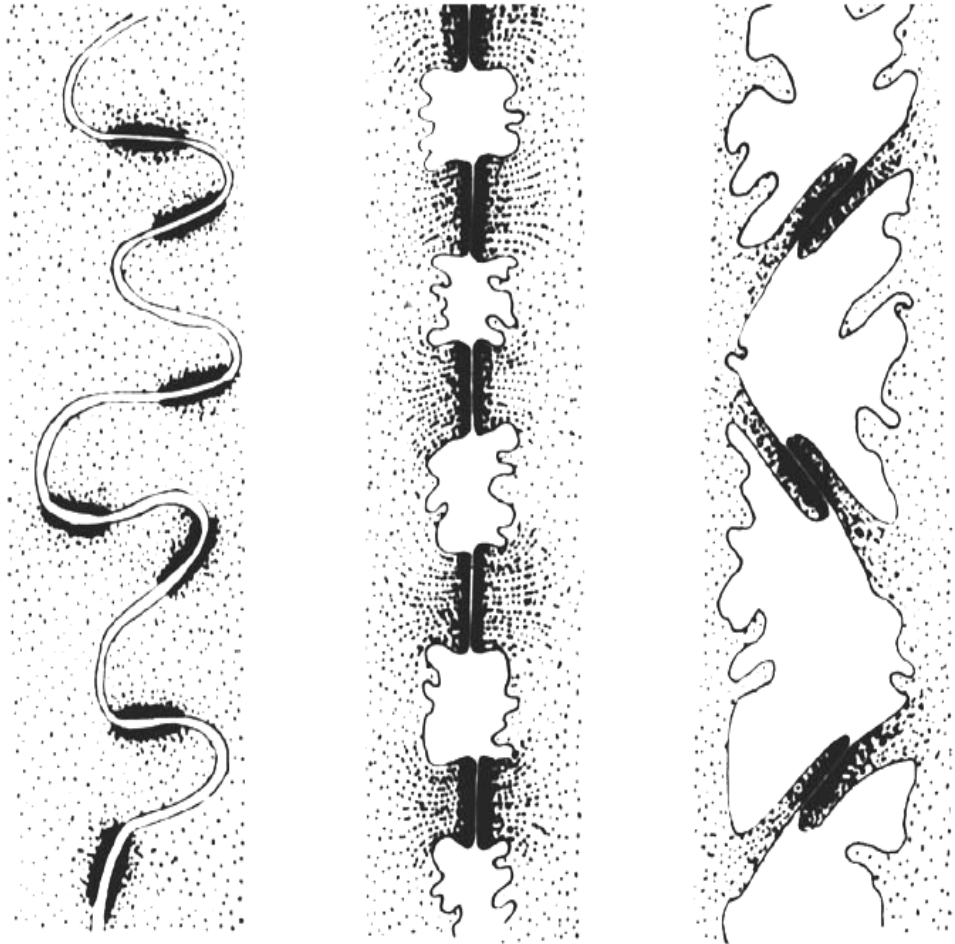


0.5 μm

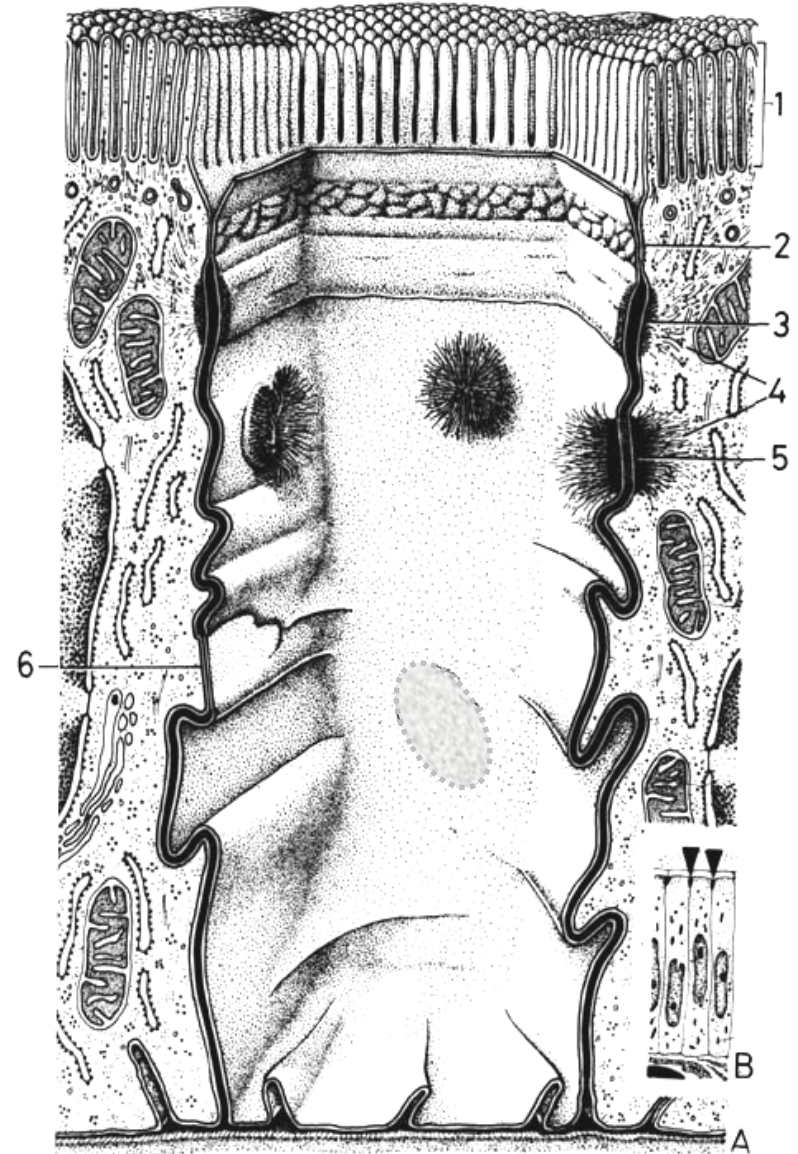
Mezibuněčná spojení



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

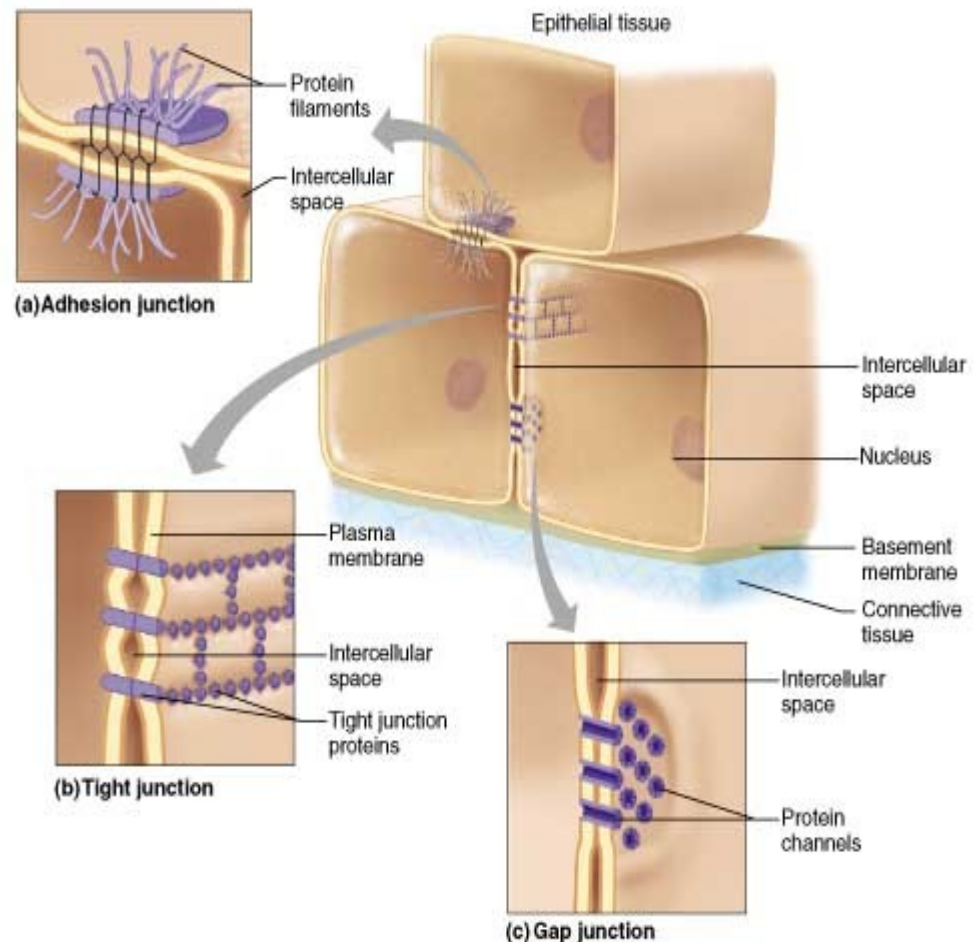


Šířka a tvar intercelulární štěrbiny



Intercelulární spoje

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



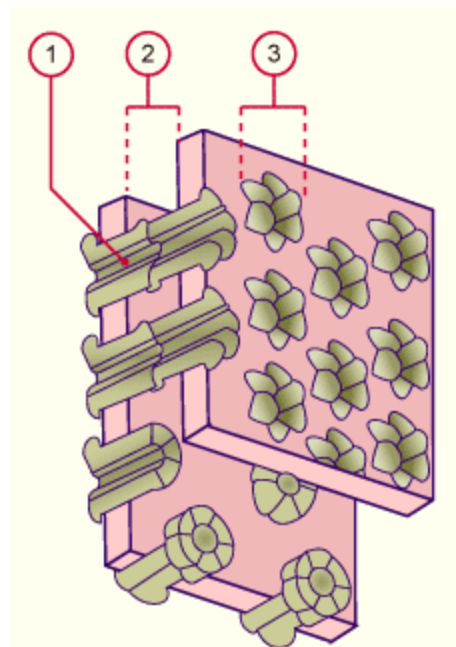
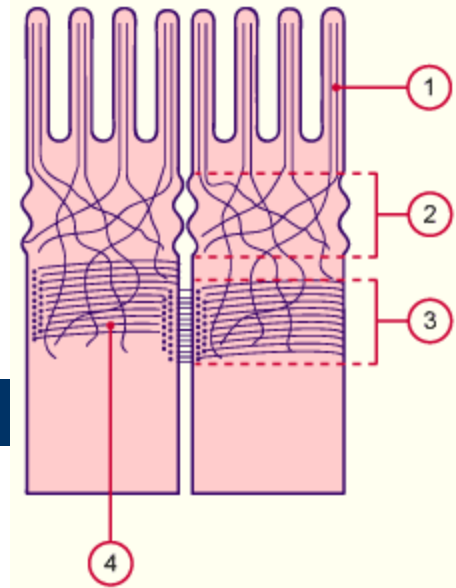
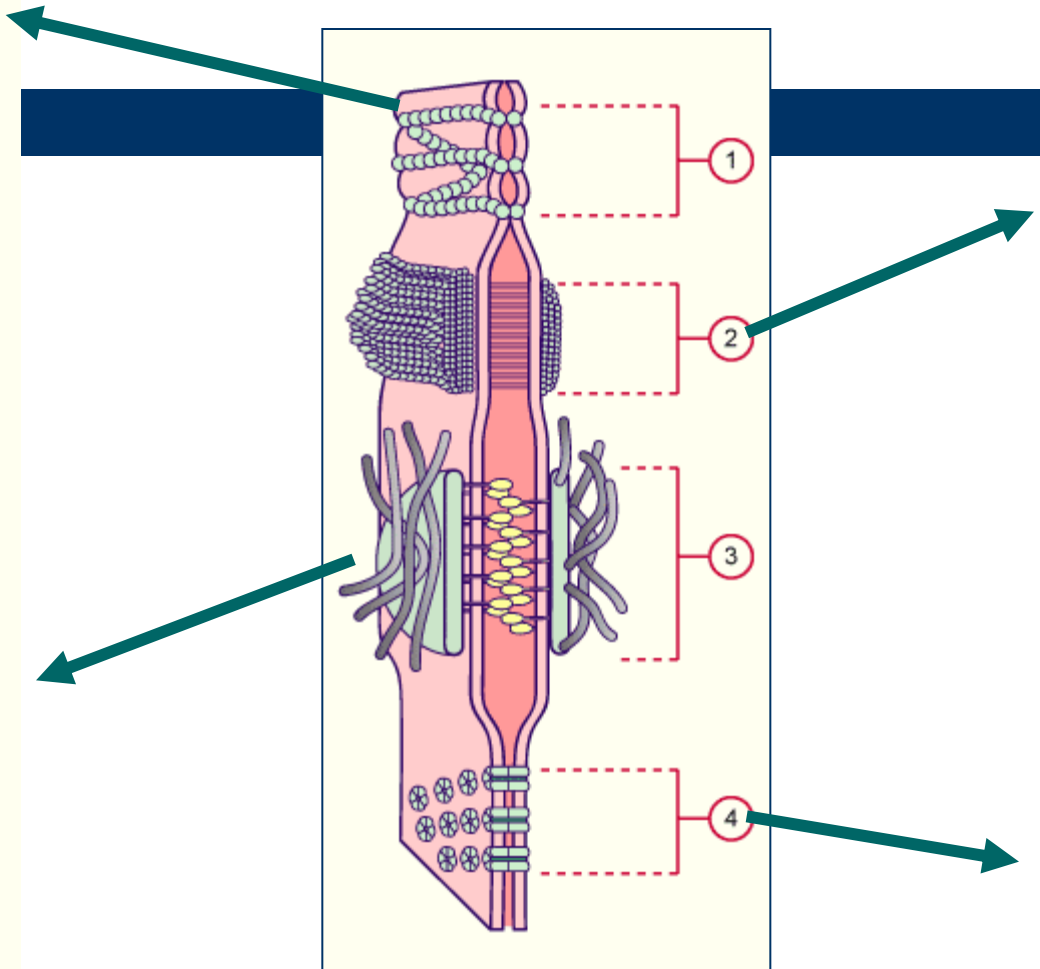
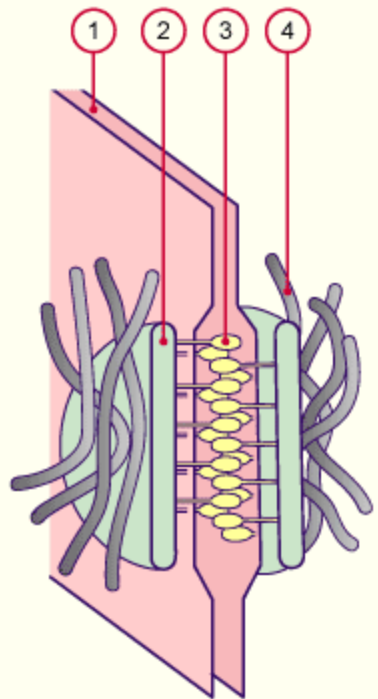
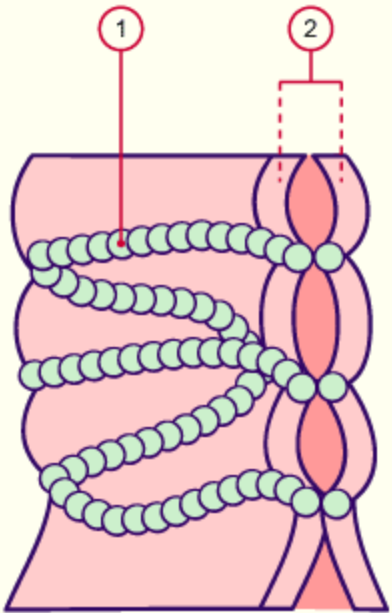
1. ZO, 2. ZA, 3. MA, 4. N

Zonula
occludens

Zonula
adherens

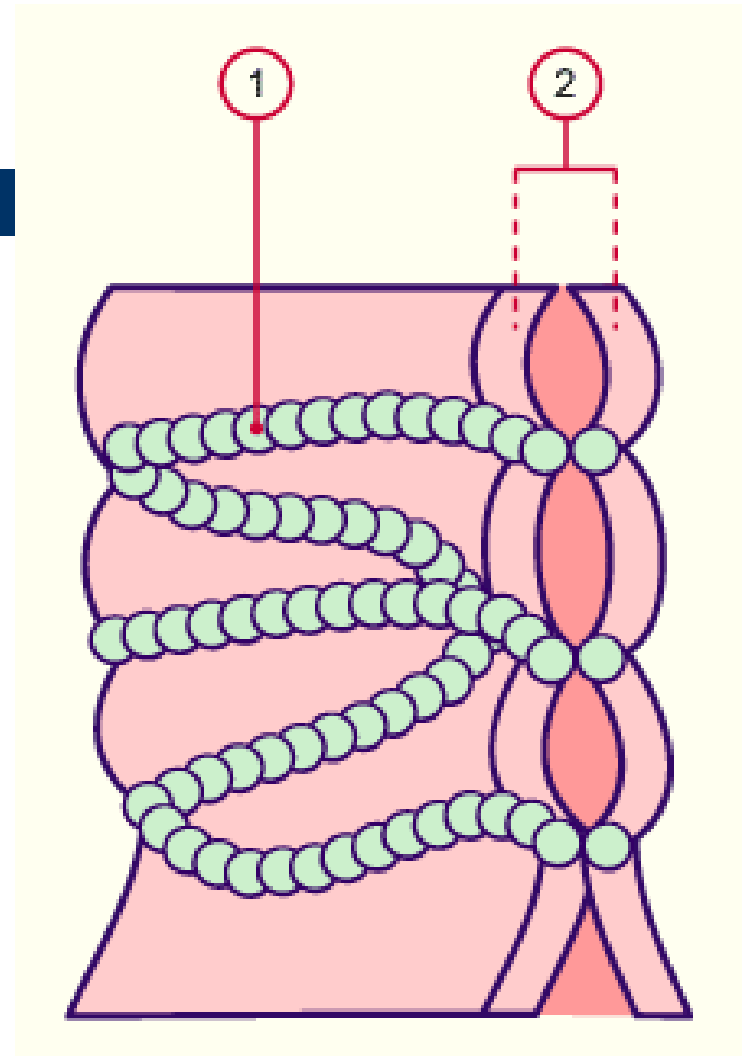
Macula
adherens =
Desmosom

Nexus



Zonula occludens

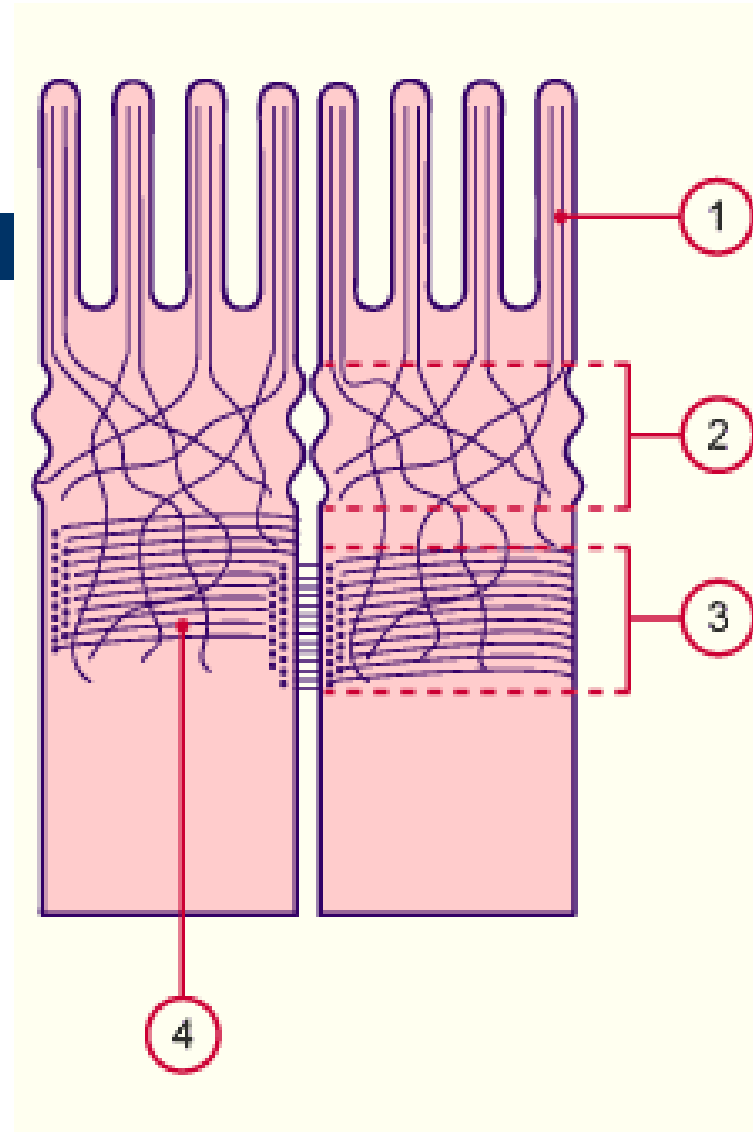
- Těsné pásovité spojení blízko apexu buňky
- Plazmalema sousedních buněk místy splývá (společné integrální proteiny – *klaudiny*, *okludiny*)
- Funkce: utěsnění intercelulární štěrbin



Defekt – porucha funkce hemoencefalické bariery u plodu – neurol. poruchy

Zonula adherens

- Pásovitý spoj kolem buňky
- Intercel. štěrbina – 20 nm, *kadheriny*
- Aktinová mikrofilamenta (Ø 6 nm)
- Funkce – adheze buněk

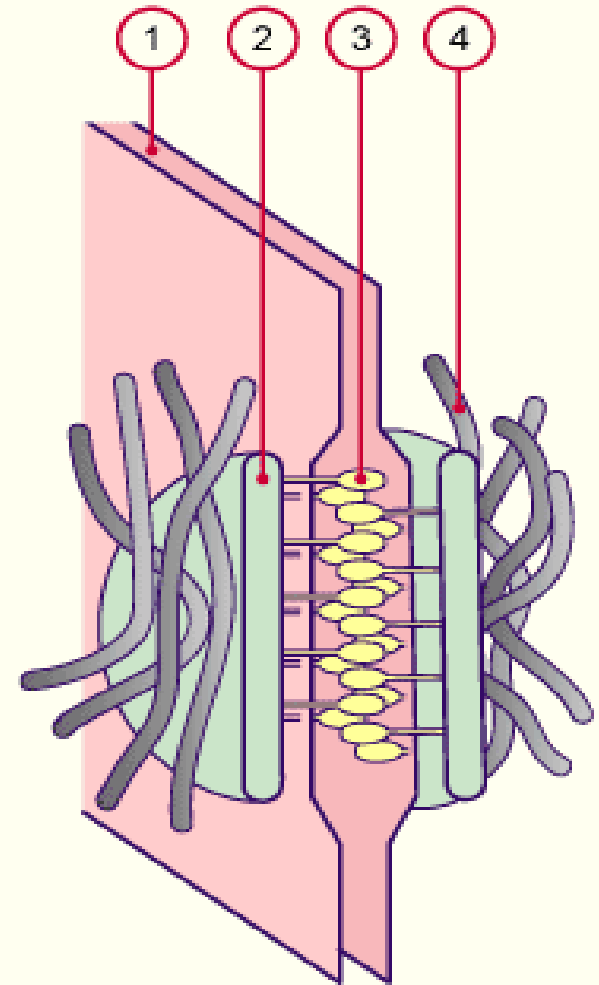


Defekt – šíření Tu buněk a zvýšení malignity Tu

Dezmosom (macula adherens)

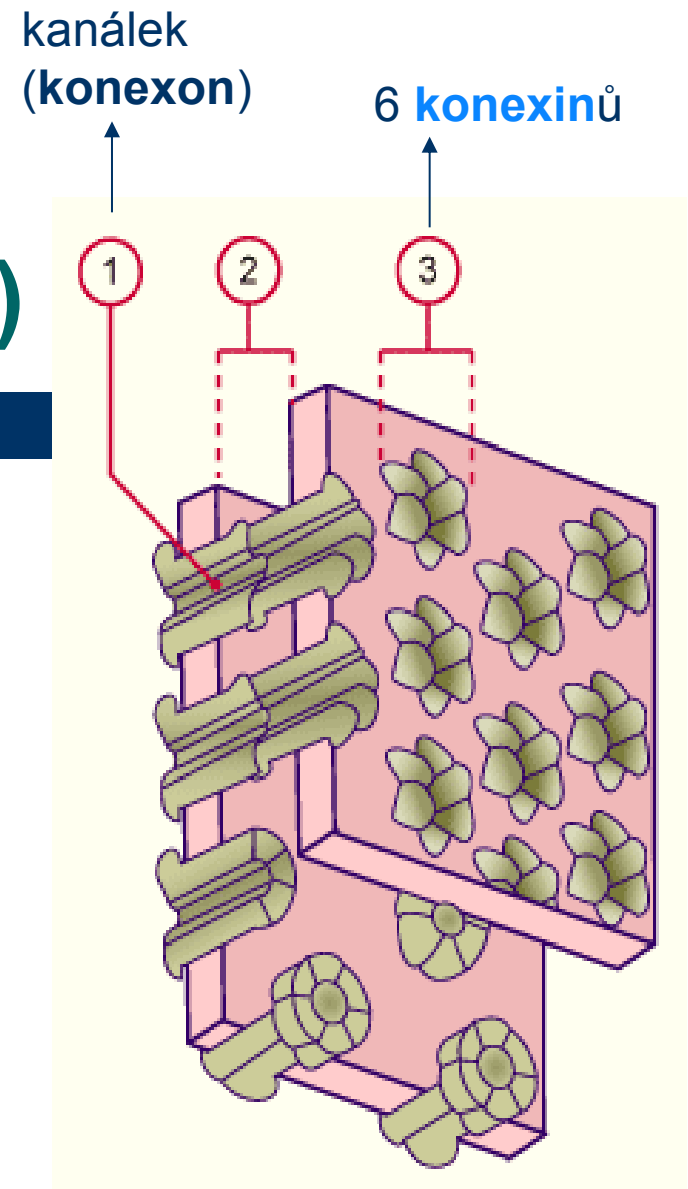
- Diskovitý spoj (\varnothing 0,3-0,5 μm)
- Intercel. štěrbina – 40 nm;
el.denzní materiál, *desmoglein*(3)
tonofilamenta (cytokeratin, (4) \varnothing
8-10 nm), a desmoplakin (2) v
el.denzní ploténce
- Funkce - adheze

Defekt – porucha adheze kožních buněk,

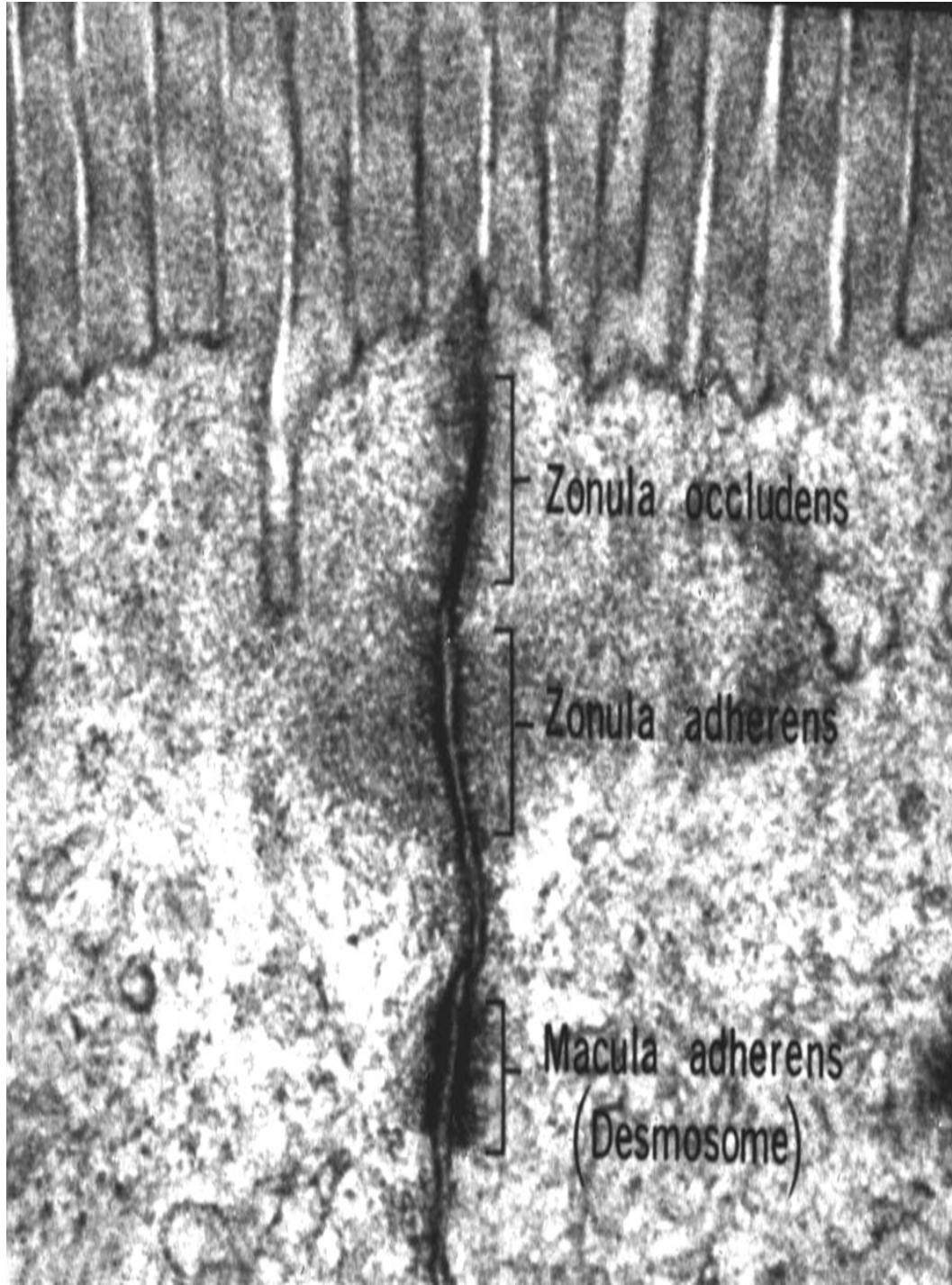
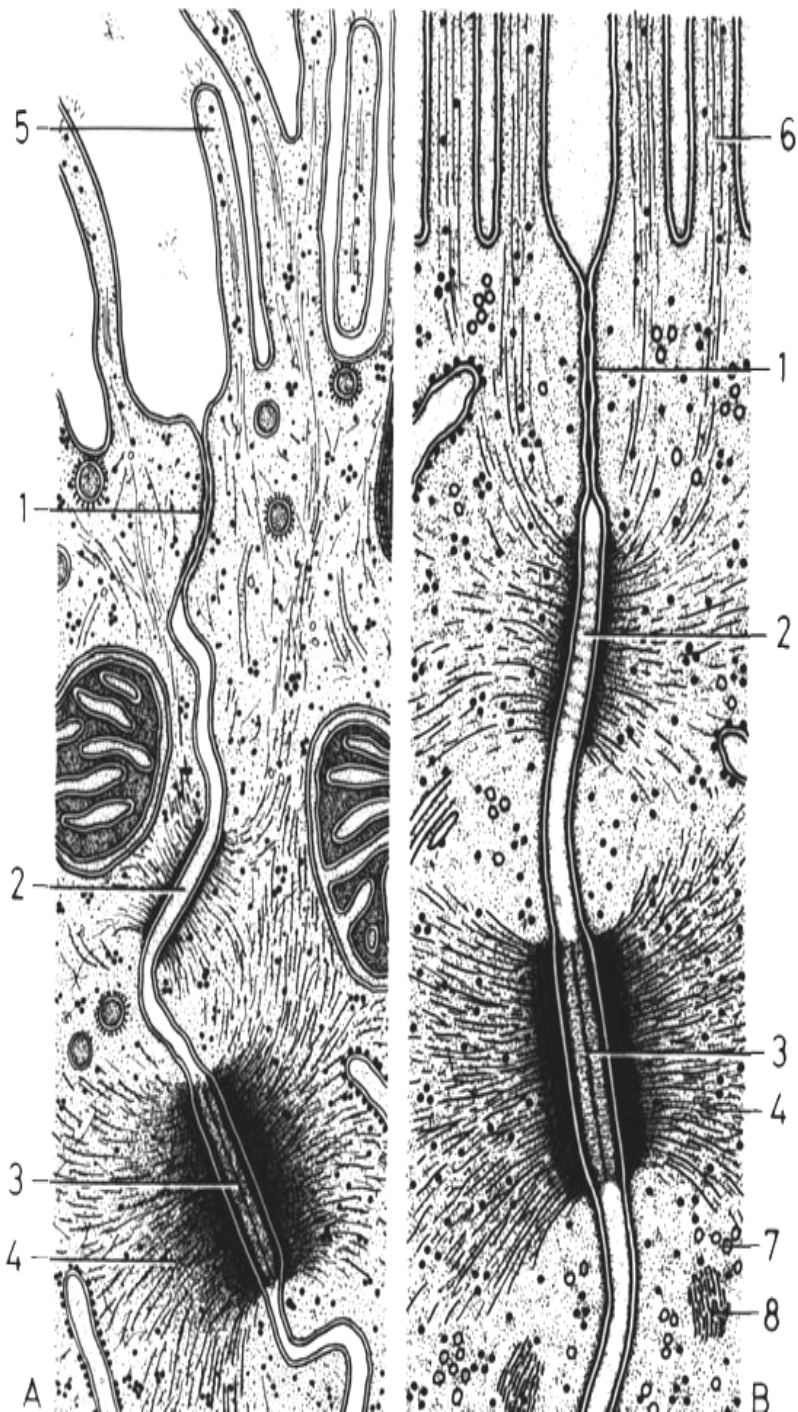


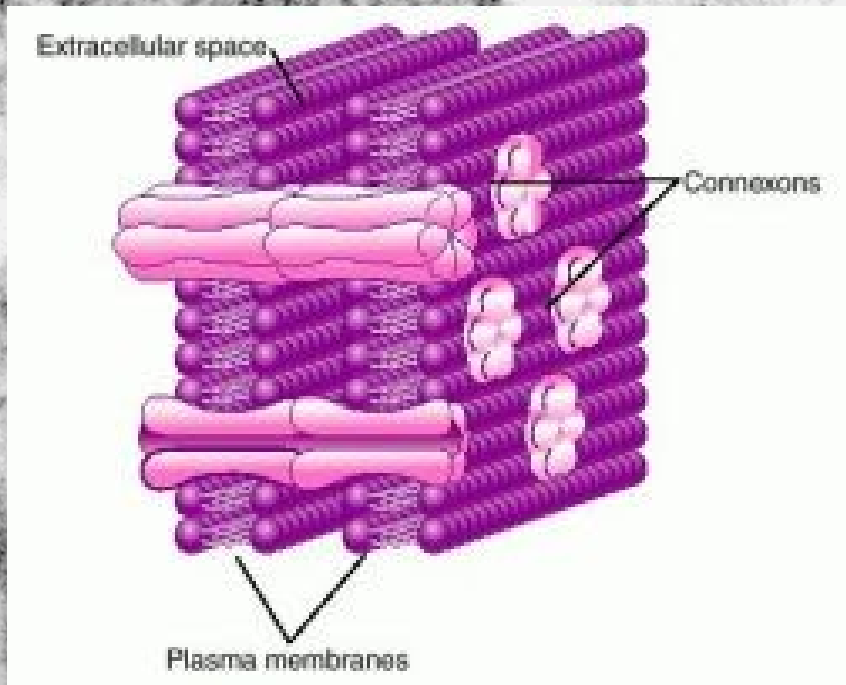
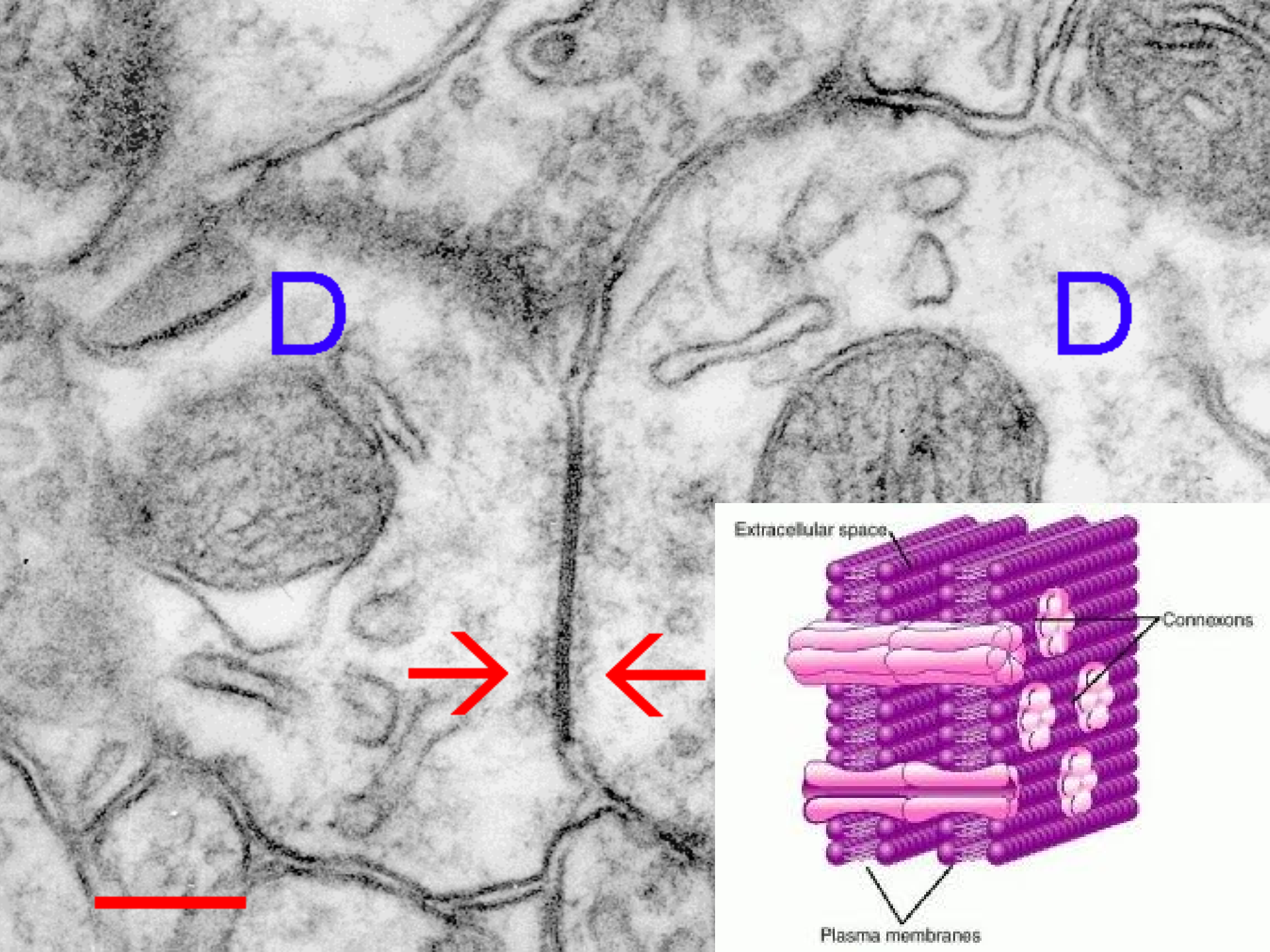
Nexus (gap junction)

- Plošný „kanálkovitý“ spoj
- Interceľ. šterbina – 2 nm
- Funkce - komunikace



Defekt – periferní neuropatie, hluchota

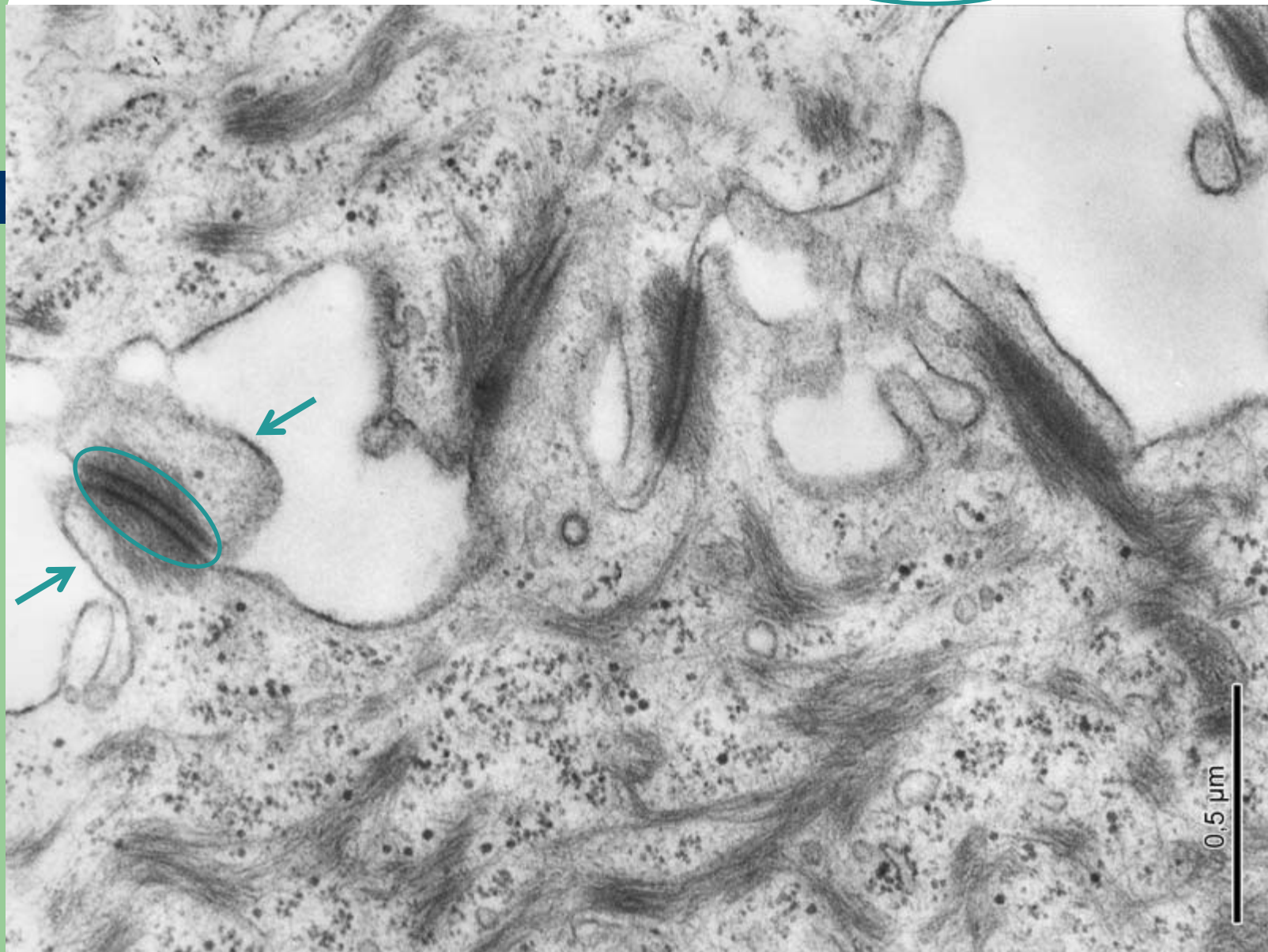




Mezibuněčná spojení - speciality

- **Fascia adherens** – v myokardu, obsahují rozsáhlé dezmosomy; komunikace „přes nexusy“
- **Spojovací komplex** – kombinace *zonula occludens* (těsný pás), *zonula adherens* (pevný pás) a *dezmosomů* (body); od apexu k bázi v tomto pořadí, u cylindrických epitelů
- **Buněčné interdigitace s dezmosomy** – na laterální straně buněk, zvětšení povrchu, buňky transportující vodu

Interdigitate (→), s dezmosomy

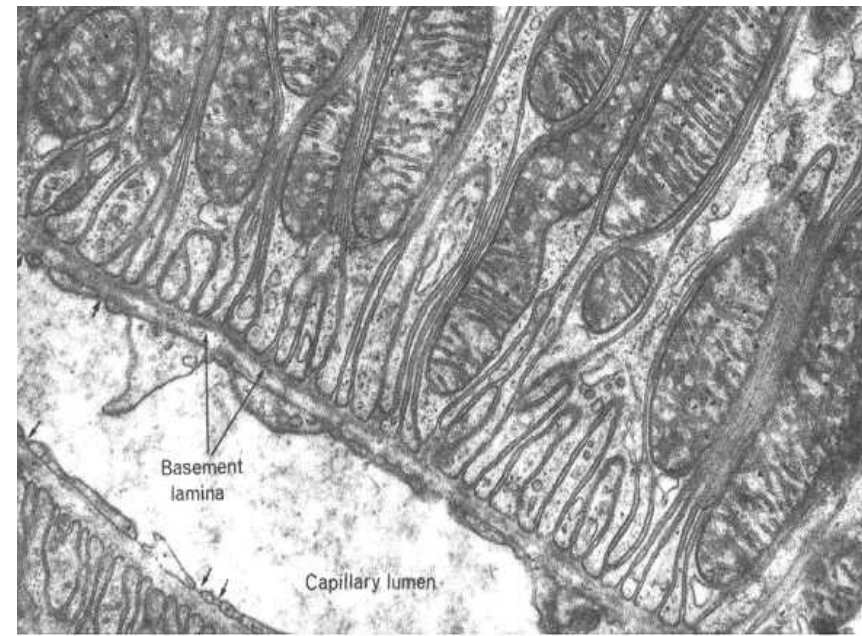
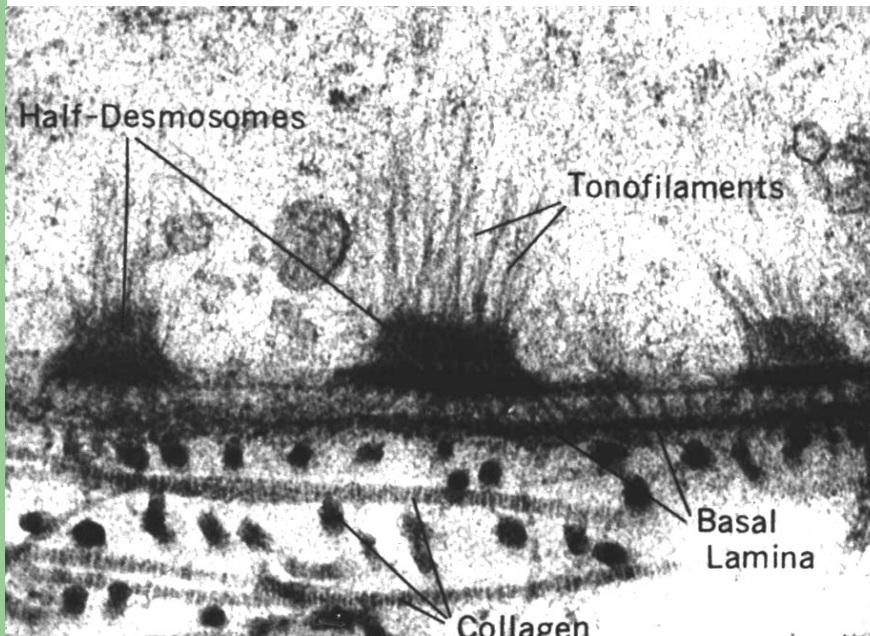


Bazální povrch

- přivrácen k buňce (*viz výše – laterální povrch, vrst. epitelu*)
- přivácen k lamina basalis:

hemidezmosomy

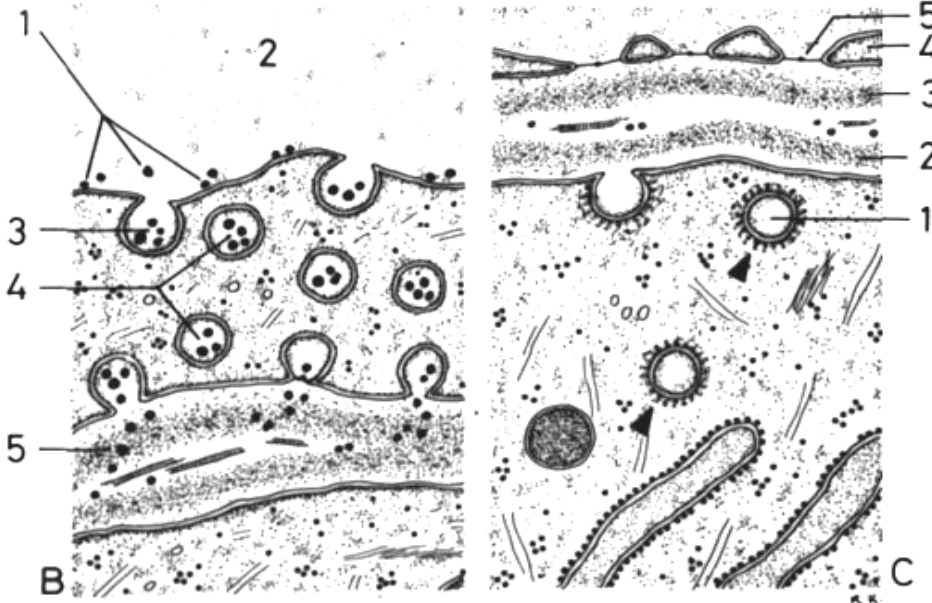
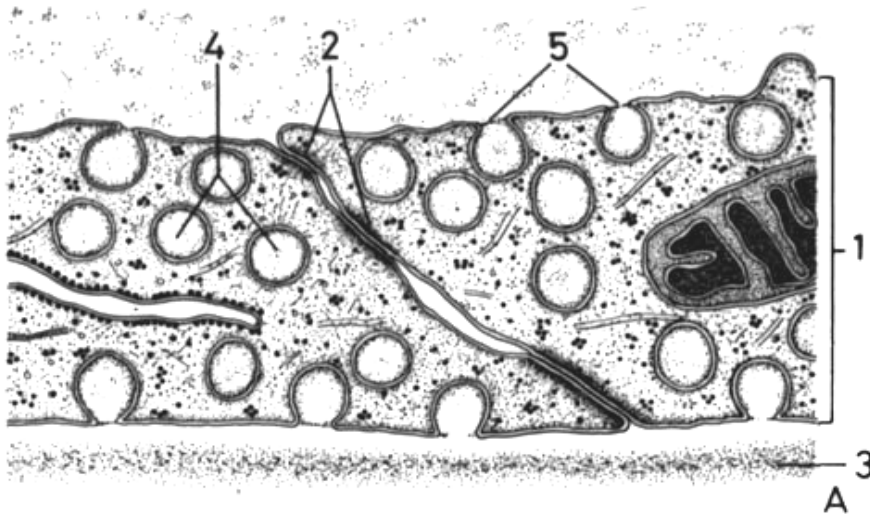
bazální labyrint



Životní projevy buňky

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

transportní mechanizmy



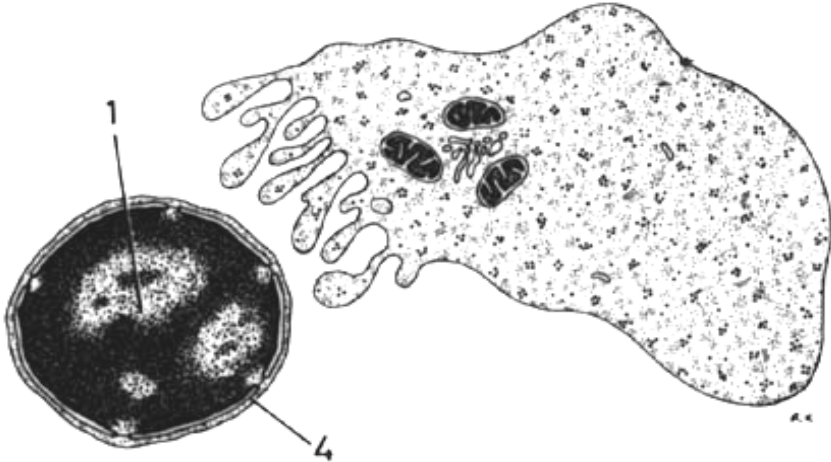
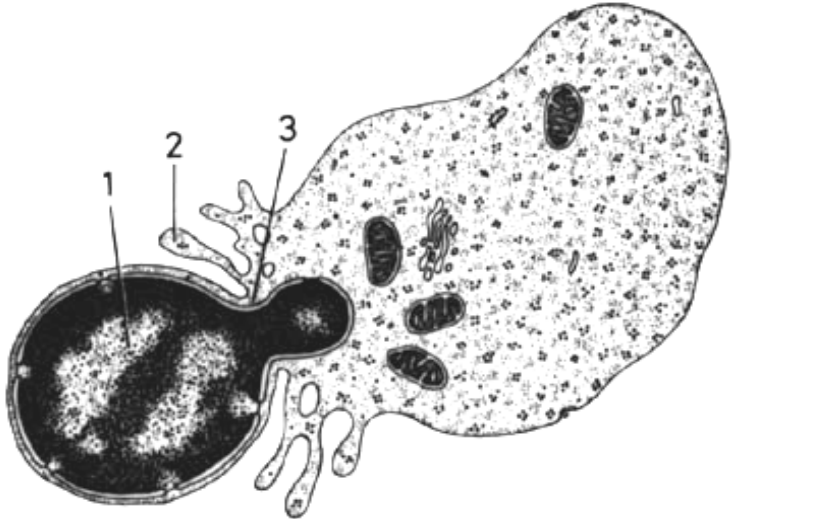
Endocytóza → fagocytóza
→ pinocytóza

*nespecif.
pinoctárními
váčky*

*specif.
„coated
vesicles“*

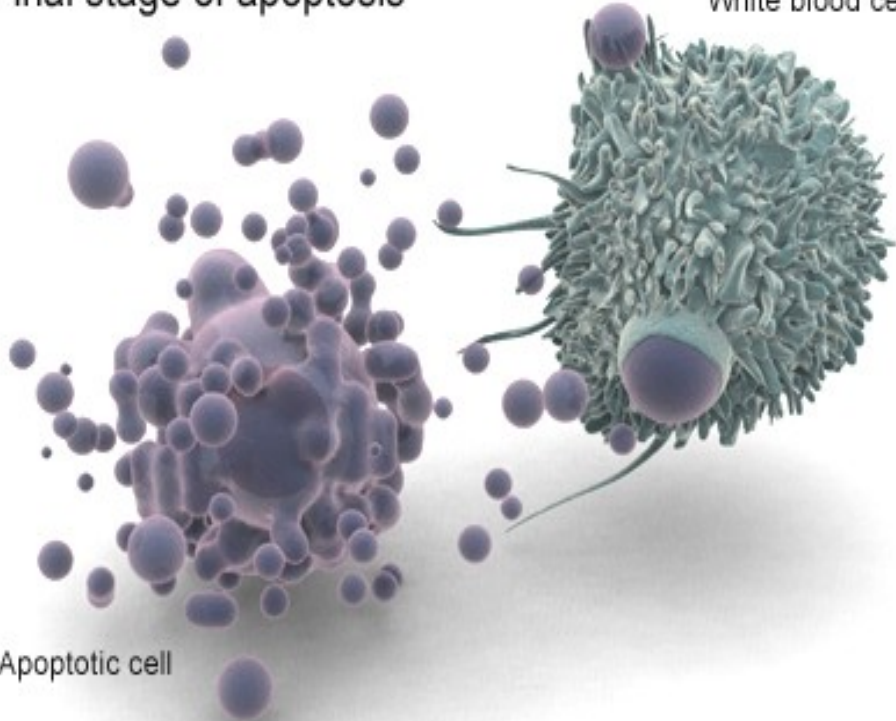
Exocytóza – sekrece
kontinuální a regulovaná

fagocytóza



Final stage of apoptosis

White blood cell

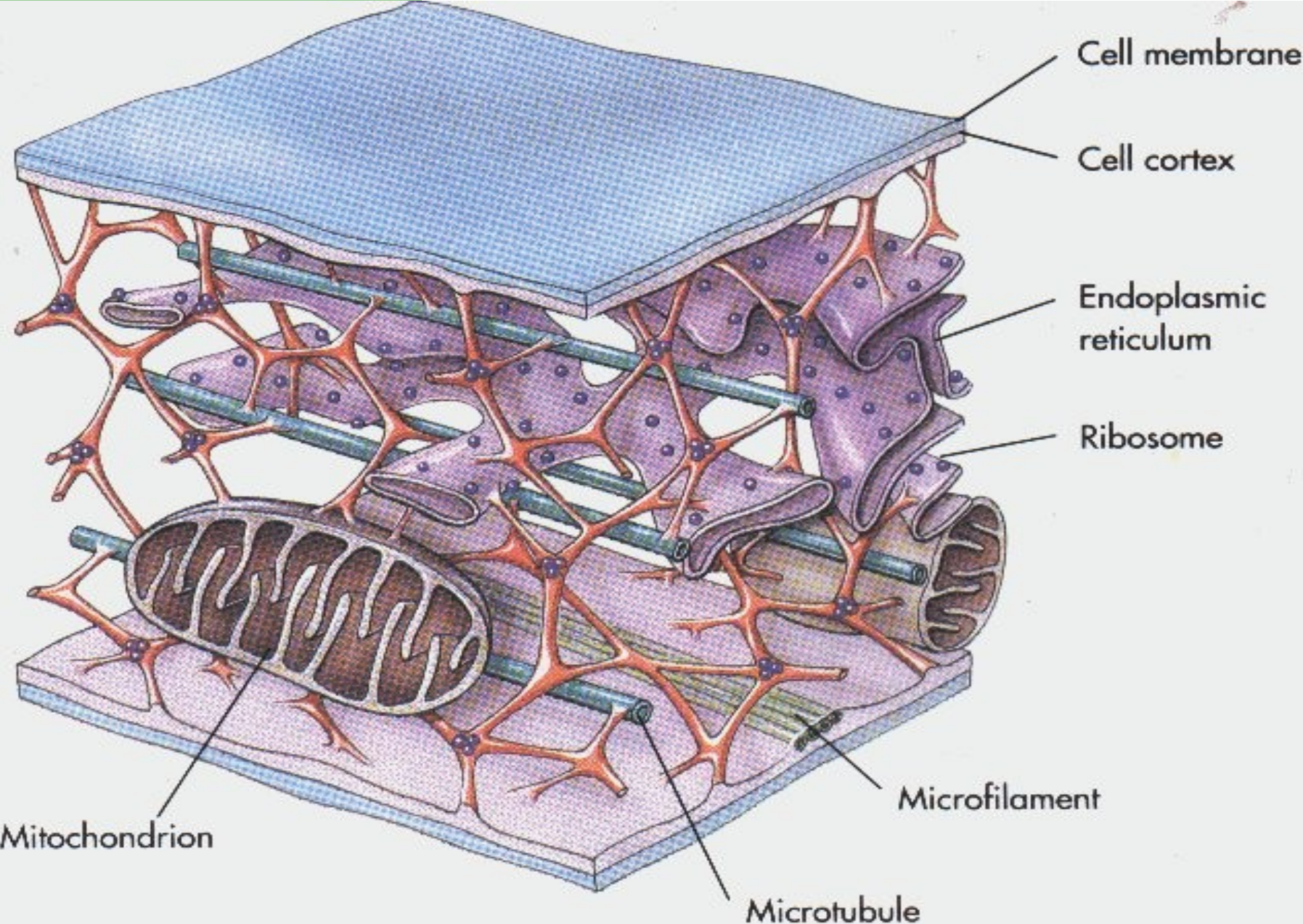


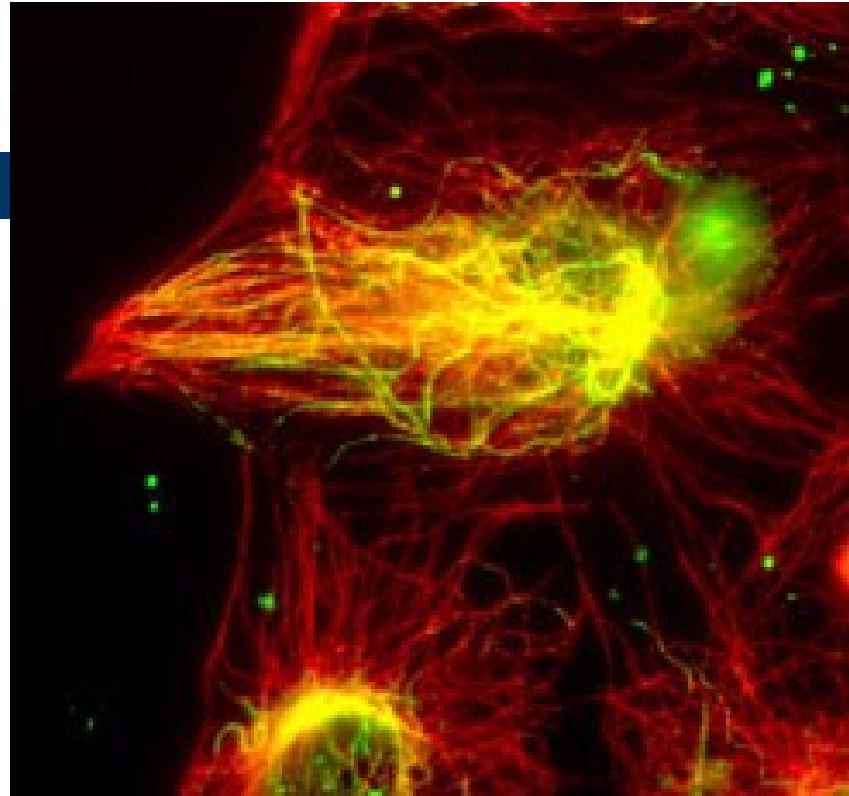
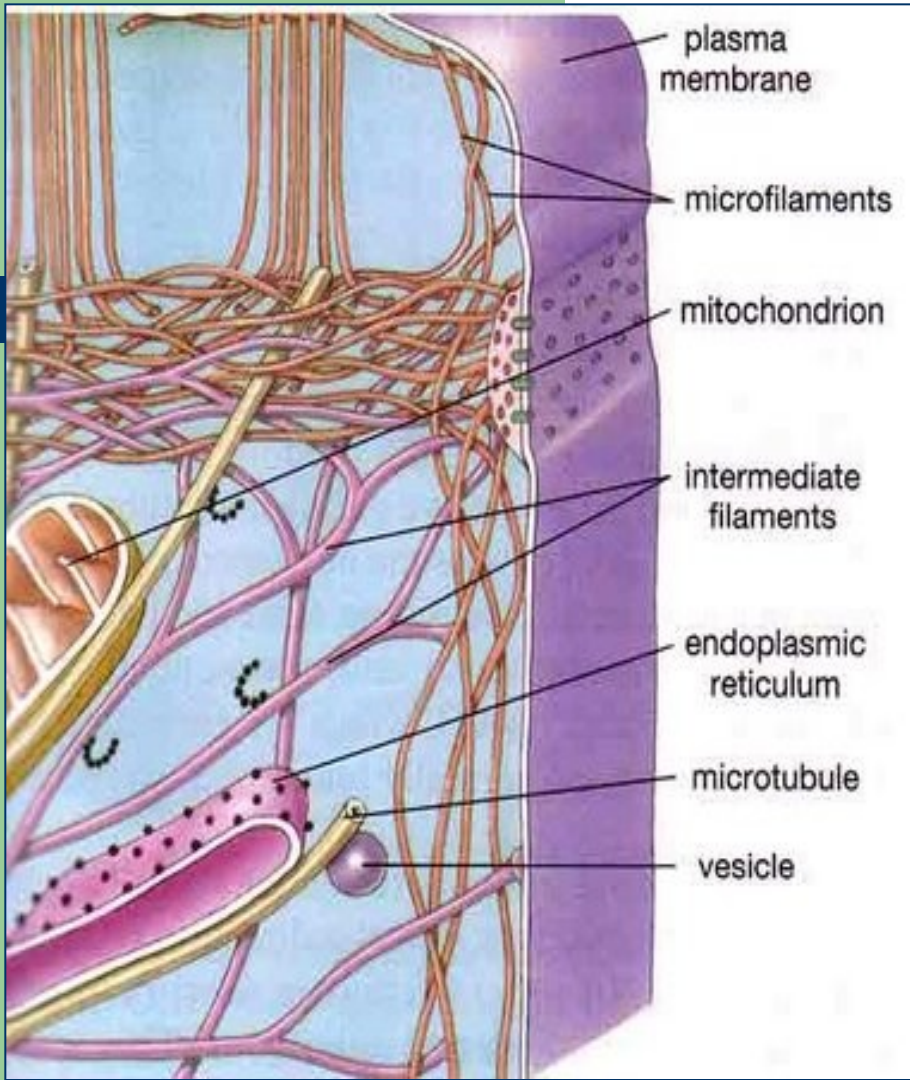
Apoptotic cell

Cytoskelet

- **mikrotubuly** (**tubulin**, Ø 22 nm)
[centrioly, bazální tělíška, axonema řasinek a bičíčků]
- **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]

Cytoskelet

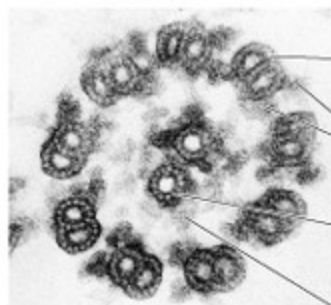




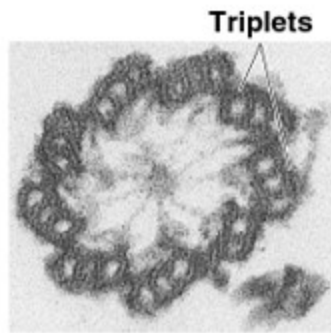


(a) 0.5 μm

©1999 Addison Wesley Longman, Inc.



(b) 0.1 μm



(c) 0.1 μm

Triplets

