

Výuka histologie pro studenty fyzioterapie, optometrie a ortoptiky

- FYZI – přednášky, praktika *(přezůvky)*
- OPTO, ORTO – přednášky

Ukončení předmětu

- **FYZI**

- test v posledním praktiku
- zkouška

- **OPTO, ORTO**

- zkouška

Učební text:

ČECH, Svatopluk a Drahomír HORKÝ. *Histologie a mikroskopická anatomie pro bakaláře*. První. Brno: Vydavatelství MU, 2004. 137 s. ISBN 80-210-2513-7.

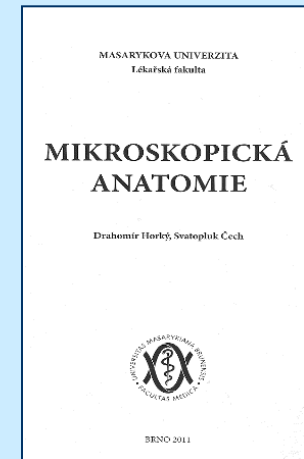
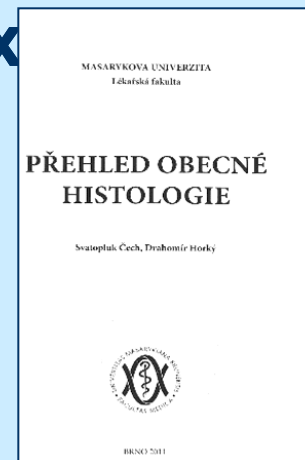
nebo

web stránka ústavu histologie:



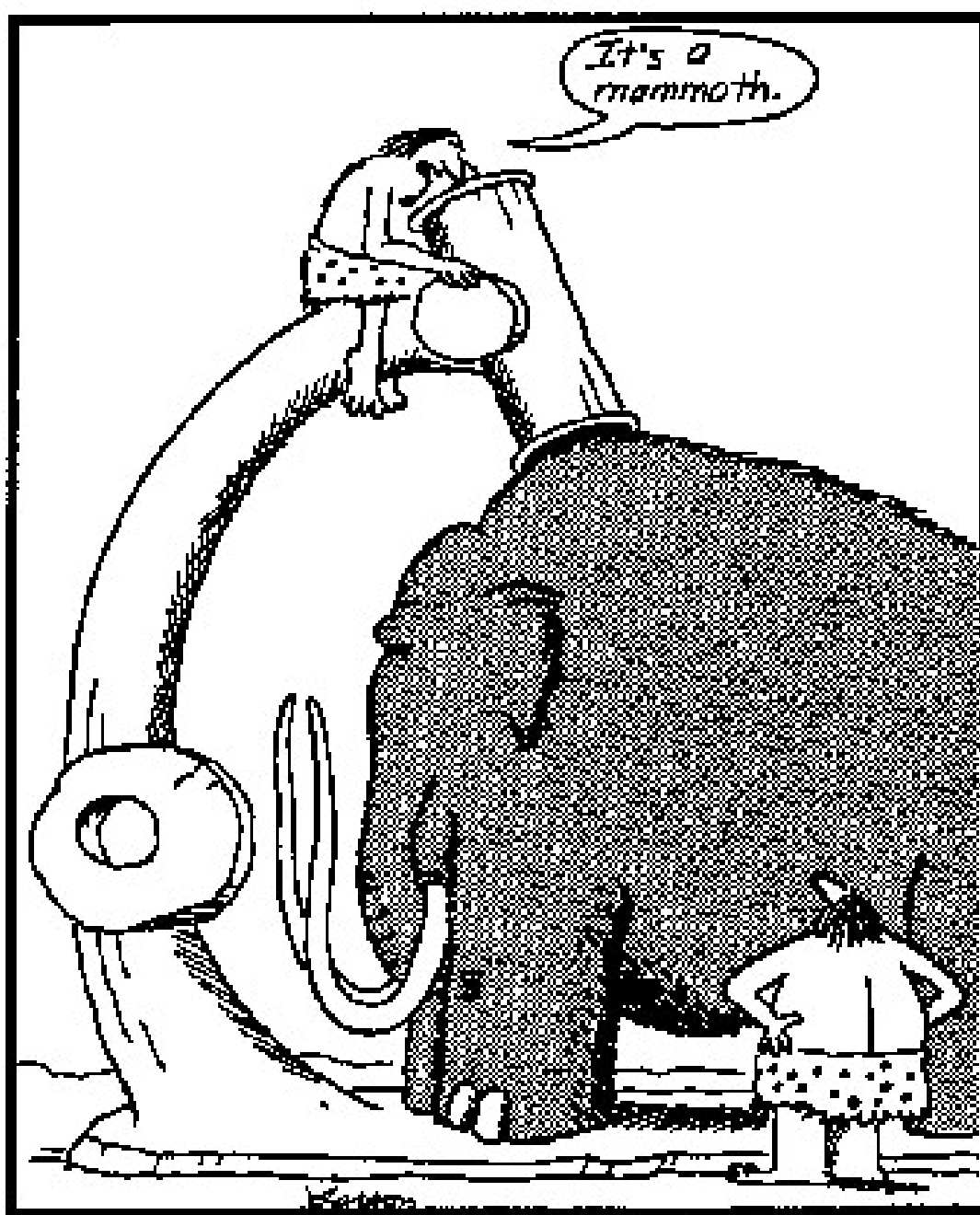
www.med.muni.cz/histol/histolc.html

Multimediální učebnice (text)



HISTOLOGIE

- nauka o stavbě normálních, tj. zdravých buněk, tkání a orgánů na mikroskopické a submikroskopické úrovni
- obecná histologie (+ cytologie)
- **speciální histologie** = mikroskopická anatomie (stavba orgánů jednotlivých systémů)
- význam histol. vyšetření v klinické praxi:
onkologie a chirurgie, hematologie, patologie a soudní lékařství (histopatologie)



Early microscope

Histologie

Jednotky užívané ve světelné (SM) a elektronové (EM) mikroskopii

Jednotky SI

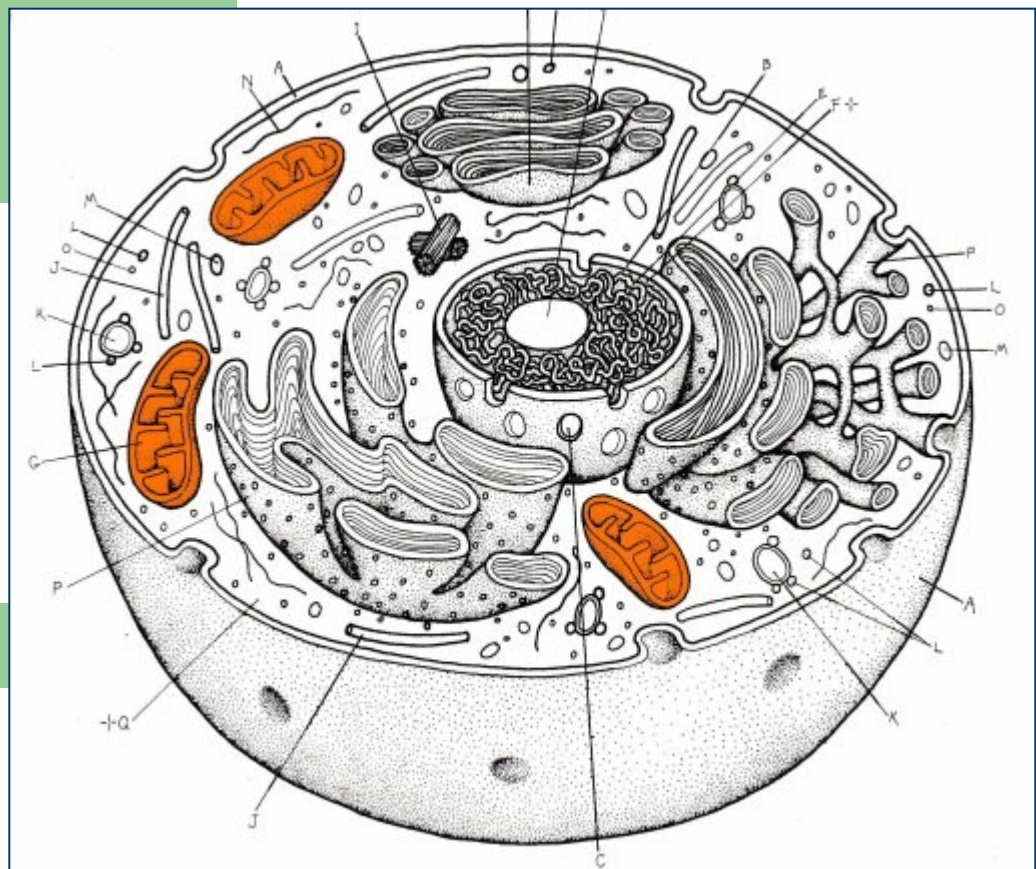
Symbol a hodnota

mikrometr
nanometr

1 μm = 0,001 mm (10^{-6} m)
1 nm = 0,001 μm (10^{-9} m)



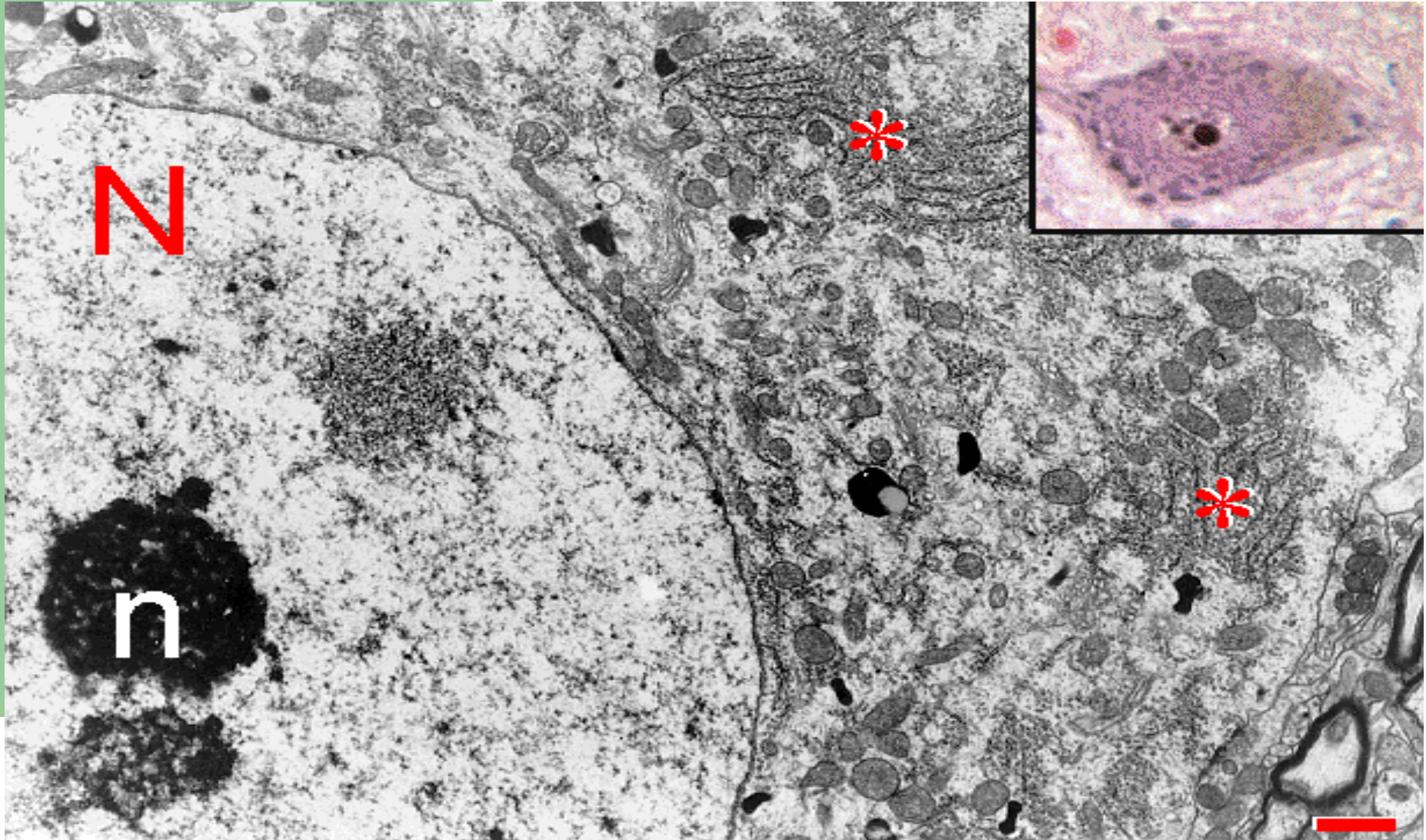
Buňka



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

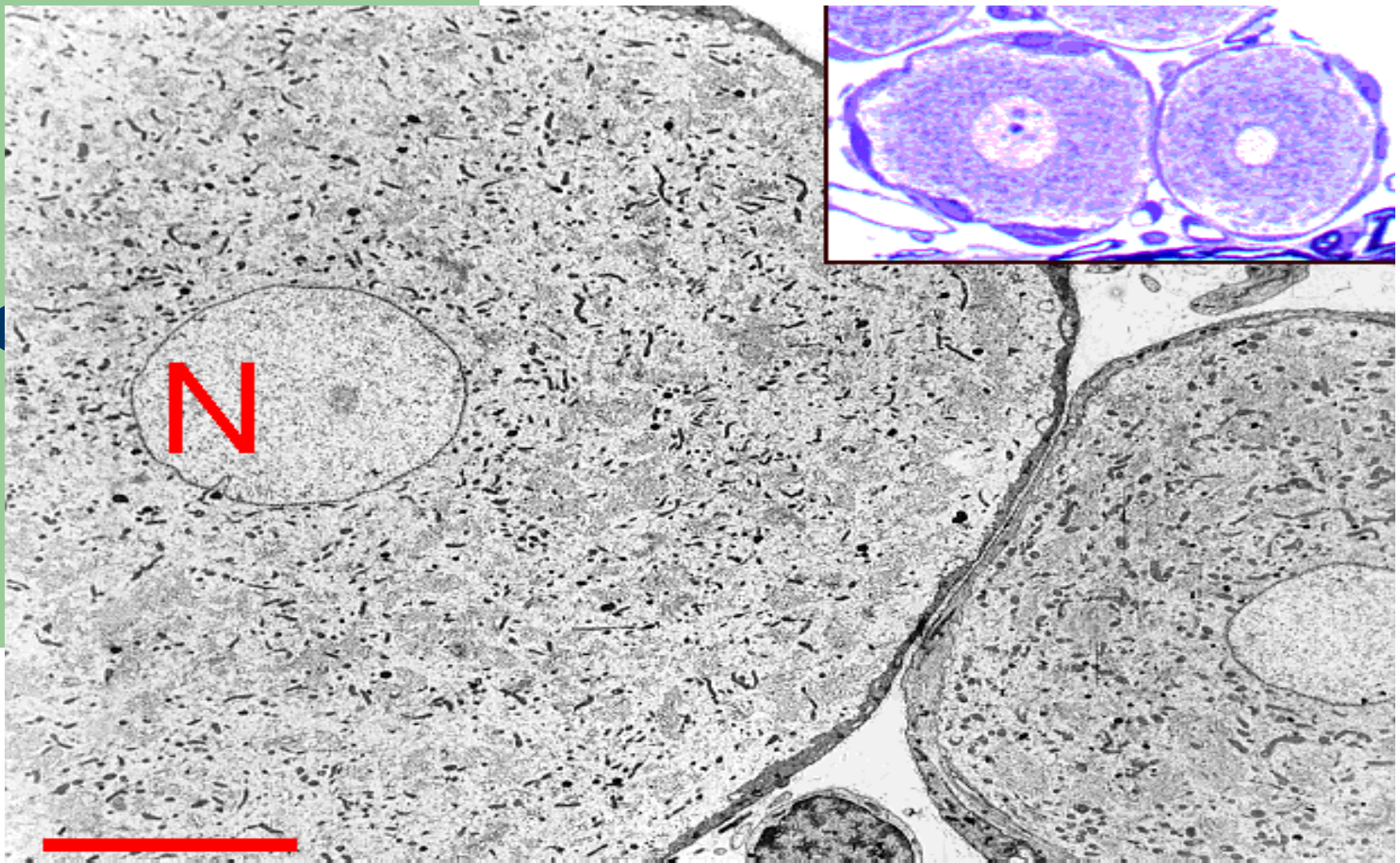
-(růst, metabolismus, pohyb, rozmnožování, dráždivost)

Buňka ve světelném a elektronovém mikroskopu



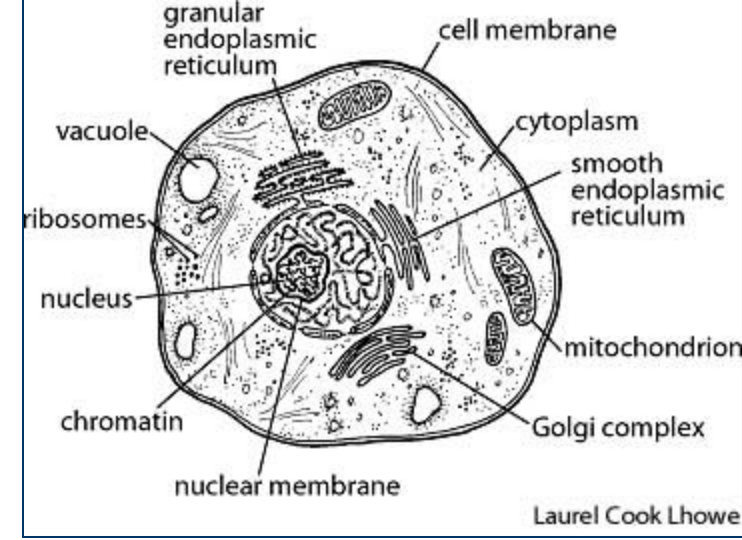
Cást těla multipolárního somatomotorického neuronu z předního rohu míšního: N - jádro, n - jadérko, * - Nisslova tělíska.

Výřez: světelný mikroskop, barvení HE.



Unipolární neurony z ganglion trigeminale: N - jádro.
Výřez: světelný mikroskop, barvení toluidinovou modří.

Stavba buňky



Buněčná membrána

BUŇKA

Protoplazma

cytoplazma

jádro

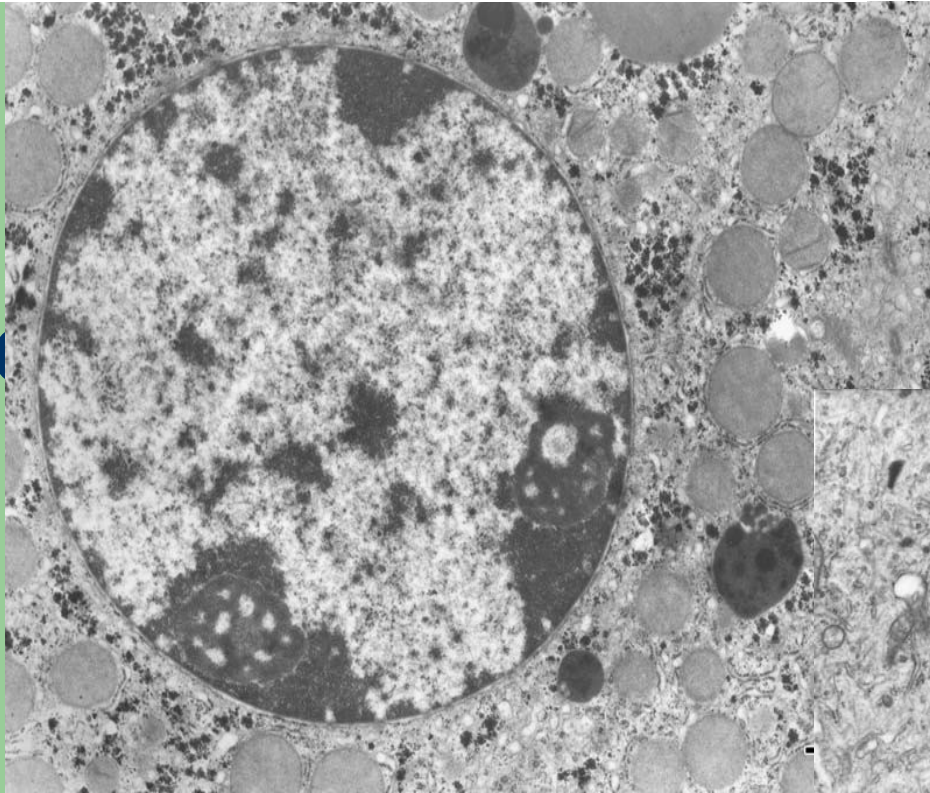
cytosol
organely
cytoskelet
inkluze

Pozn.: jádro není organela

Jádro (nucleus)

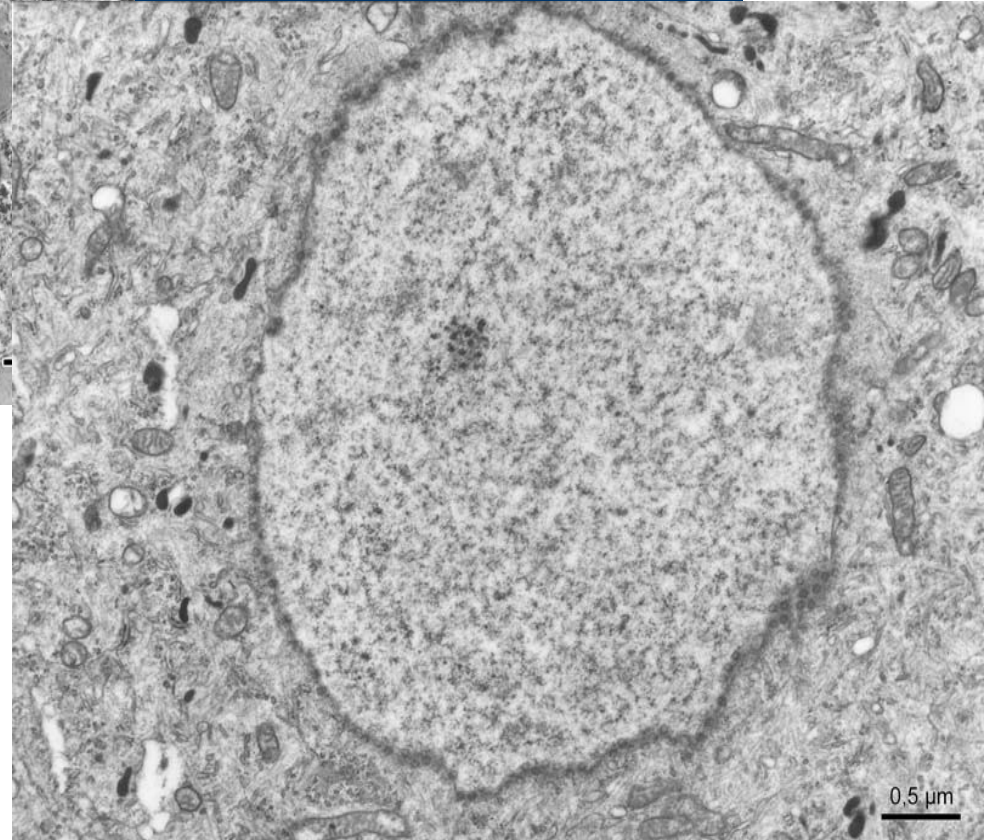
- řídí a kontroluje činnost buňky, která je zakódována v chromosomech (genetická informace)
- Počet jader v buňce
(obvykle: 1, hepatocyty: 2, osteoklasty: 50, svalové vláknice kosterní: 20 - 40/1 mm délky, lidské erytrocyty jsou bezjaderné)
- Velikost jádra
(ve většině bb. 5 – 15 μm)
- Tvar jádra
(odpovídá zhruba tvaru buňky; jádro může být laločnaté, segmentované)

Jádro v elektronovém mikroskopu



1 – hepatocyt

2 – neuron

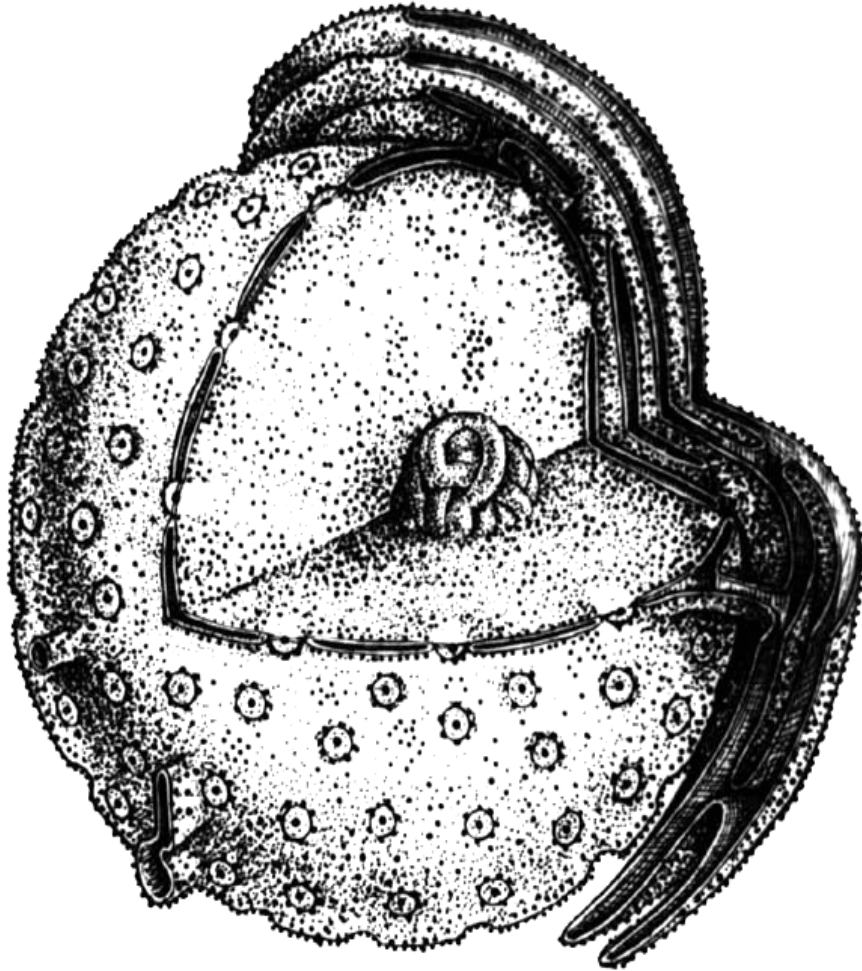


0.5 μm

Stavba jádra

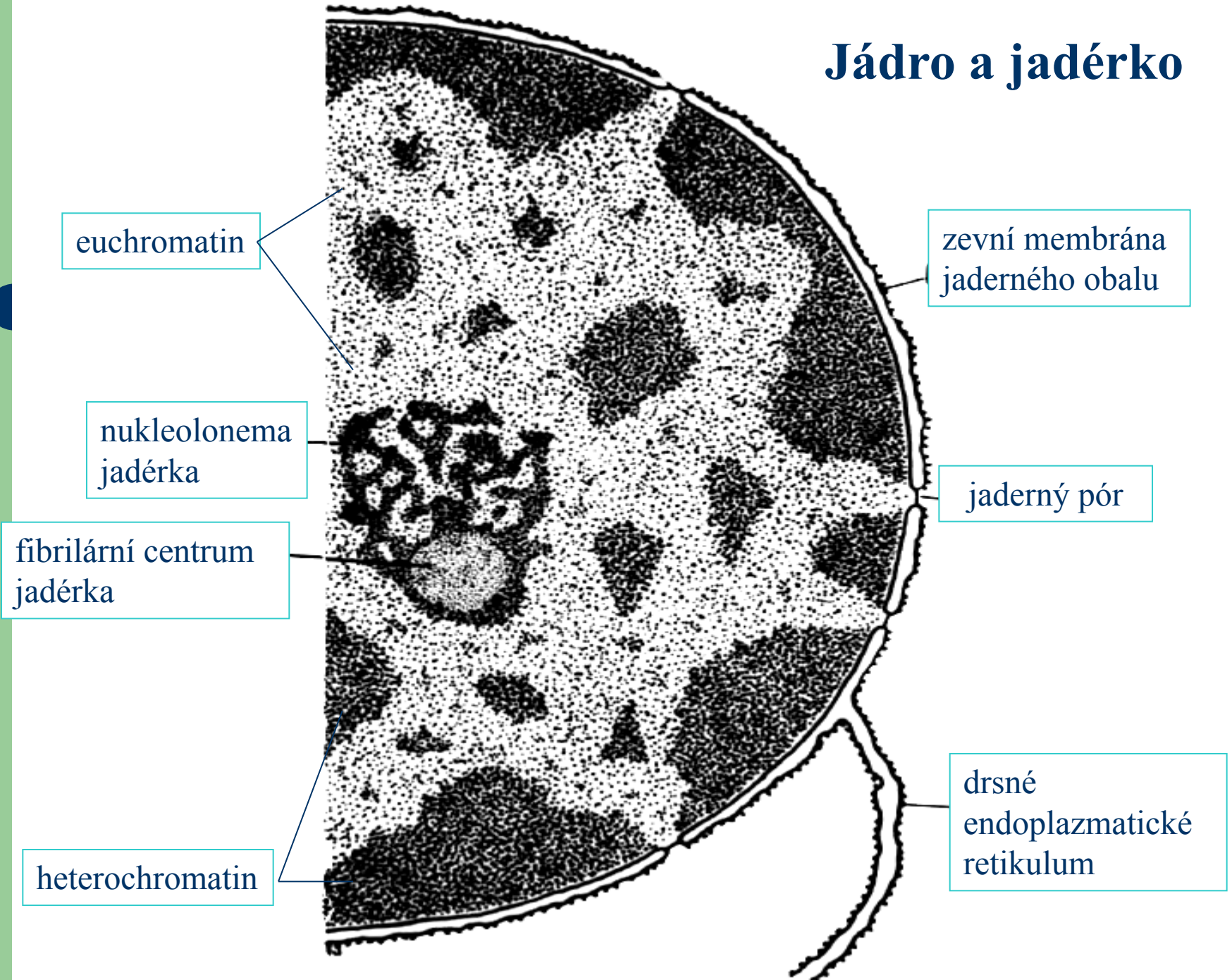
- Jaderný obal – karyolema
- Jaderná matrix – karyoplazma (nukleoplazma)
- Chromatin (v interfázi) / chromosomy (při dělení)
- Jaderný skelet
- Jadérko(a) – *nekonstantní výskyt*

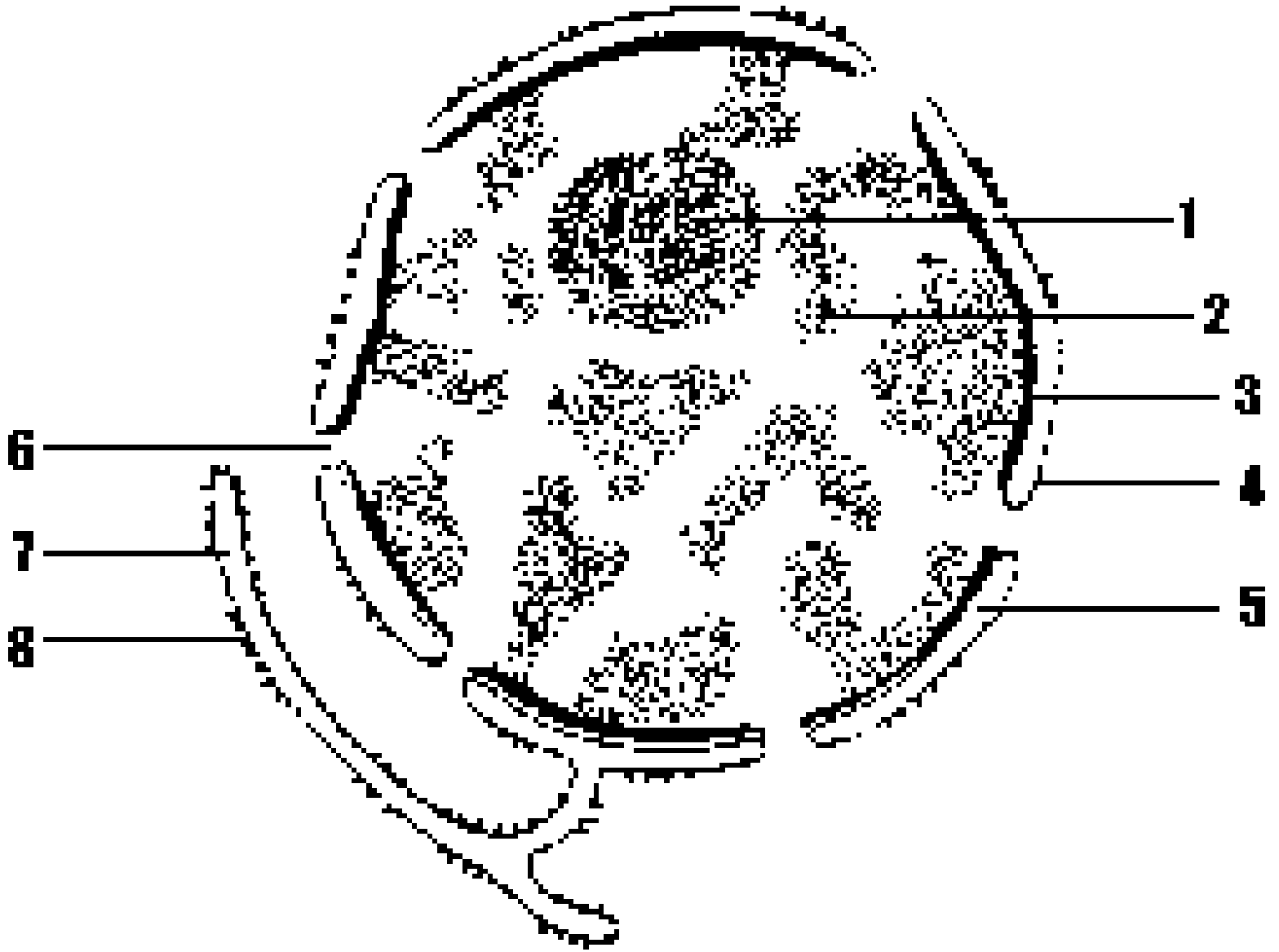
Jaderný obal



- vnější jaderná membrána (+ ribosomy)
- perinukleární prostor (40 – 70 nm šířka)
- vnitřní jaderná membrána (+ jaderná lamina)
- jaderné póry (60 – 70 nm \varnothing , s diafragmou)

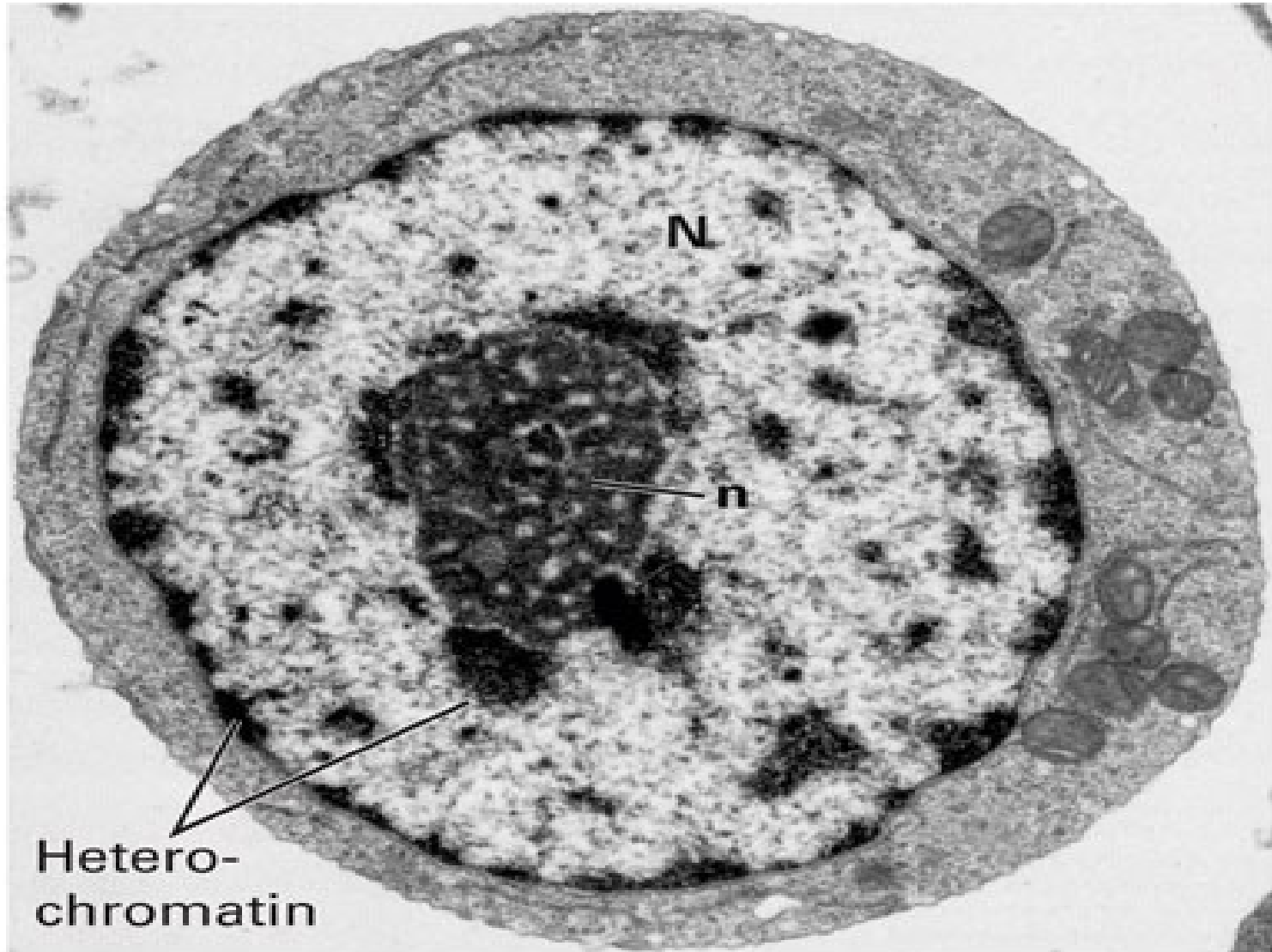
Jádro a jadérko

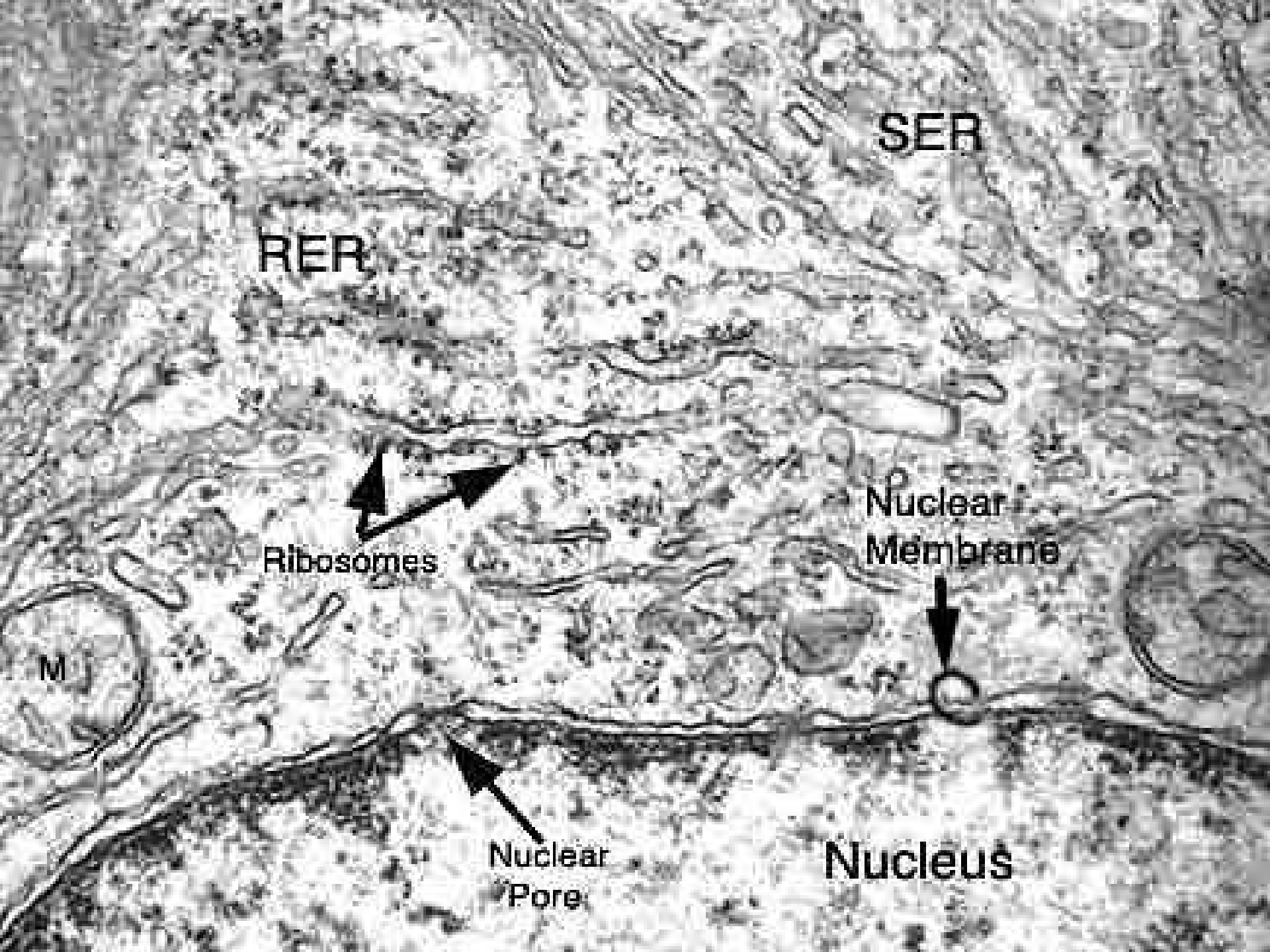




Heterochromatin:

1. marginální, 2. karyosomy, 3. perinukleolární





SER

RER

Ribosomes

Nuclear Membrane

M

Nuclear Pore

Nucleus

Póry v jaderném obalu (mrazový lom)



Chromatin

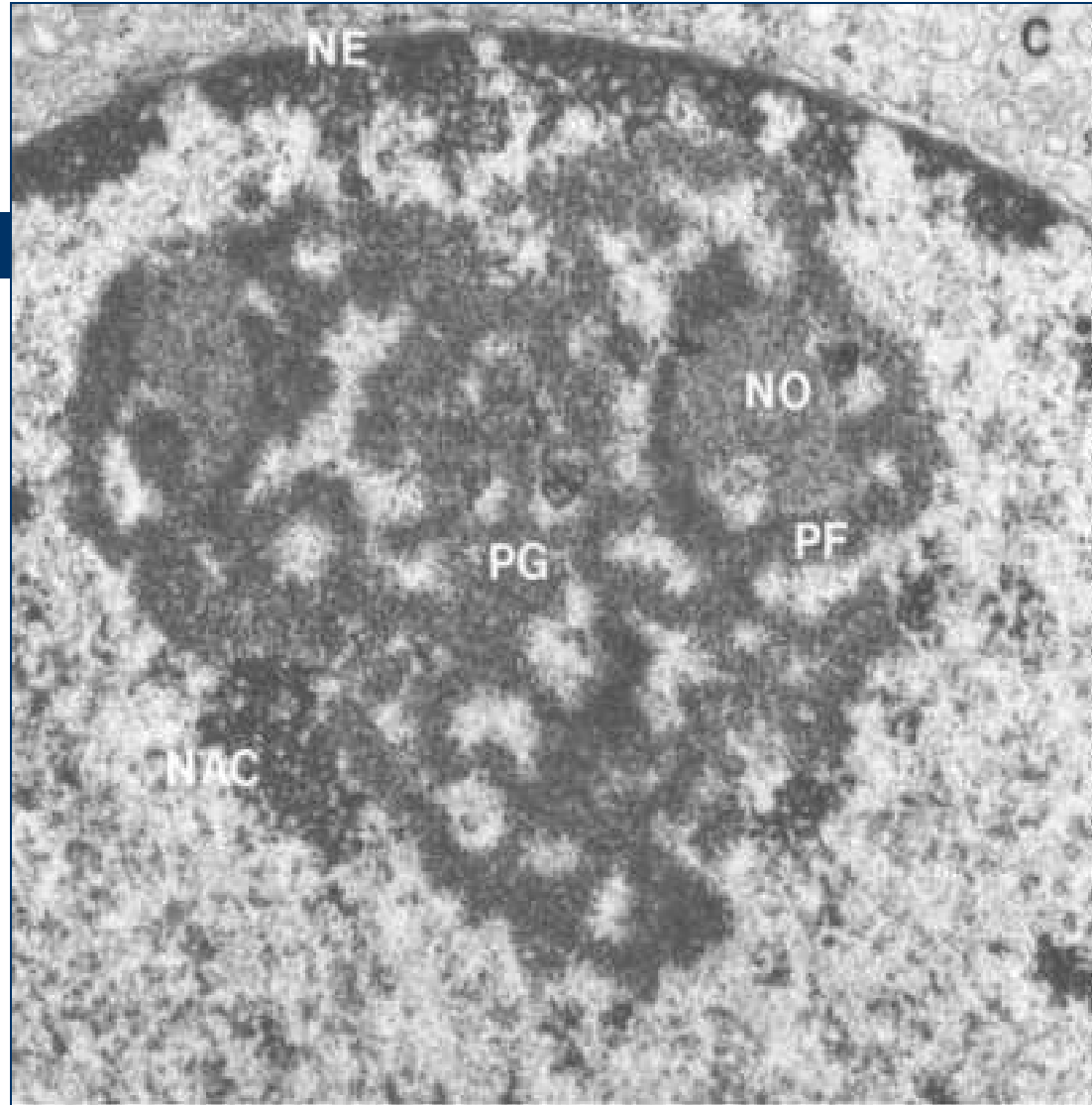
Dekondenzované chromosomy v interfázi

- **Heterochromatin** – tmavé hrudky
(spiralizované a dehydratované úseky chromosomů)
 - marginální heterochromatin
 - karyosomy
 - s jadérkem asociovaný (perinukleolární) heterochromatin
- **Euchromatin** – světlý, nebarví se
(aktivní úseky chromosomů s intenzívní syntézou RNK)

Jadérko (nucleolus)

- Počet: nekonstantní (1 – více), během mitózy mizí v profázi a objeví se v telofázi
- Velikost: 1 – 2 μm
- Tvar: sférický
- Složení: RNA, proteiny, DNA
- **jadérko není ohraničeno žádnou membránou**

Jadérko



● Struktura

- fibrilární centra (DNA)
- pars fibrosa (RNA)
- pars granulosa (RNA)
- perinukleolární chromatin /asociovaný s jadérkem/

● Funkce

- syntézy a zrání rRNA

Funkce jádra a jadérka

- Řídí aktivity buňky prostřednictvím produkce RNA (⇒ proteosyntéza) a komunikace s buňkou póry v jaderném obalu
- Místo genetické informace (obsah DNA), kontrola buněčného dělení a předávání genetické informace dceřiným buňkám
- Jadérko – produkce rRNA ribosomů (buňky s intenzivní proteosyntézou)

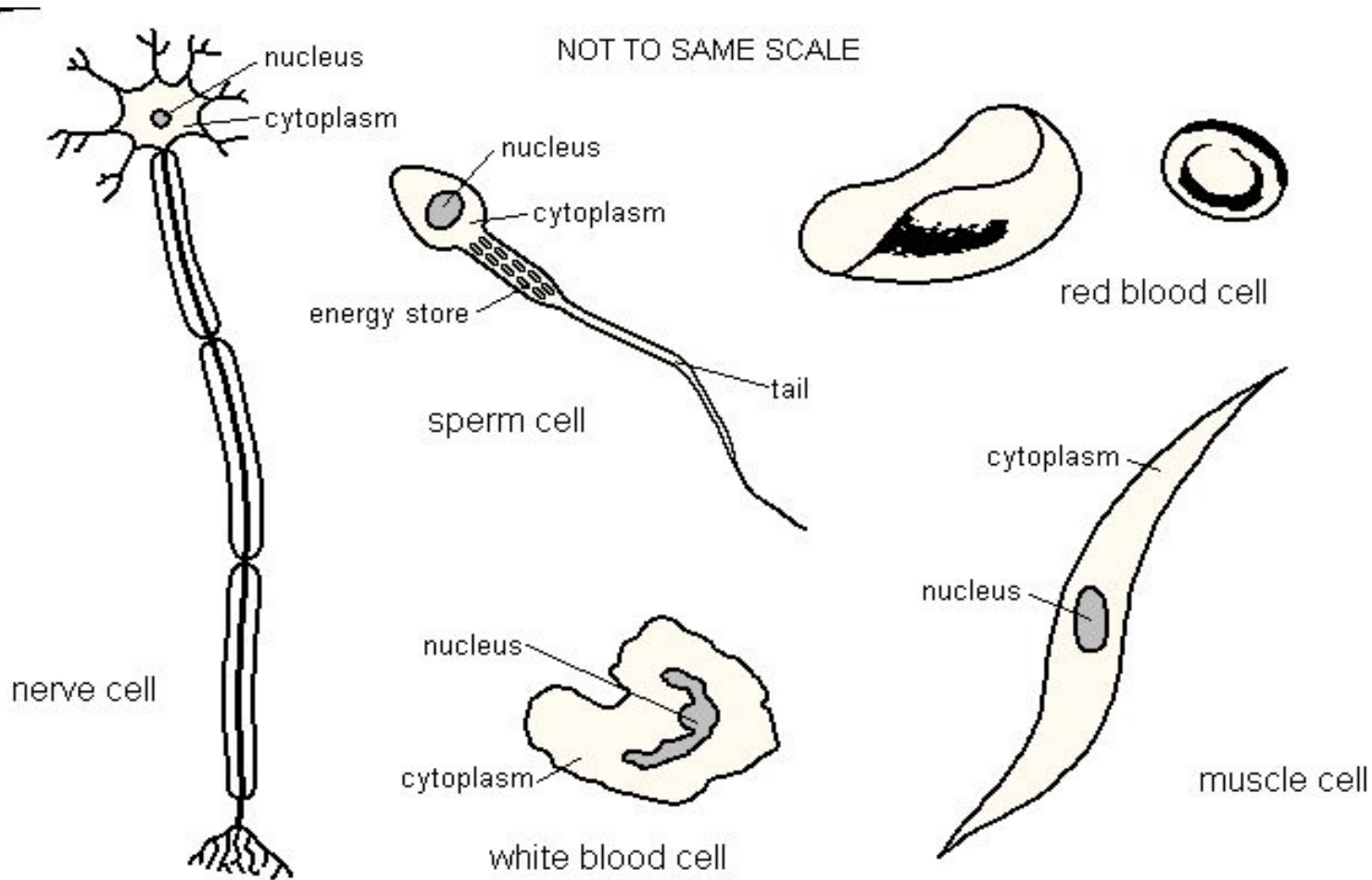
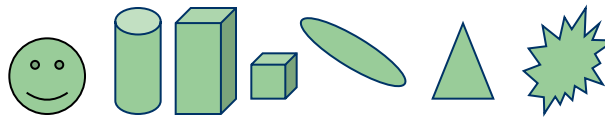
Buněčné organely

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

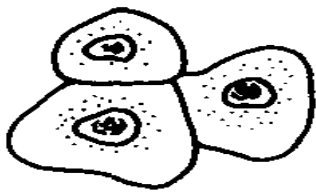
Životnost buňky

- Enterocyty – cca 1-2 dny
- Leukocyty – cca týden
- Erytrocyty – 3 měsíce
- Hepatocyty – 1-2 roky
- Neurony – celý život (desítky let)

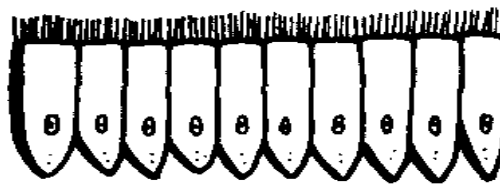
Tvar buněk



Specialised Human Body Cells



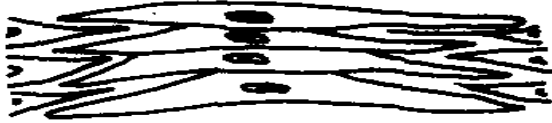
Squamous Epithelium from the Mouth



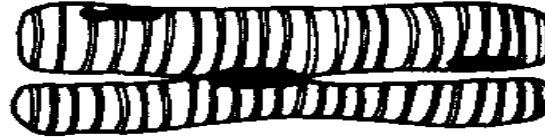
Ciliated Epithelium from the Trachea



Columnar Cells from the Stomach



Plain Muscle Fibres from the Intestine



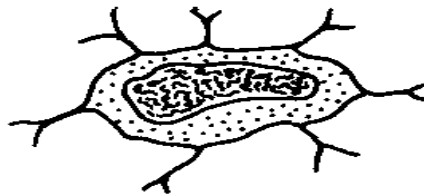
Striped Muscle Fibres



Muscle Fibres from the Heart



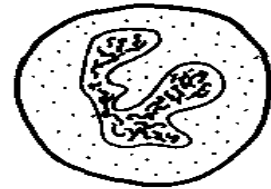
Cartilage Cells



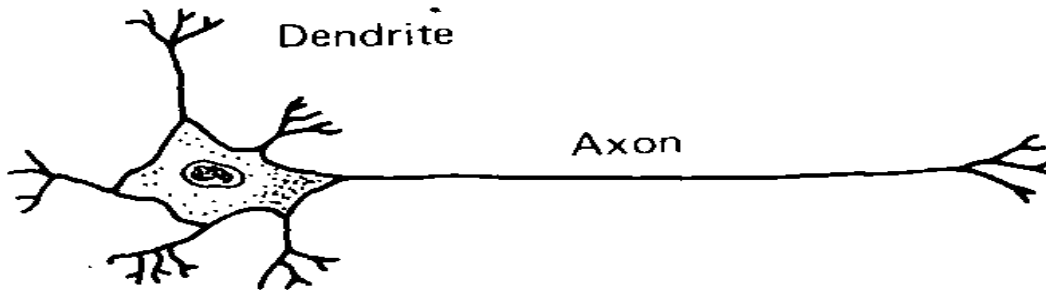
Bone Cell



Red Blood Cells or Erythrocytes



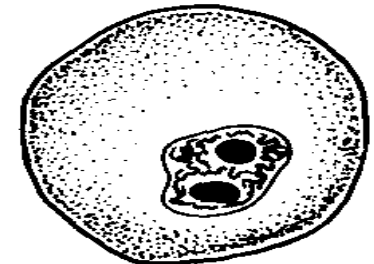
White Blood Cell



Nerve Cell with Axon and Dendrites

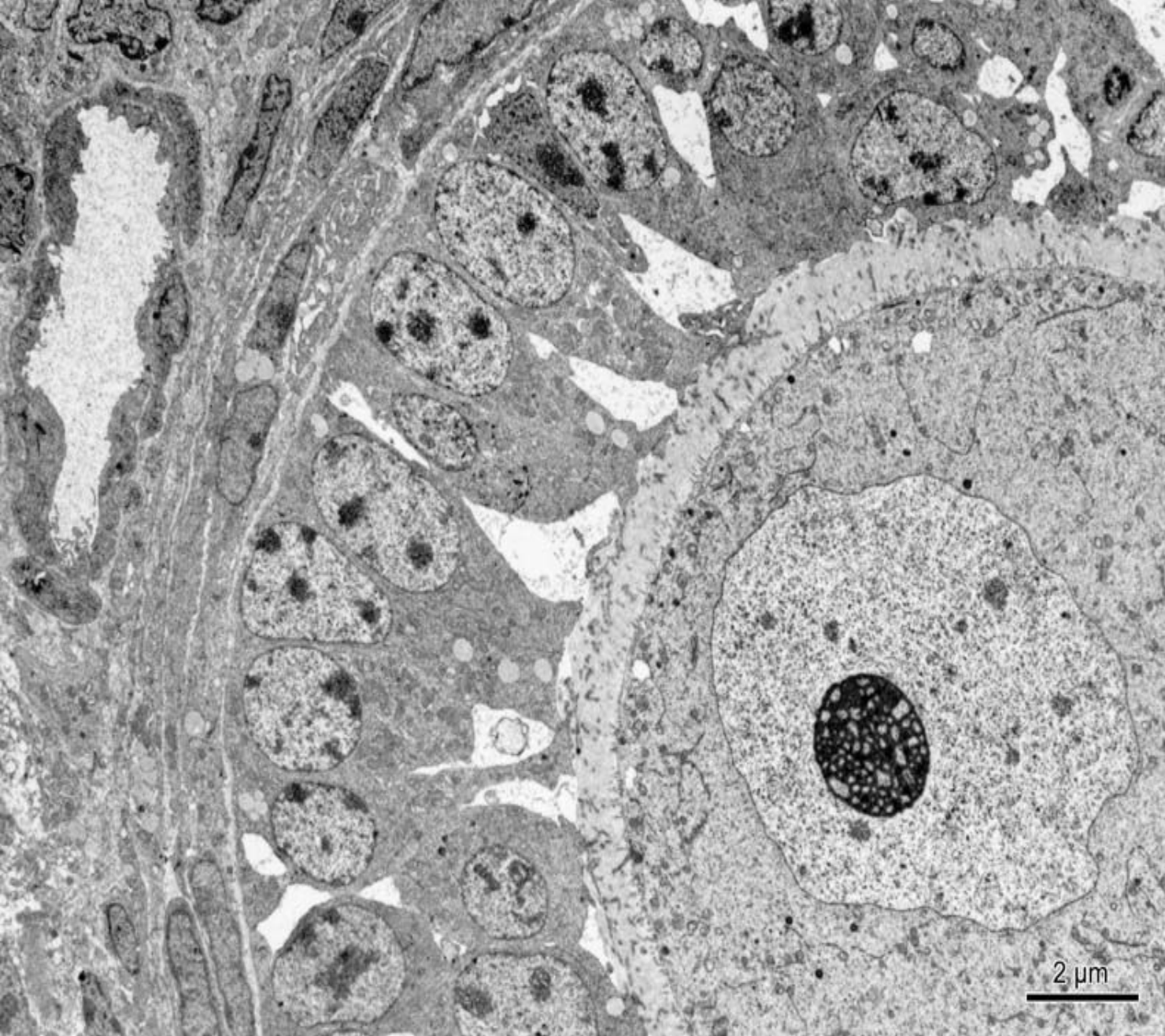


Sperm



Ovum

Different kinds of cell found in the human body.

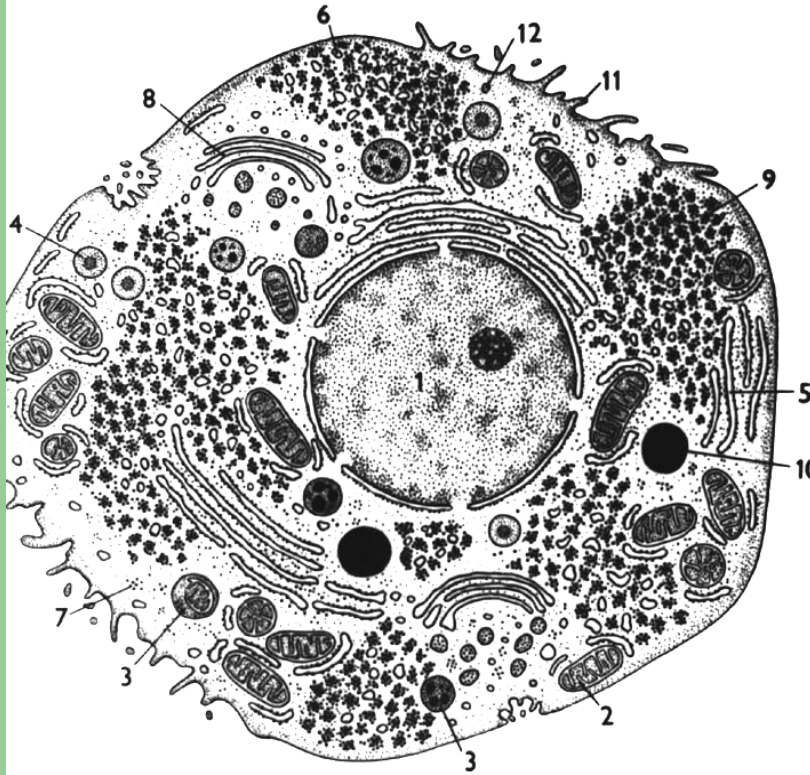


Velikost
buněk

5 – 150 μm

Primární folikul v ovariu: tvar a velikost buněk

Buněčné organely



Memembránové

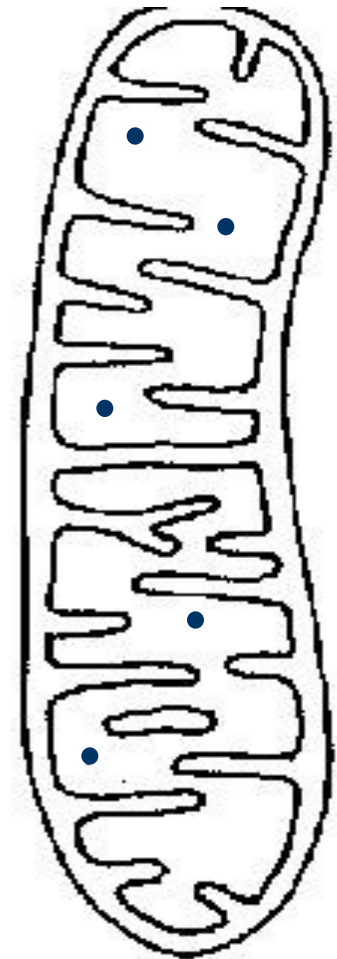
- Mitochondrie
- Endoplazmatické retikulum
- Golgiho aparát
- Lyzomy a endosomy
- Peroxisomy

Bez membrány

- Ribosomy
- Centrioly

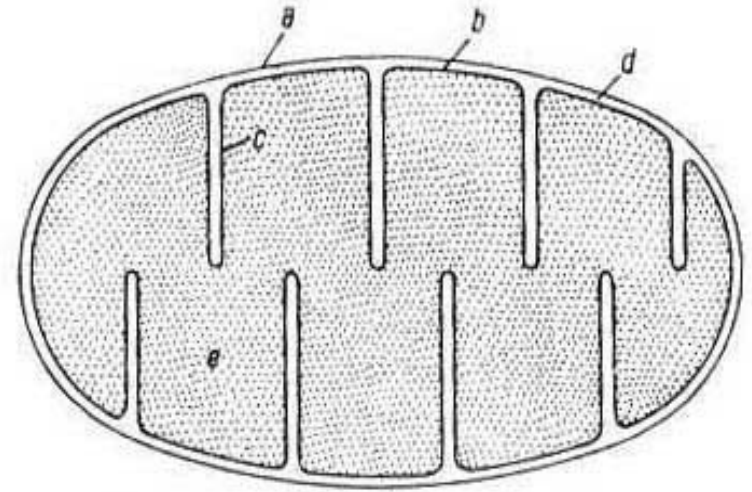
Mitochondrie

- 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)

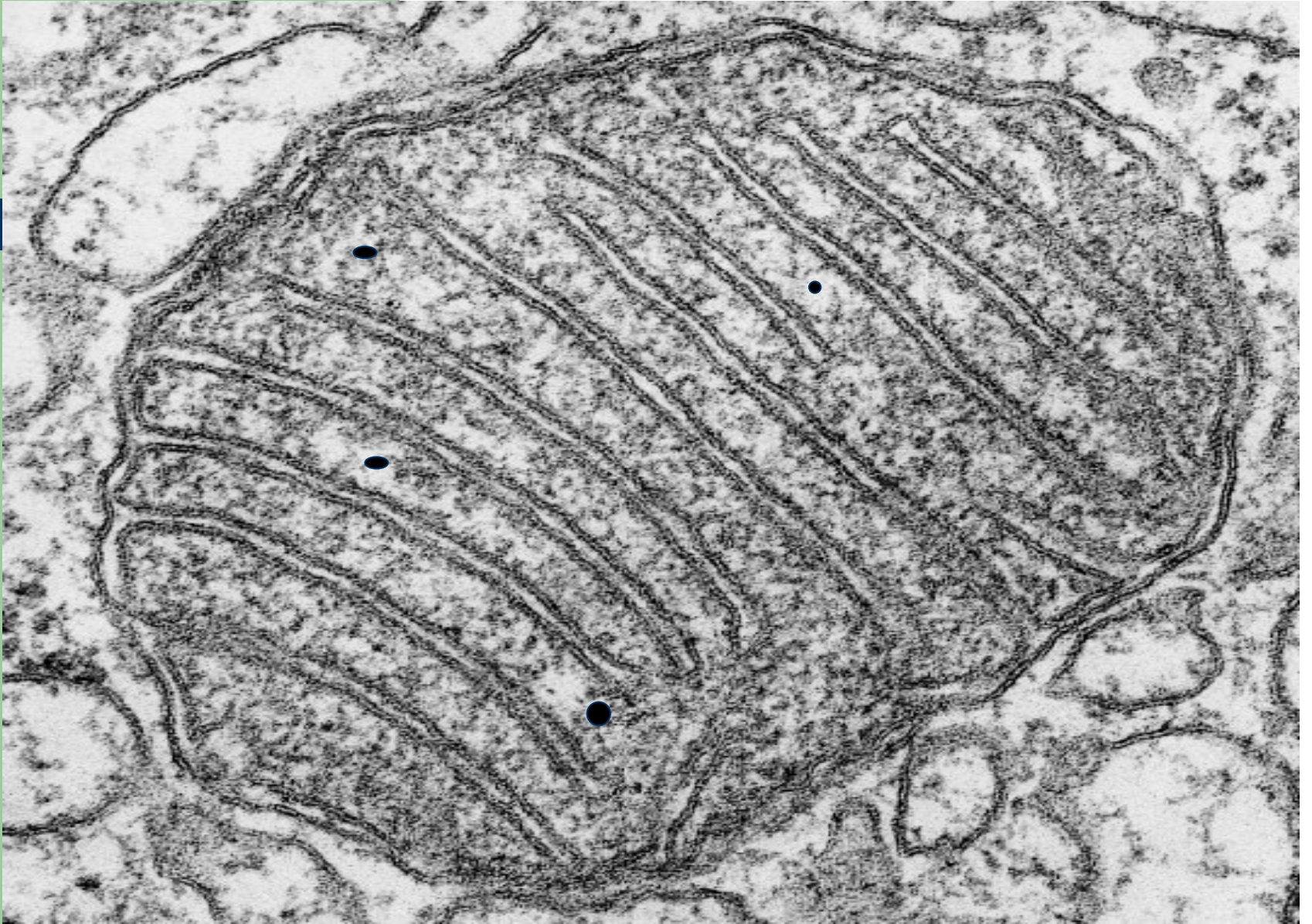


Stavba mitochondrie

Schéma struktury mitochondrie



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

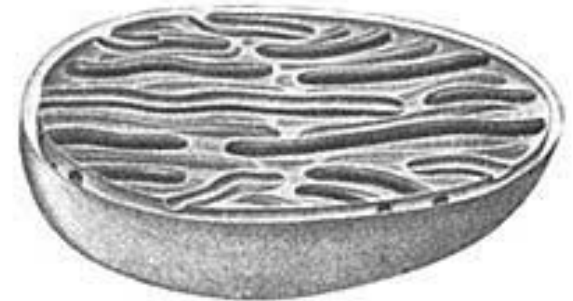


Mitochondriální kristy

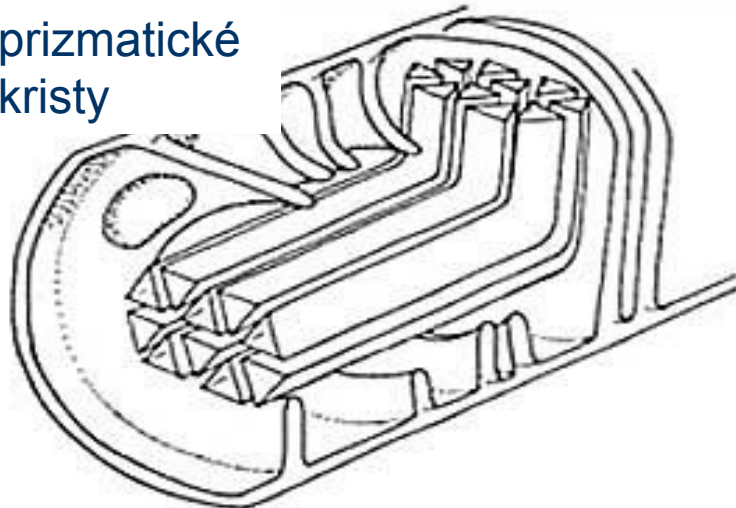
hřebenovité kristy

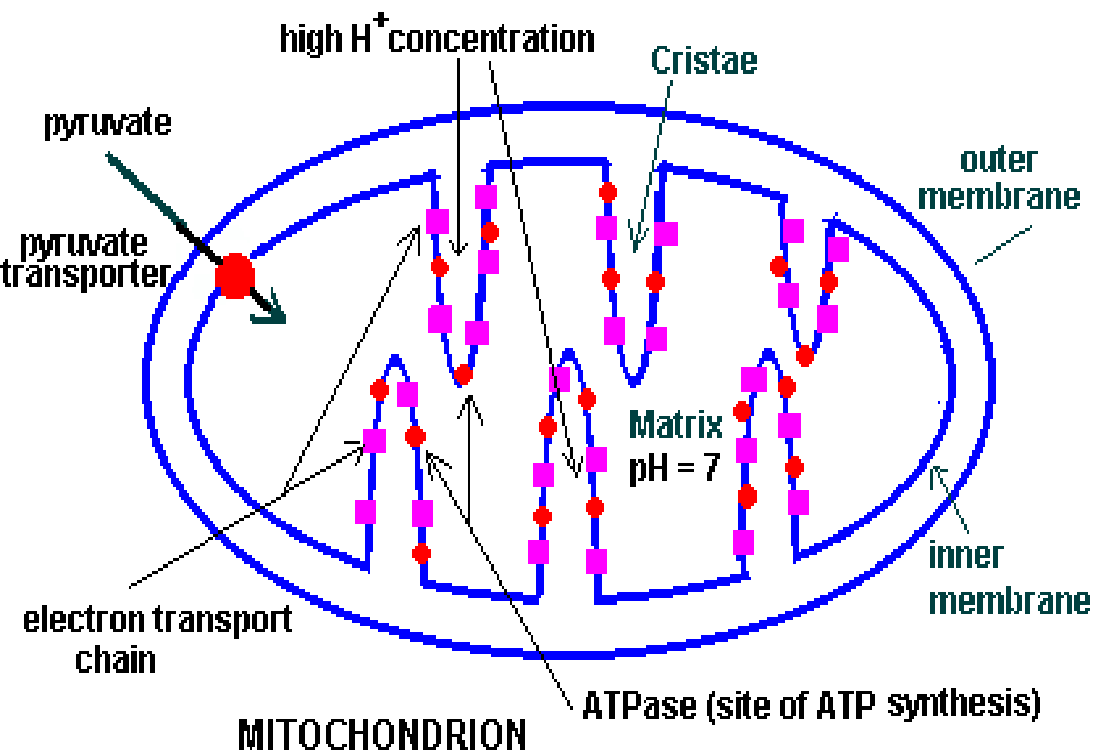


tubulózní kristy



prizmatické
kristy





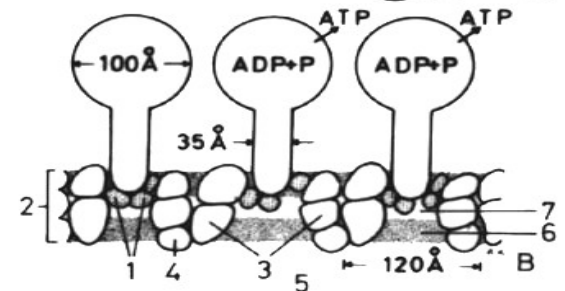
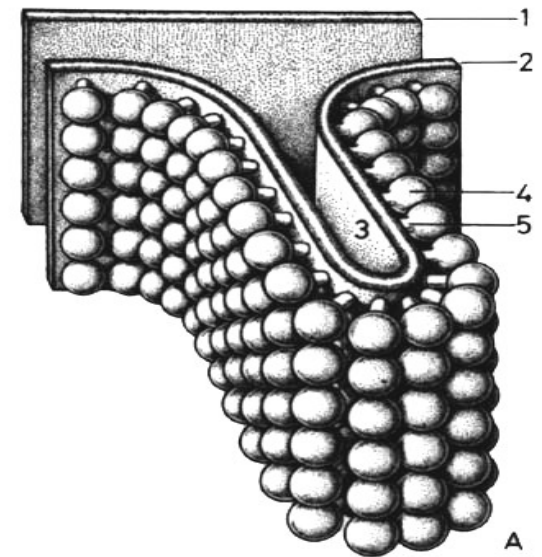
Funkce Mi

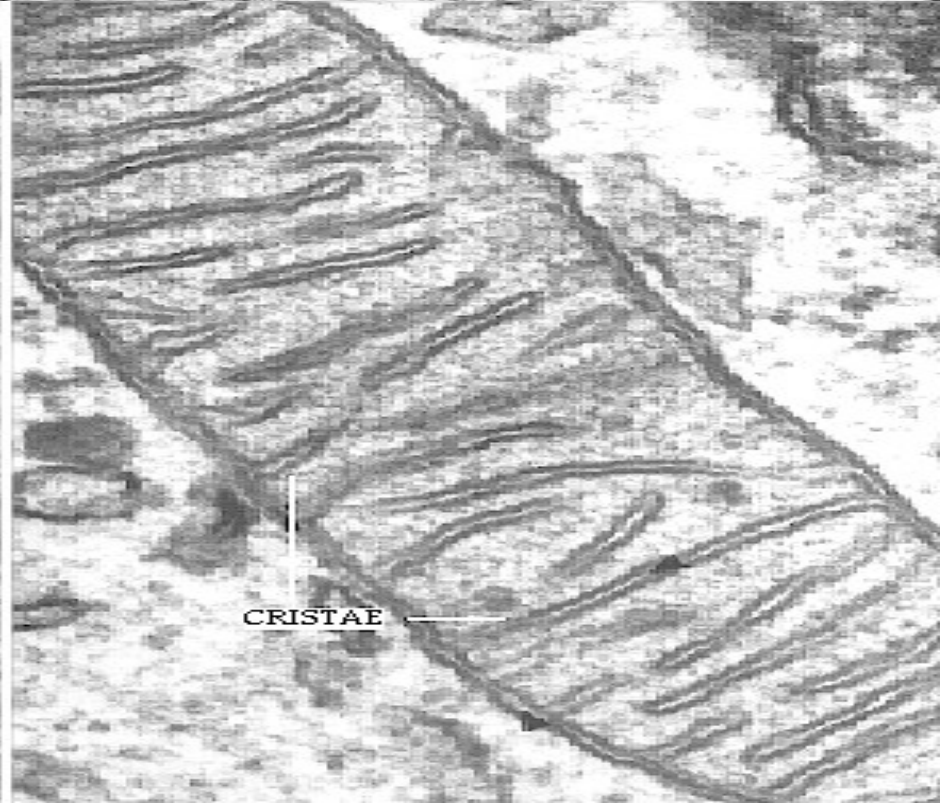
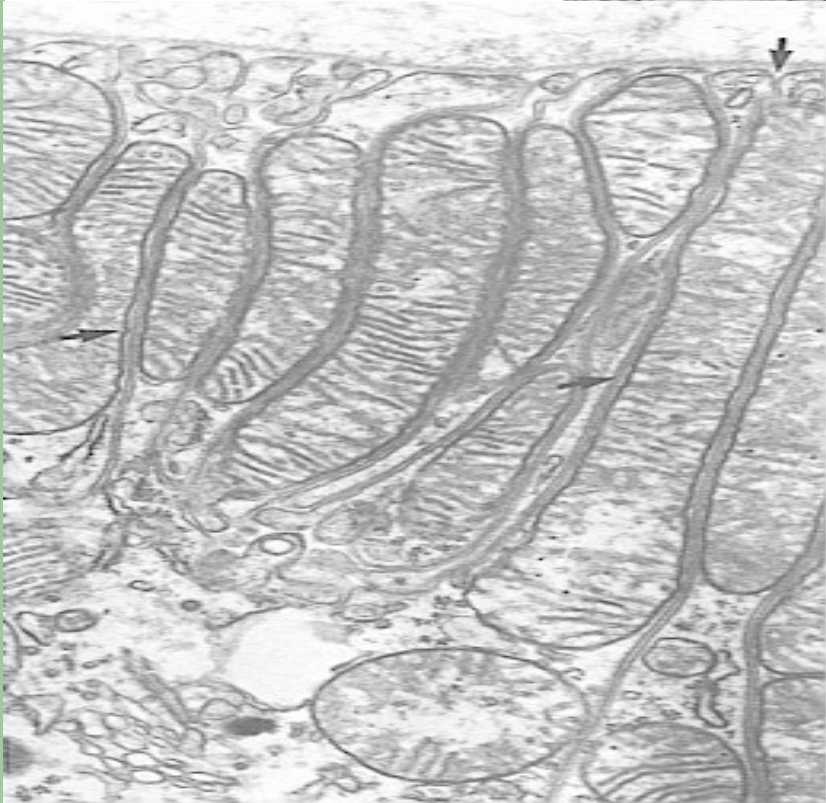
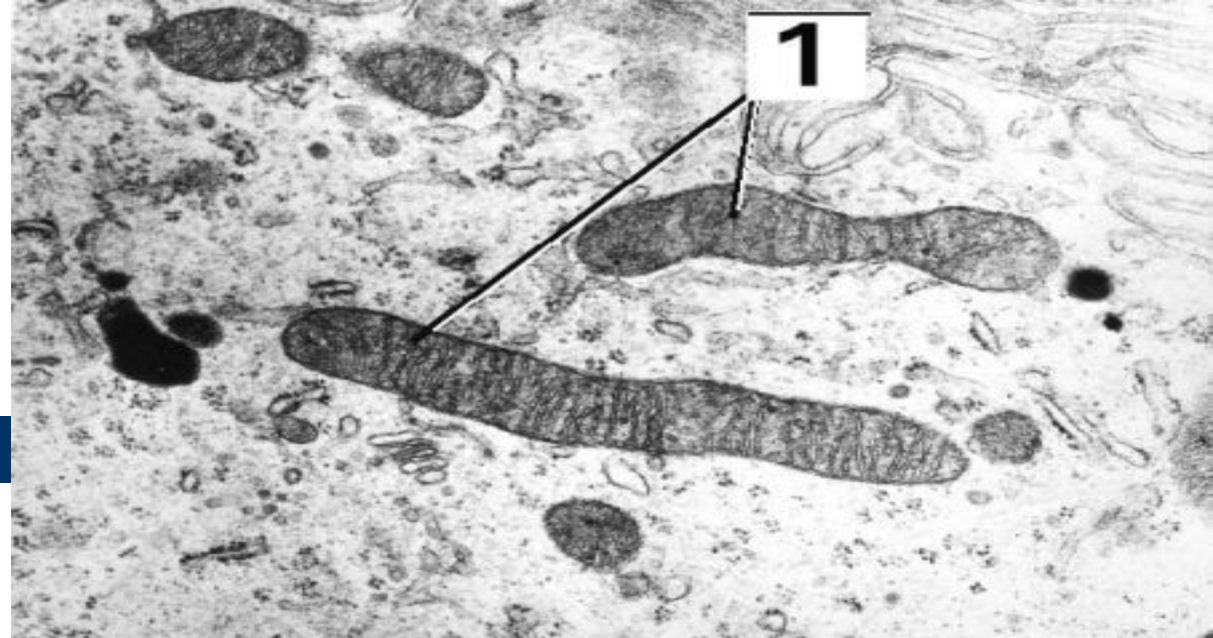
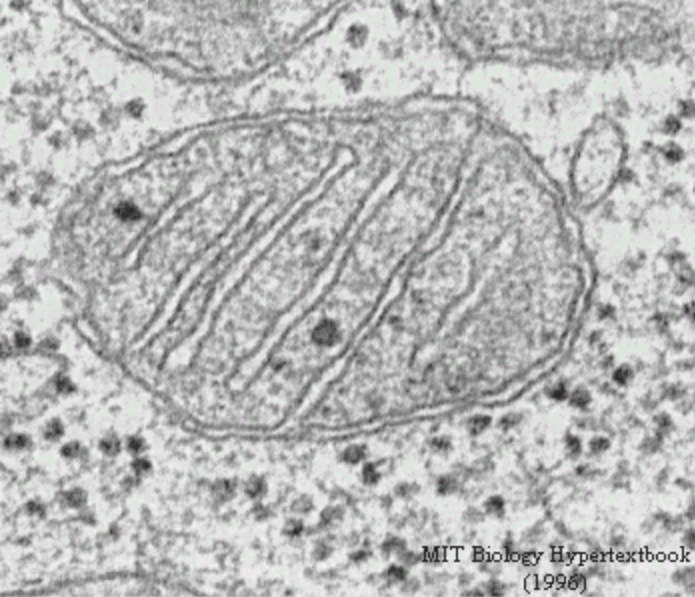
V matrix + elementárních částicích:

enzymy Krebsova cyklu,
dýchacího řetězce a oxidativní
fosforylace

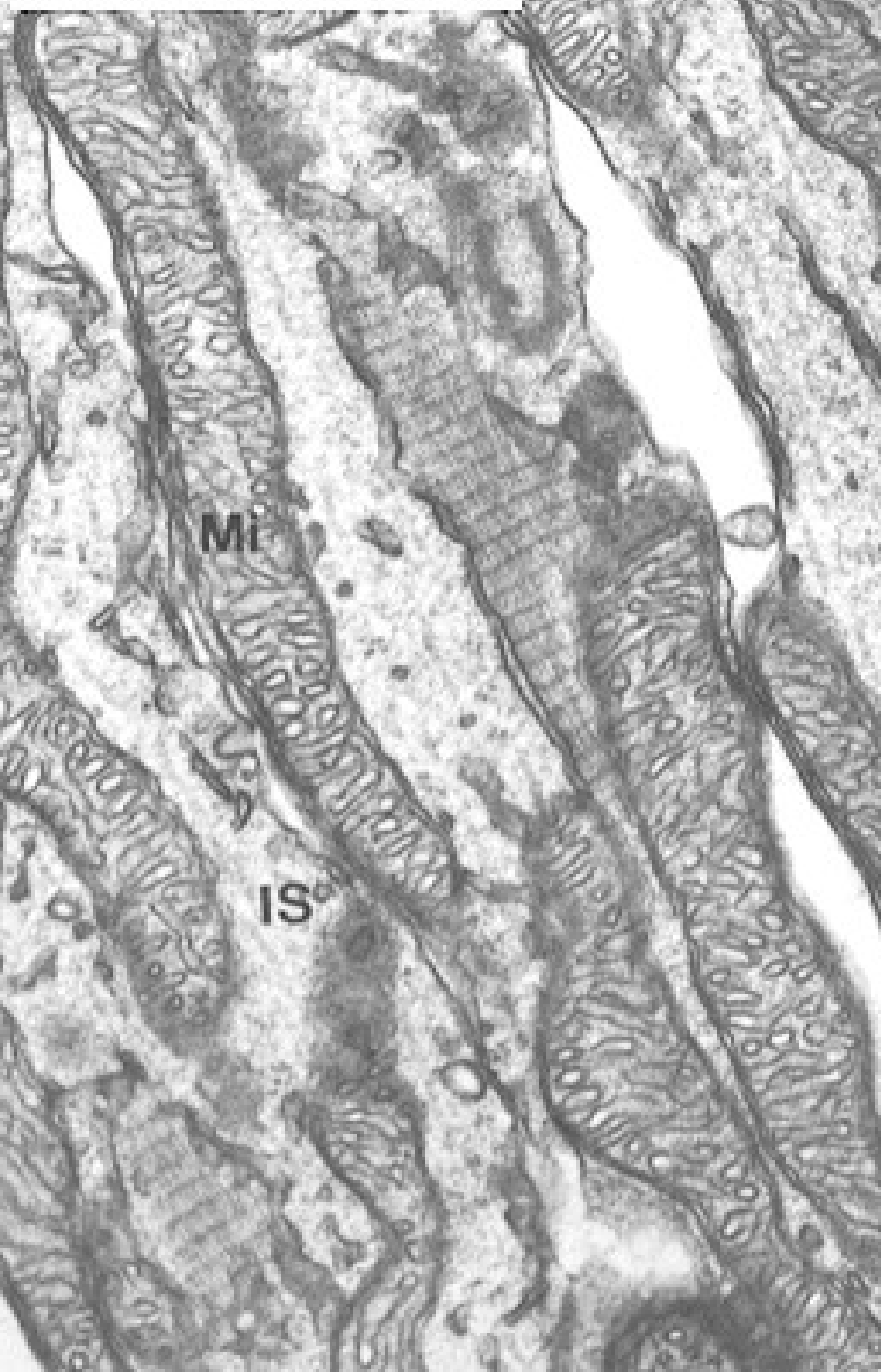
Hlavní funkce Mi:

uvolňování energie z ATP

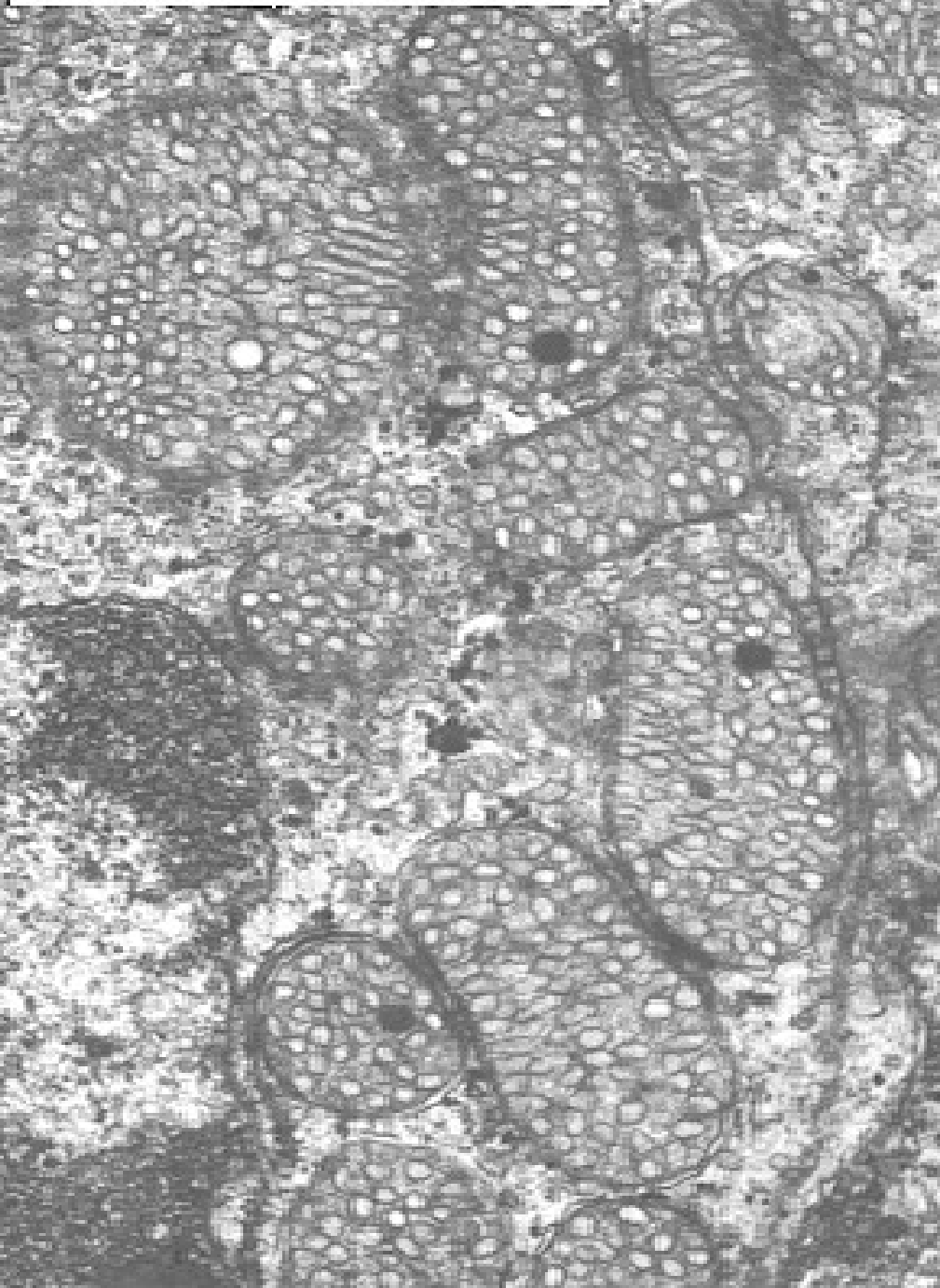




SHELF CRISTAE-MUSCLE

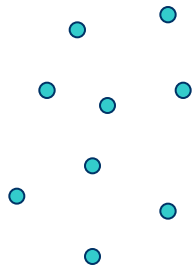


TUBULAR CRISTAE-ADRENAL

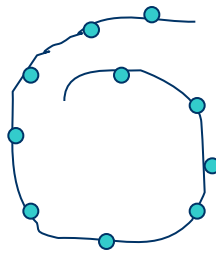


Ribosomy

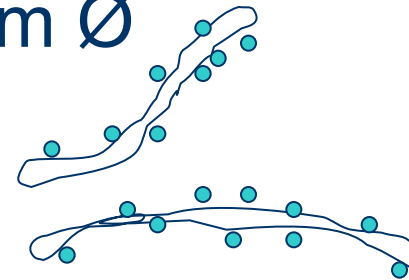
- Tělísko složené ze 2 podjednotek
- Velikost ribosomu: ~20-25 nm Ø



volné
ribosomy



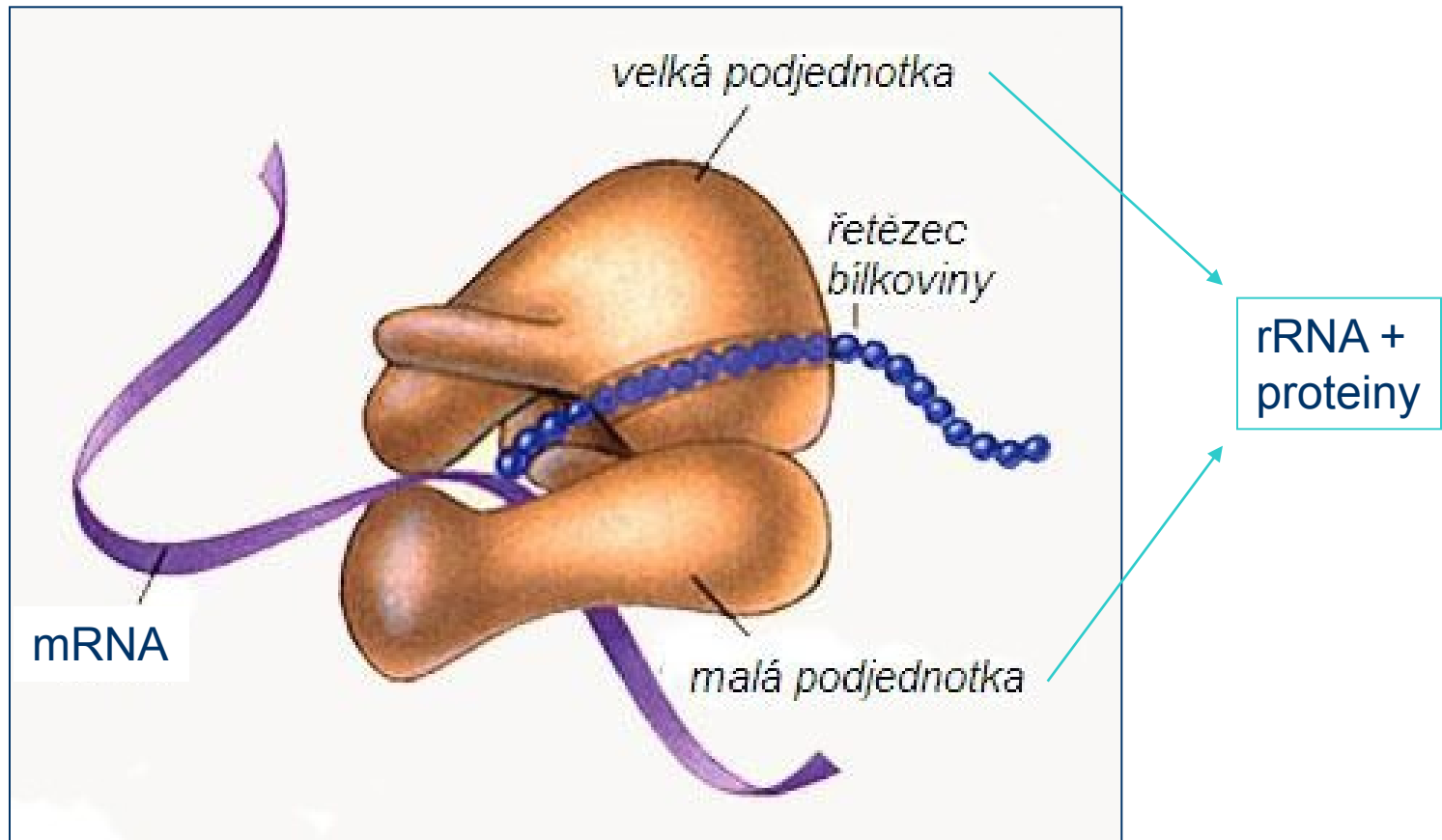
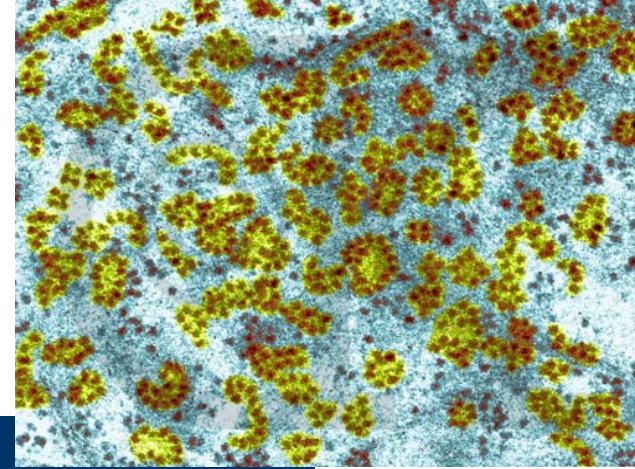
poly(ribo)somy

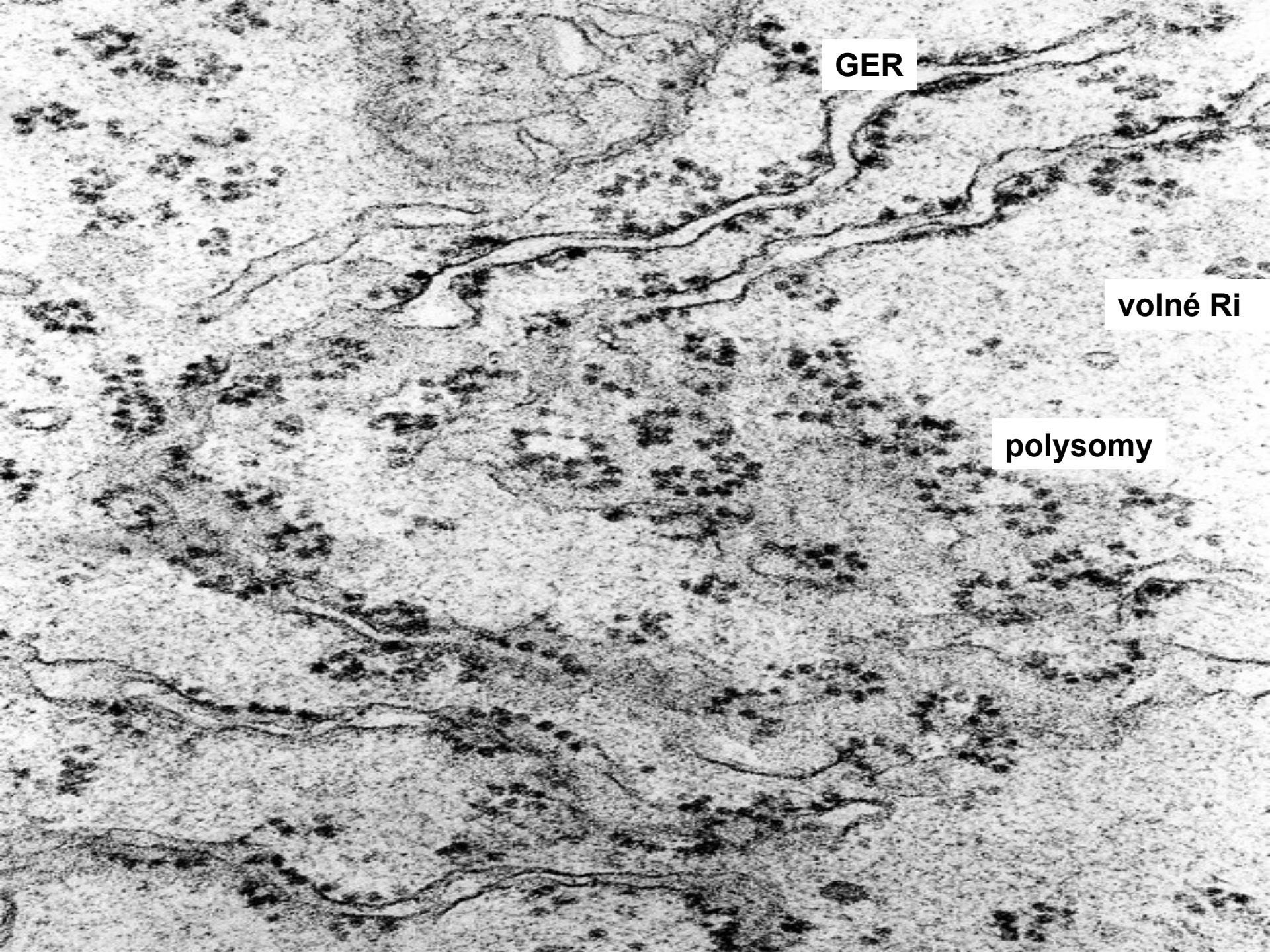


ribosomy na
endoplazmatickém
retikulu

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

Ribosom





GER

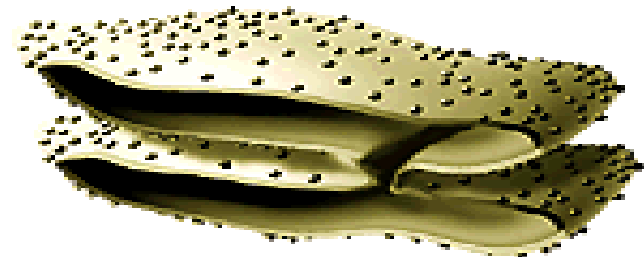
volné Ri

polysomy

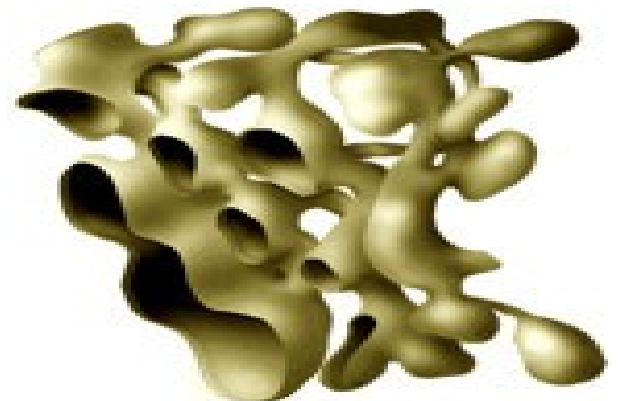
Endoplazmatické retikulum

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

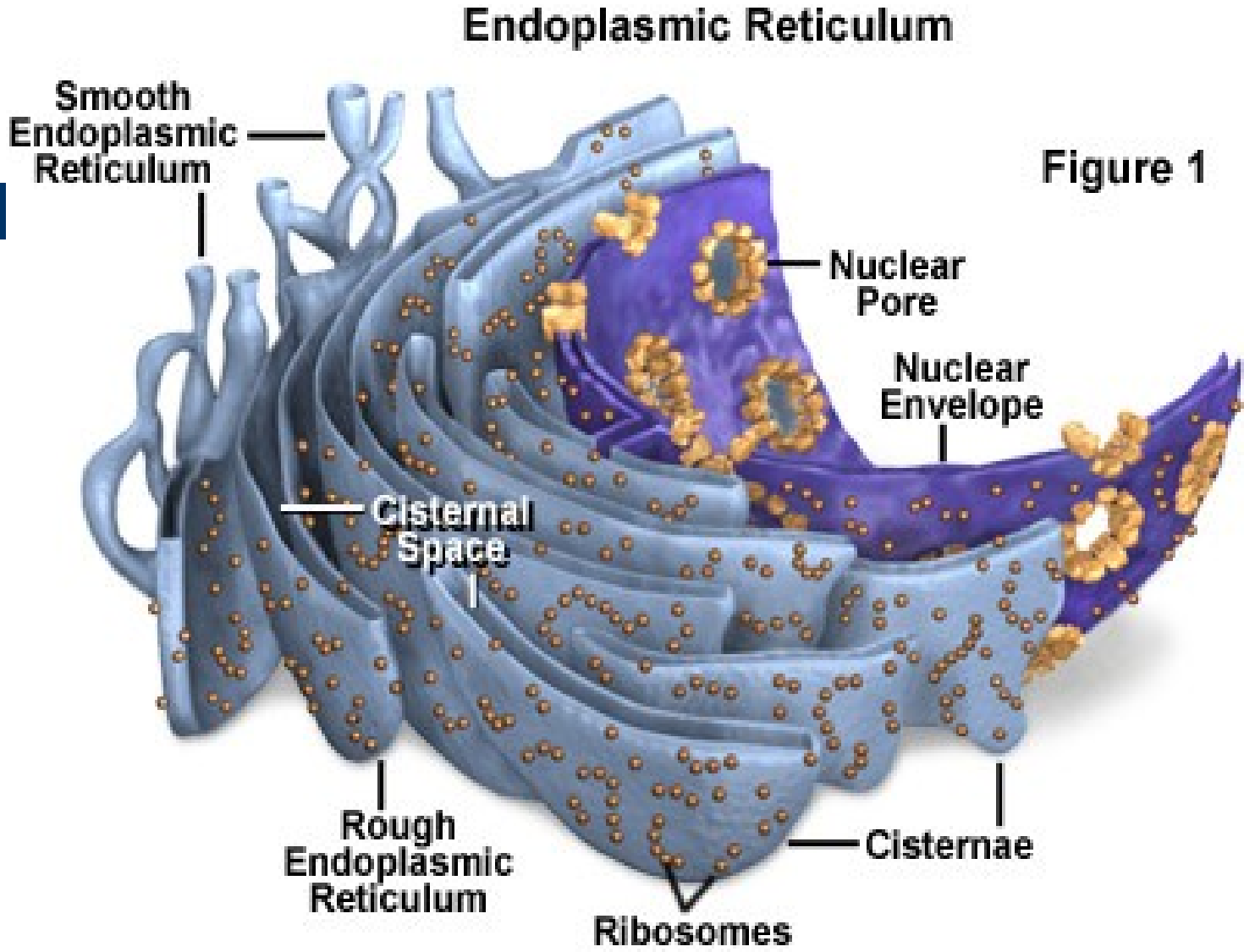
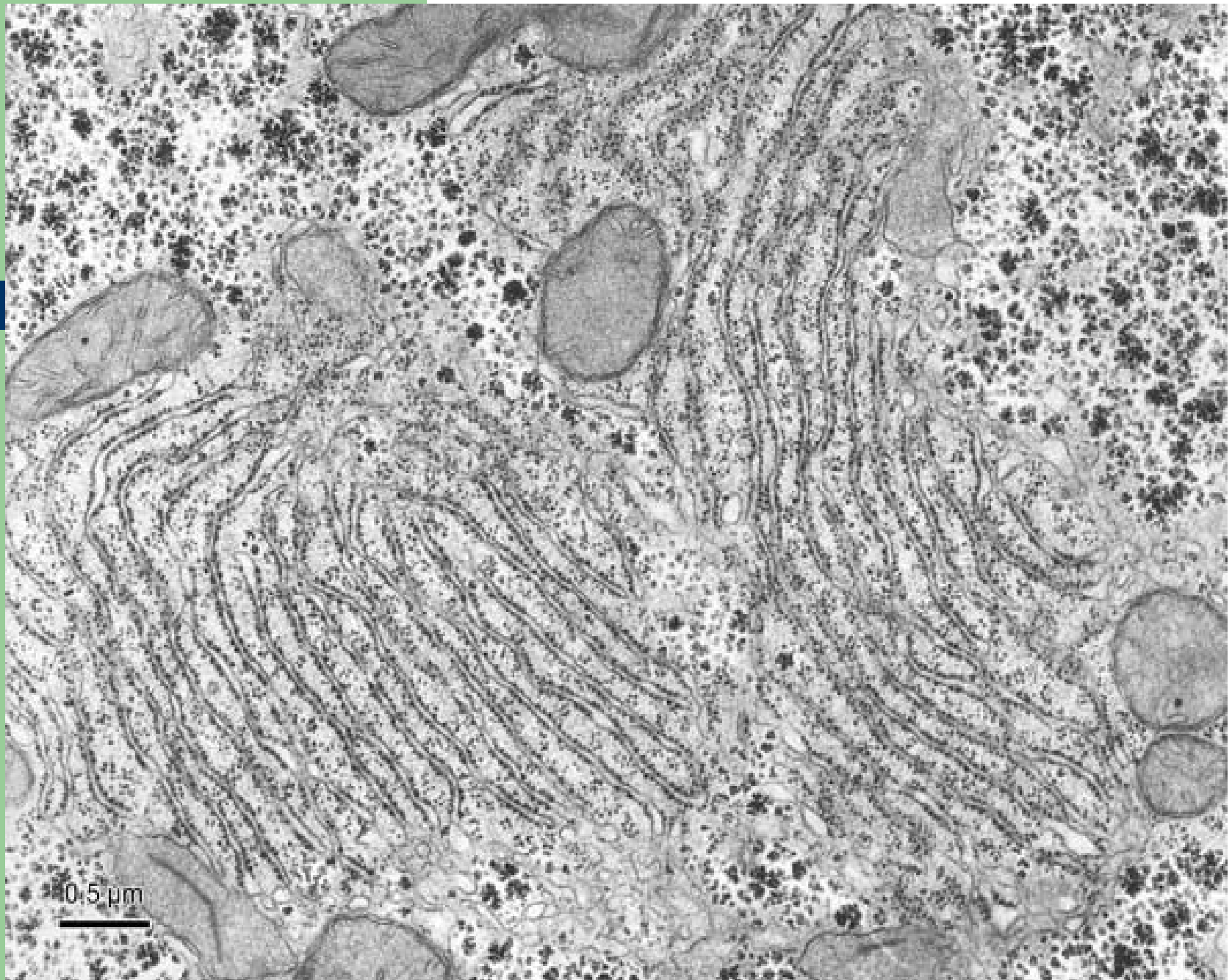
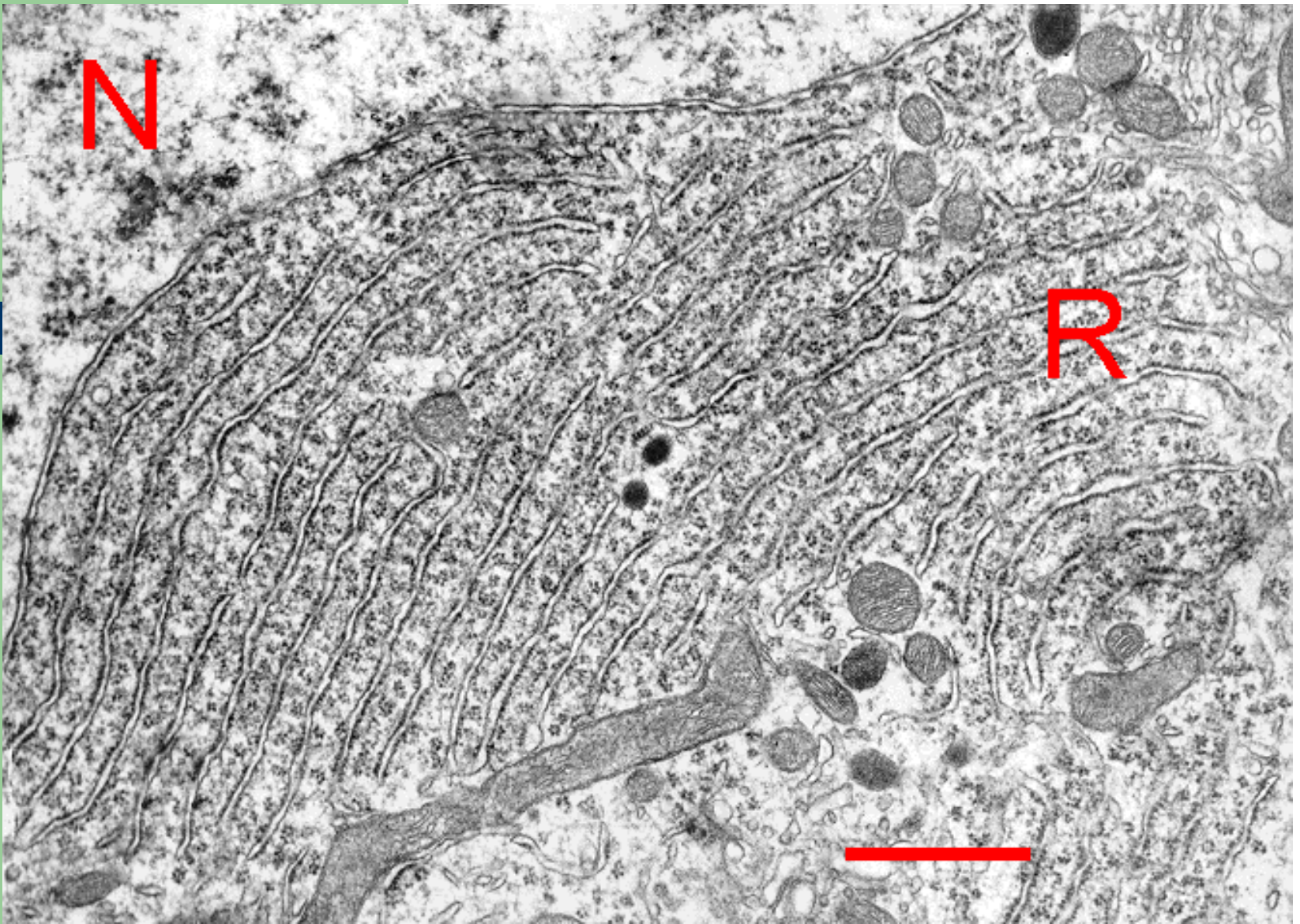


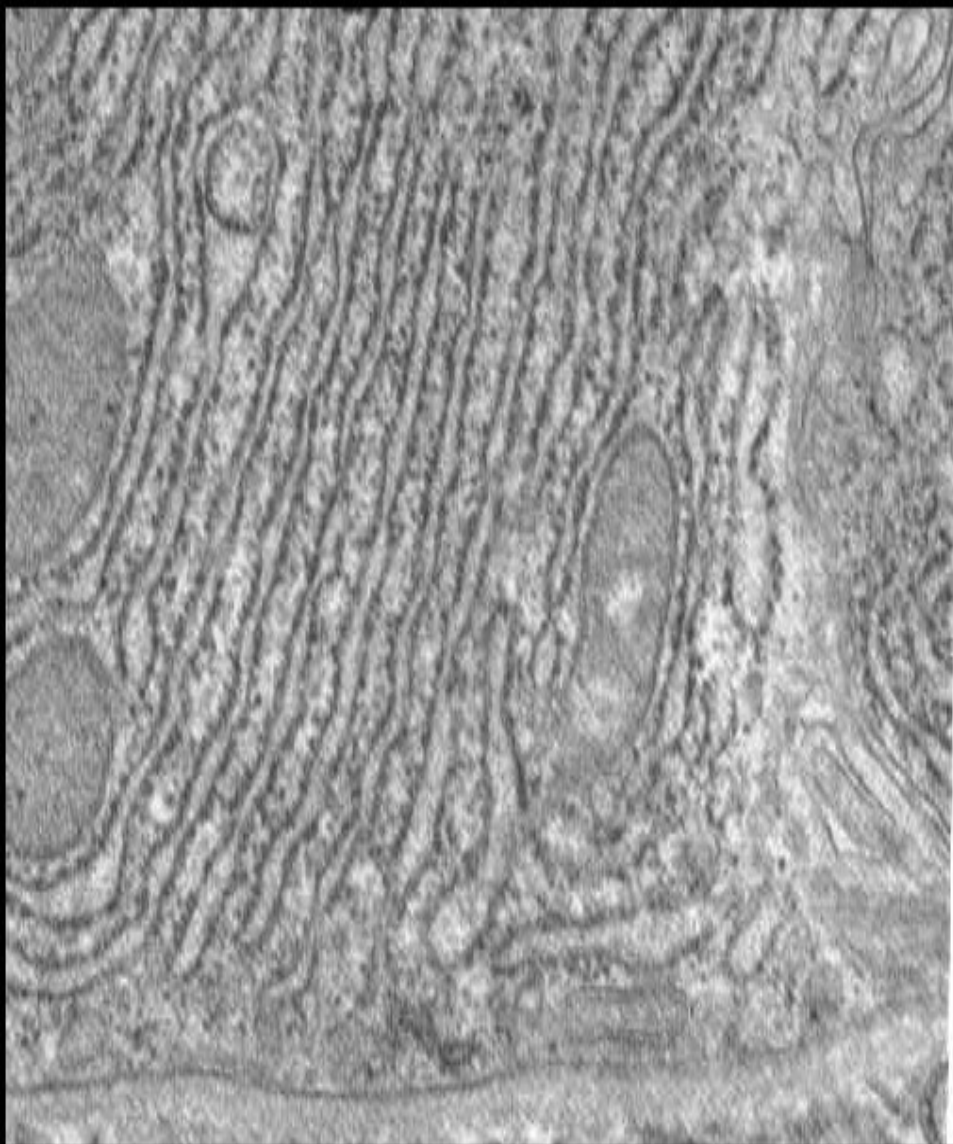
Figure 1



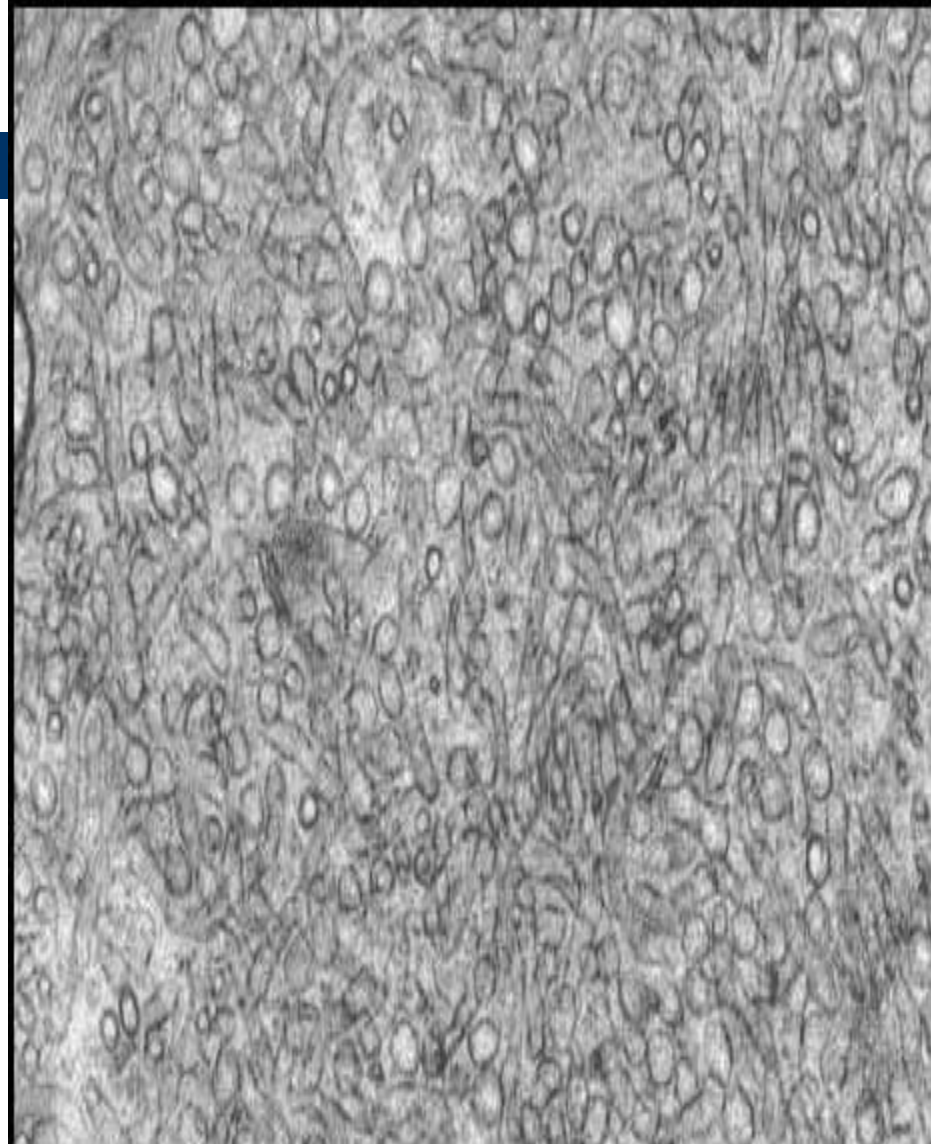


Granular endoplasmic reticulum (R) organized into parallel cisternae forming the *tigroid* (*Nissl*) substance. N - nucleus of the Purkinje cell. Scale = 1 μm . (Rabbit, cerebellar cortex.)

GER



AER



Funkce 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

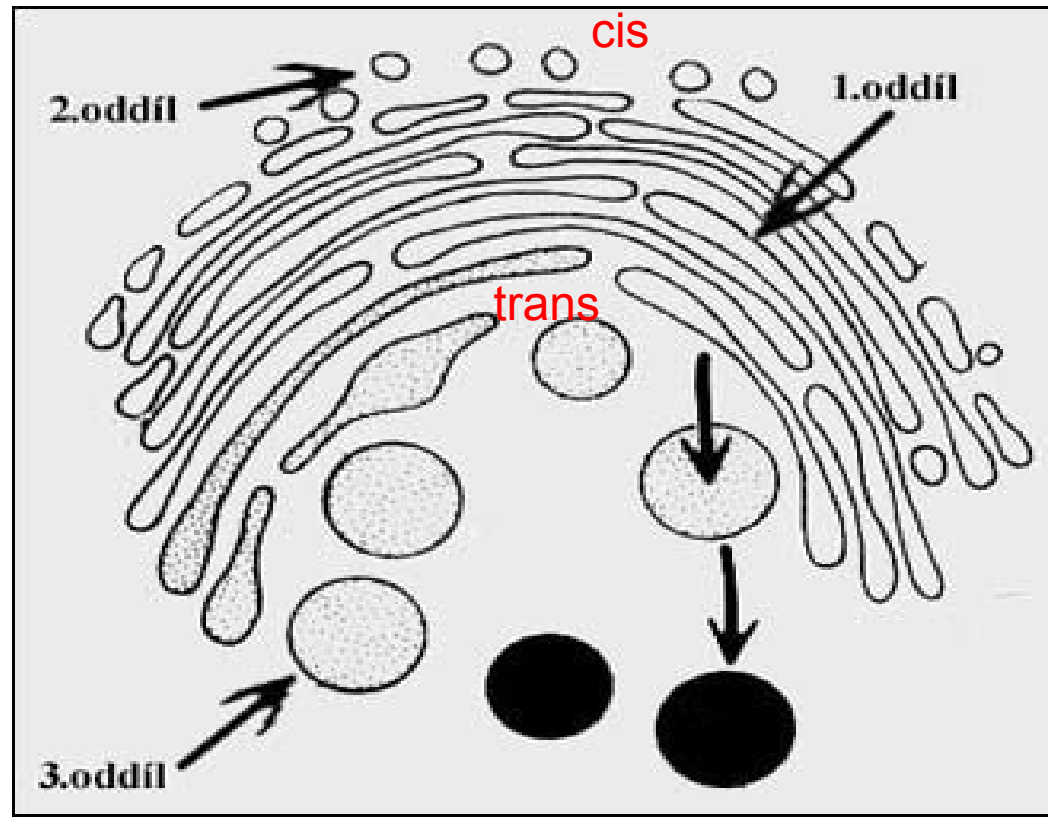


Golgiho aparát (GA)

- Systém hladkých membrán, ohraničujících:

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

Polarita GA: cis
trans



The Golgi Apparatus

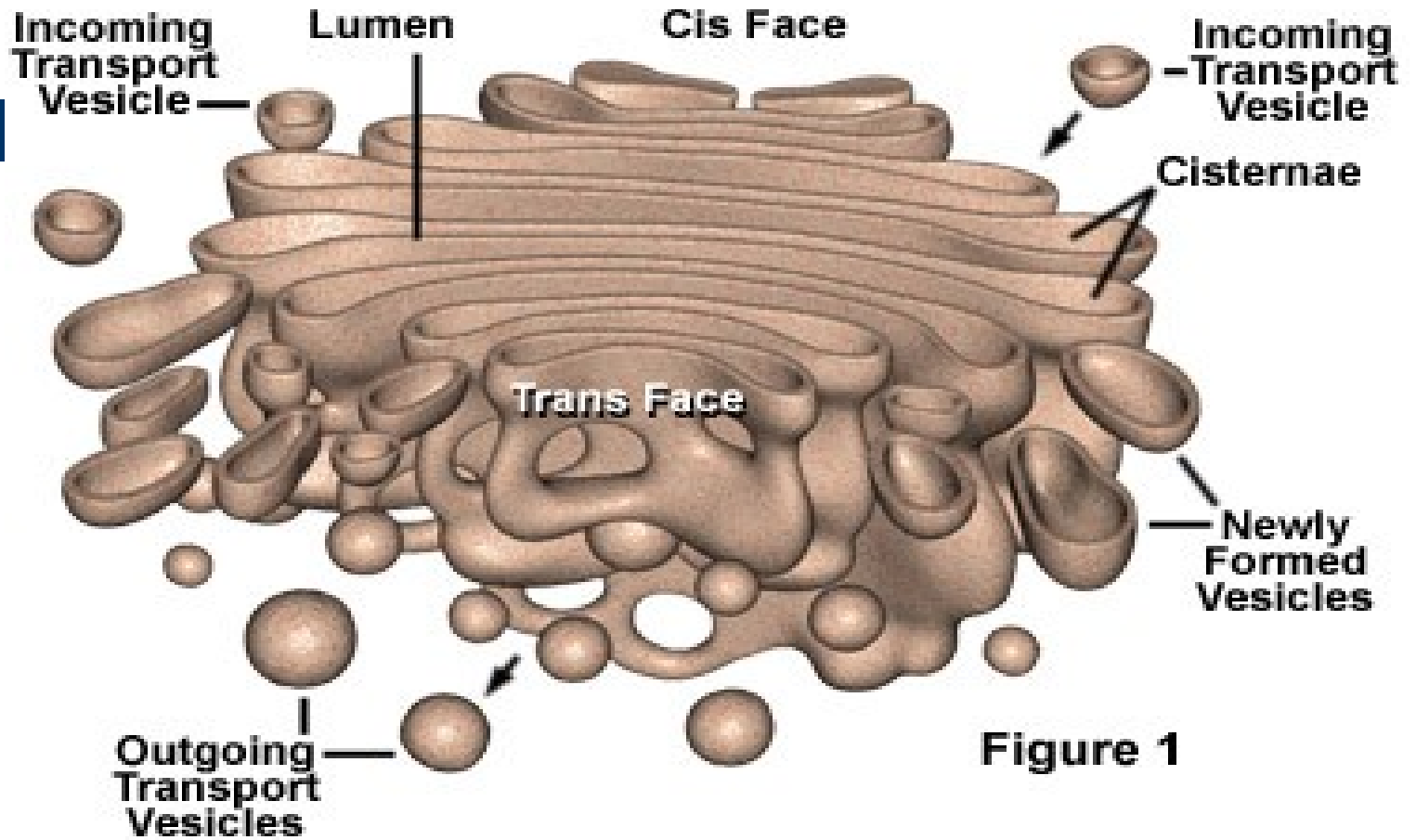
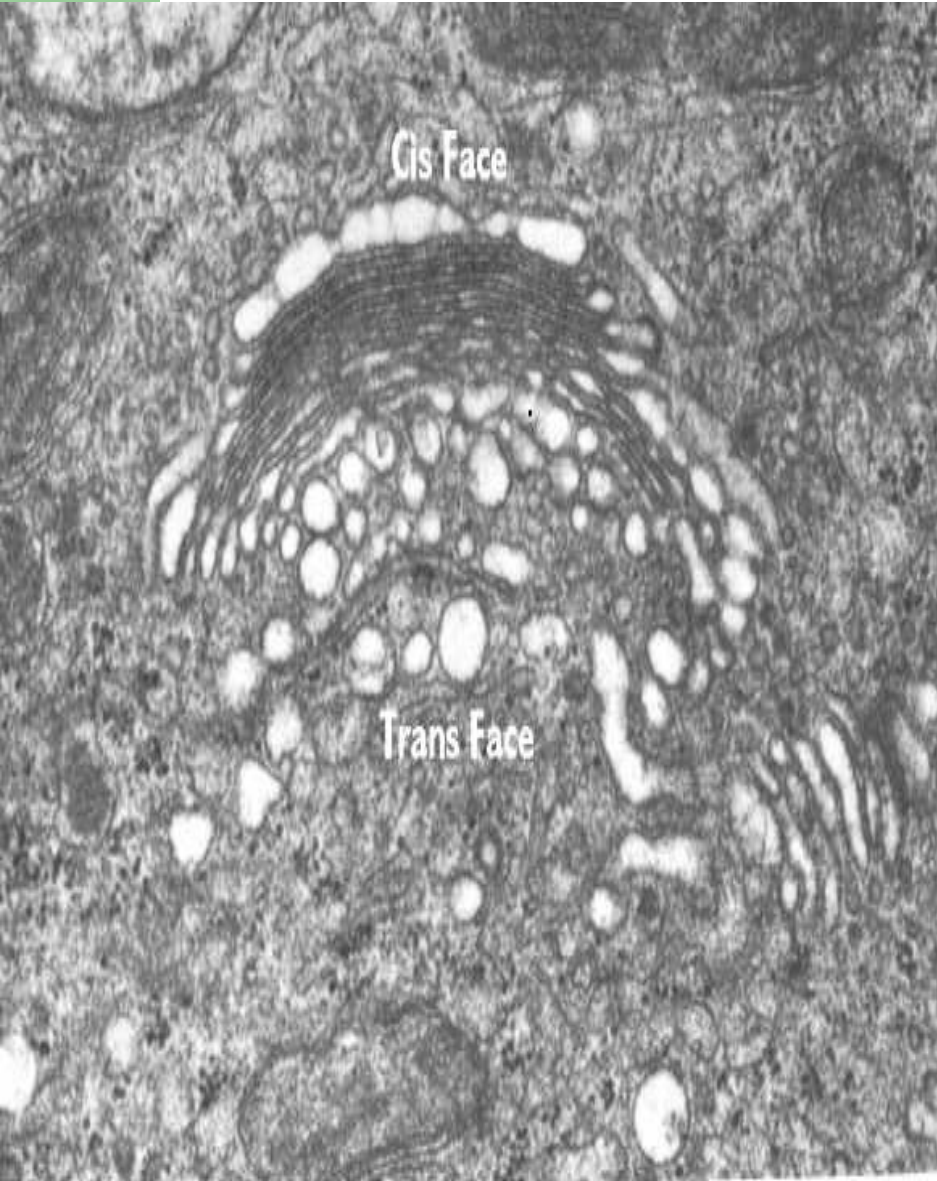


Figure 1

Funkční polarita GA



Transport proteinů z GER:

transportními váčky

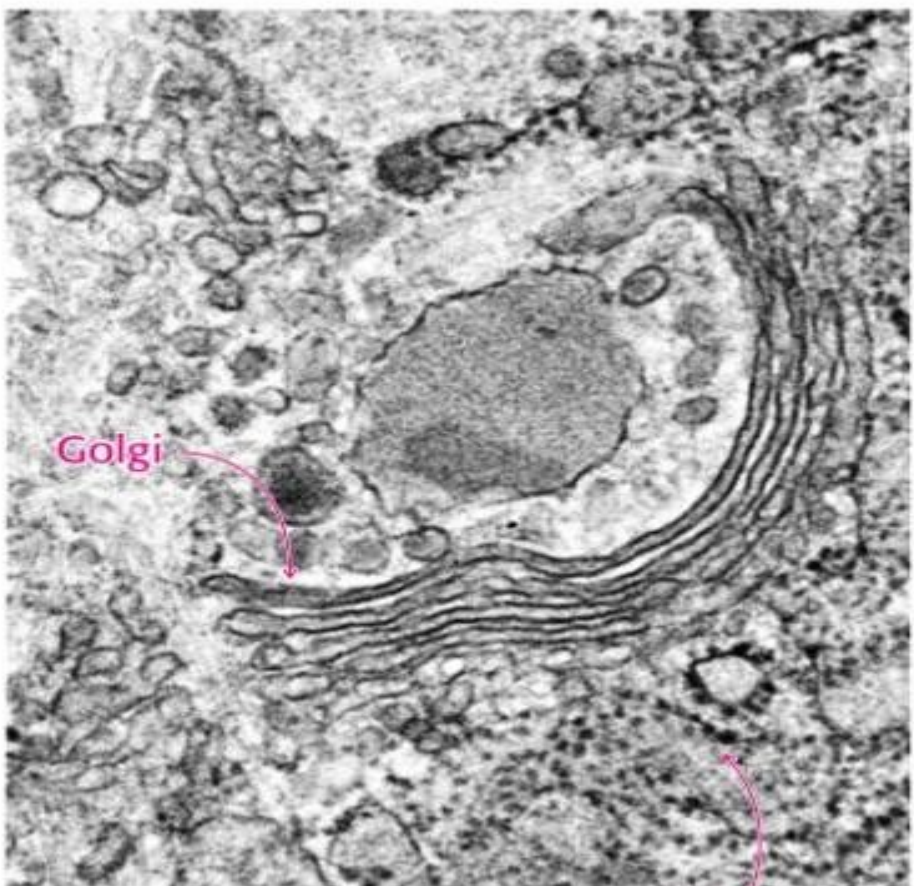
Strana konvexní – cis face
(produkční /forming face/)

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

kondenzační vakuoly

sekreční zrna lyzosomy

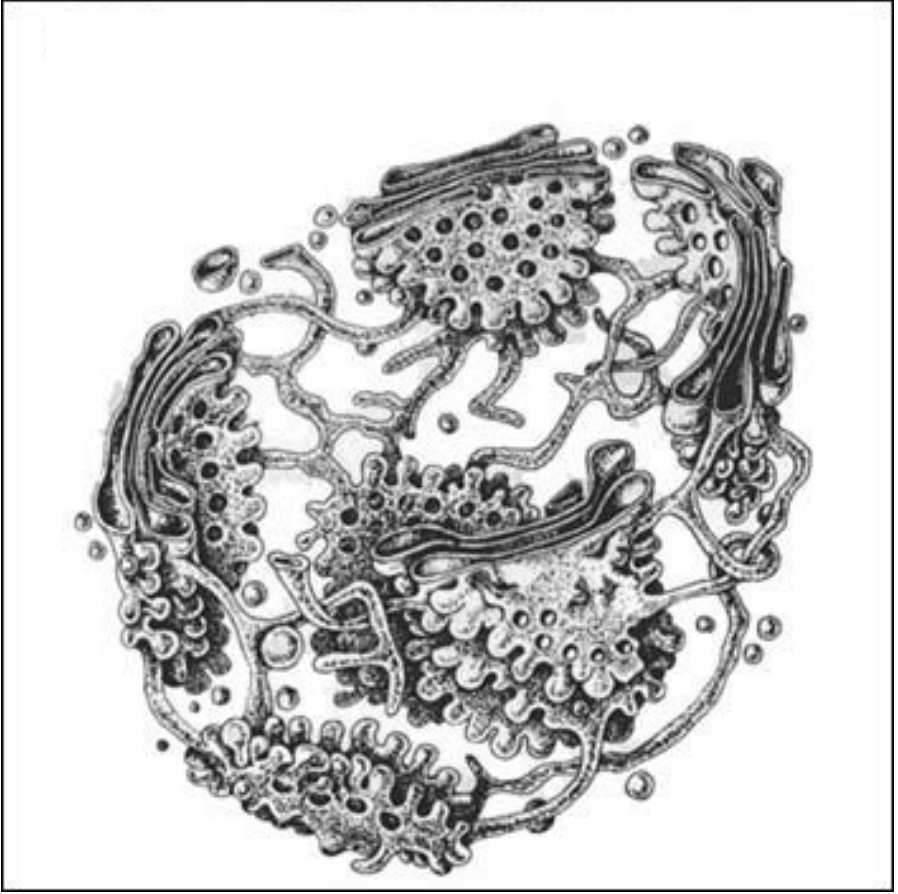




Golgi

Endoplasmic reticulum

Golgiho pole



Extracellular space

rough
endoplasmic
reticulum

Membrane
retrieval

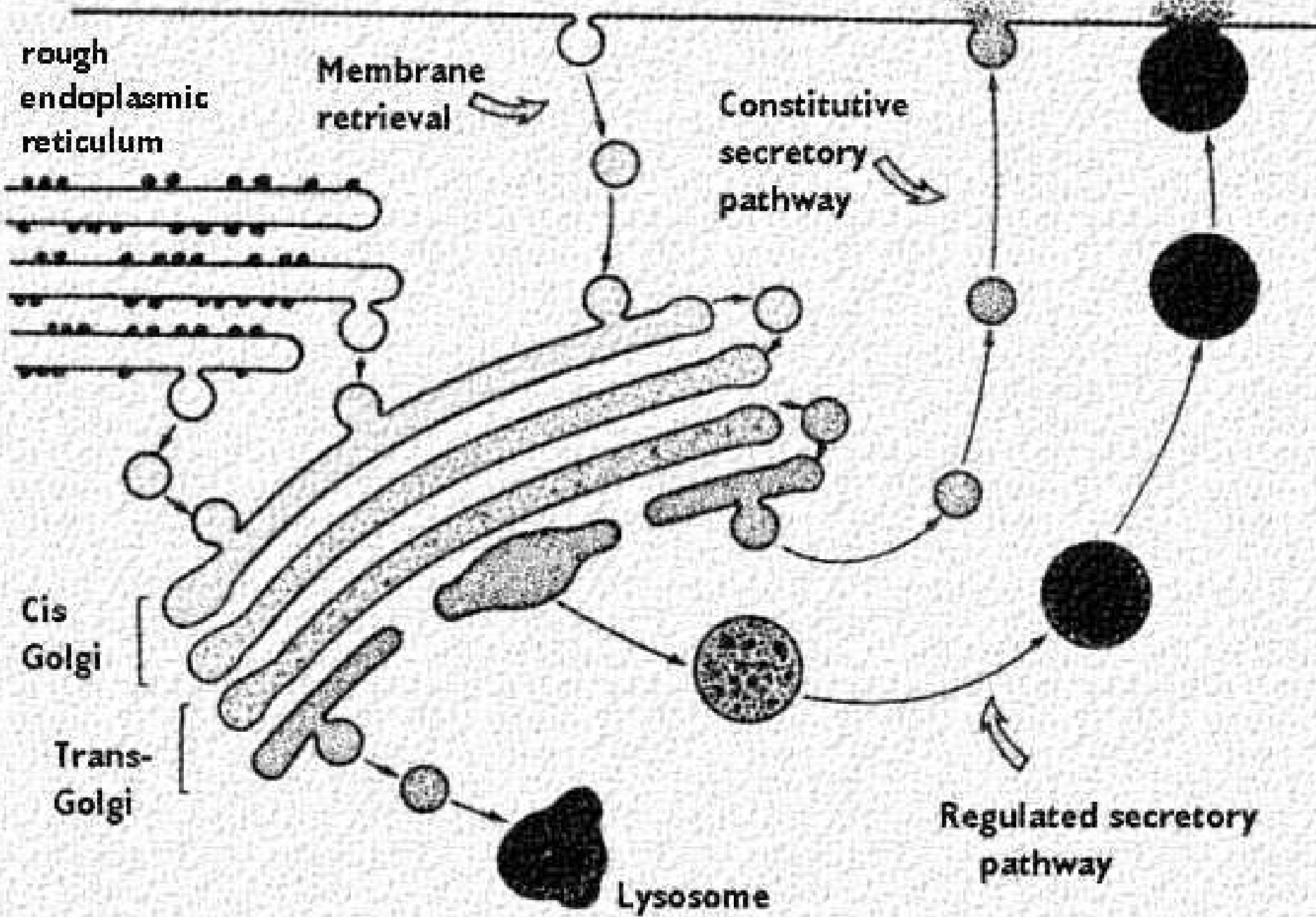
Constitutive
secretory
pathway

Cis
Golgi

Trans-
Golgi

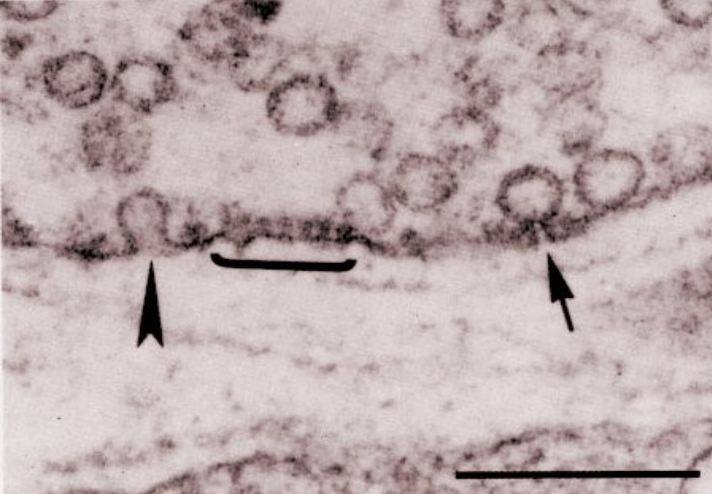
Regulated secretory
pathway

Lysosome



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

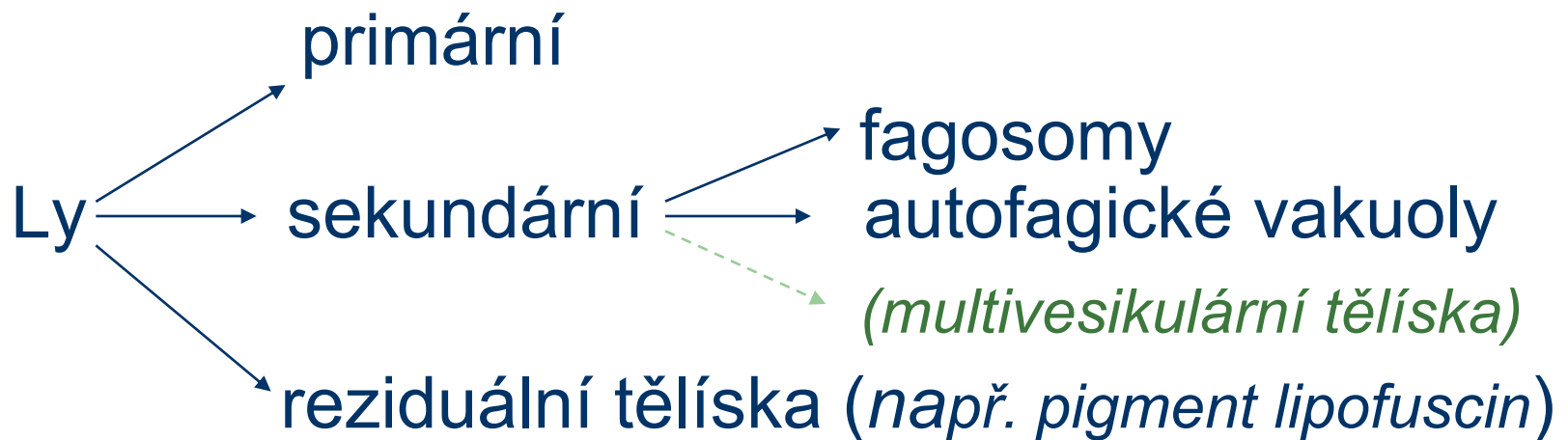
- Endosomy: membránové váčky (Ø 20-150 nm) vstup do buňky – pinocytózou,



osud v buňce → transcytóza
→ fúze s Ly ⇒ sekundární Ly

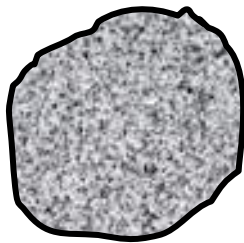
Lyzosomy

- 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

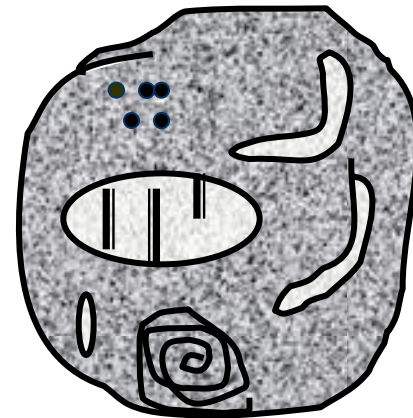
primární Ly ($0,5 \mu m$)



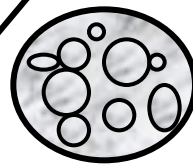
sekundární Ly



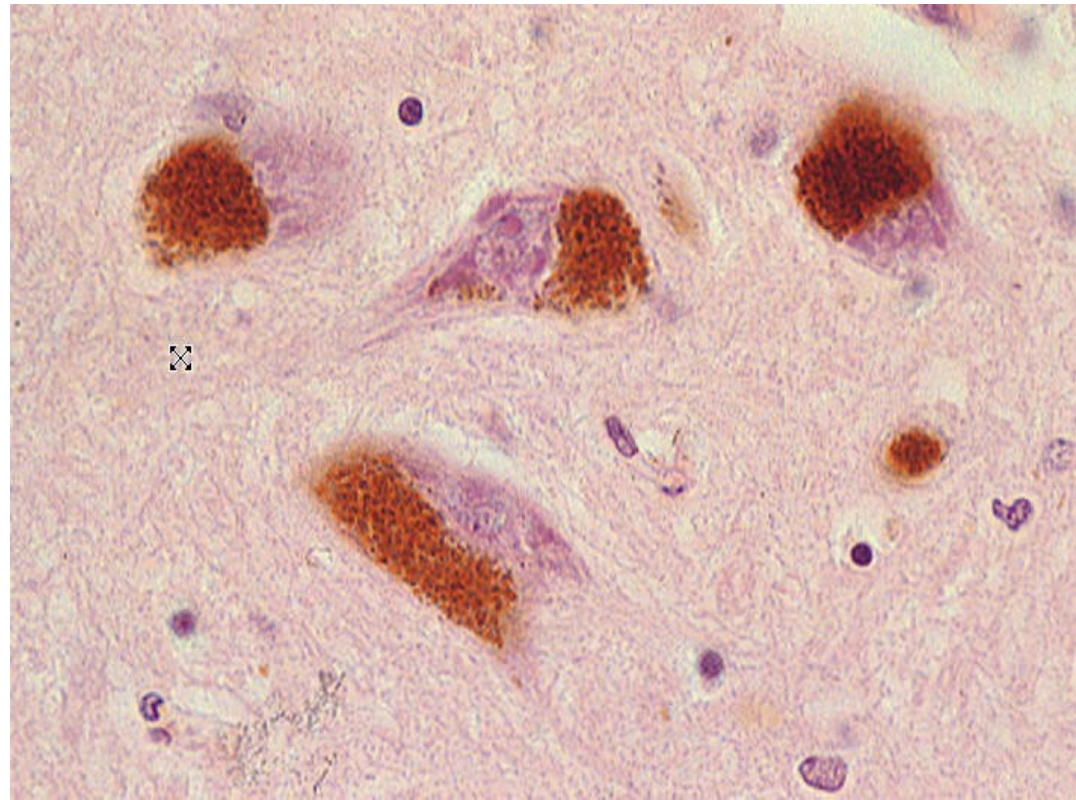
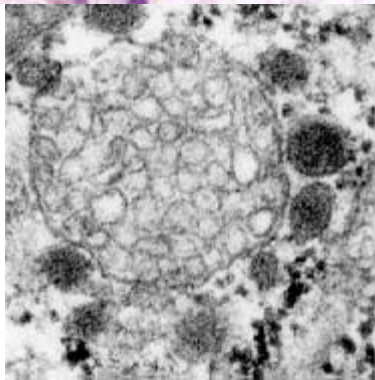
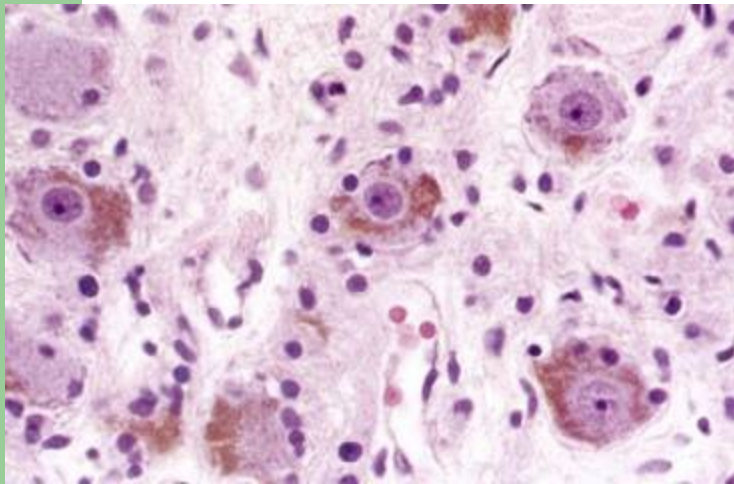
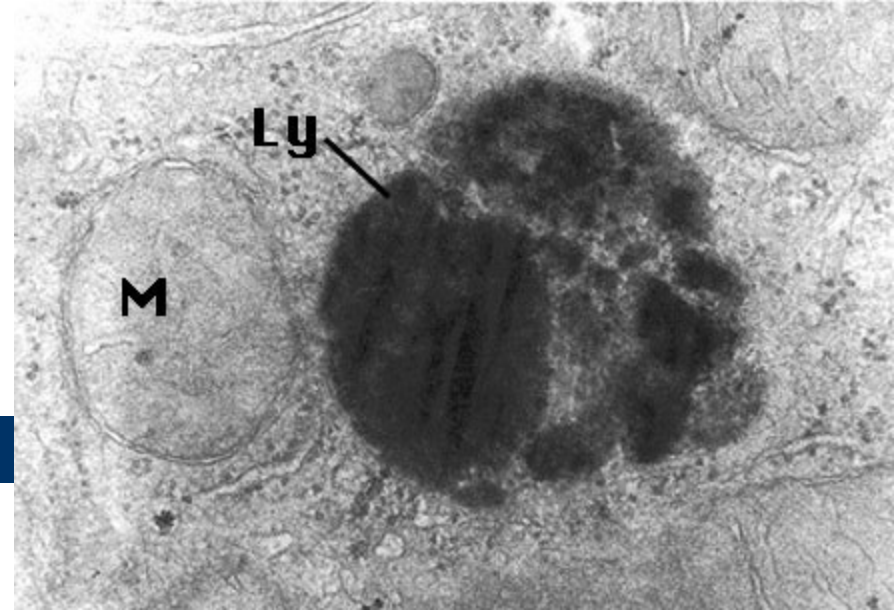
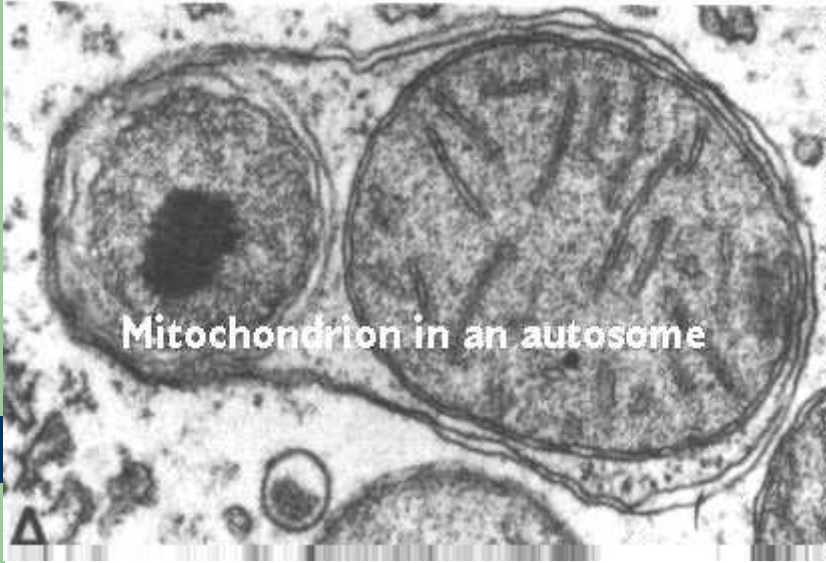
autofagická vakuola

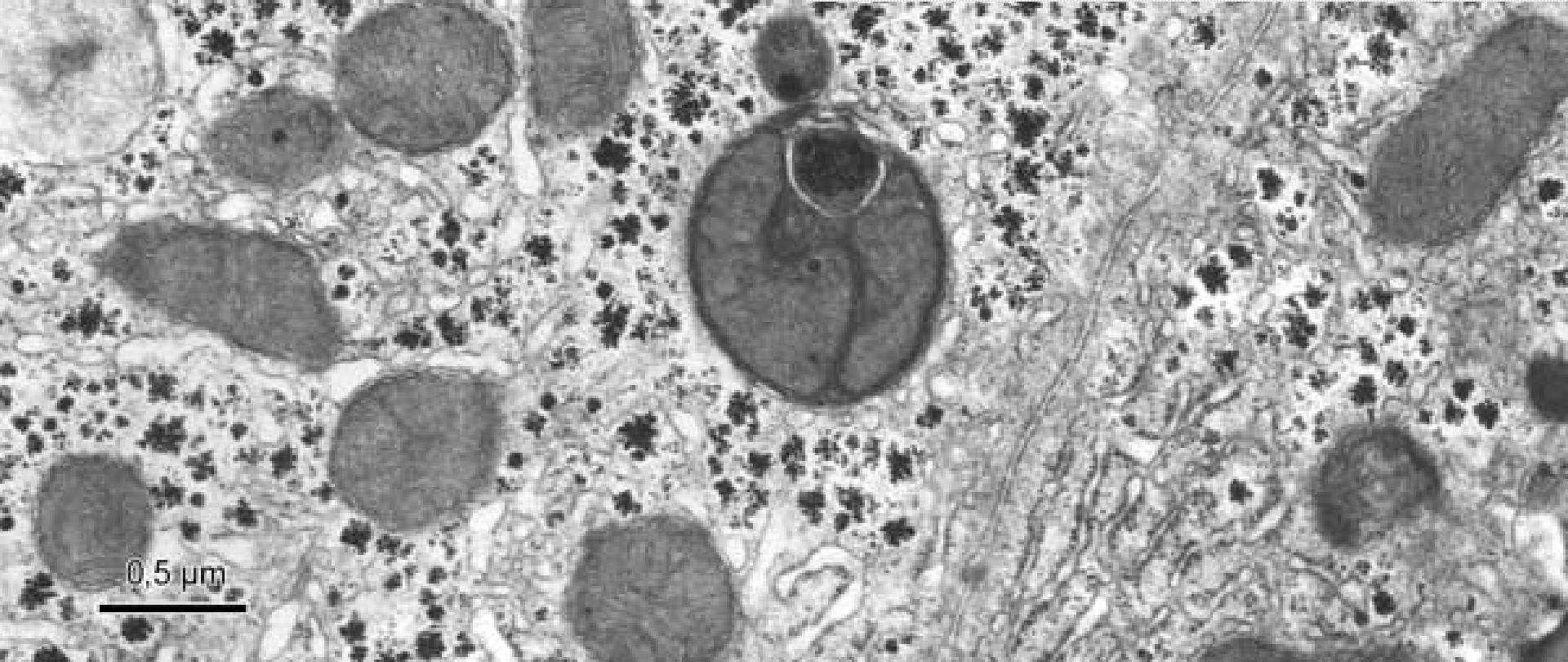
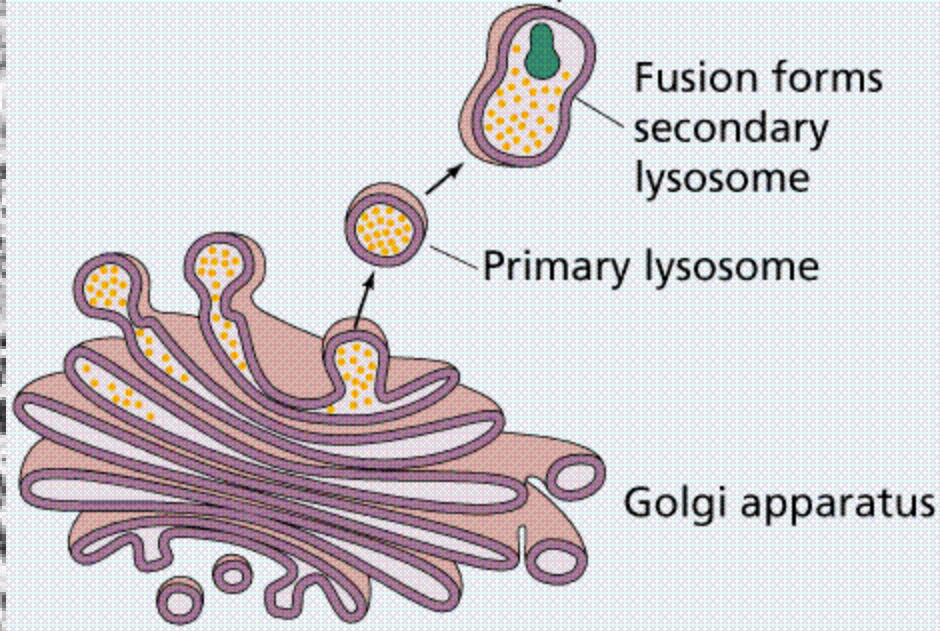
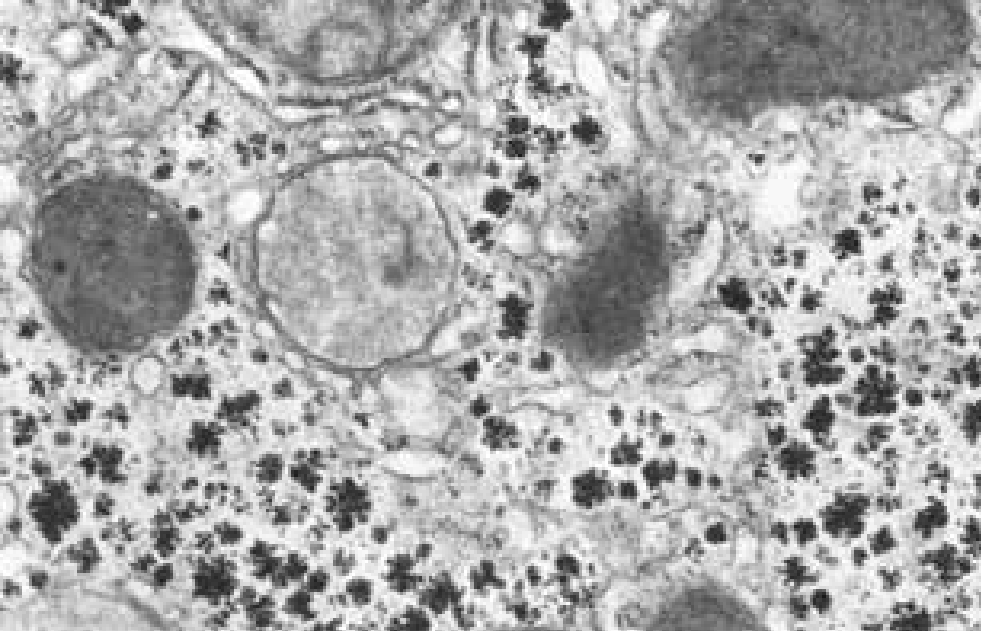


reziduální tělíčko



multives. tělíčko

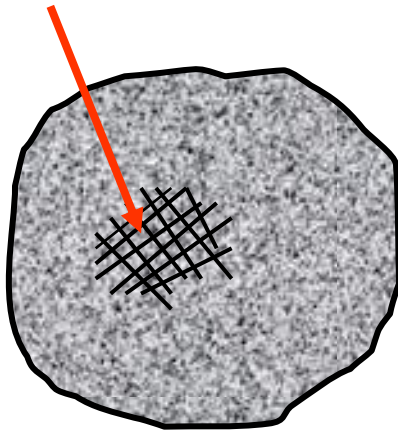




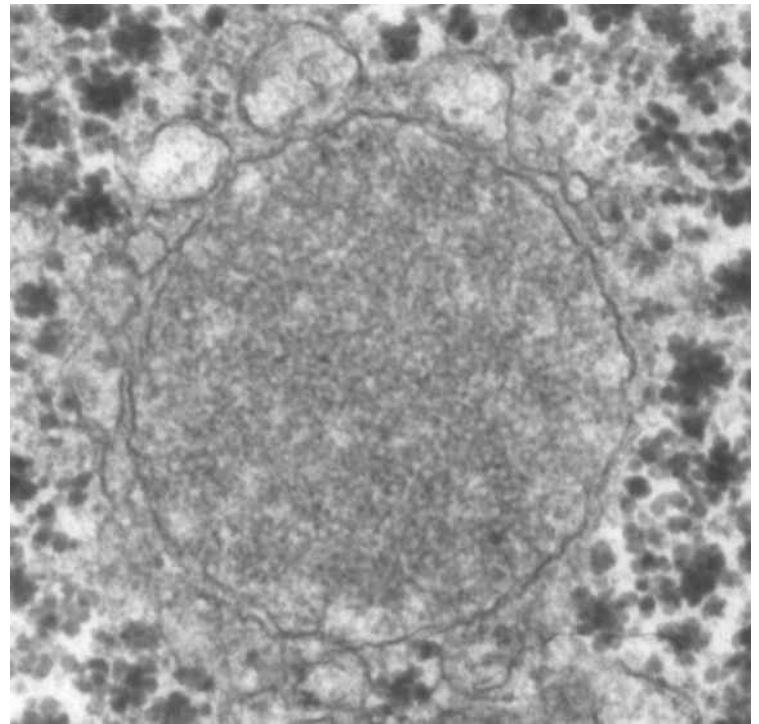
0,5 μm

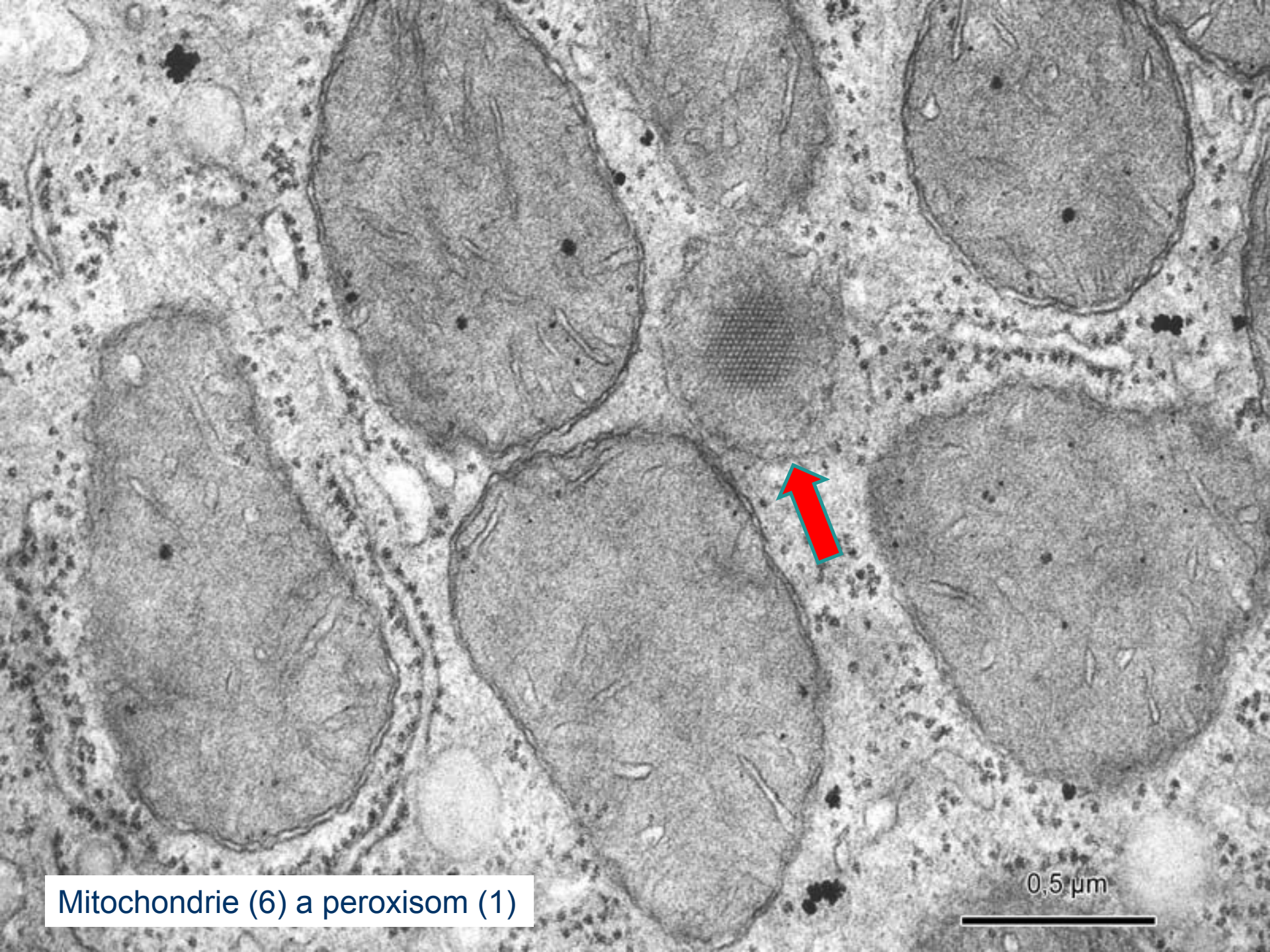
Peroxisomy (mikrotělíska)

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



- [nukleoid = *krystaloid*]

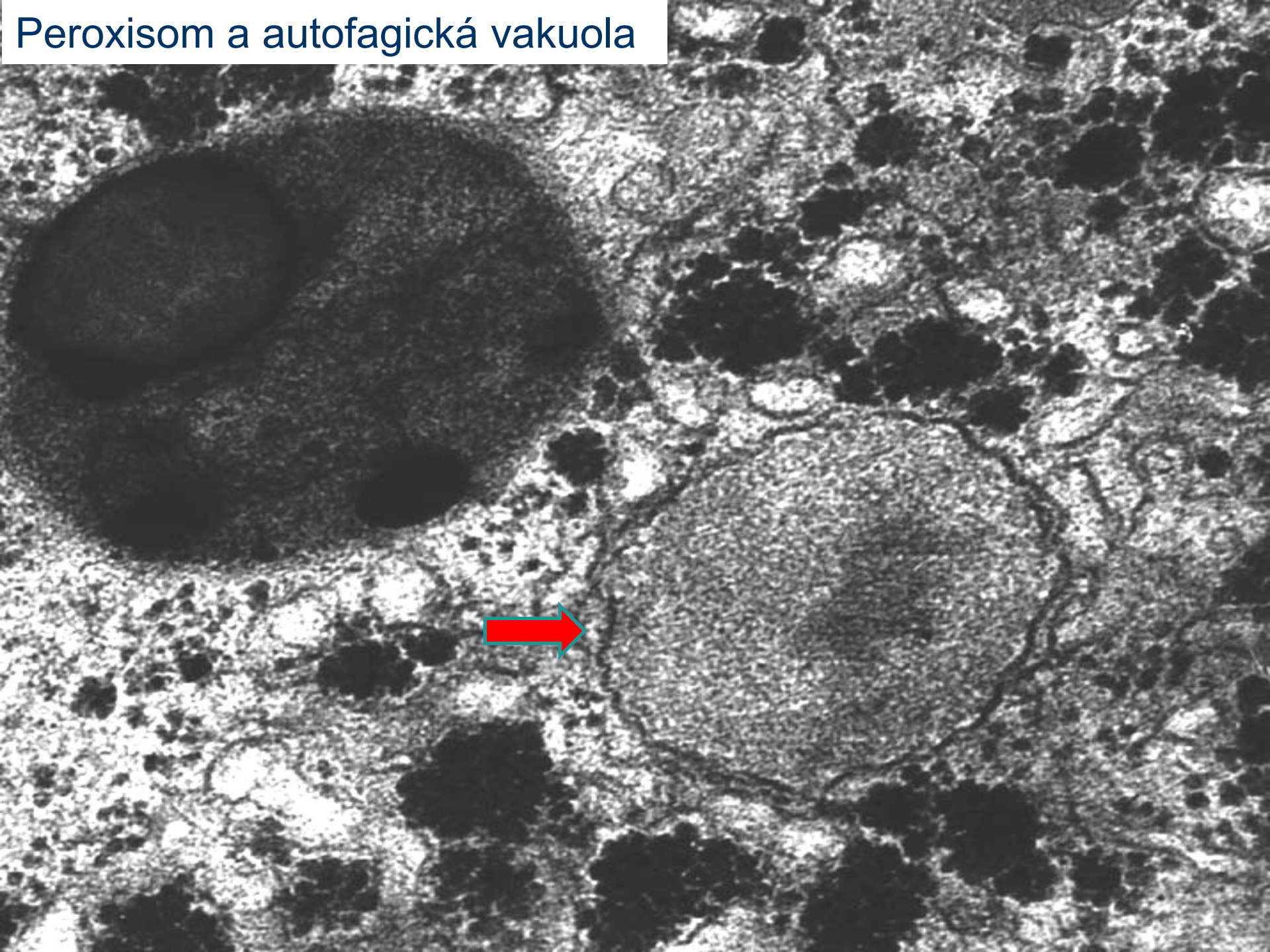




Mitochondrie (6) a peroxisom (1)

0,5 μm

Peroxisom a autofagická vakuola

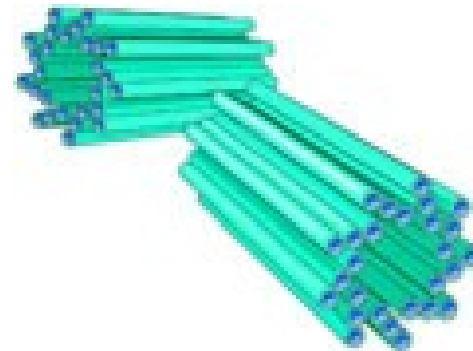
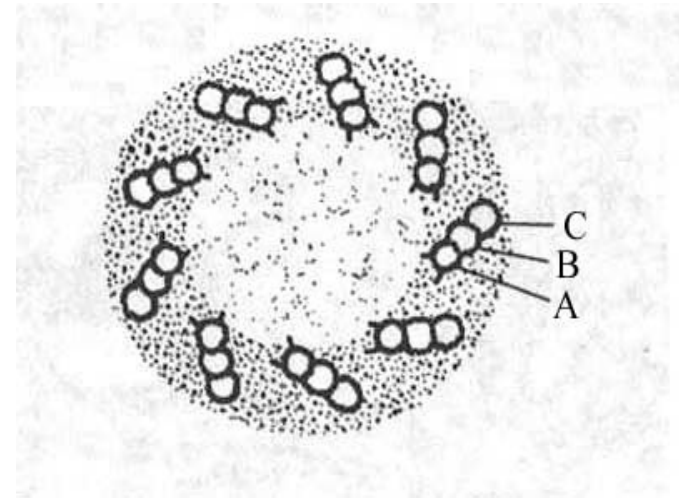


Funkce lyzozomů a peroxisomů

- **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 + matrix
- Výskyt v buňce (v interfázi): 1 pár centriolů [„T“] v oblasti cytoplazmy (PCM) = centrosom (blízko jádra)



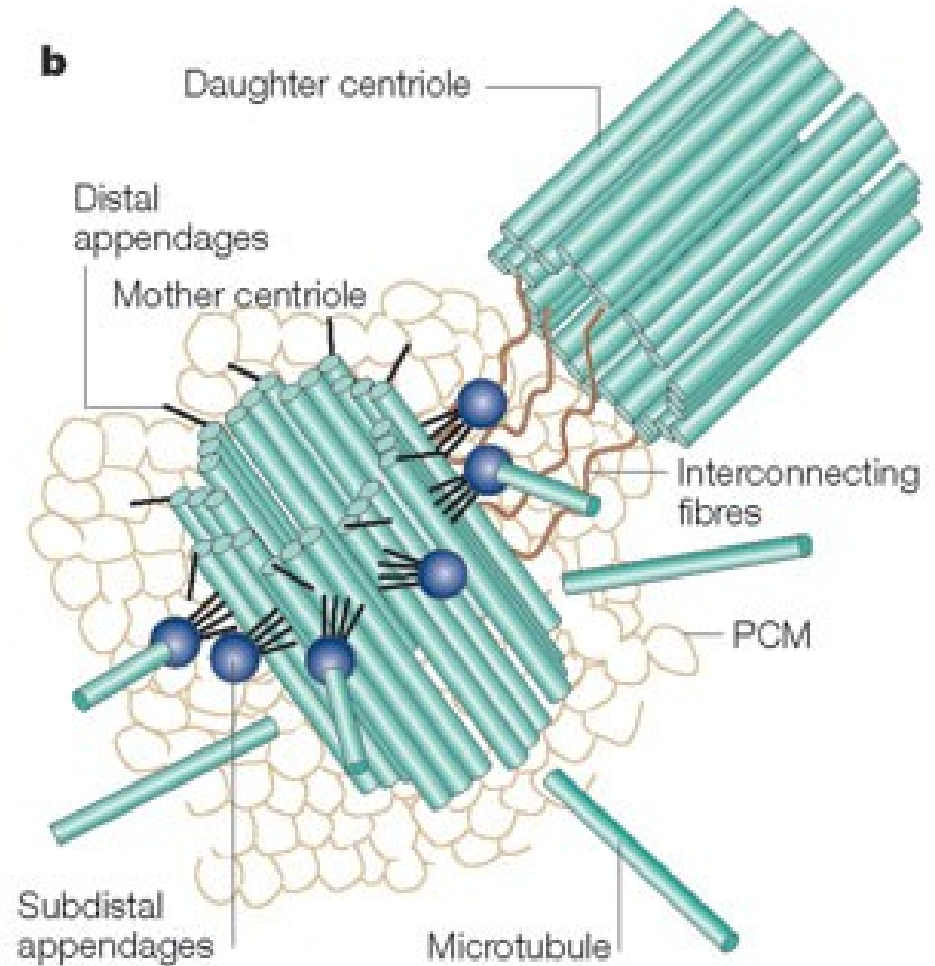
Stavba centriolu

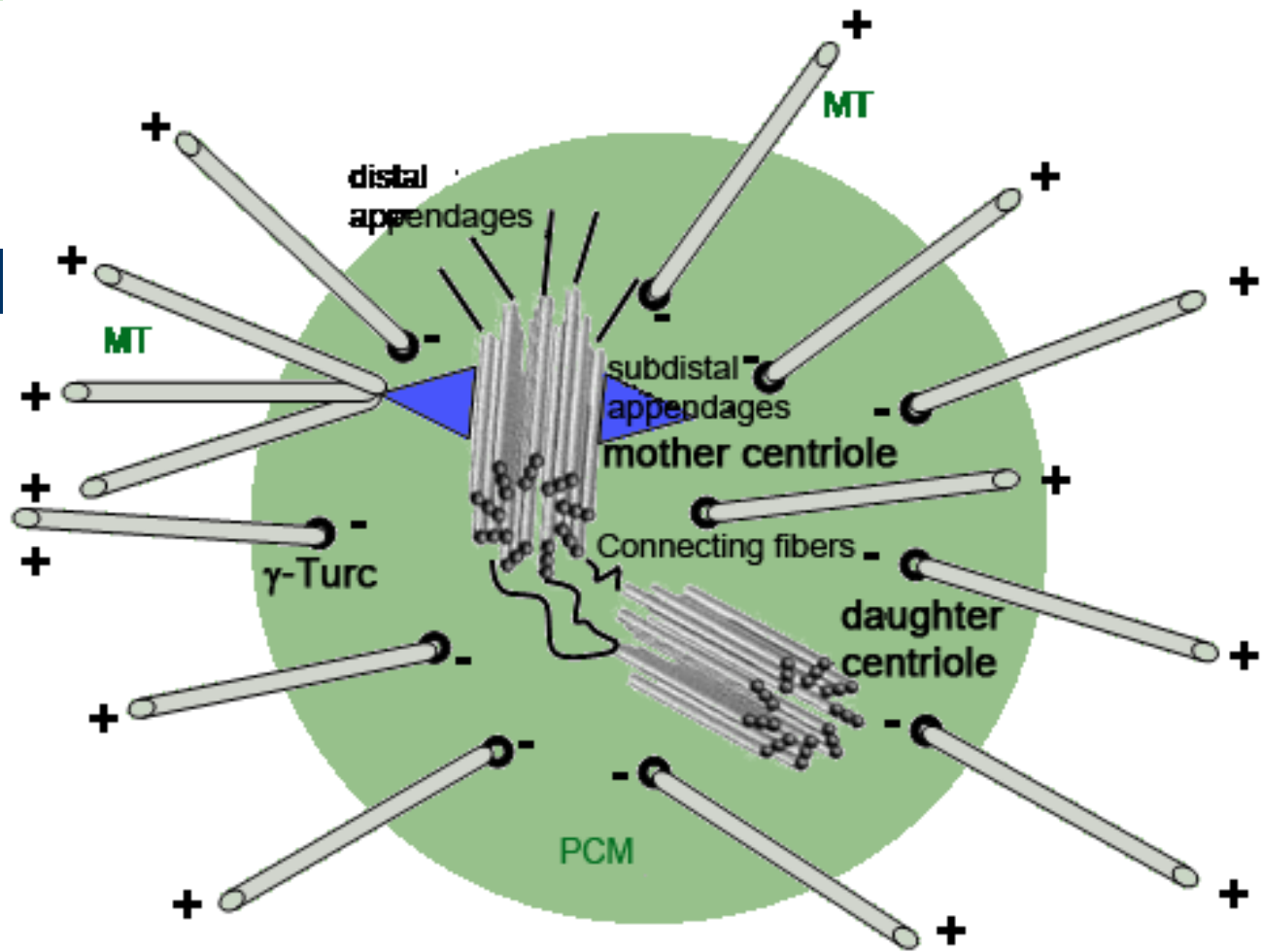
a



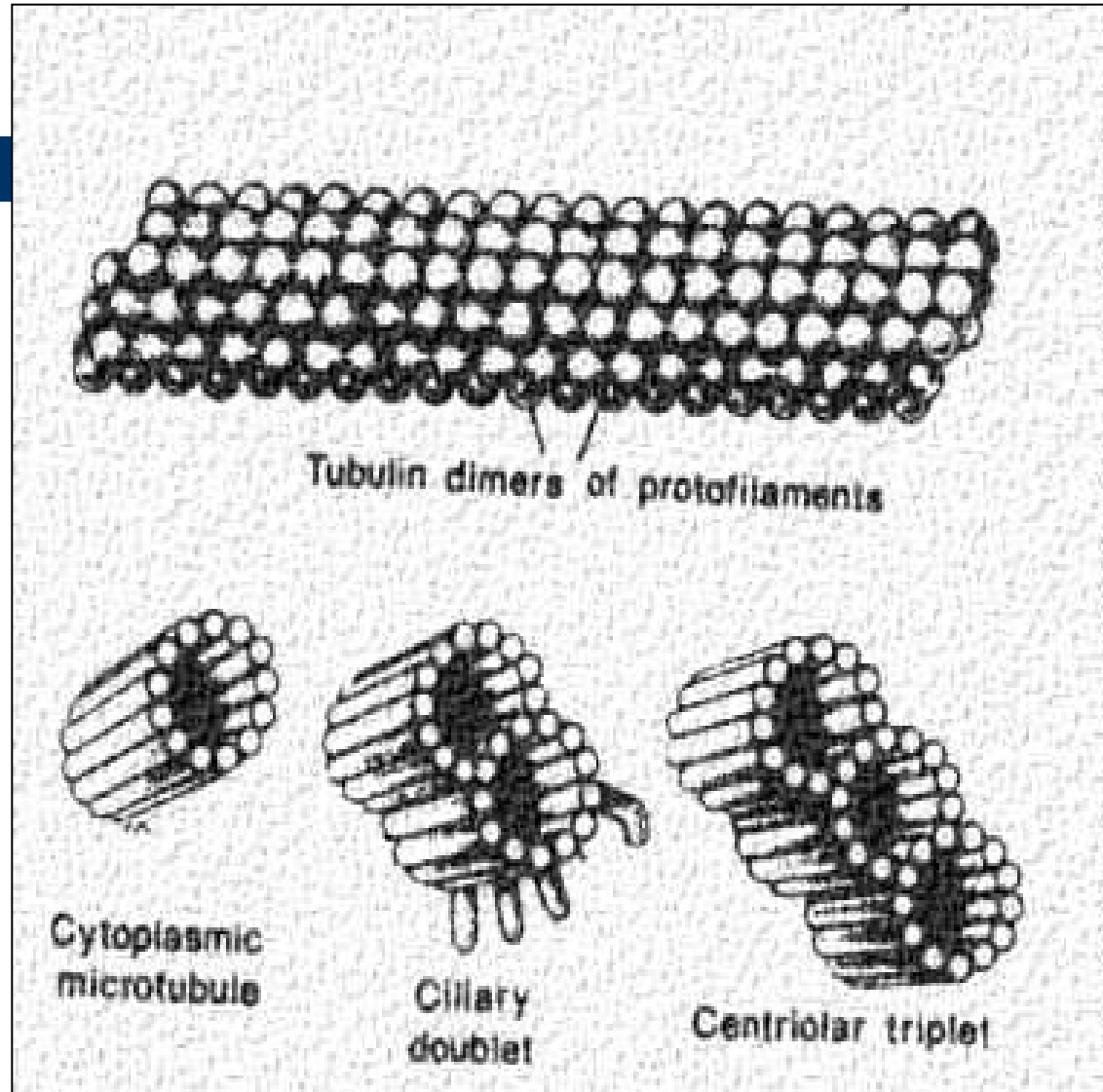
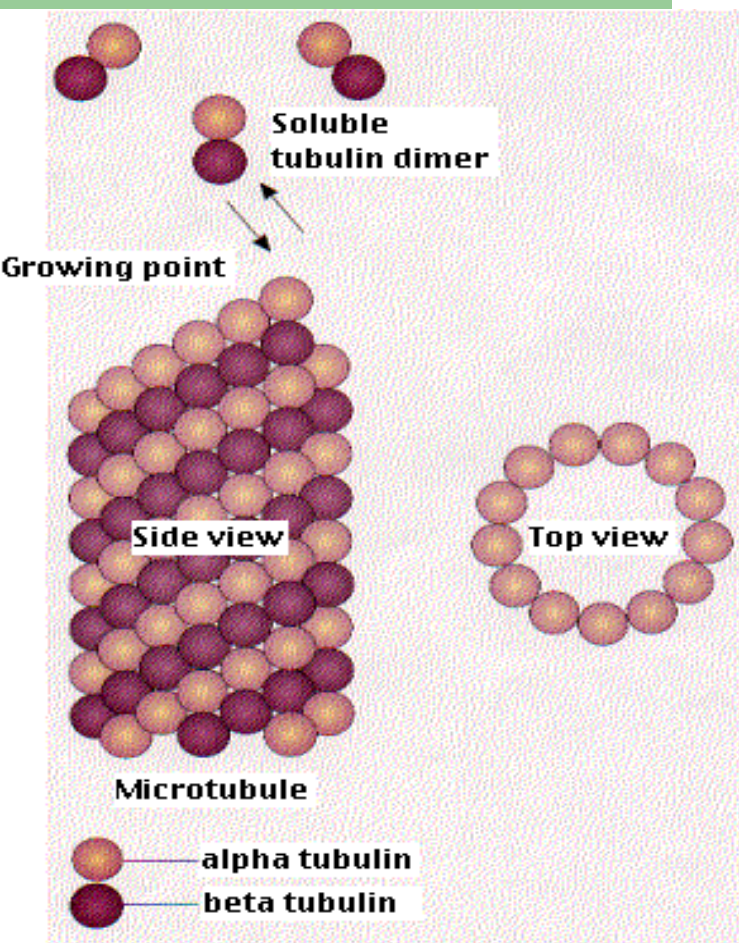
dvojice centriolů v centrosomu

b



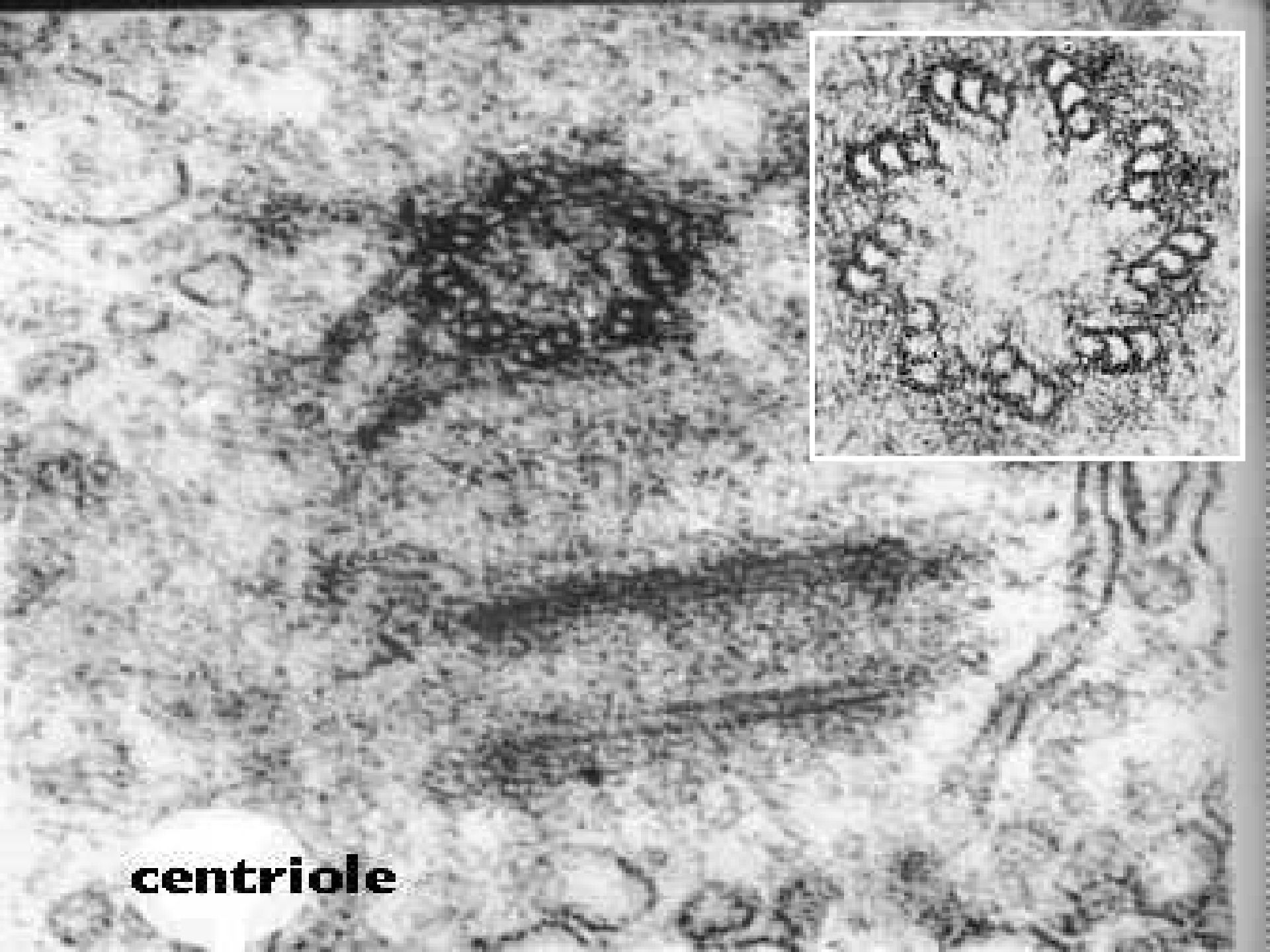


triplet mikrotubulů

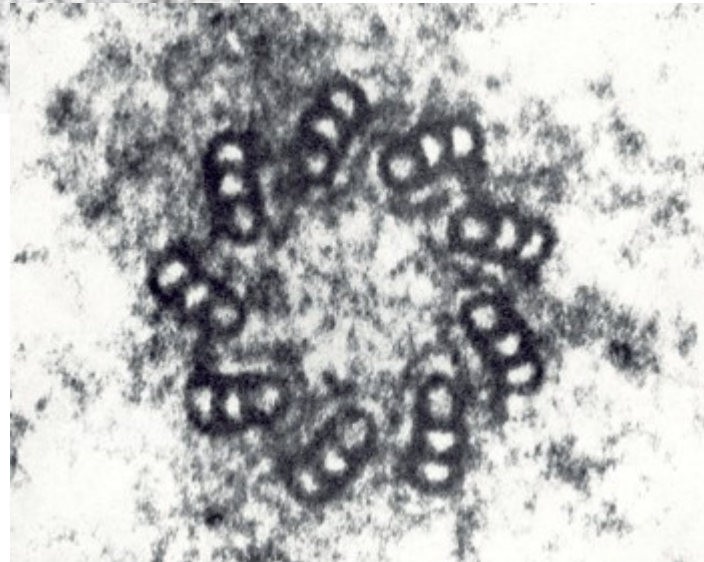
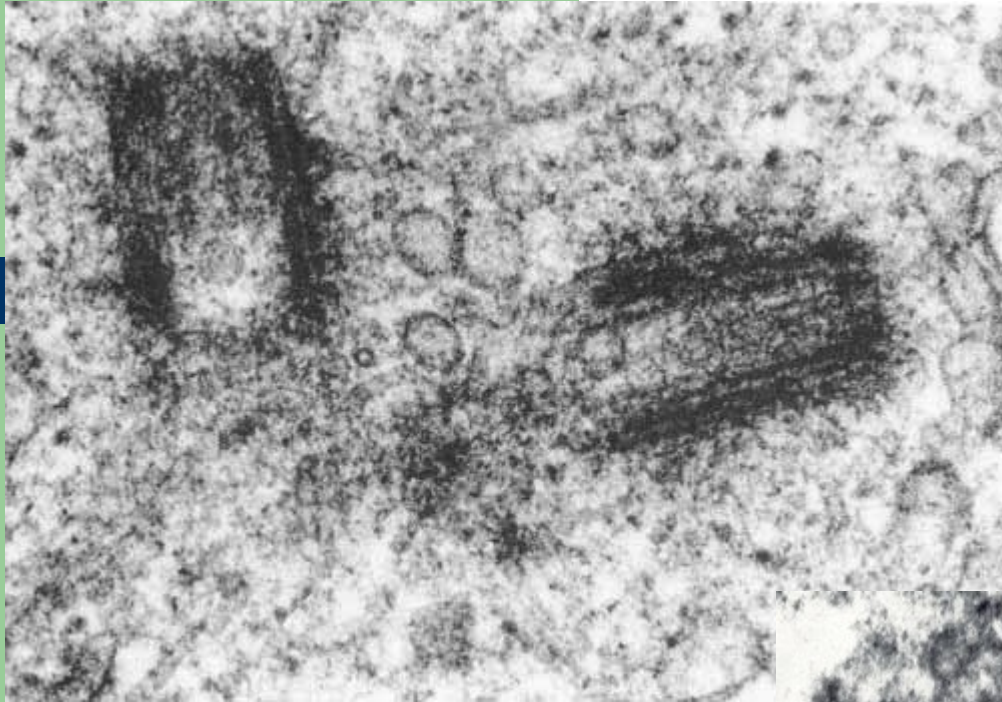


CCO

C B A mikrotubulus
10/10/13 protilament

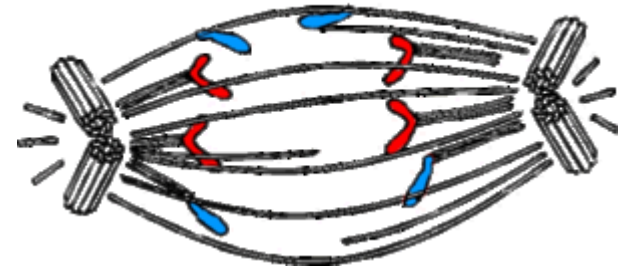


centriole

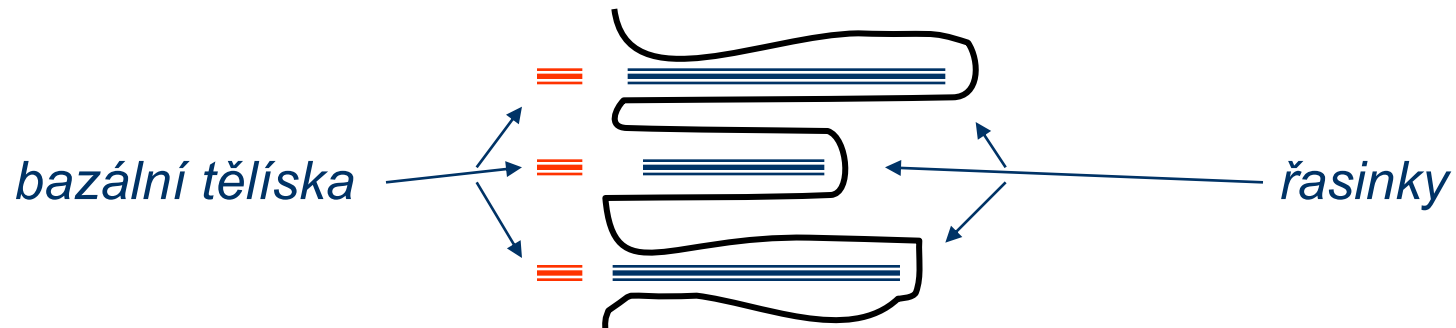


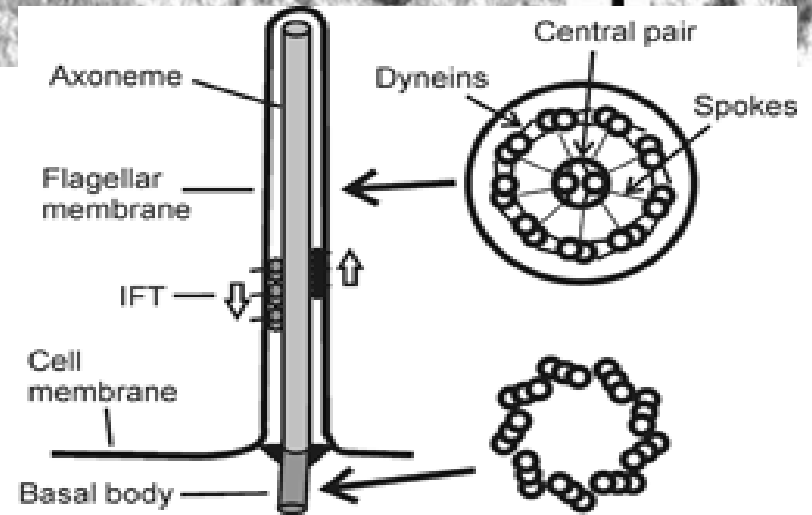
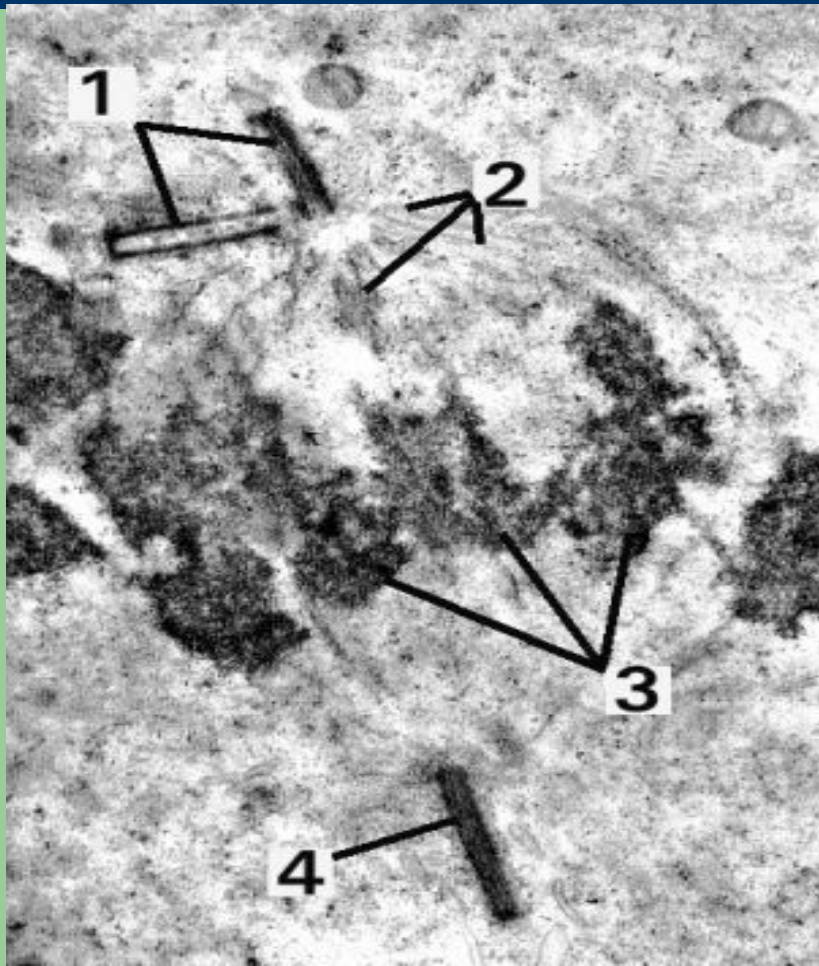
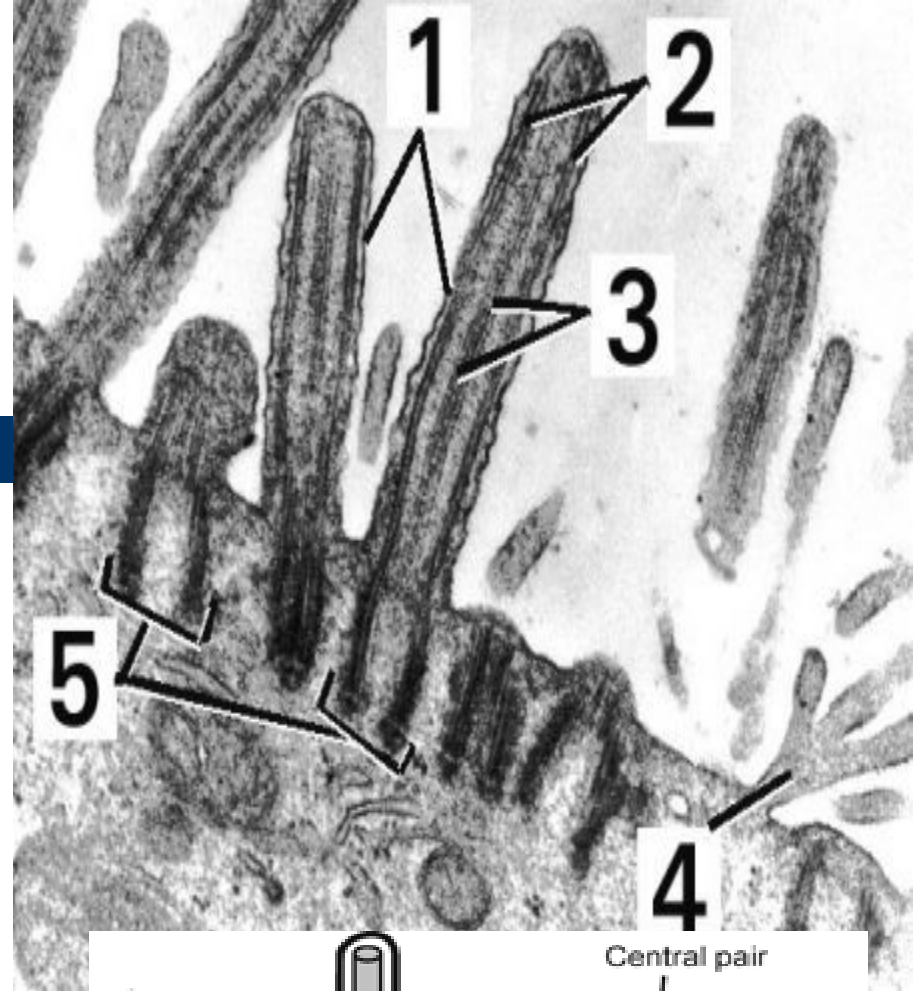
Funkce centriolů

- 1 - duplikace centriolů v průběhu dělení buňky
⇒ vznik dělicího vřeténka



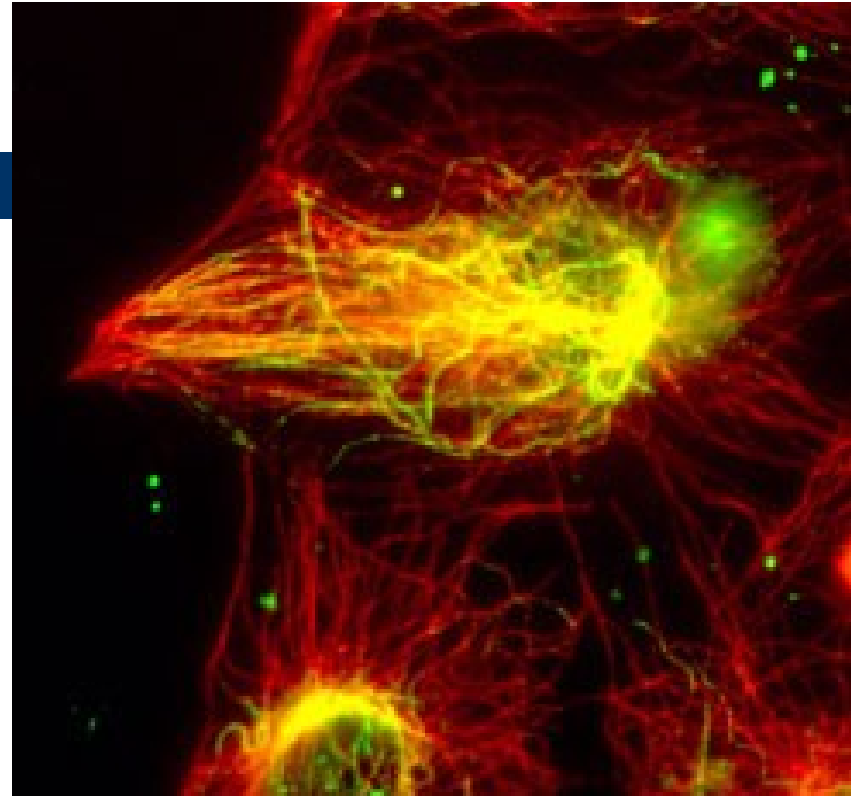
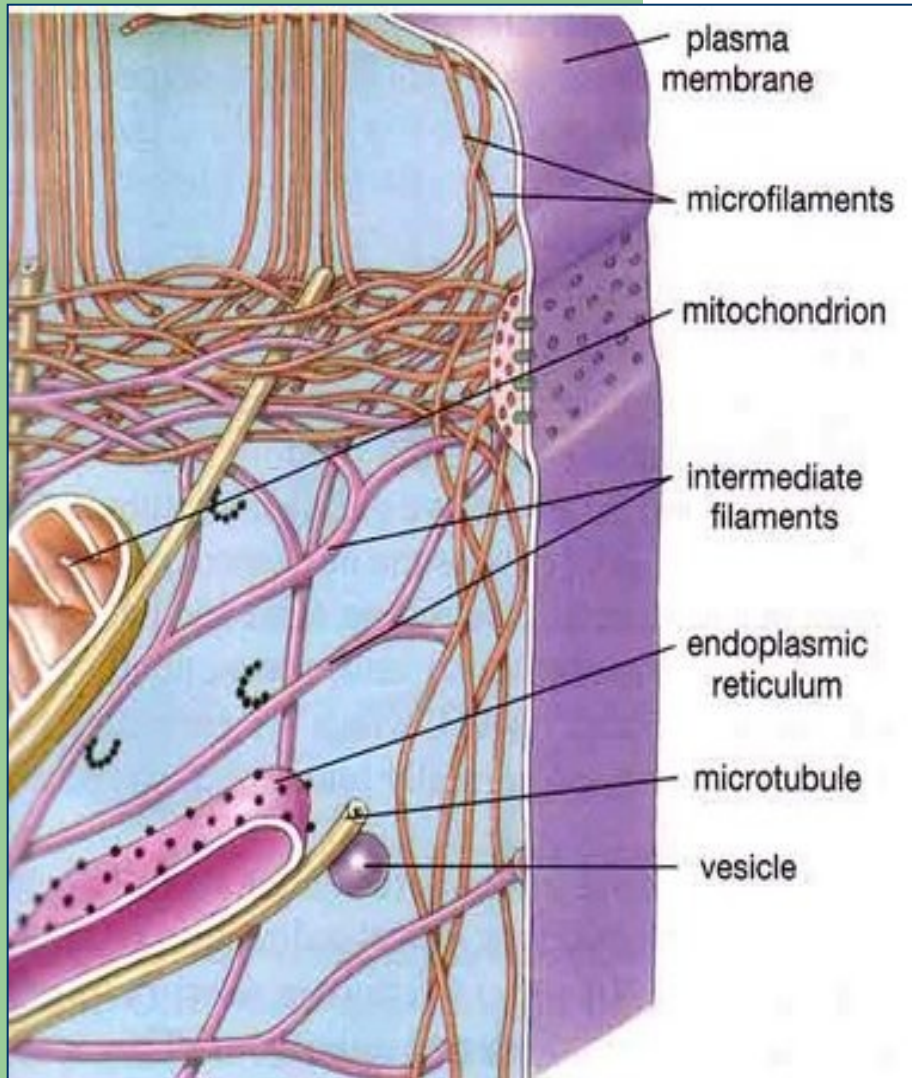
- 2 - mnohočetná replikace centriolů v průběhu ciliogeneze ⇒ vznik bazálních tělísek řasinek



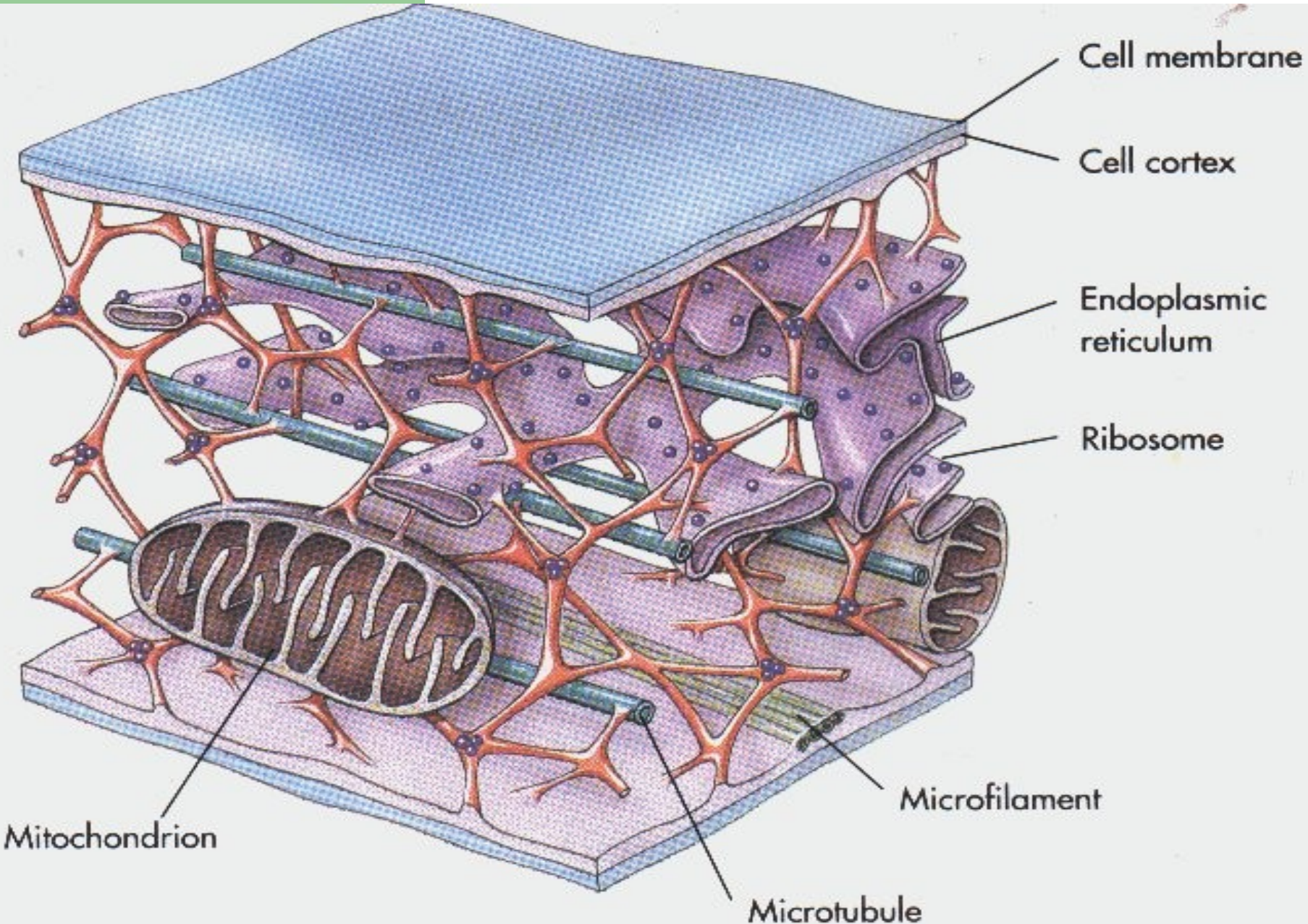


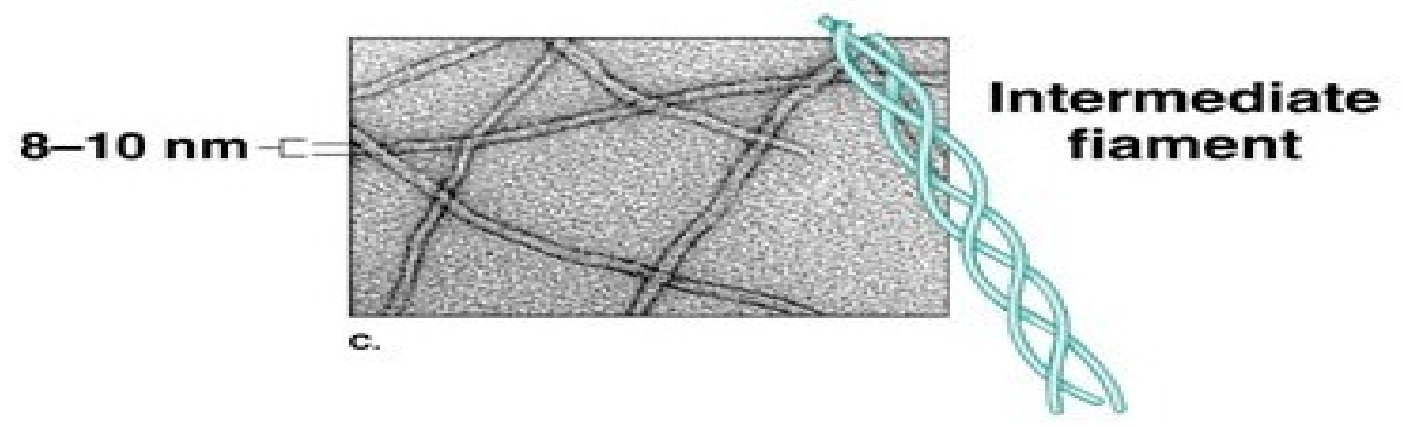
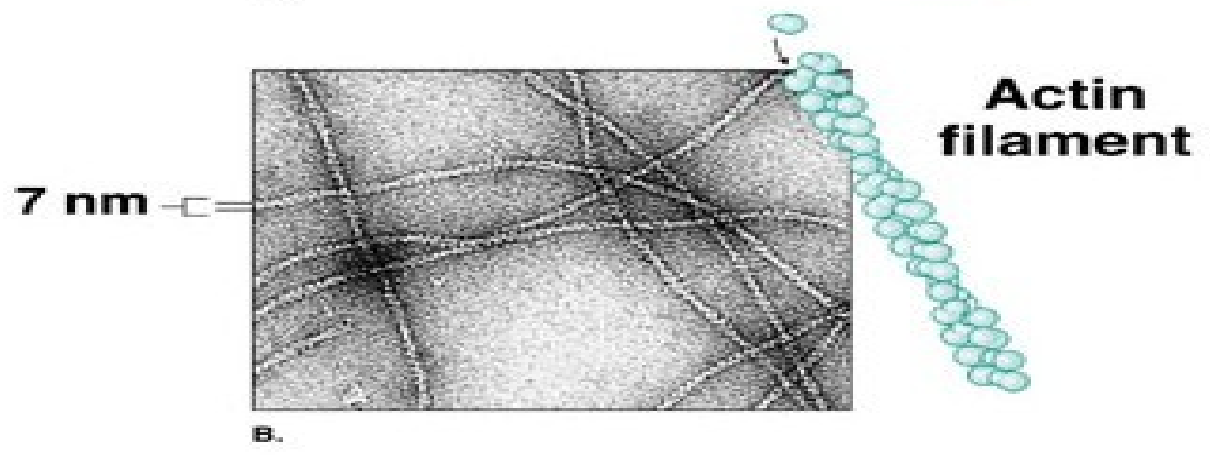
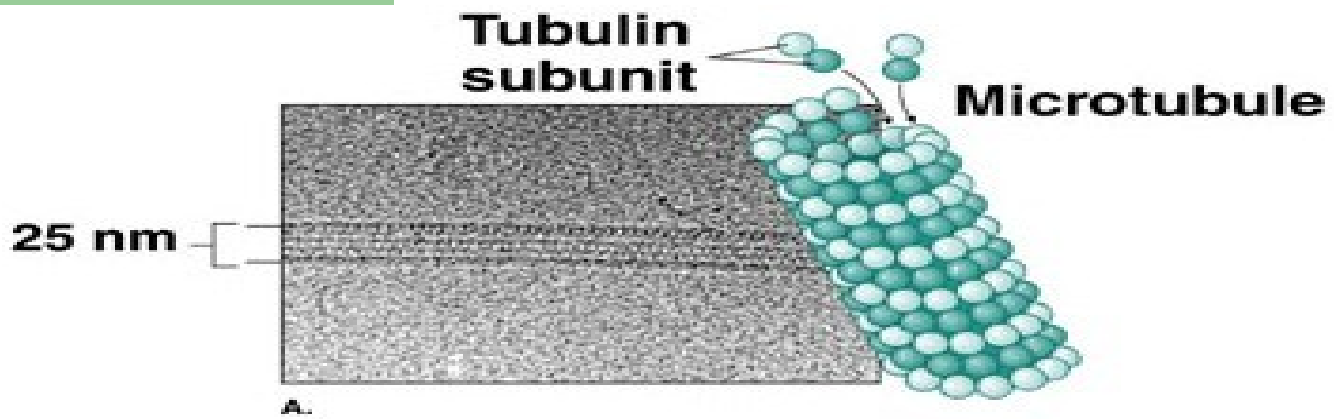
Cytoskelet

- **mikrotubuly** (**tubulin**, Ø 22 nm)
[centrioly, bazální tělíska, axonema řasinek a bičíků]
- **mikrofilamenta** (**aktin**, Ø 5-7 nm)
[subplazmalemální a intracytoplazmatické sítě;
ve svalových buňkách – **aktin** + **myosin**]
- **intermediární filamenta** (Ø 8-10 nm) – proteiny:
cytokeratin [*tonofilamenta v epitelových bb.*]
vimentin [*buňky mezenchymového původu*]
desmin [*svalové buňky*]
neurofilamenta [*neurony*]
gliofilamenta - gliový fibrilární kyselý protein
[*neuroglie*]

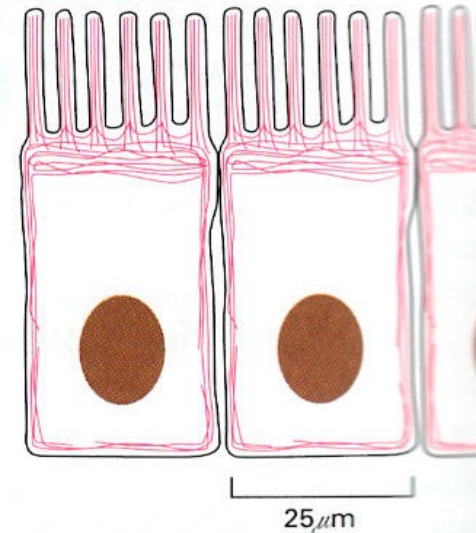
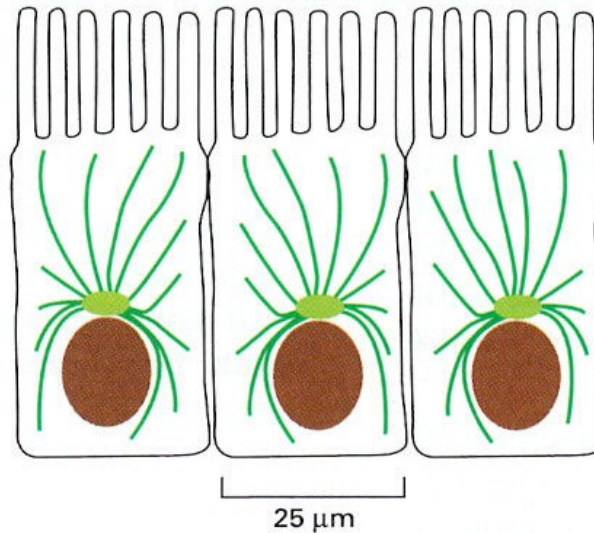
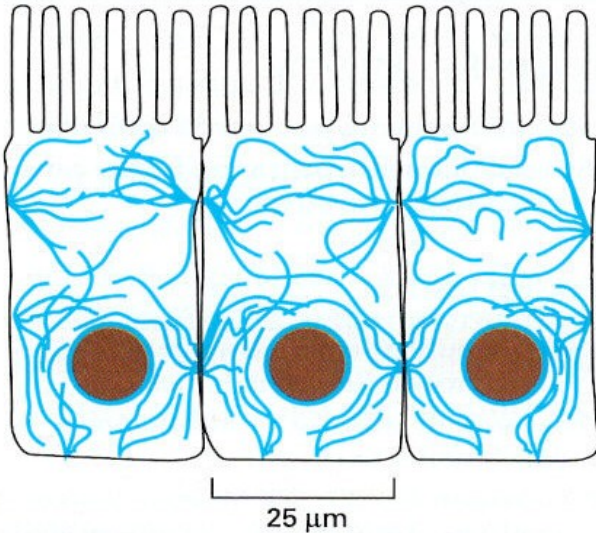


Cytoskelet

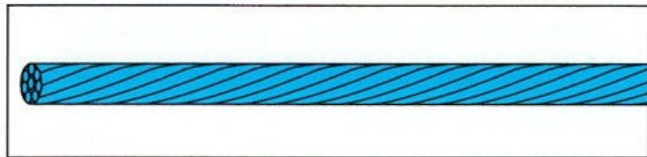
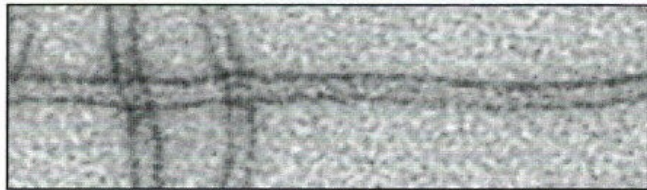




Cytoskelet



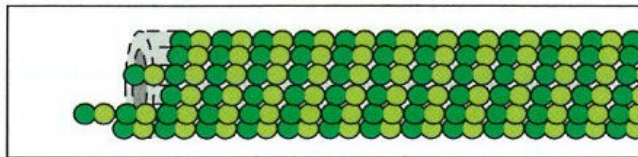
střední filamenta



25 nm

intermed. filamenta

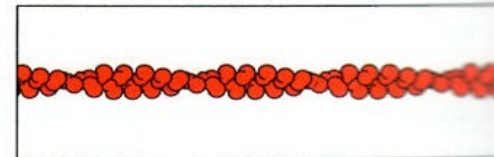
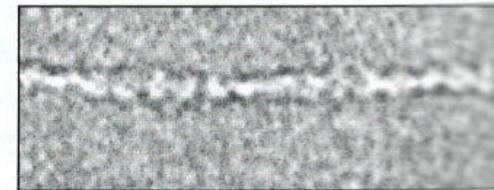
mikrotubuly



25 nm

mikrotubuly

aktinová filamenta

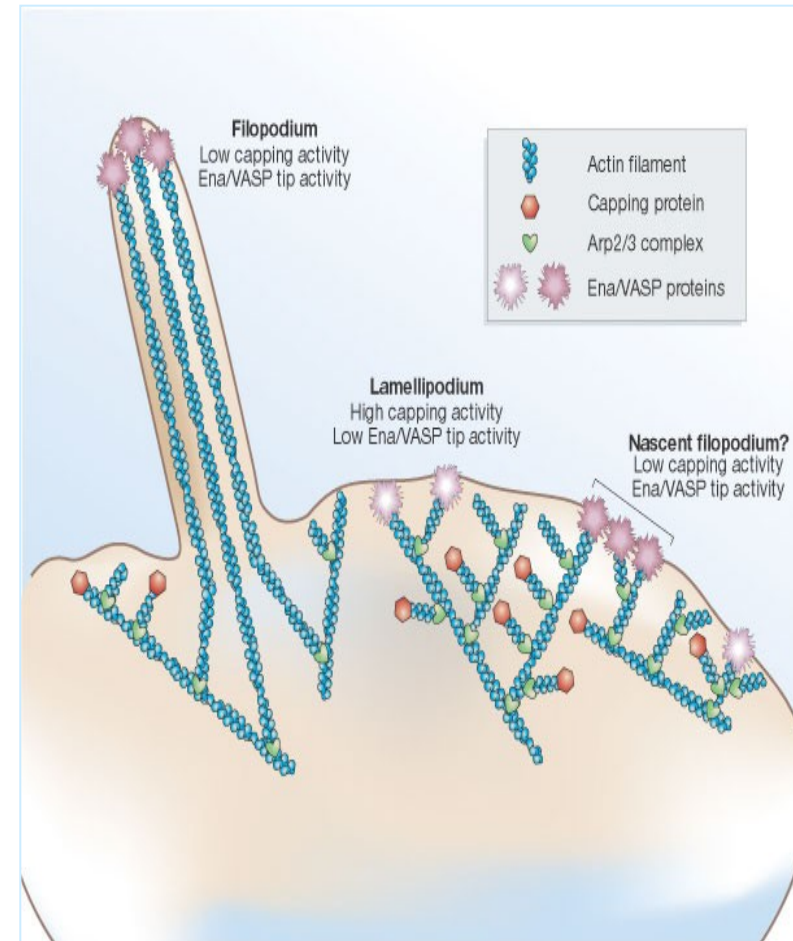


25 nm

mikrofilamenta

Mikrofilamenta

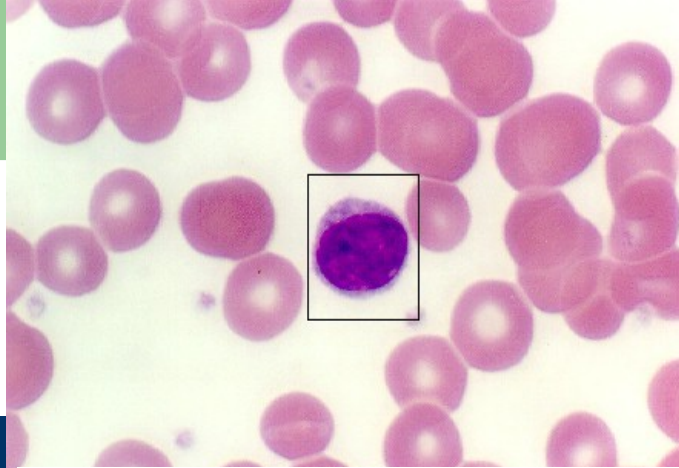
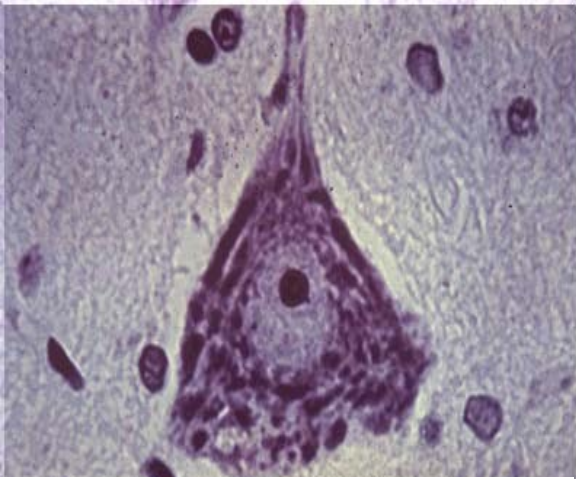
- 5-7 nm
- tvořena bílkovinou **aktin**
/ve svalových buňkách: myofilamenta,
v ostatních: mikrofilamenta/
- s membránou asociovaná –
pohyb plazmatické membrány,
výběžků buněk, lokomoce
buňky
- 3D-sít' /proudění cytoplazmy,
udržení pozic buněčných
organel/



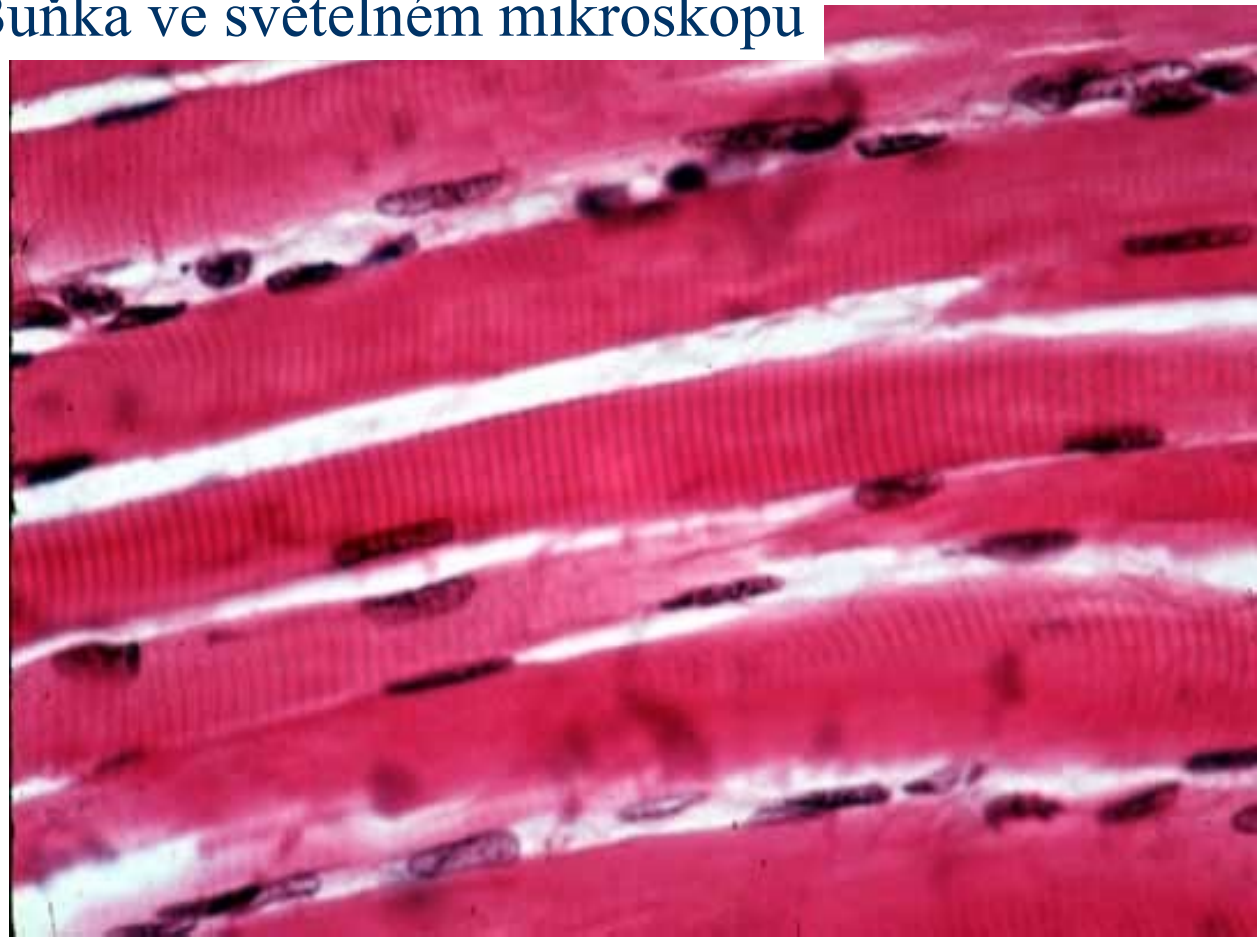
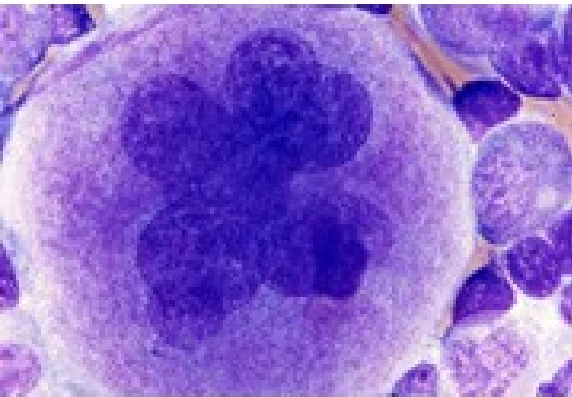
Intermediární filamenta

- 8 – 10 nm
- **cytokeratinová** – epitelové buňky
- **vimentinová** – buňky mezenchymového původu – hladké svalové, endotelové...
- **desminová** – svalové buňky
- **neurofilamenta** – neurony
- **gliofilamenta** – neuroglie

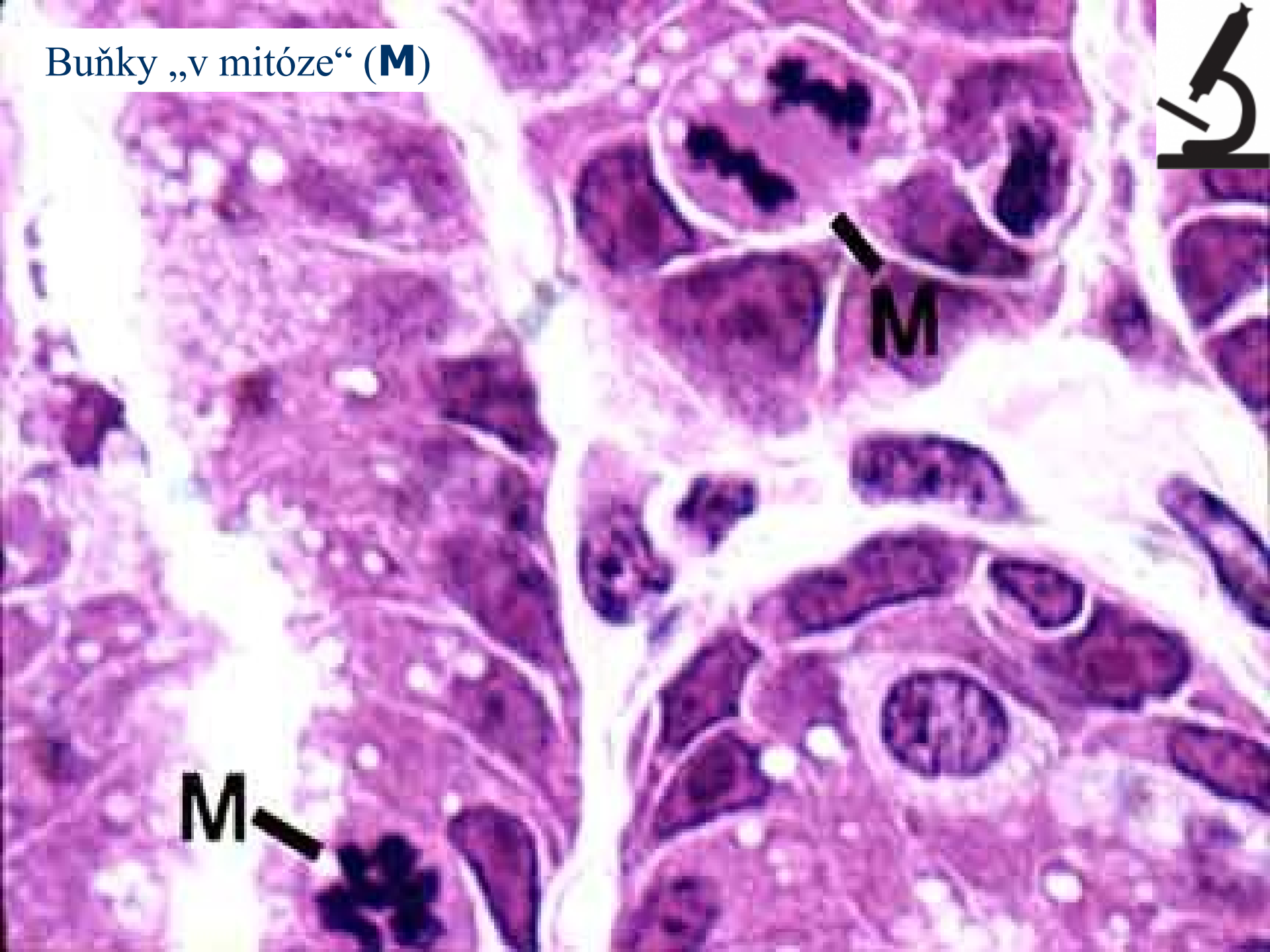




Buňka ve světelném mikroskopu



Buňky „v mitóze“ (**M**)

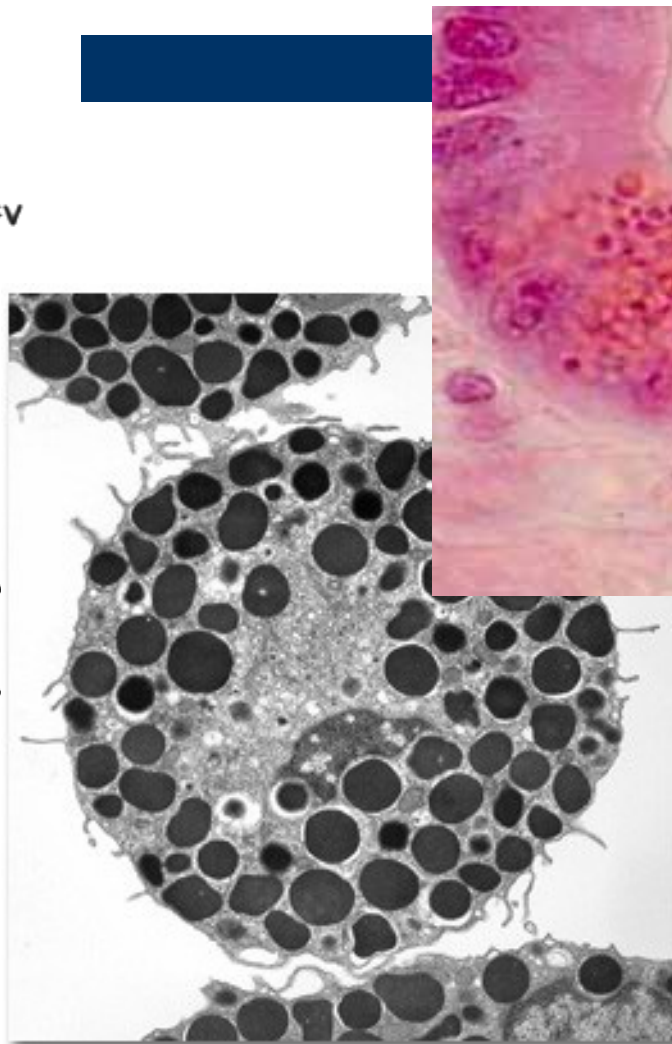
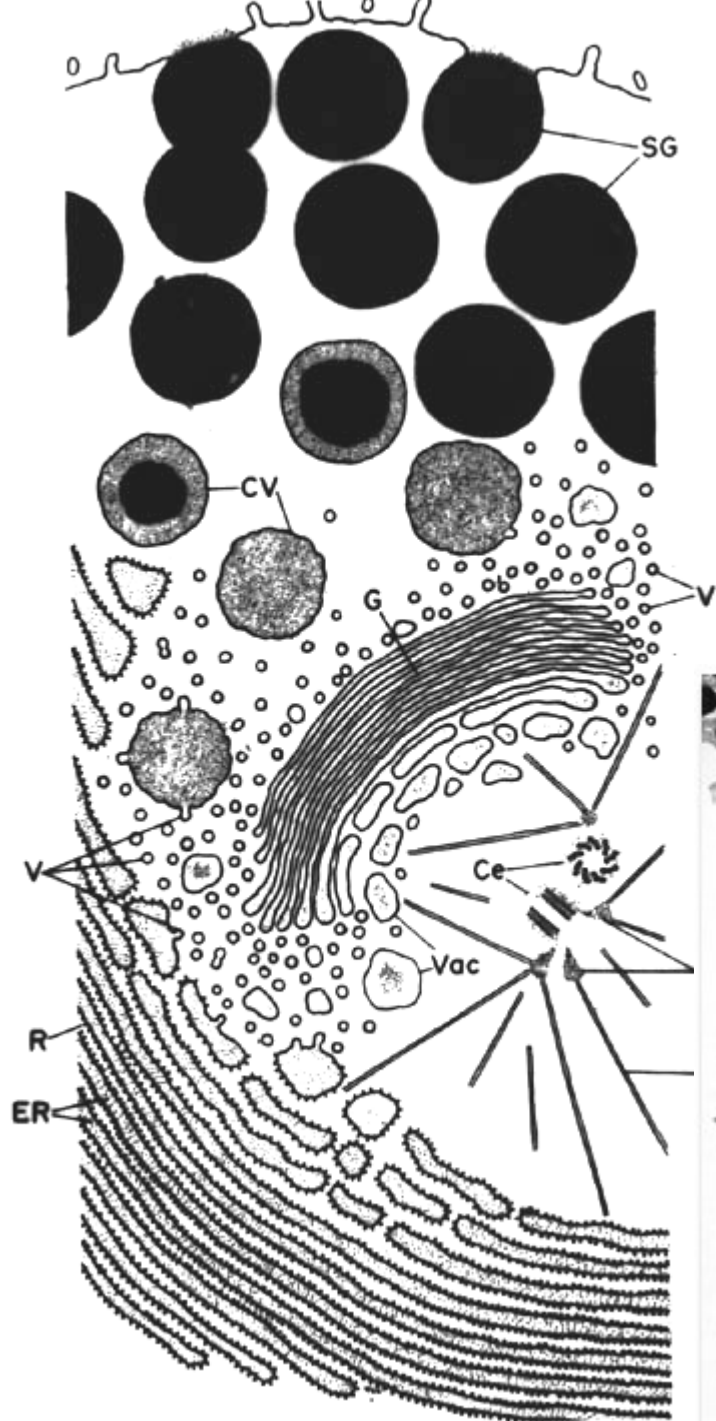


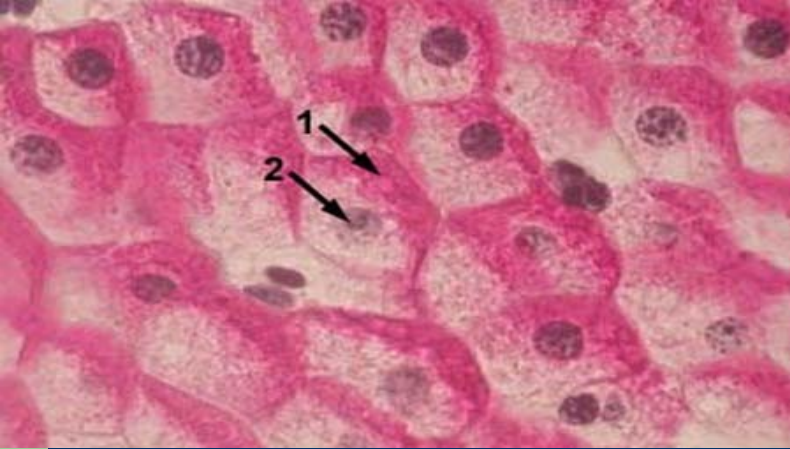
Inkluze

přechodné 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



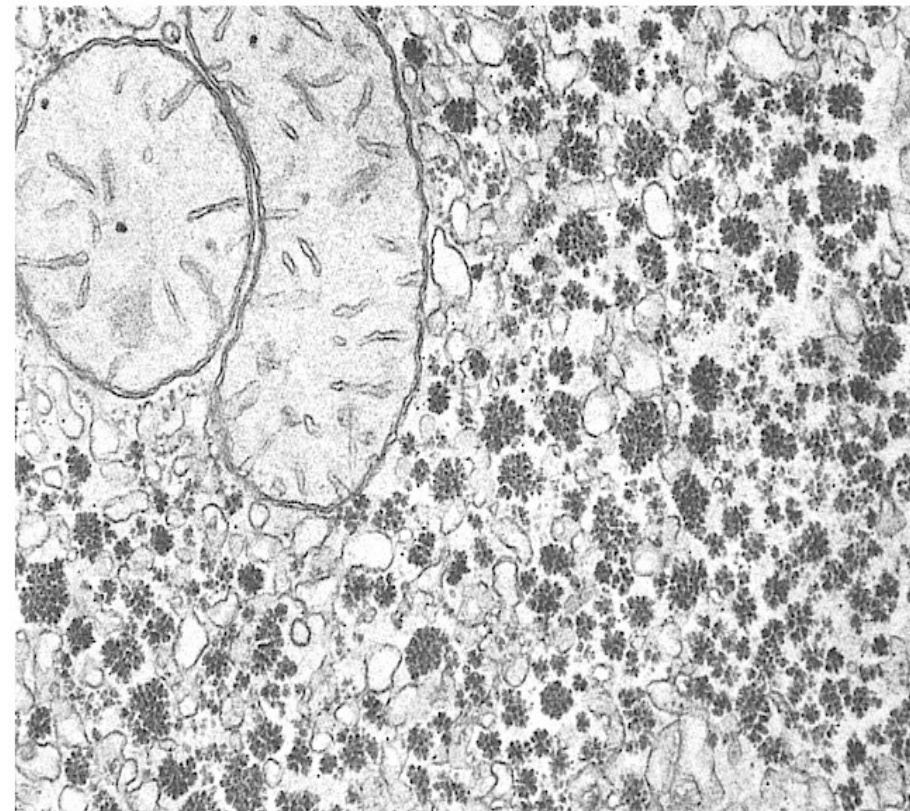
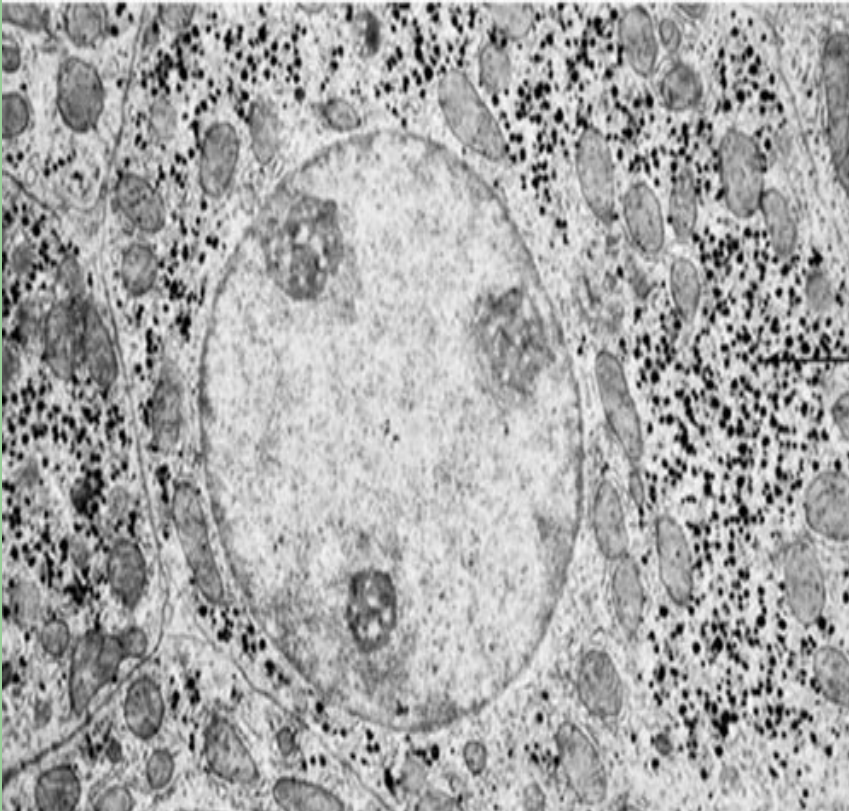


Glykogen

lineární, bohatě větvený polymer
složený z molekul glukózy

- β – granula (40 nm)

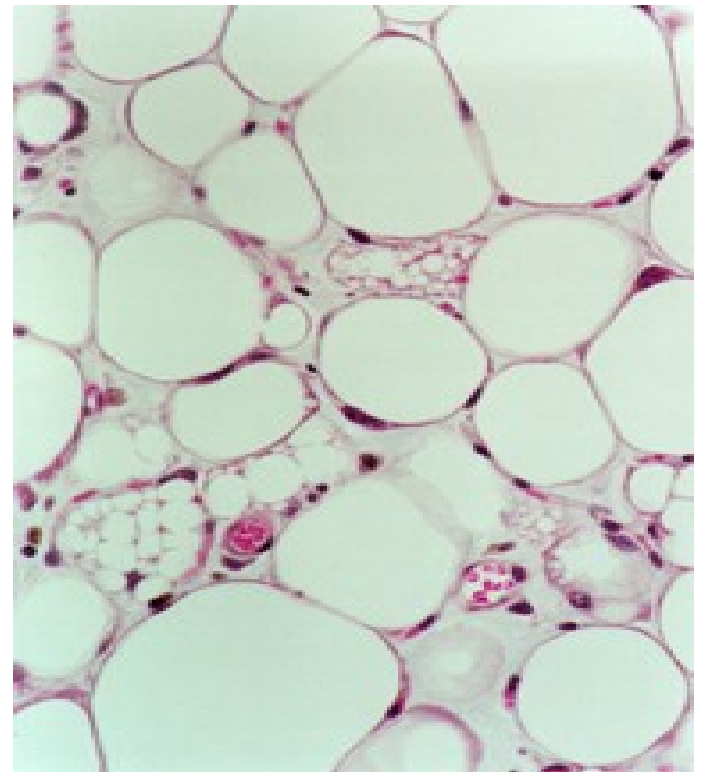
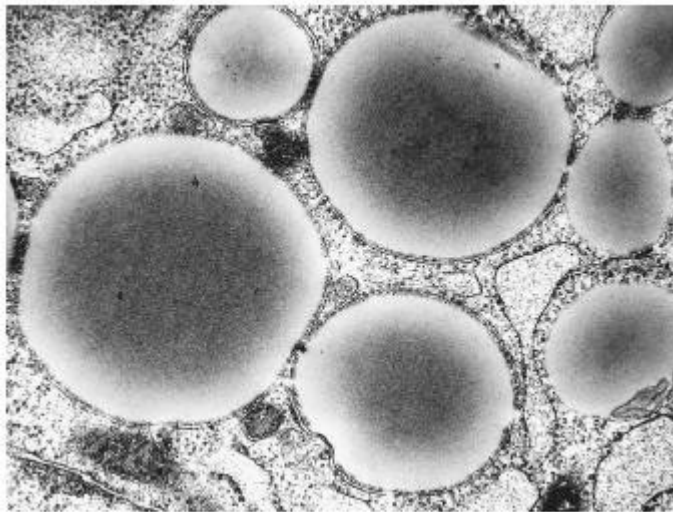
- α – granula (až 400 nm)

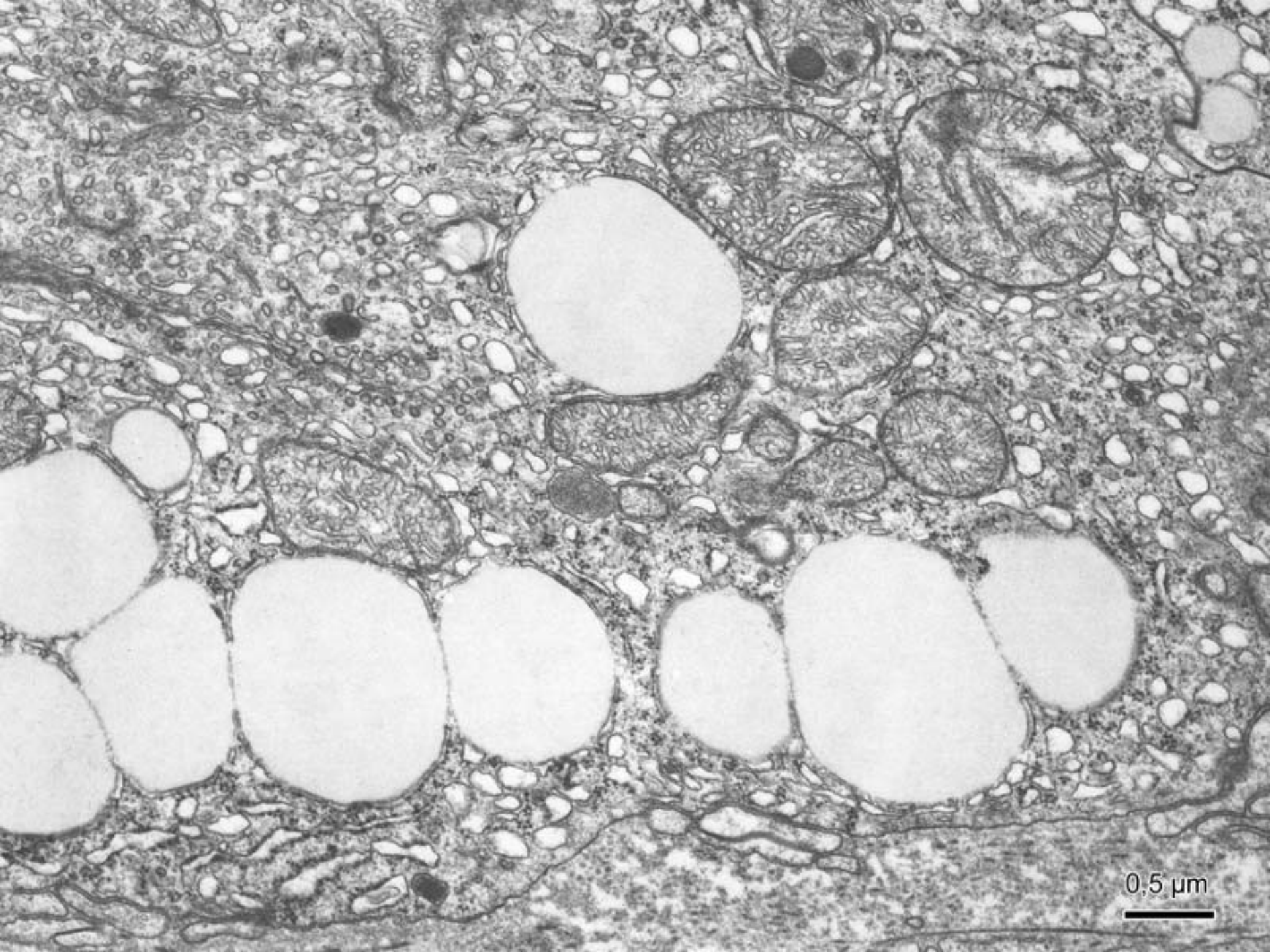




0,5 μm

Lipidové kapky

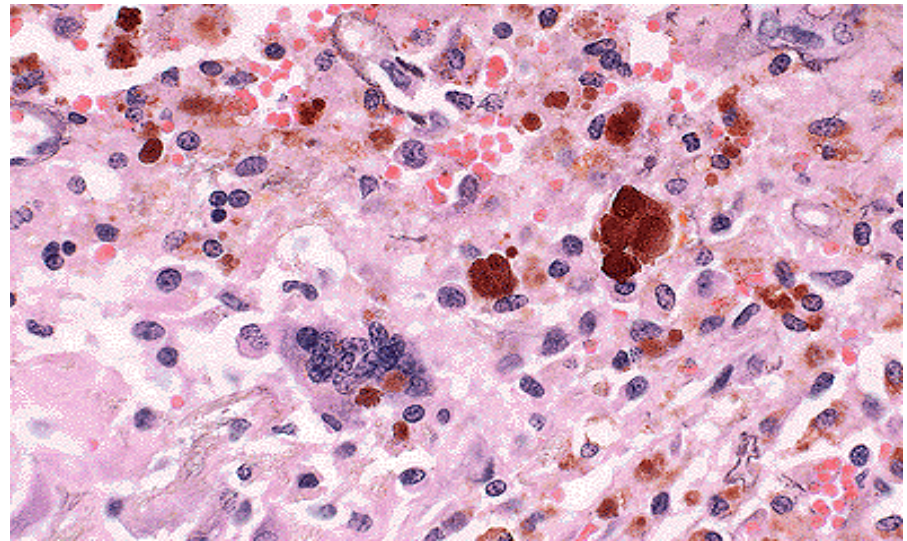
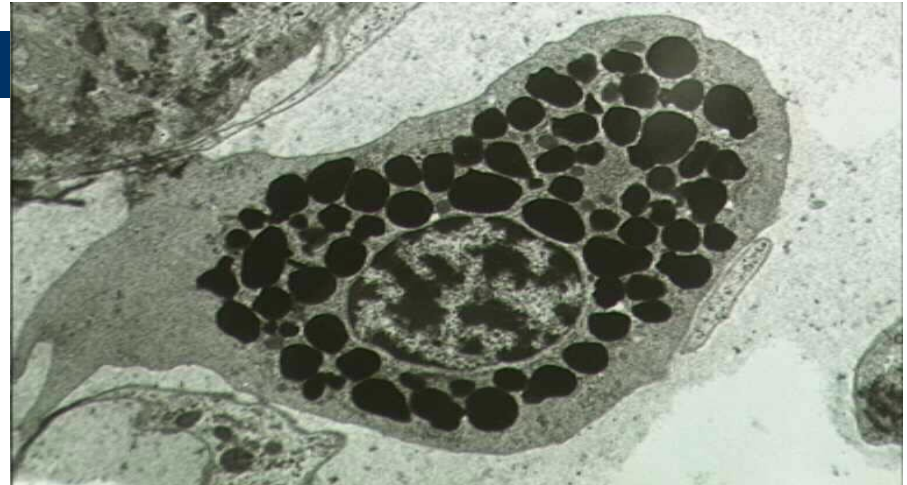
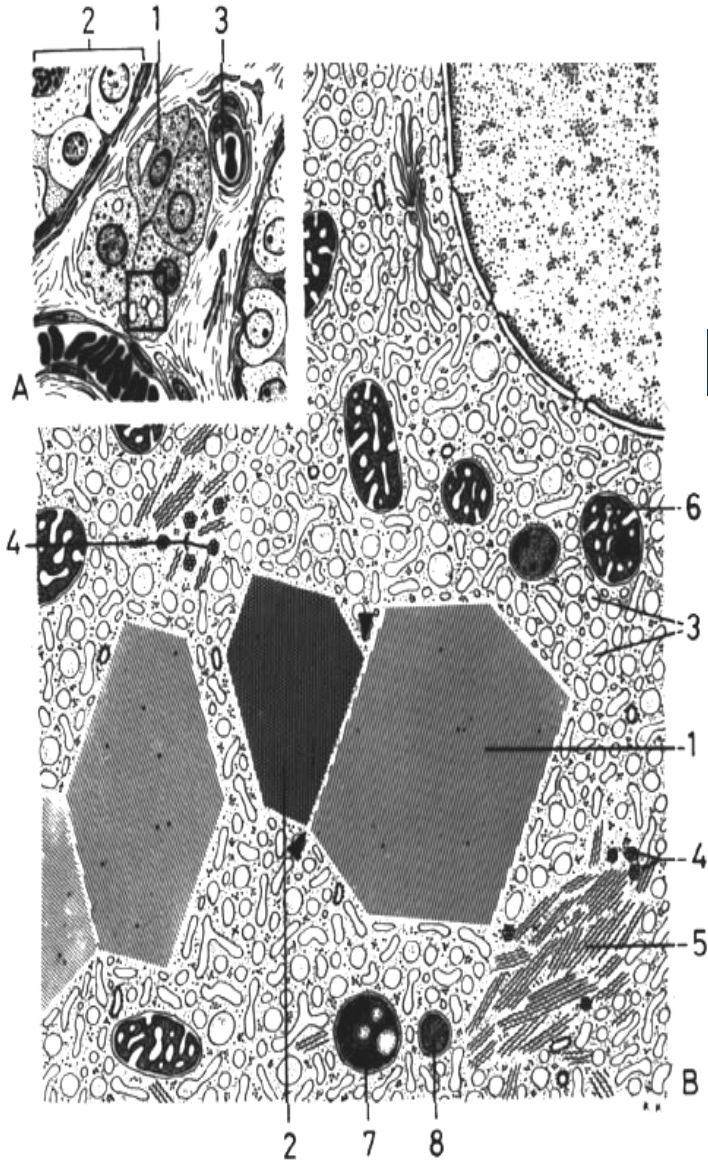




0,5 µm

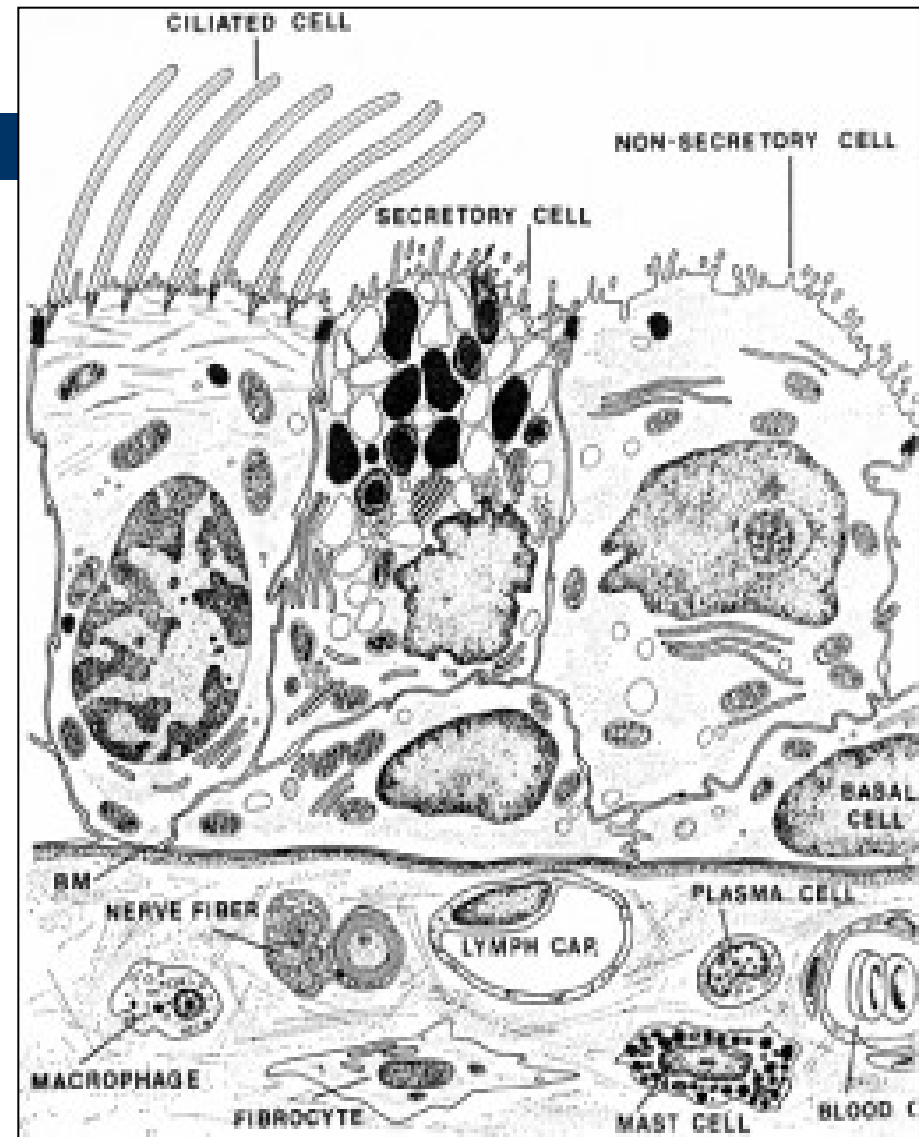


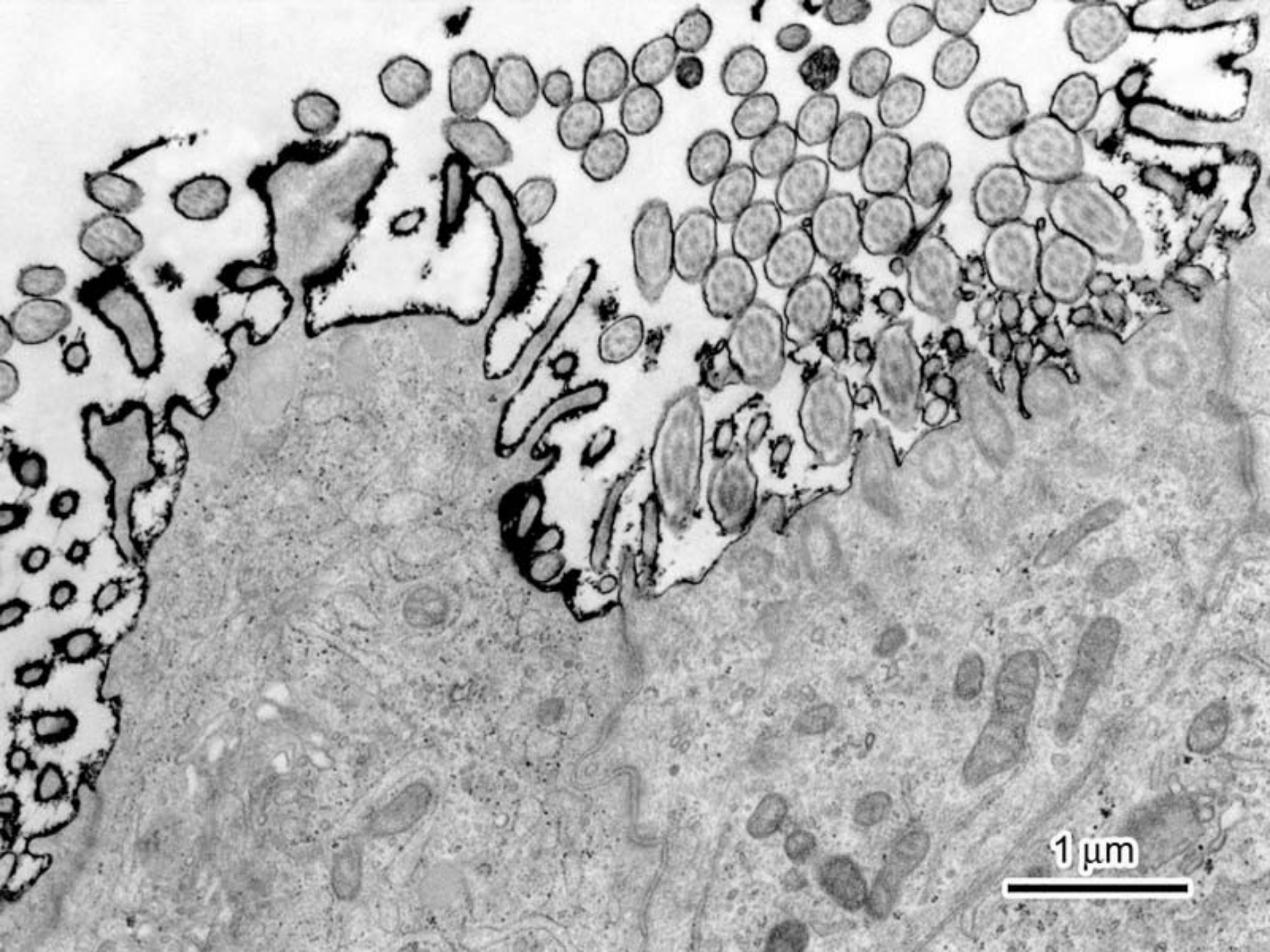
Krystaly, pigmenty



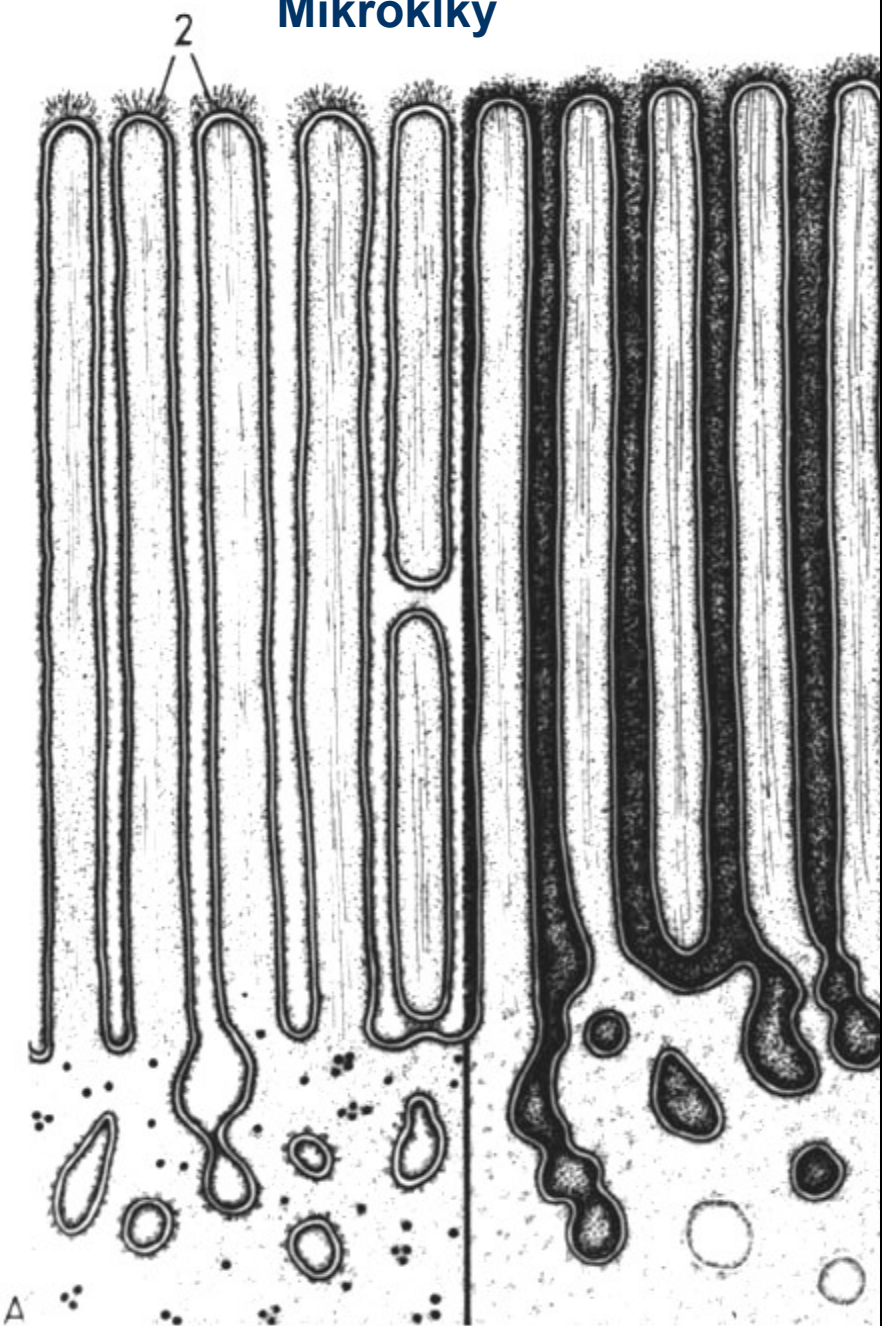
Buněčný povrch

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

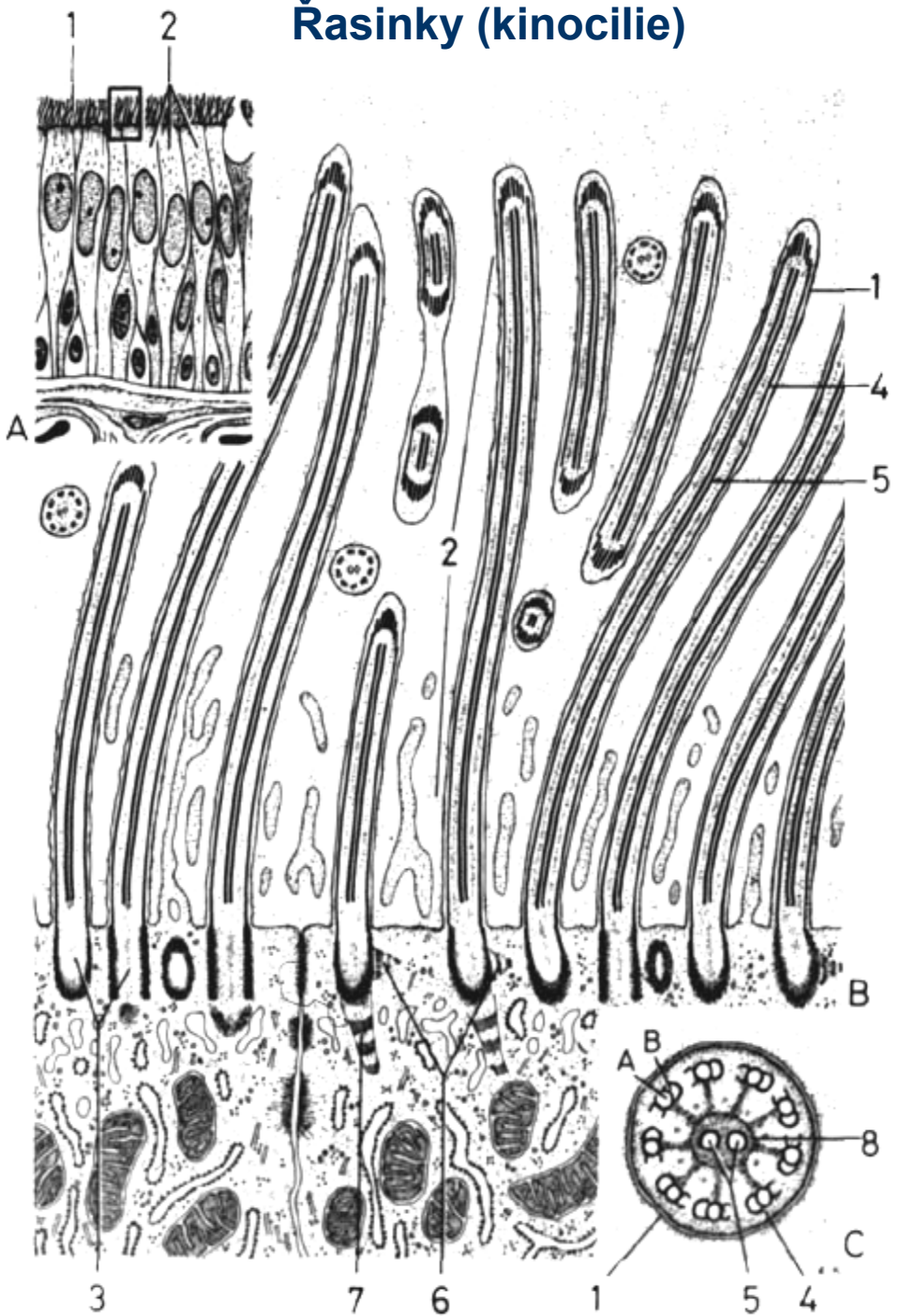


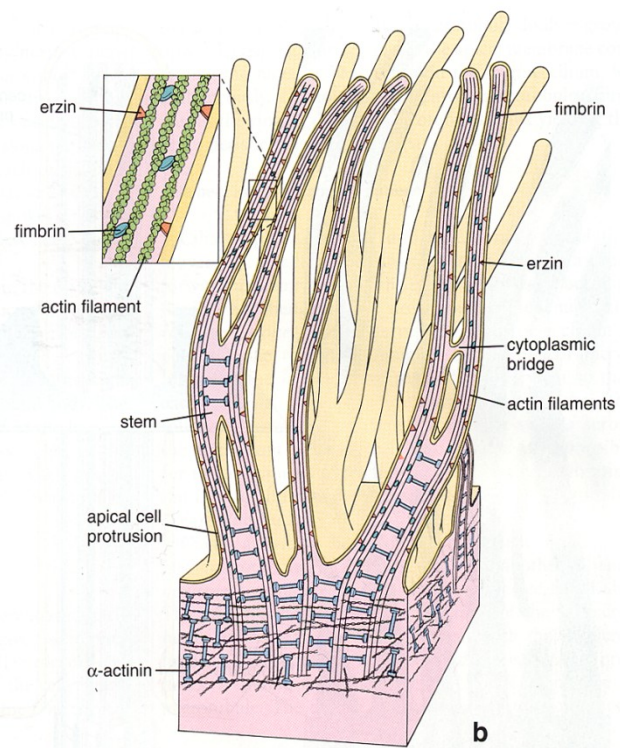
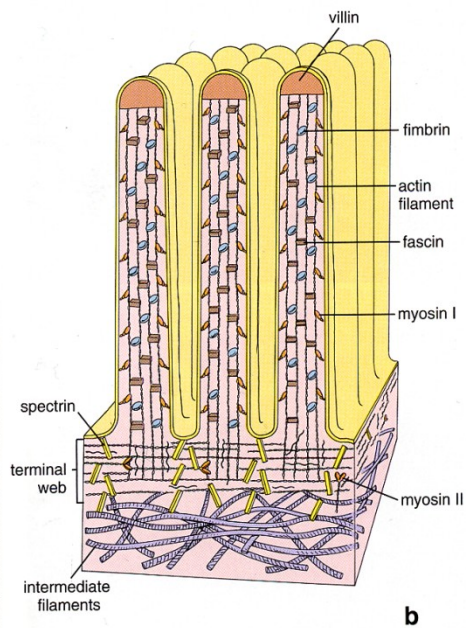


Mikroklky



Řasinky (kinocilie)





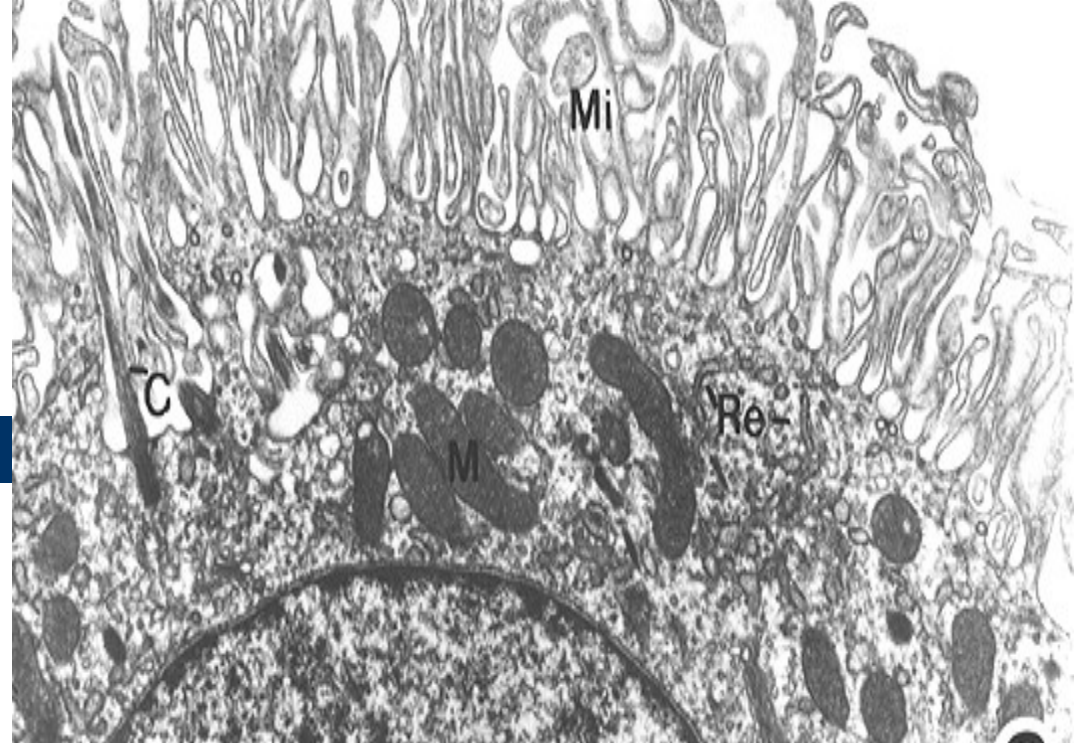
Mikroklky = výběžky cytoplazmy vyztužené aktinovými mikrofilamenty – dle uspořádání:

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

kartáčový lem

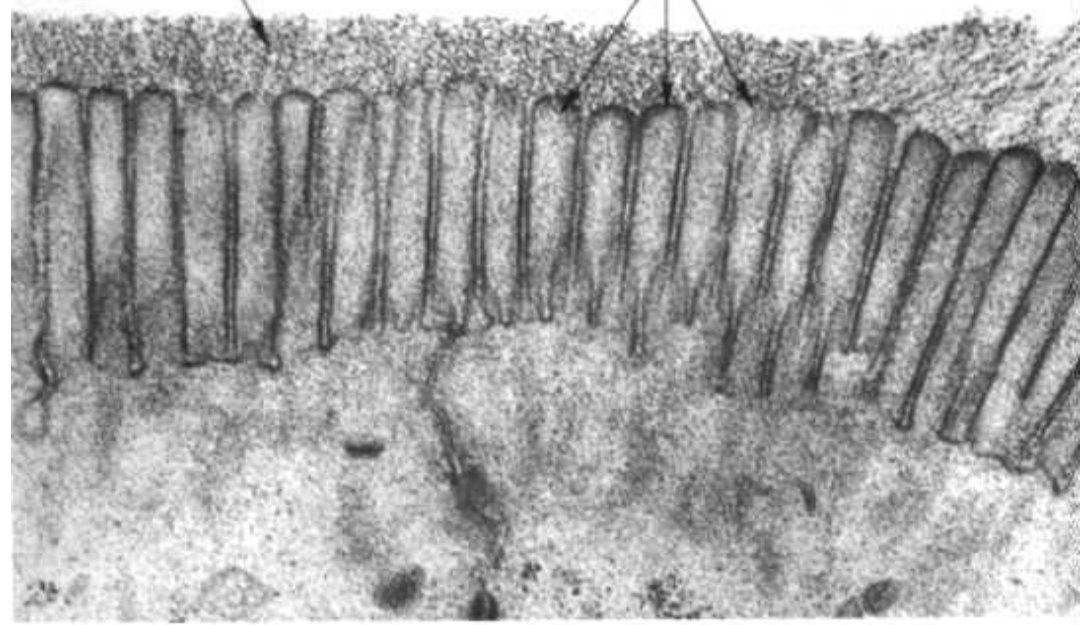
LEDVINA

STŘEVO



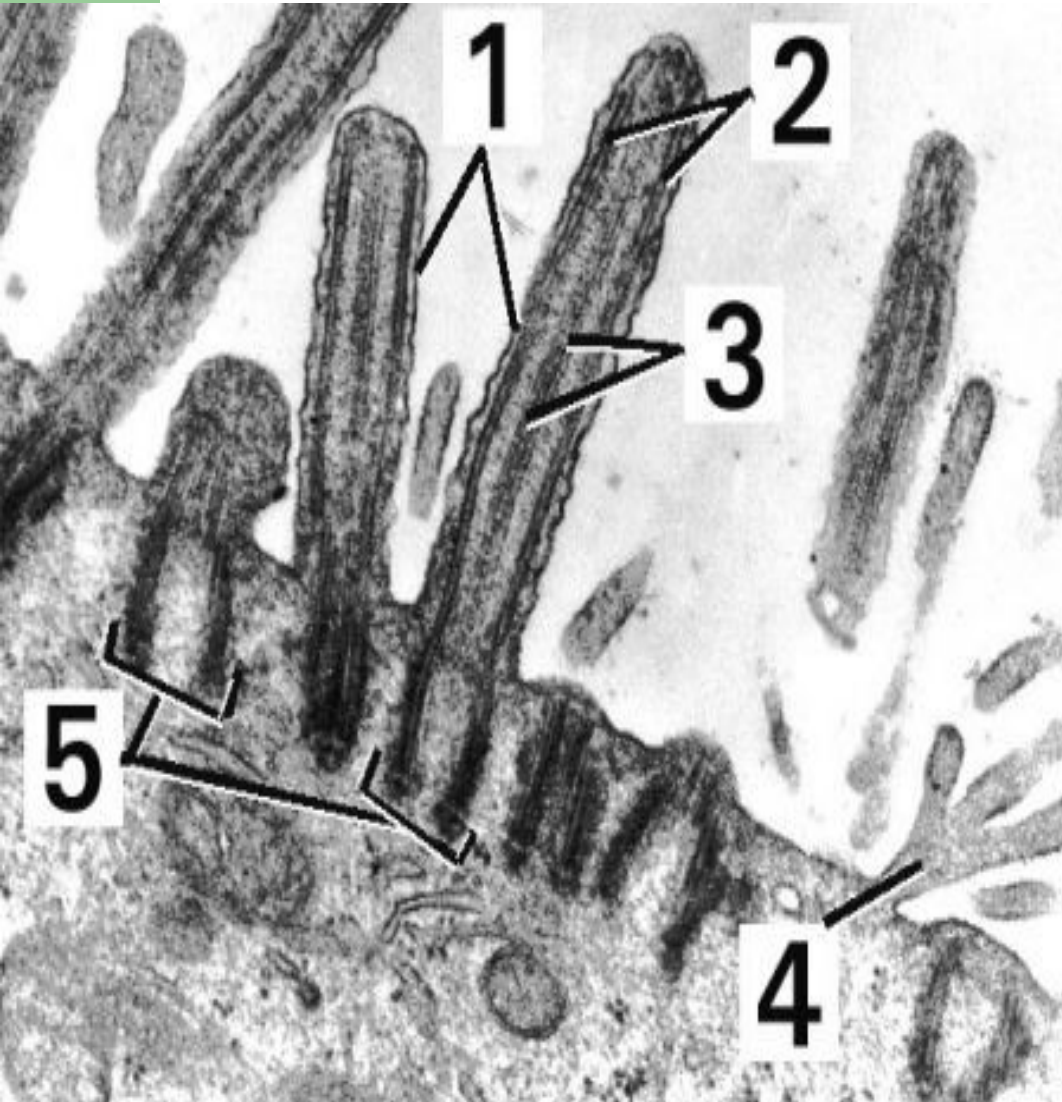
Glycocalyx

Microvilli



žíhaná kutikula

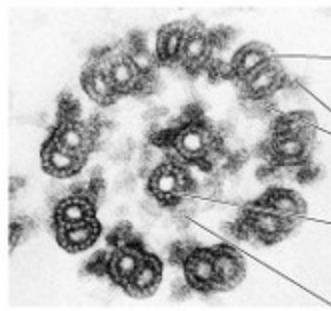
Kinocilium a flagellum (řasinka a bičík)



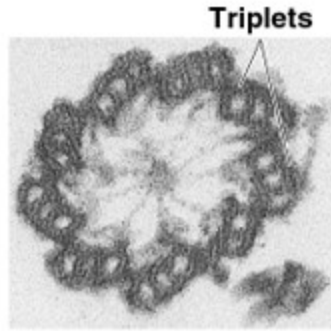


(a) 0.5 μm

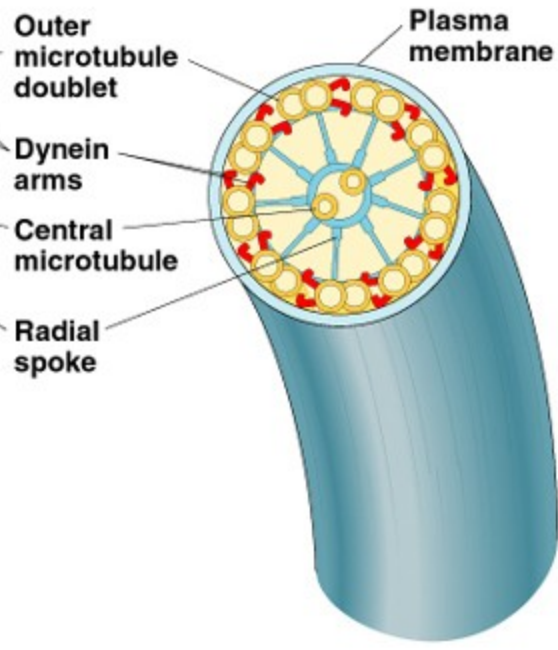
©1999 Addison Wesley Longman, Inc.



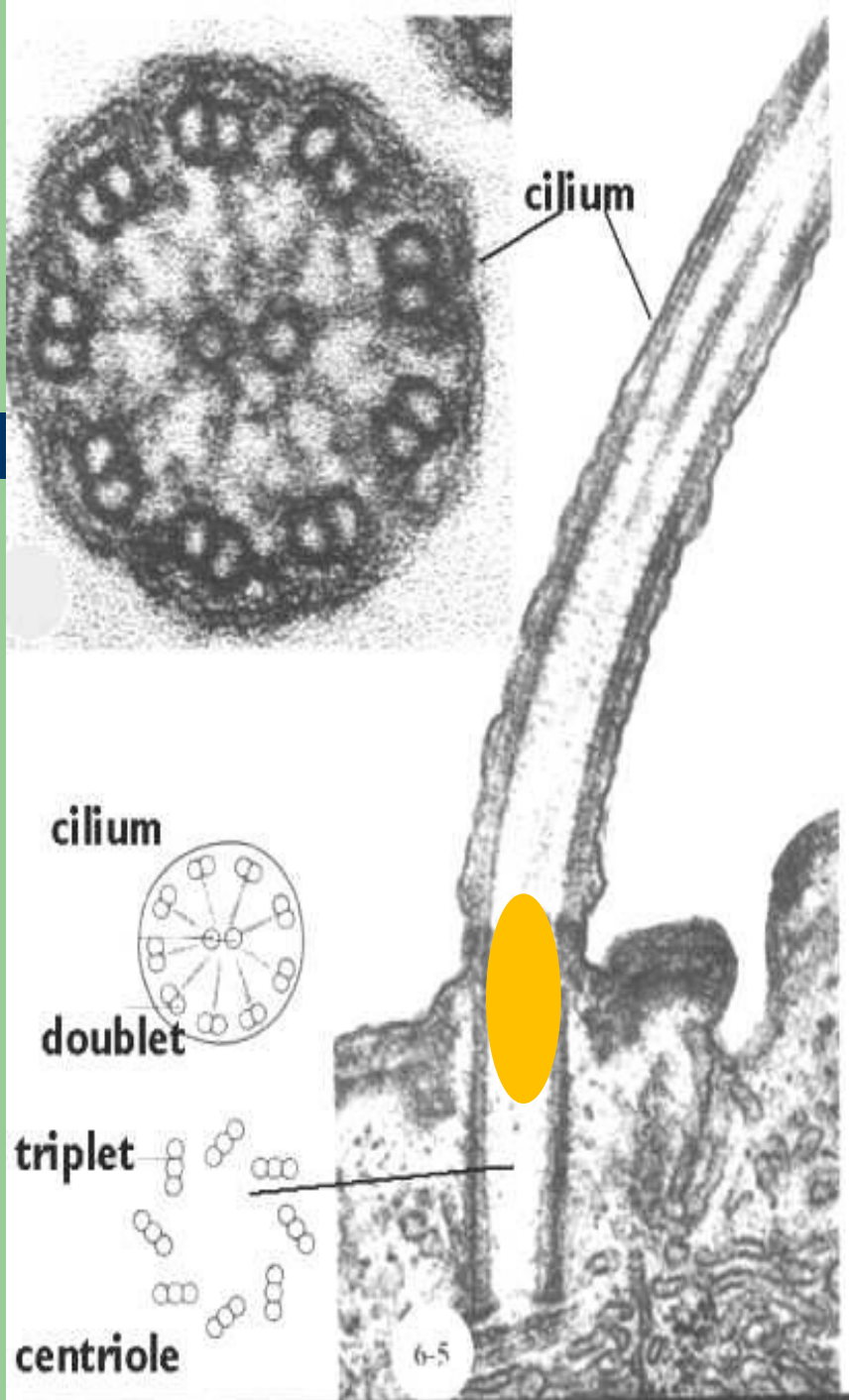
(b) 0.1 μm



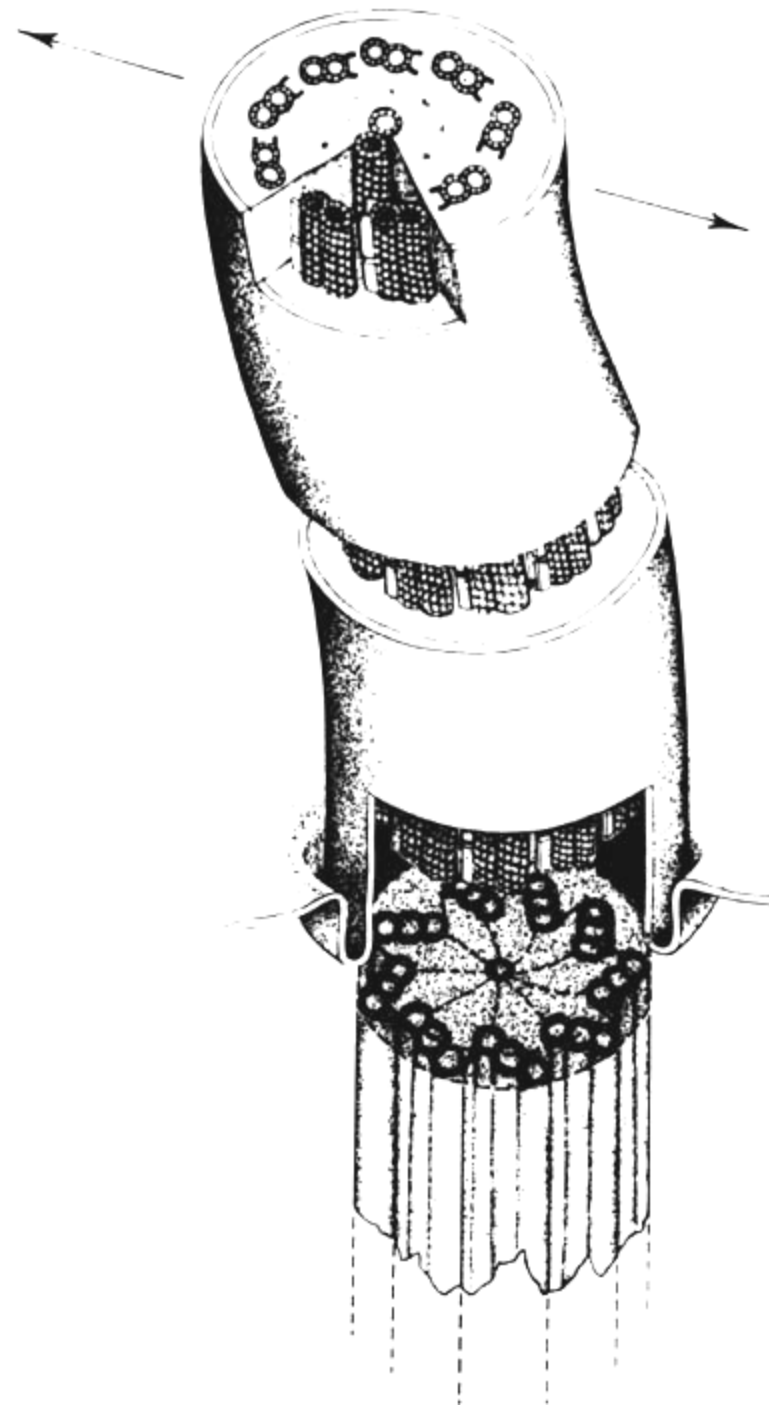
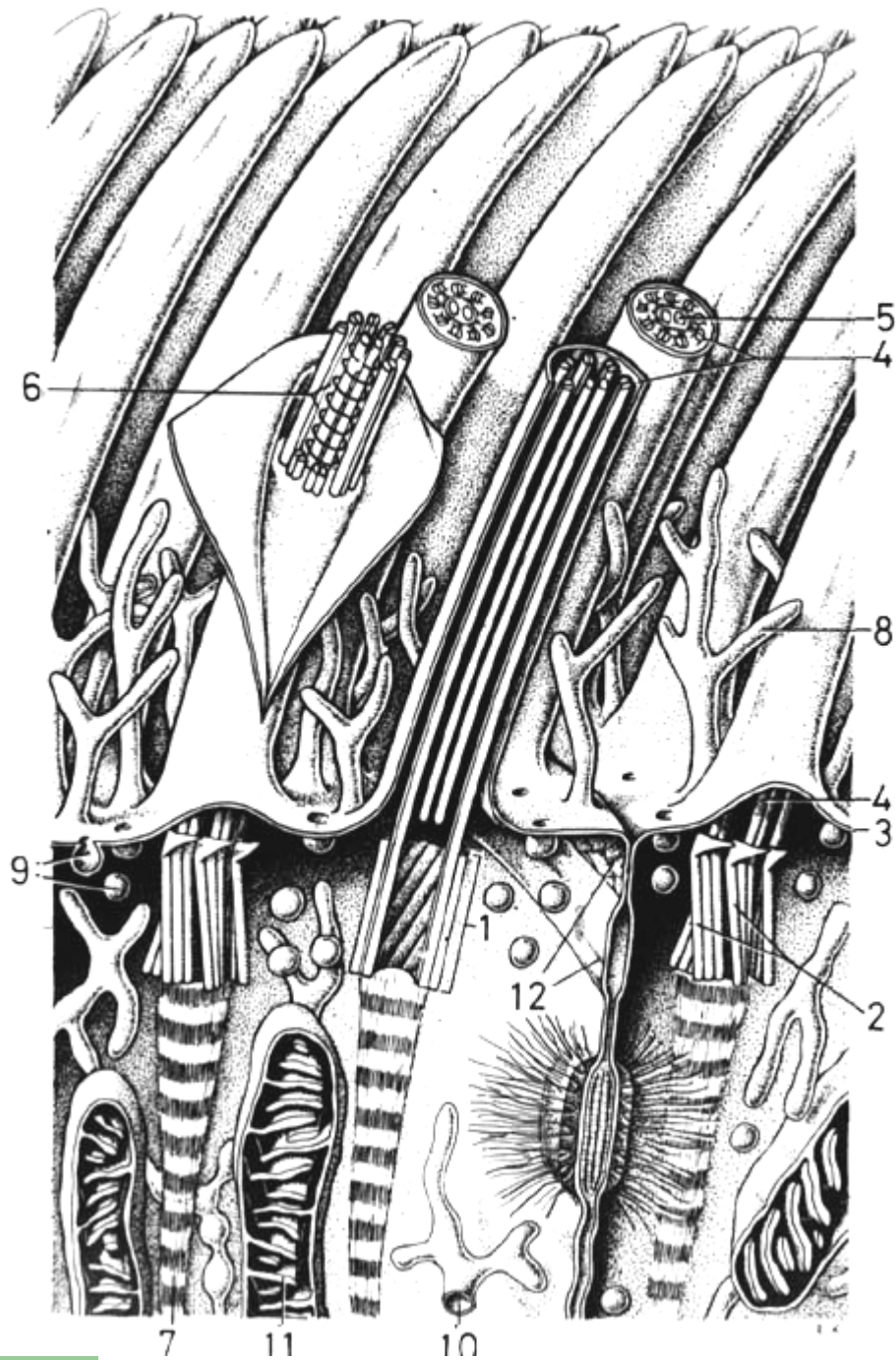
(c) 0.1 μm

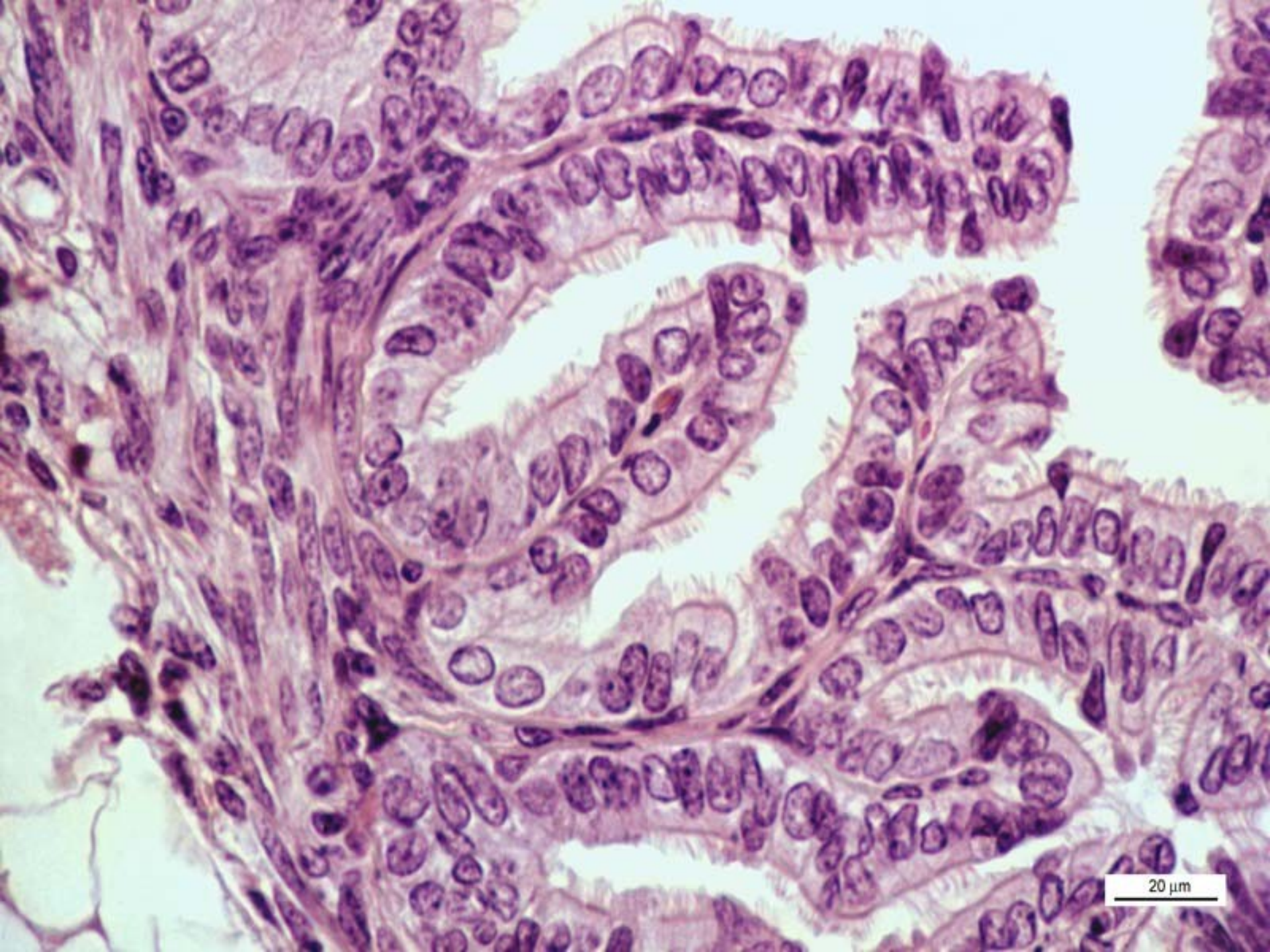


Řasinky, bičíky

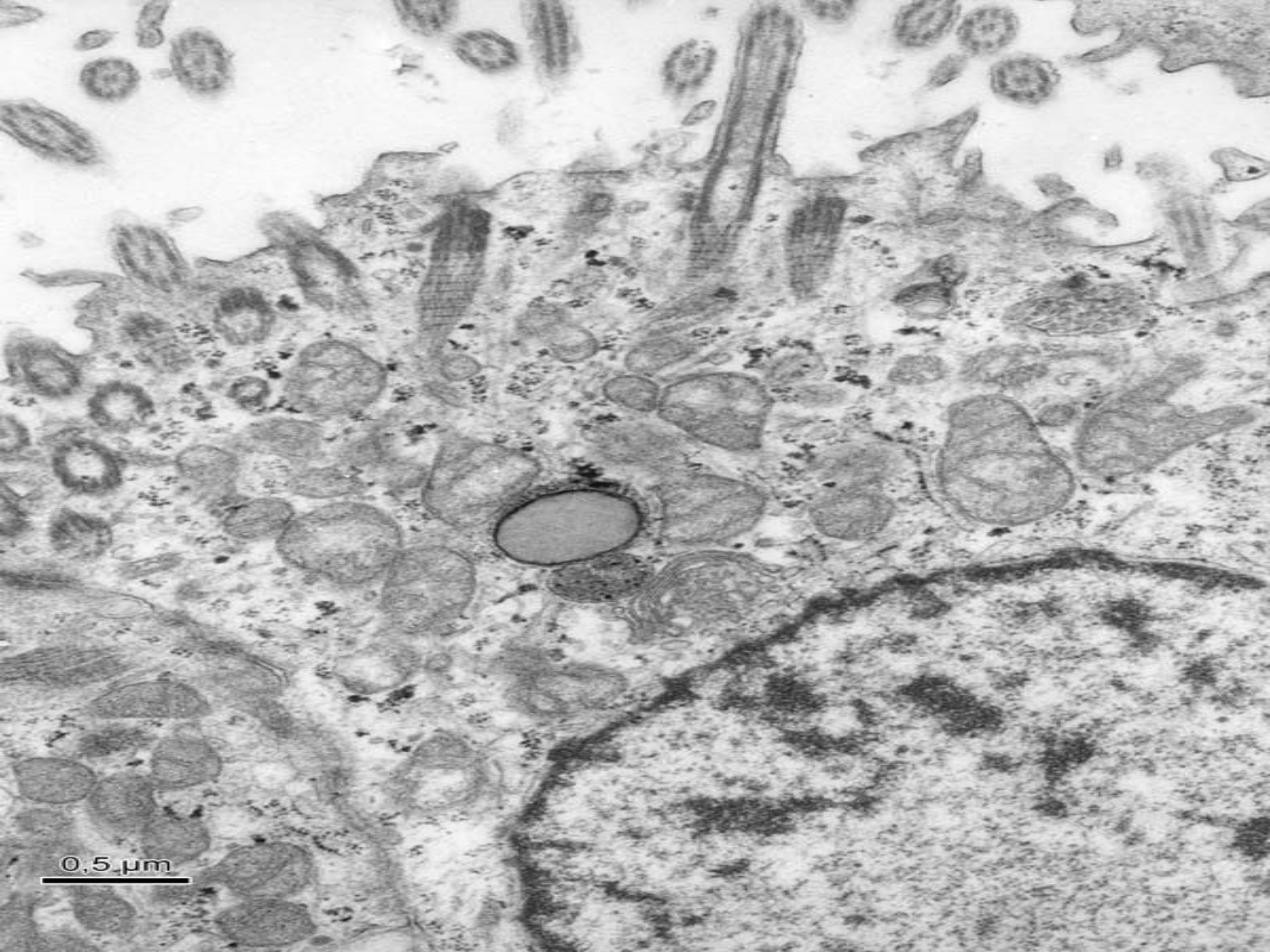


- Pohyblivé výběžky cytoplazmy vyztužené **mikrotubuly**:
9 dubletů + 1 centrální pár = **AXONEMA**
- **Bazální tělísko** = centriol
- Žíhaná nožka



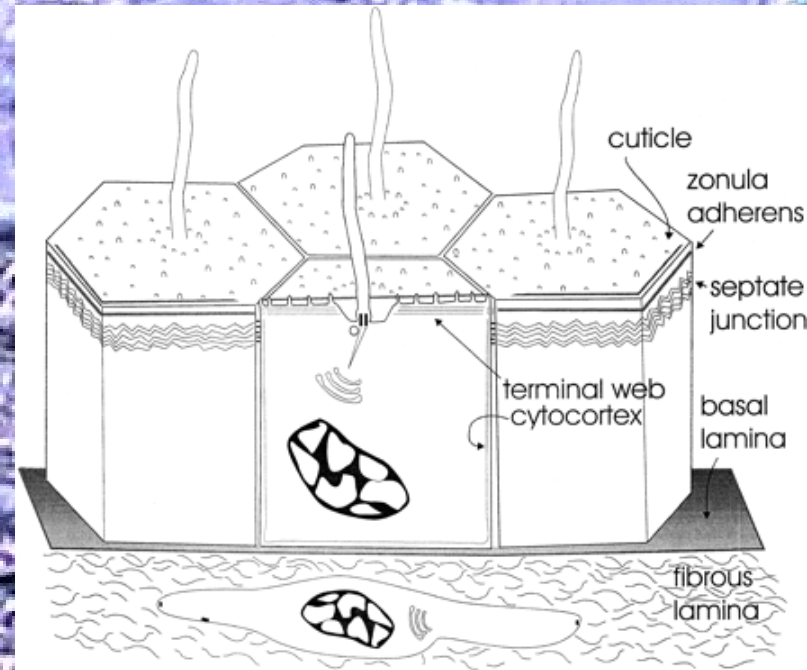
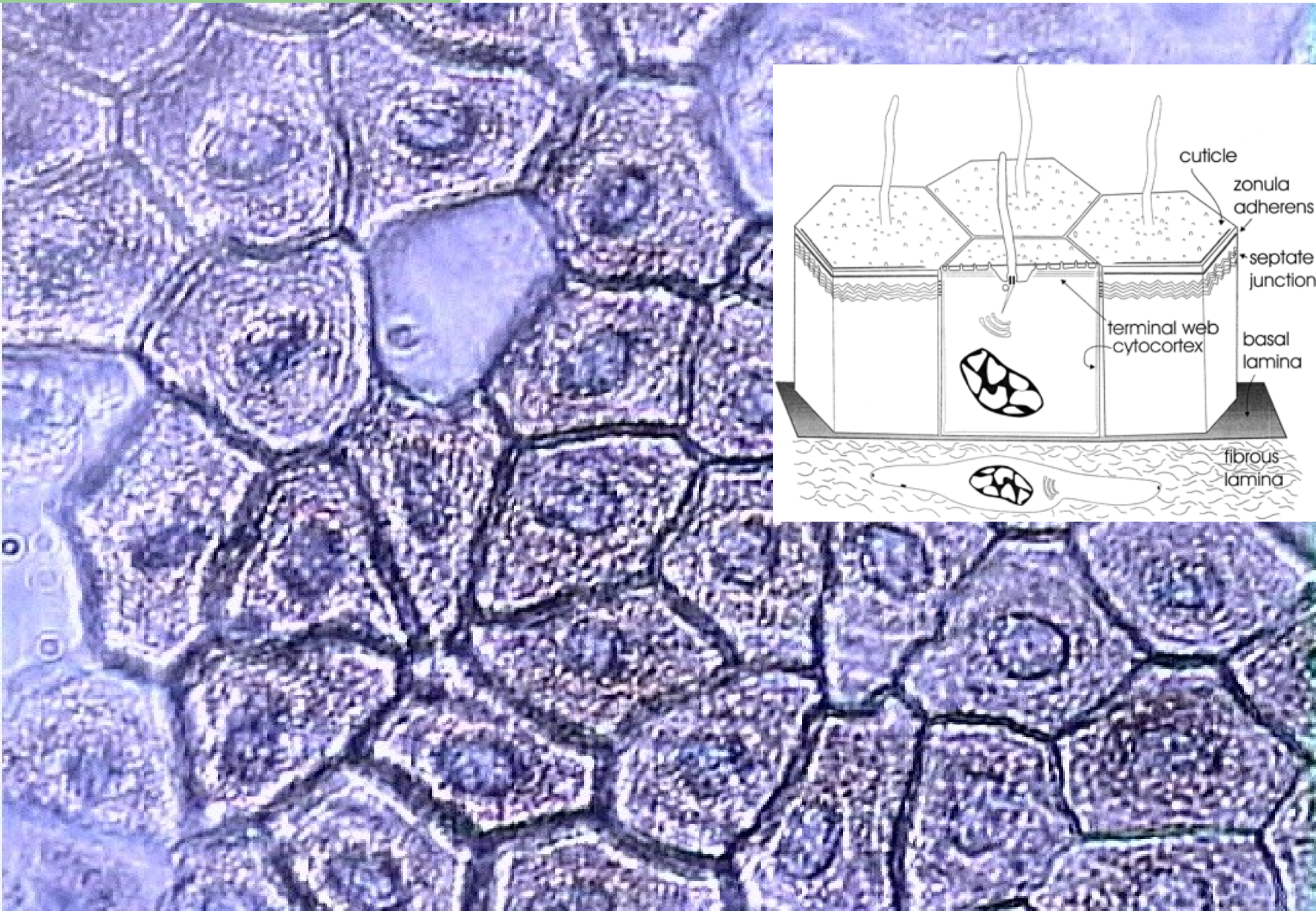


20 μ m

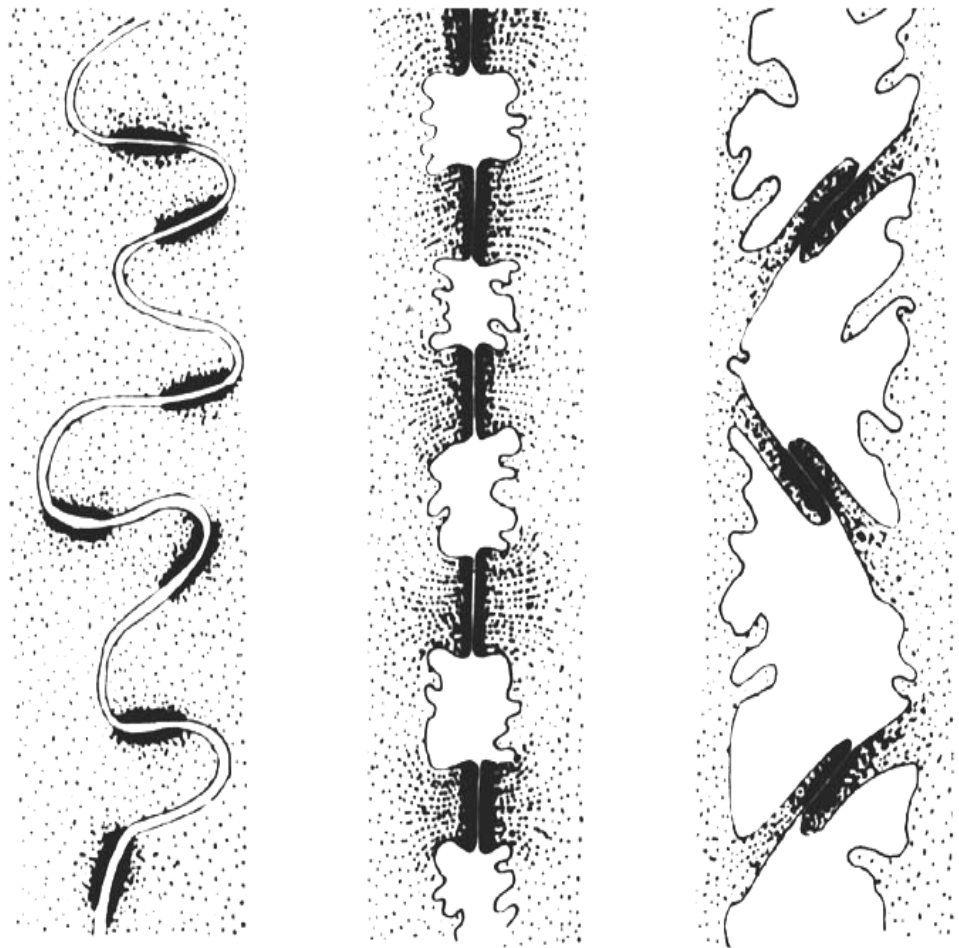


0.5 μm

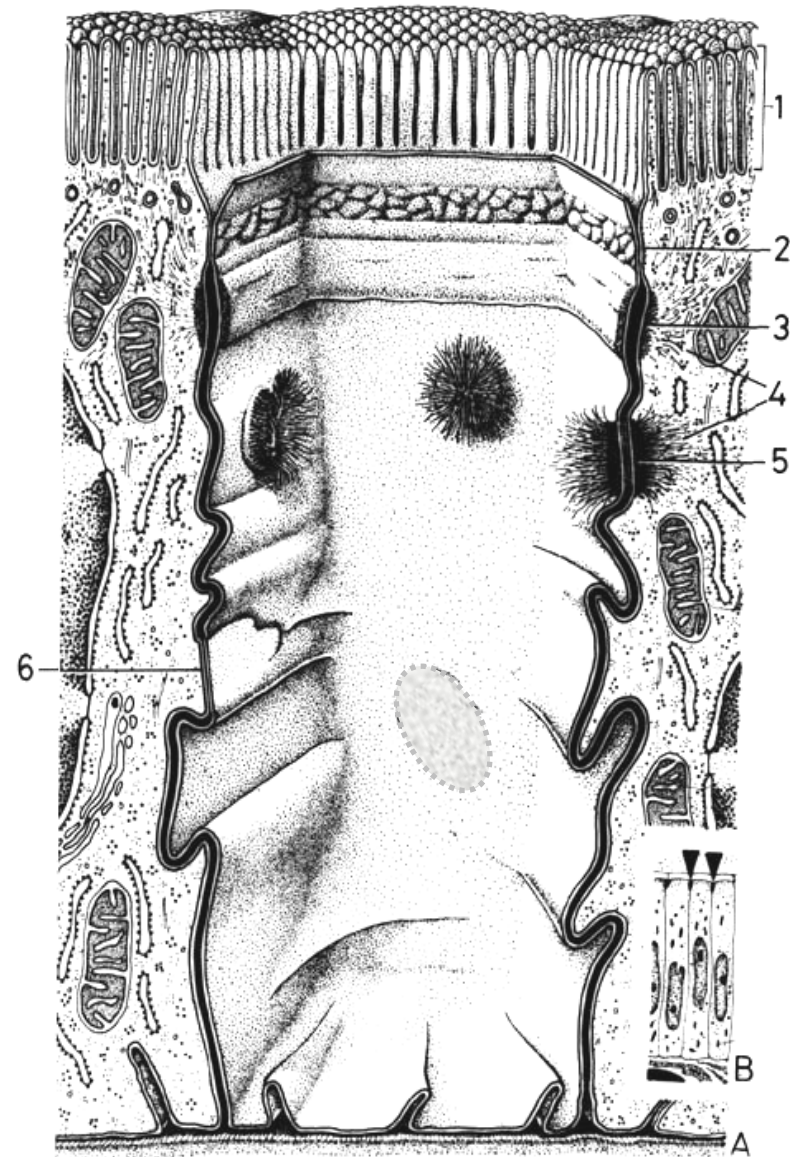
Mezibuněčná spojení



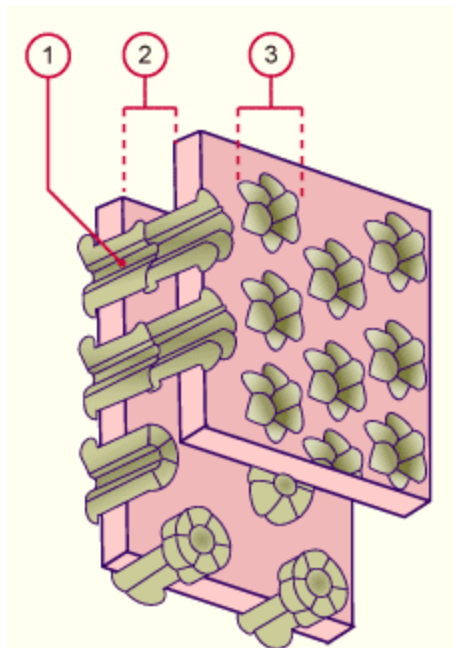
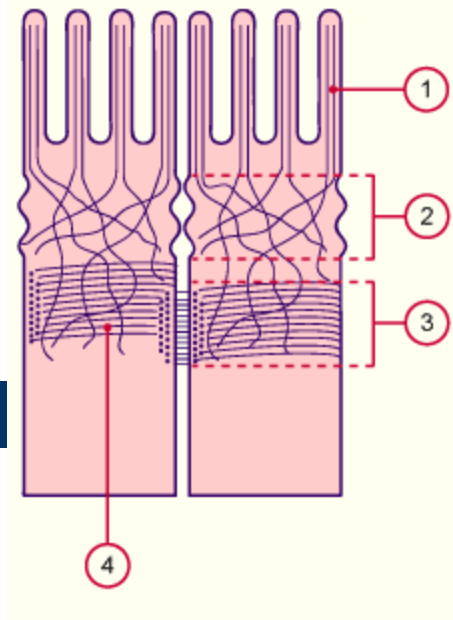
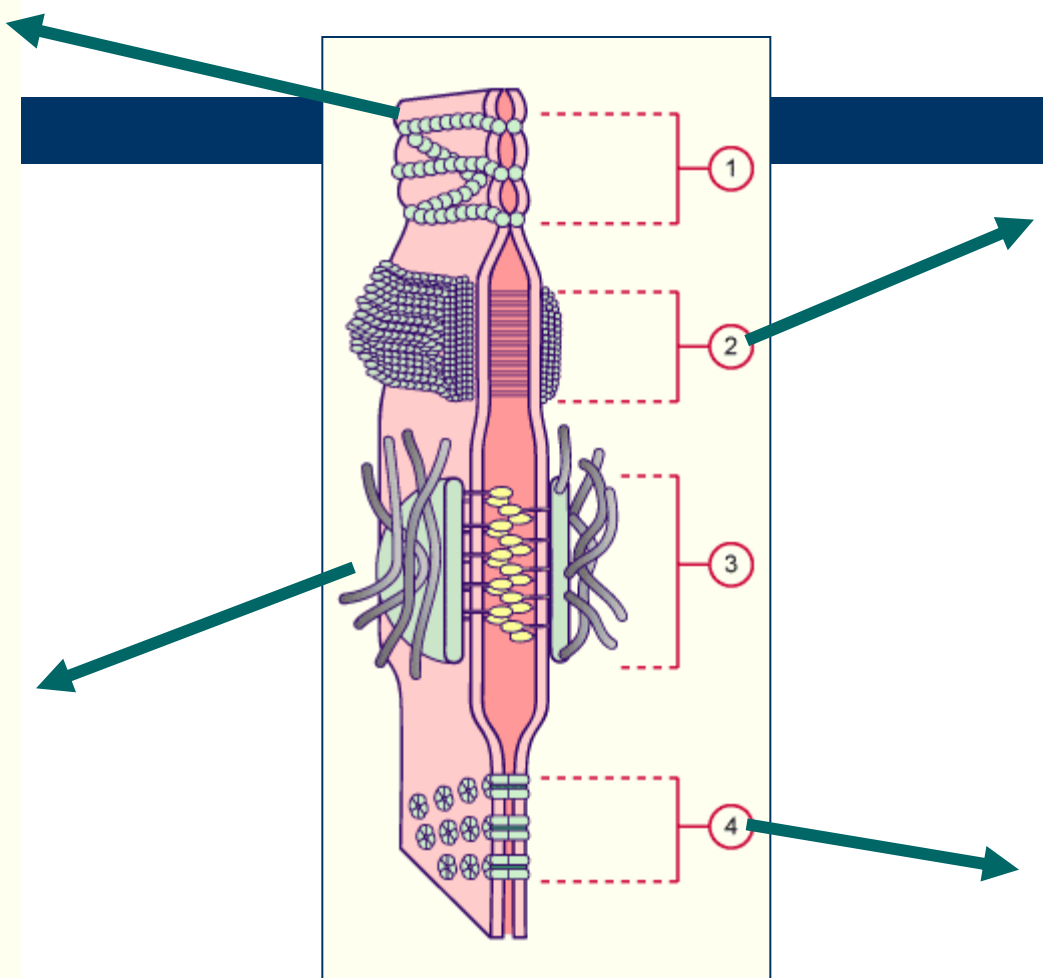
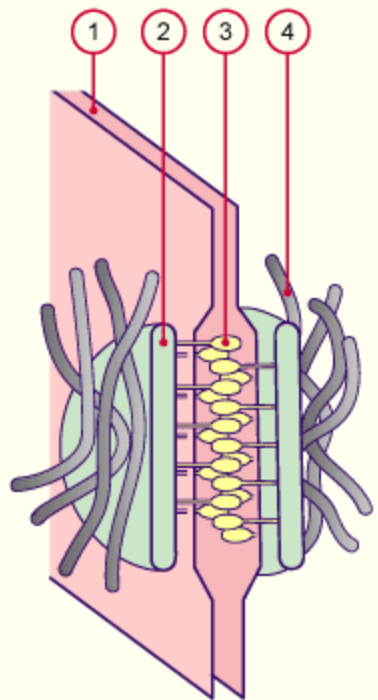
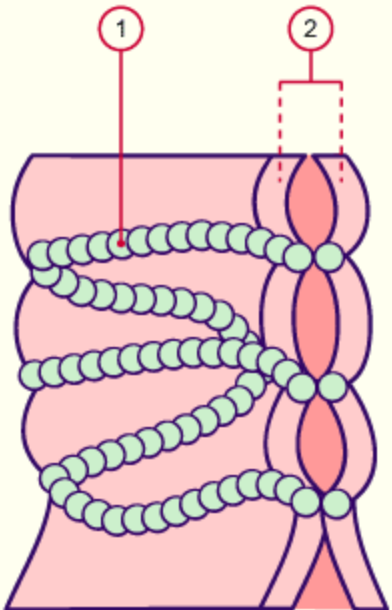
Laterální povrchy, intercelulární štěrbina (20 nm); zonulae a maculae



Šířka a tvar intercelulární štěrbiny

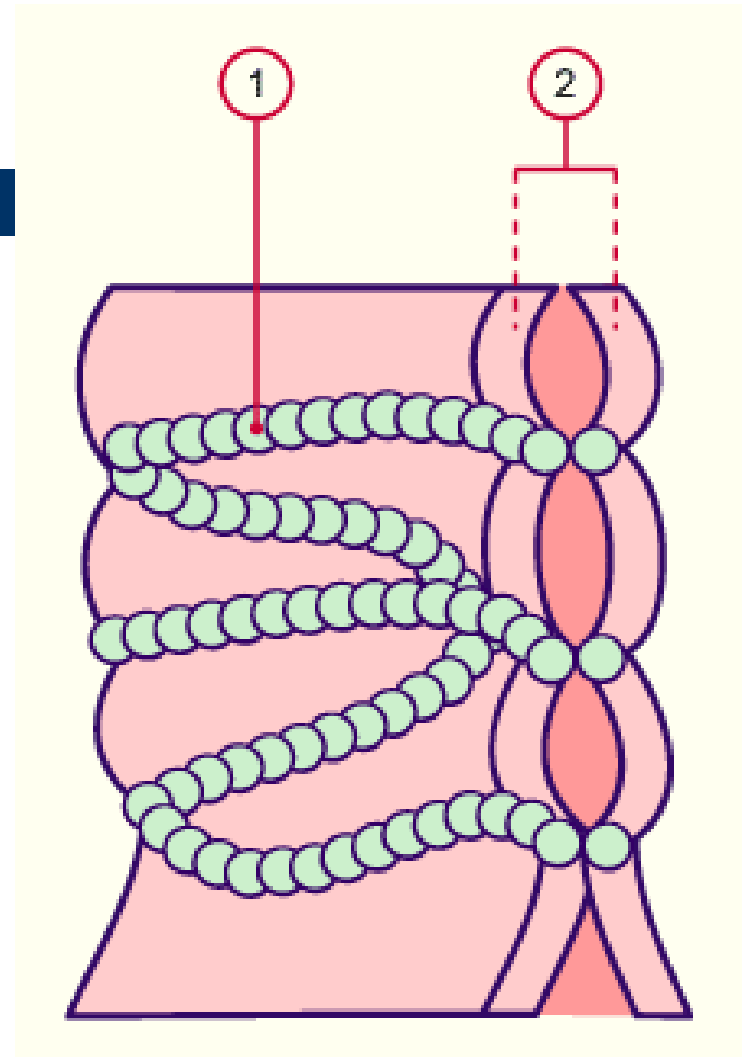


1. ZO, 2. ZA, 3. MA, 4. N



Zonula occludens

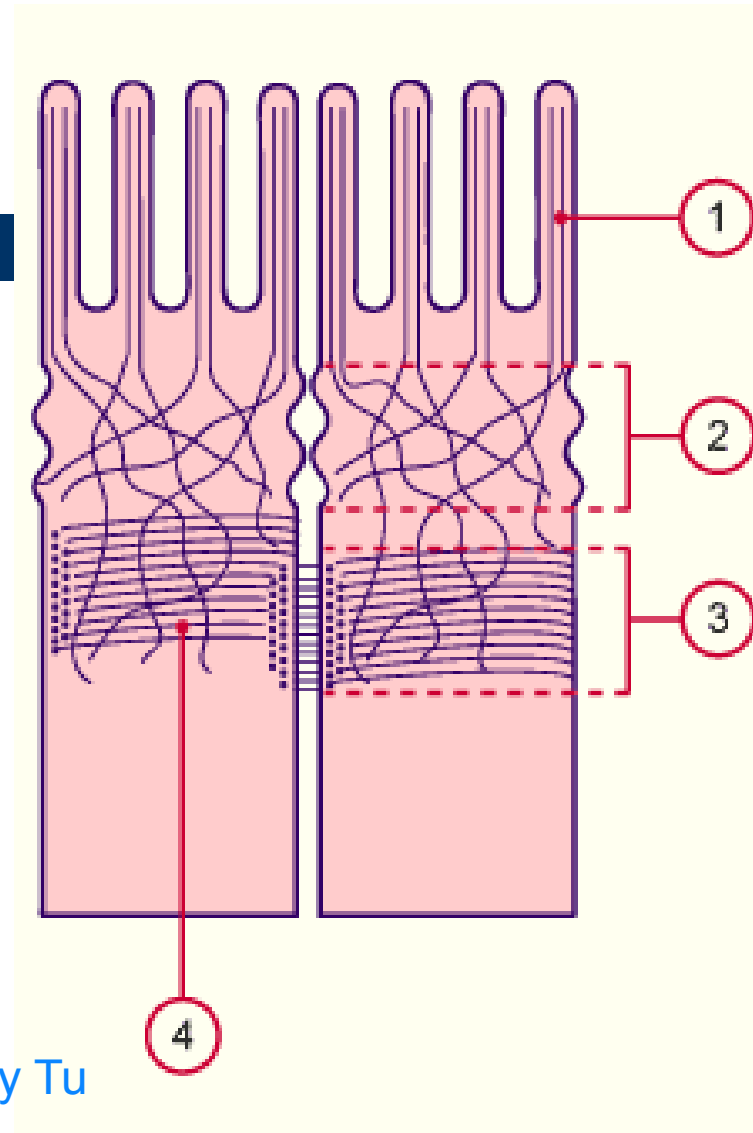
- Těsné pásovité spojení blízko apexu buňky
- Plazmalema sousedních buněk místy splývá (společné integrální proteiny – *klaudiny*, *okludiny*)
- Funkce: utěsnění intercelulární štěrbin



Defekt – porucha funkce hemoencefalické bariery (endotel – glie)
u plodu – neurol. poruchy

Zonula adherens

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

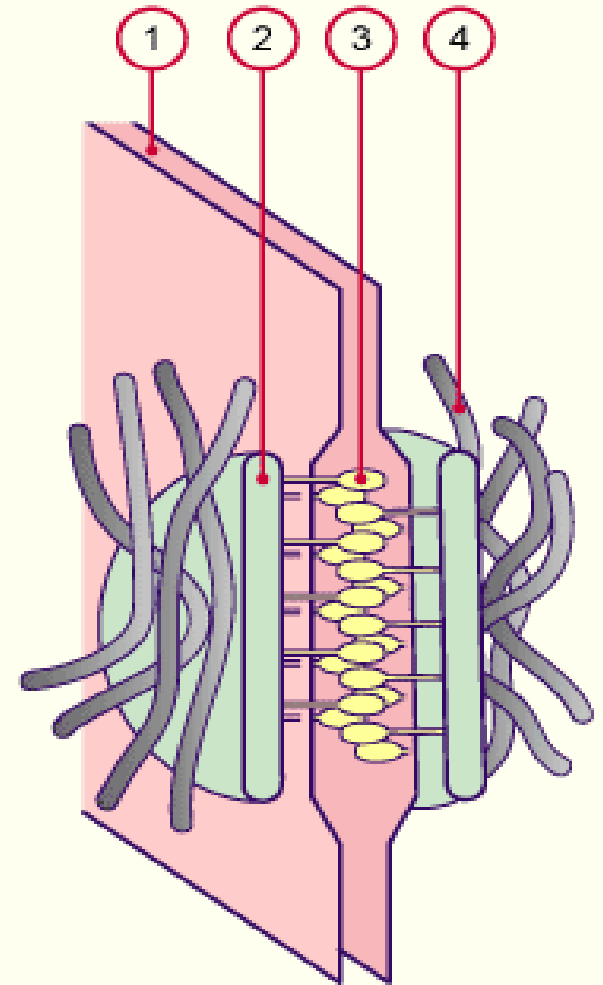


Defekt – šíření Tu buněk a zvýšení malignity Tu

Dezmosom (macula adherens)

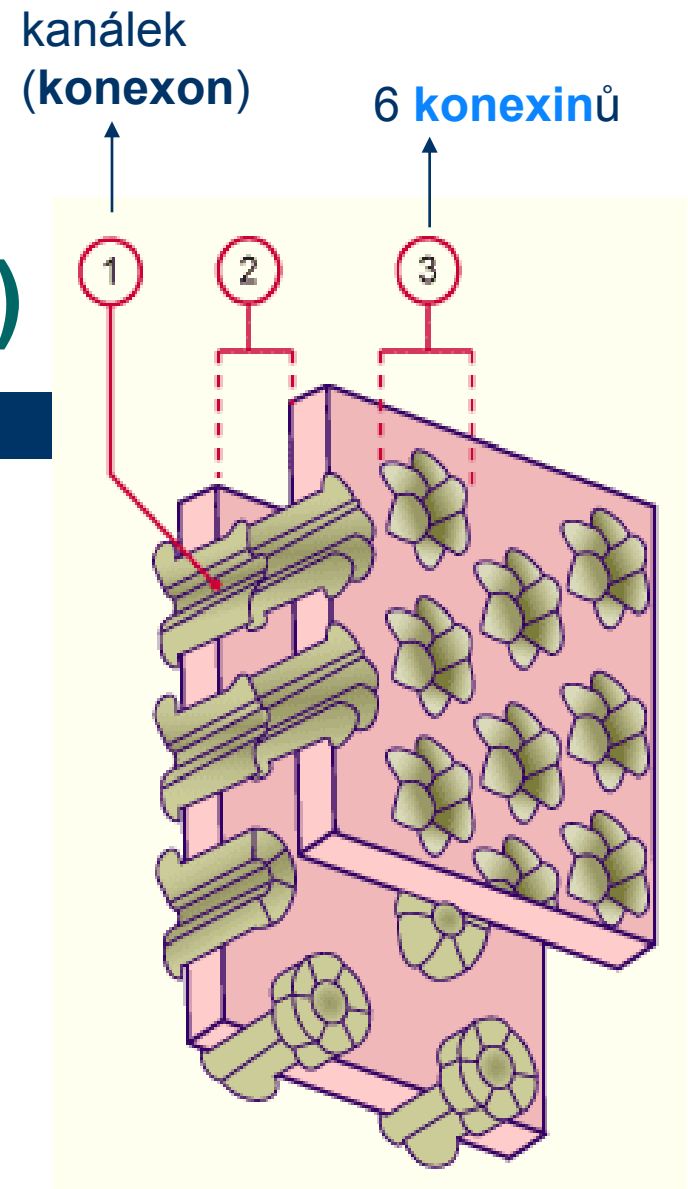
- Diskovitý spoj ($\text{Ø } 0,3\text{-}0,5 \text{ }\mu\text{m}$)
- Intercel. štěrbina – 40 nm;
el.denzní materiál, *desmoglein(3)*
tonofilamenta (cytokeratin, (4) $\text{Ø } 8\text{-}10 \text{ nm}$), a desmoplakin (2) v
el.denzní ploténce
- Funkce - adheze

Defekt – porucha adheze kožních buněk,

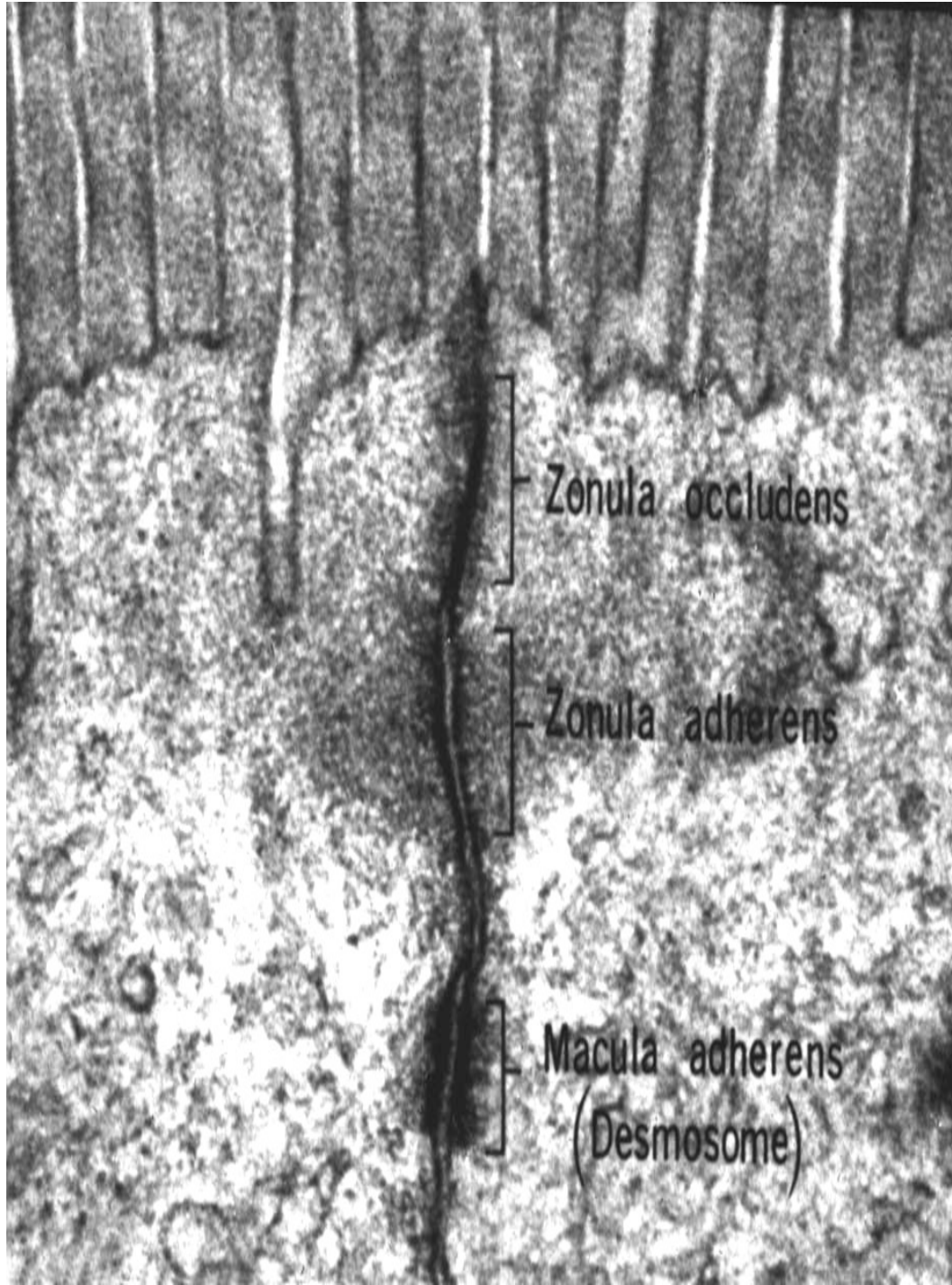
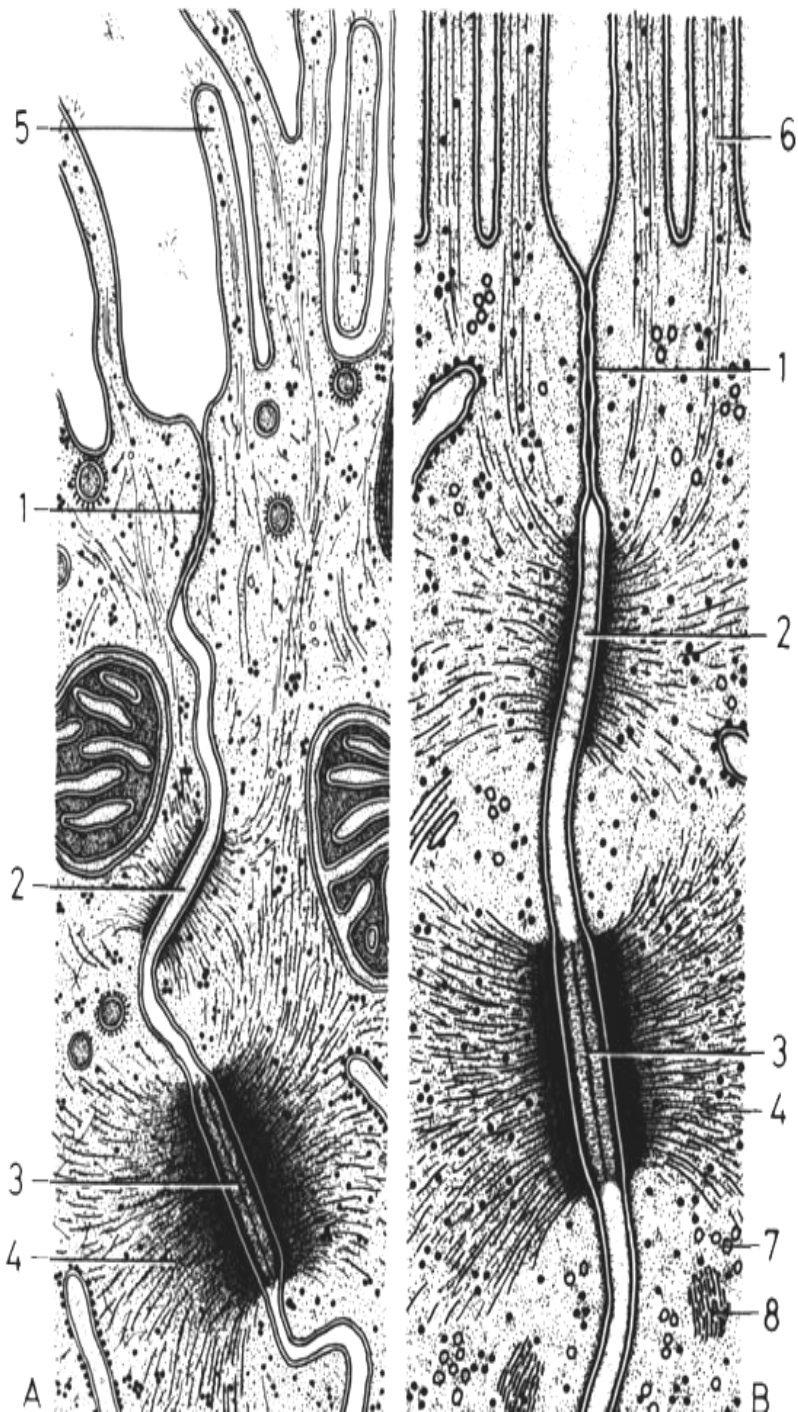


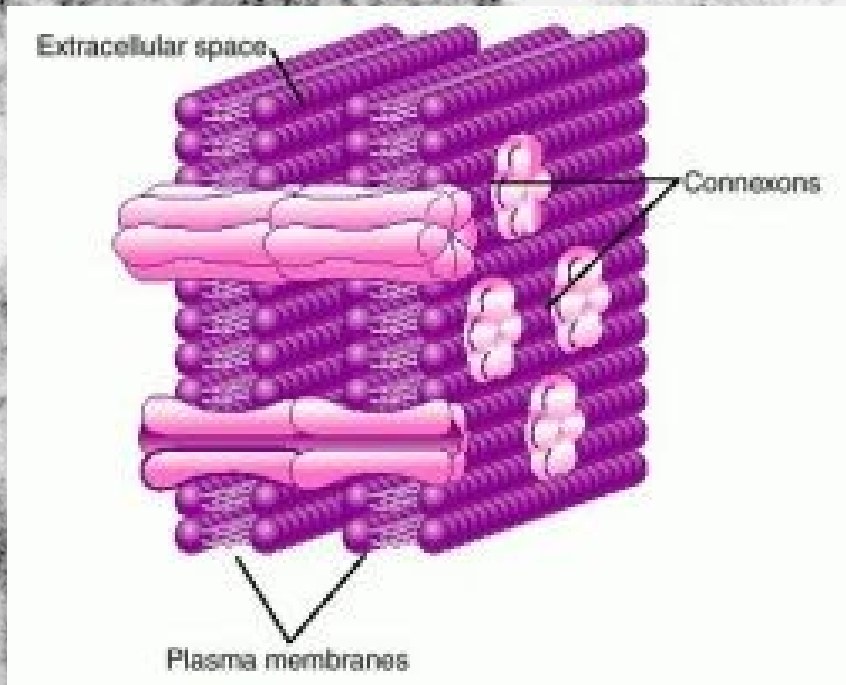
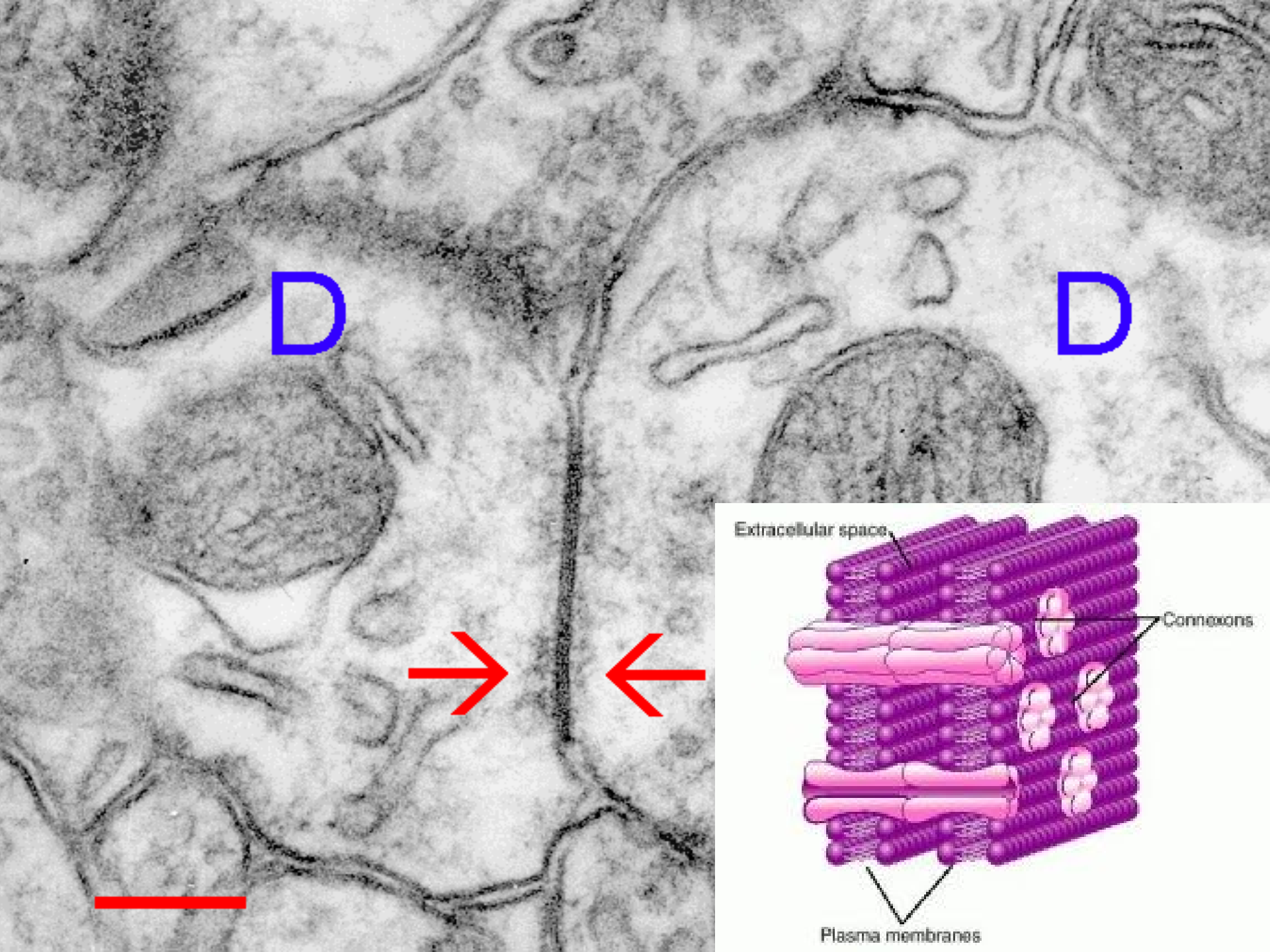
Nexus (gap junction)

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



Defekt – periferní neuropatie, hluchota





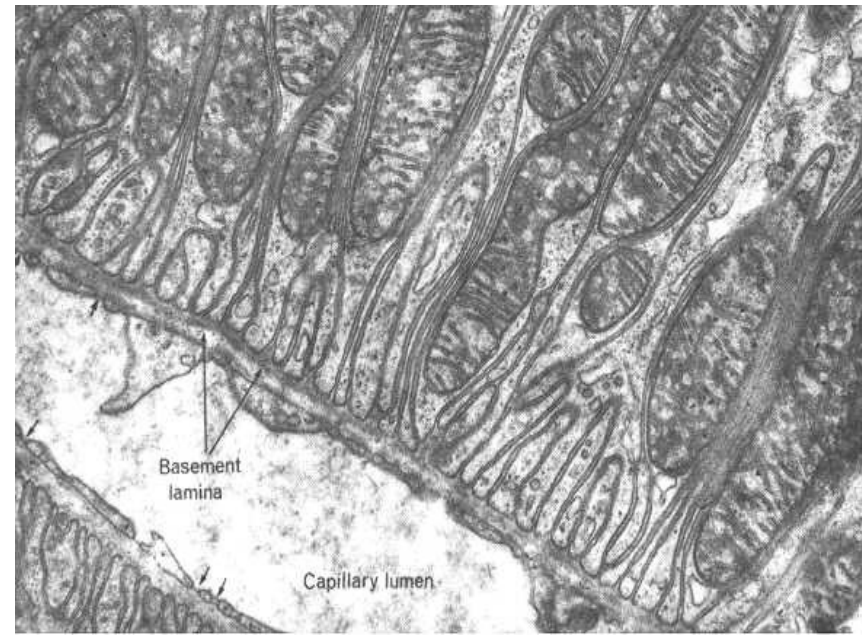
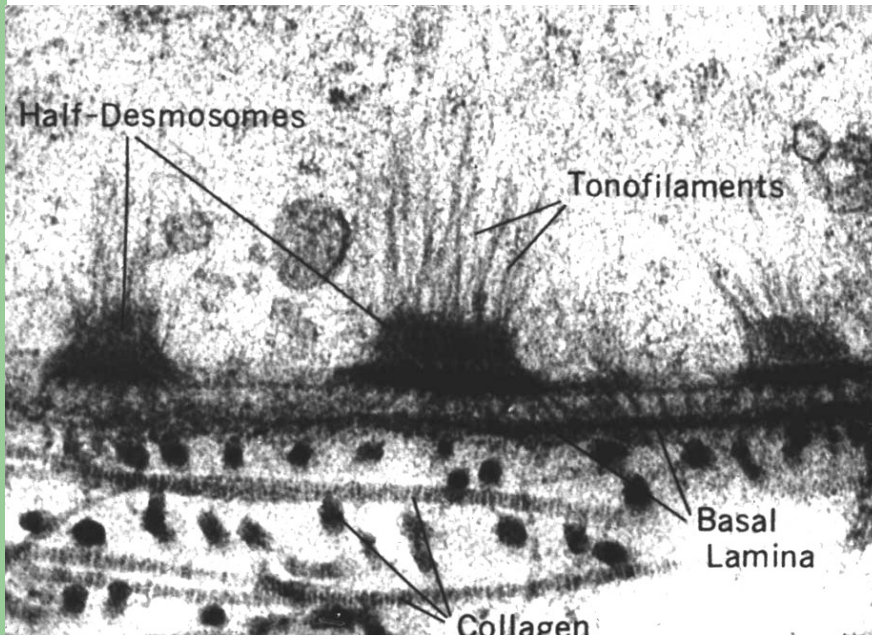
Mezibuněčná spojení - speciality

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

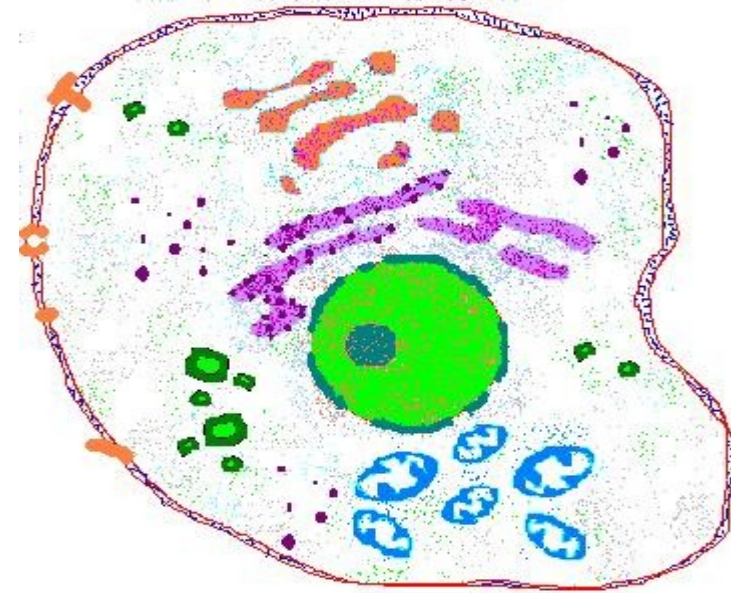


Bazální povrch

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



Buňka: životní projevy



Rozmnožování

Růst

Příjem látek

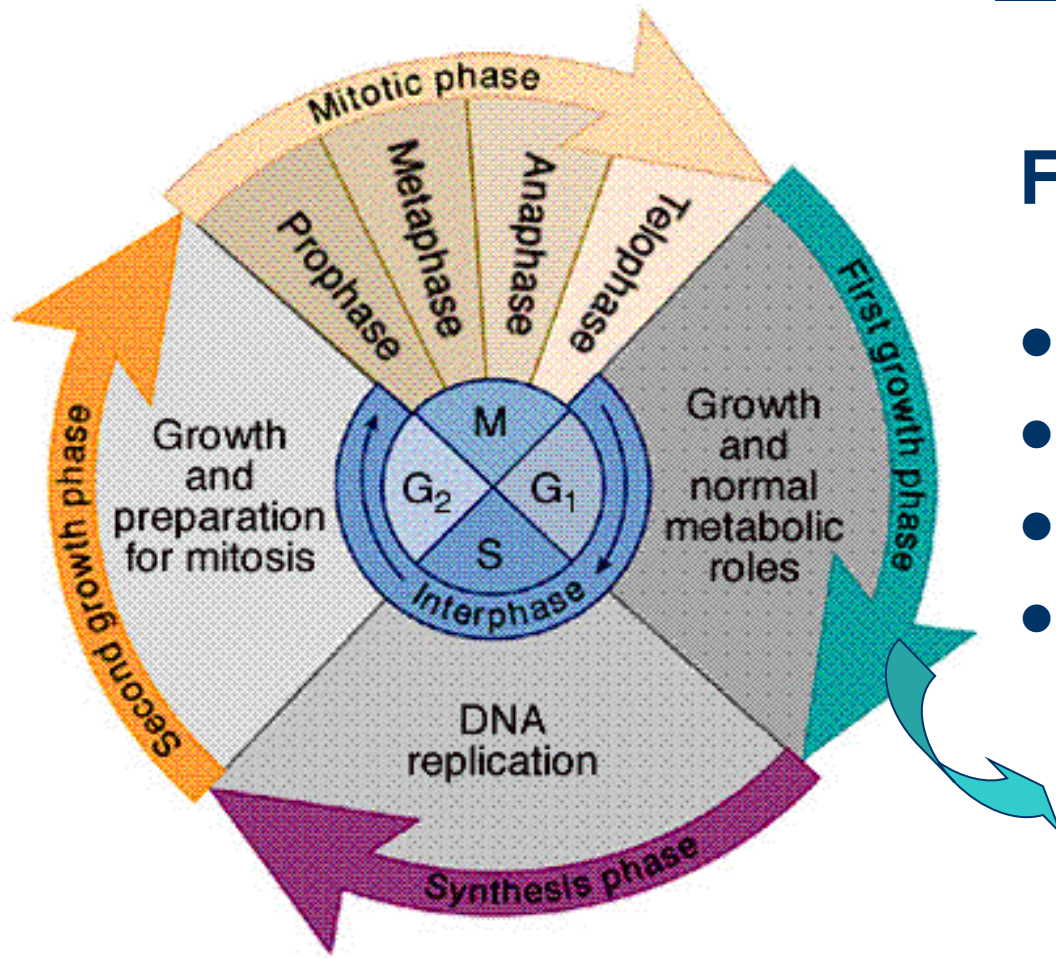
Výdej látek

Pohyb

Smrt

Buněčný cyklus

sled dějů v buňce mezi 2 mitózami za vzniku 2 dceřinných buněk (vč. mitózy)



Fáze buněčného cyklu

- G₁ (postmitotická), K1
- S (syntetická - DNA),
- G₂ (premitotická), K2
- M (mitóza) K3

G₀

- **G₁ – fáze:** postmitotický růst buňky; intenzivní tvorba nových organel – syntéza strukturních a regulačních proteinů, enzymů;
- [chromosom = 1 chromatida]
(*délka fáze závisí na typu buňky až 11 hod.*)
- **S – fáze:** replikace DNA v jádře ⇨ [chromosom = 2 chromatidy], replikace centriolů; (*asi 8 hod.*)
- **G₂ – fáze:** postsyntetické zmnožení organel , syntéza tubulinu, duplikace centrosomu; (*3-4 hod.*)
- **M – fáze:** (mitóza) (*1 hod.*)
- **G₀ – fáze = zastavený cyklus u specializovaných buněk** (*neurony, svalové buňky*)

MITÓZA (1), MEIOSA (2)

1. mechanismus, který zajišťuje genetickou identitu somatických buněk
2. zajišťuje rozdělení diploidních gametogonií (prekurzory zárod. buněk) na haploidní gamety a diverzitu jedinců

Mitóza

1) Profáze

2 centrosomy migrují k pólům buňky - dělicí vřeténko;
kondenzace a spiralizace chromosomů,
rozpad jaderného obalu a jadérek;

2) Metafáze

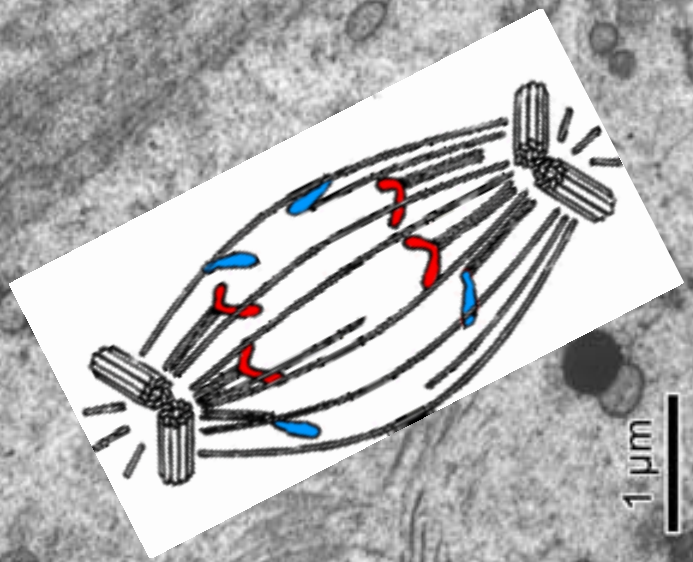
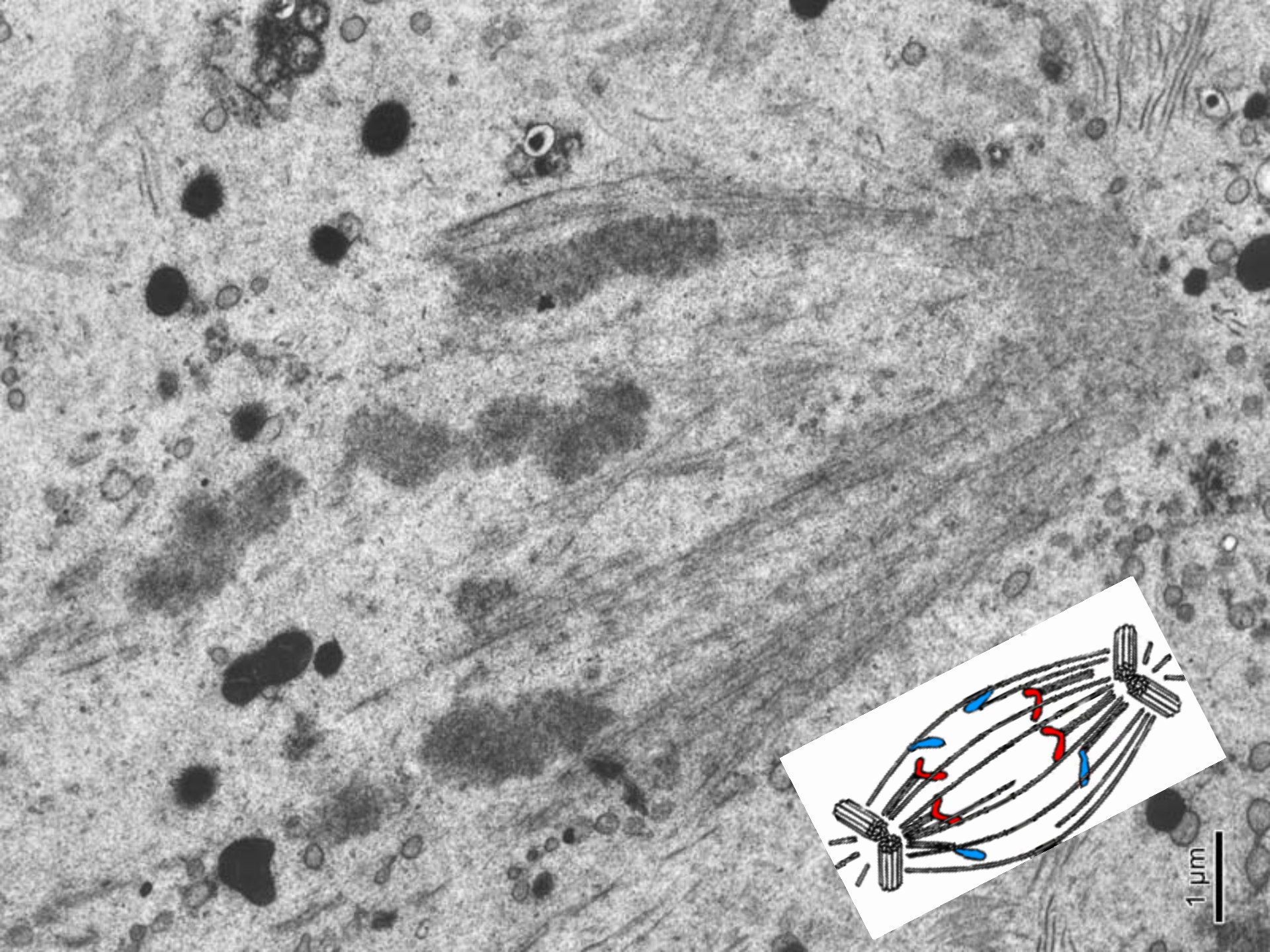
chromosomy – v ekvatoriální rovině (monaster),
dělicí vřeténko – se připojí na kinetochory chromosomů;

3) Anafáze

oddělení sesterských chromatid,
zkracováním dělicího vřeténka - rozestup chromosomů
k pólům buňky (diaster);

4) Telofáze

dekondenzace a despiralizace chromosomů,
rekonstrukce jaderného obalu, zahájení cytokineze.

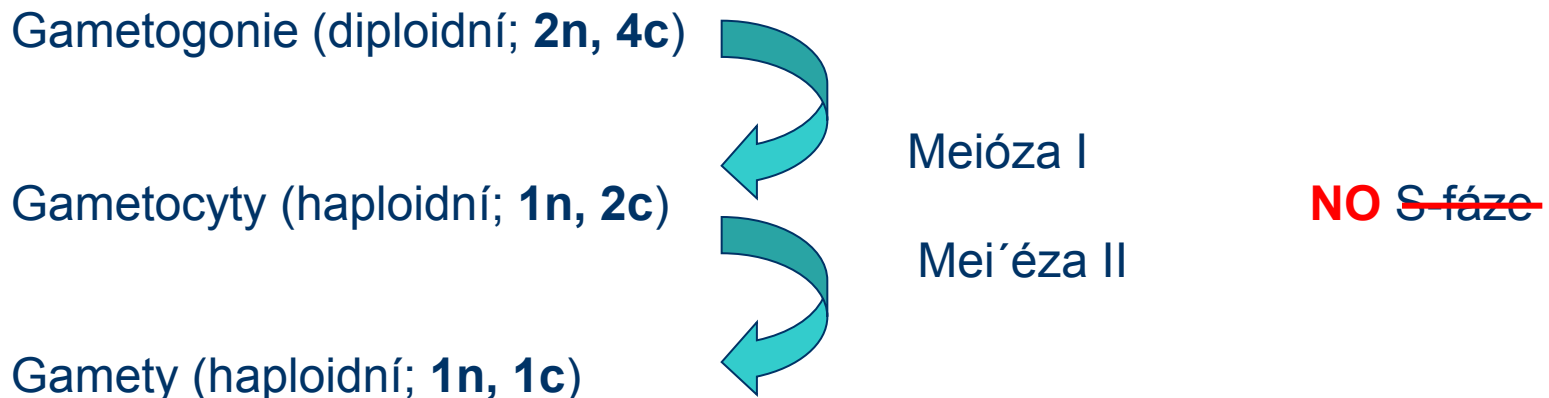


1 μm

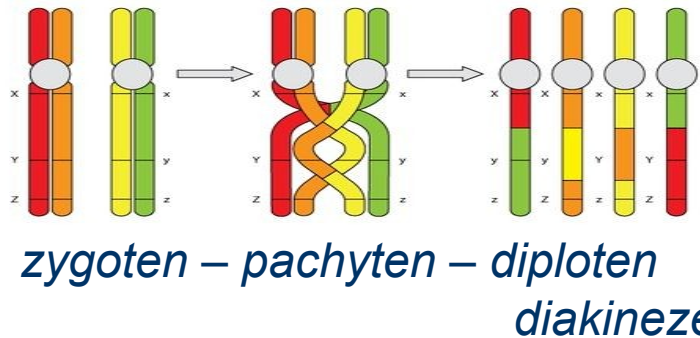
MEIÓZA

redukce a rekombinace genetického materiálu

- Zajišťuje rozdělení diploidních gametogonií (prekurzory zárod. buněk) na haploidní gamety.



*Pozn.: n = počet chromosomů (2n – diploidní, 1n – haploidní),
c = množství DNA*



Meióza

1. Meiotické dělení – dlouhá profáze I:

Leptoten – kondenzace chromosomů

Zygoten – párování homologních chromosomů – bivalenty, synaptolemální komplexy (sk)

Pachyten – chromatidy = tetrády, **crossing-over**

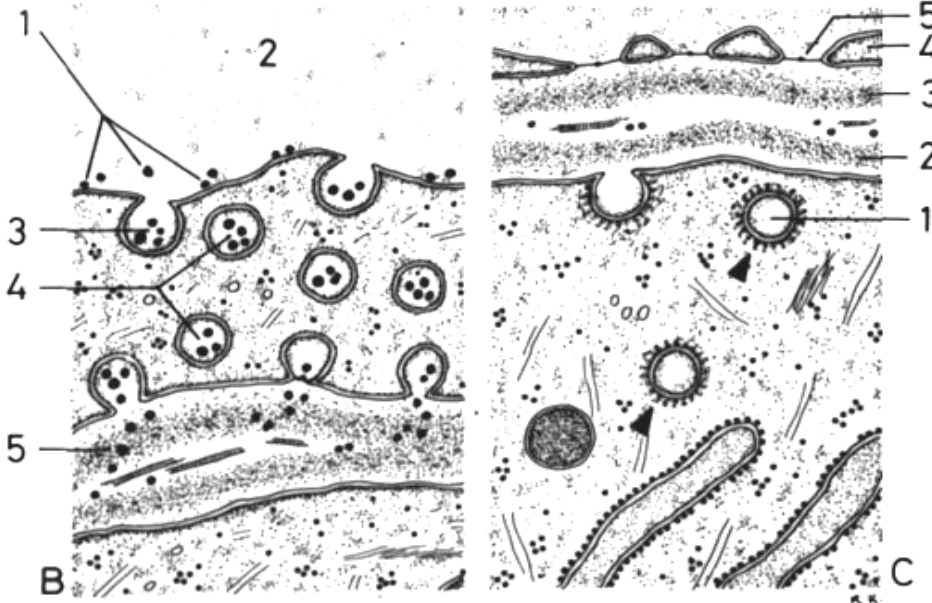
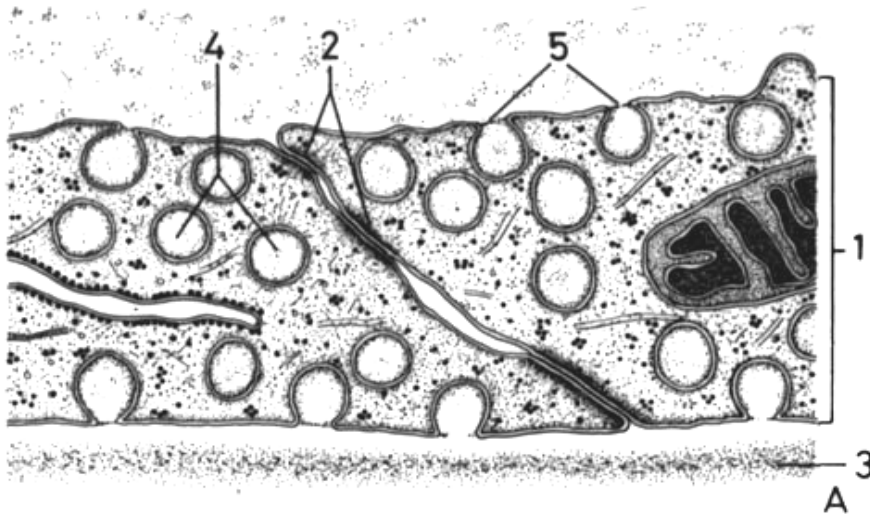
Diploten – zánik (sk) a rozestup tetrád, chiasmata – místa, kde došlo k rekombinacím (crossing-over)

Diakineze – zánik chiasmat, rozpad jaderného obalu, profáze končí, následuje **metafáze I, anafáze I, telofáze I**

2. Meiotické dělení – podobá se mitóze

(pro II, met II, ana II, telo II)

Transport látek v buňce



Endocytóza → fagocytóza
→ pinocytóza

*nespecif.
pinoctárními
váčky*

*specif.
„coated
vesicles“*

Exocytóza – sekrece
kontinuální a regulovaná

Srovnání mitózy a meiózy

- Mitóza

- vznik diploidní buňky
- dceřinné bb. jsou identické s mateřskou
- 1 mateřská b.



2 dceřinné bb.

- Meióza

- vznik haploidní buňky
- crossing-over
- 1 b. (gametogonie)

spermatogonie



4 spermie
(2X, 2Y)

oogonie



1 oocyt +
2-3 pólová tělíska

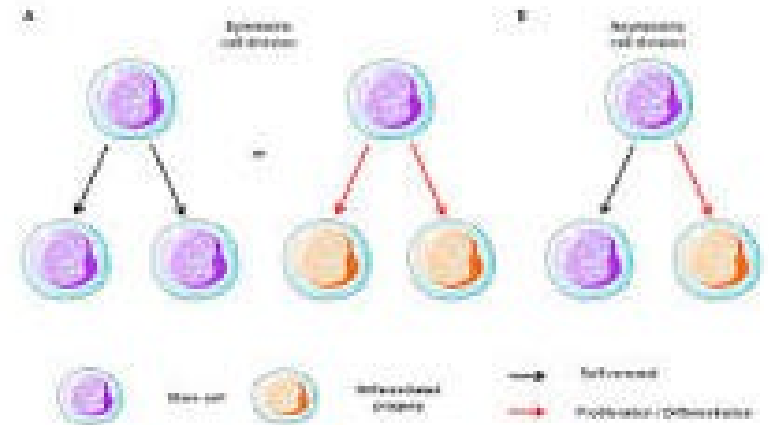
Růst buňky

- v G1 (hned po S fázi) a G2 fázi
- selfrenewal (sebeobnova

vývoj krve

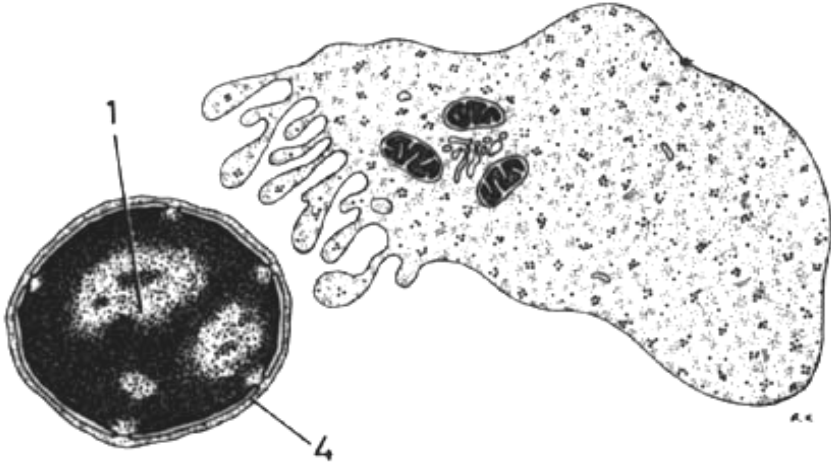
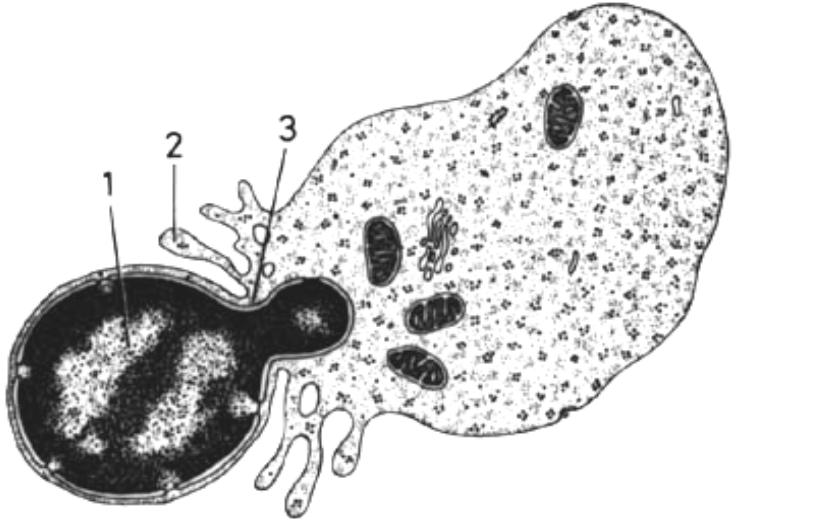
vývoj gamet

Růst buňky



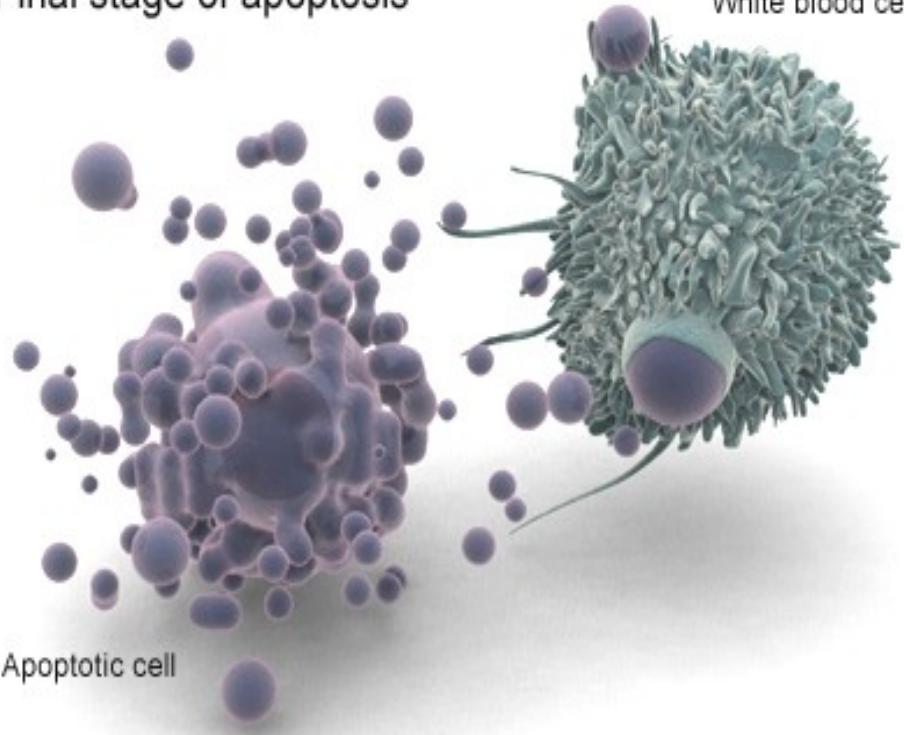
- Růstové faktory – aktivují geny odpovědné za zahájení buněčného cyklu
- Zvětšení orgánu: hyperplazie (počet buněk \uparrow)
hypertrofie (velikost buněk \uparrow)
- Zmenšení orgánu: atrofie

fagocytóza



Final stage of apoptosis

White blood cell



Apoptotic cell

Buněčná smrt

- **Nekróza**
 - ruptura buněčné membrány; uvolnění Ly enzymů,
 - zánět v okolí (+ leukocyty).
- **Apoptóza** – „programovaná smrt buňky“
 - kondenzace chromatinu, fragmentace cytoplazmy, malá apoptotická tělíška s membránou - likvidace makrofágy aj. (fagocytóza),
 - bez zánětlivé reakce.

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a light green vertical bar and a dark blue horizontal bar with rounded ends.

Děkuji za pozornost

Cell cycle

- G1 Phase: Cell growth - cells do most of their growing during the G1 phase. In this phase, cells increase in size and synthesize new proteins and organelles. The G in G1 and G2 stands for "gap" but the G1 and G2 phases are actually periods of intense growth and activity.
-
- S Phase: DNA replication - The G1 phase is followed by the S phase. The S stands for "synthesis" During the S phase, new DNA is synthesized when the chromosomes are replicated. The cell at the end of the S phase contains twice as much DNA as it did in the beginning.
-
- G2 Phase: Preparing for cell division - the shortest of the three phases of interphase, organelles and molecules required for cell division are produced.
-
- M phase - Cell division. In eukaryotes, cell division occurs in two stages: mitosis and cytokinesis.

G2-M Transition

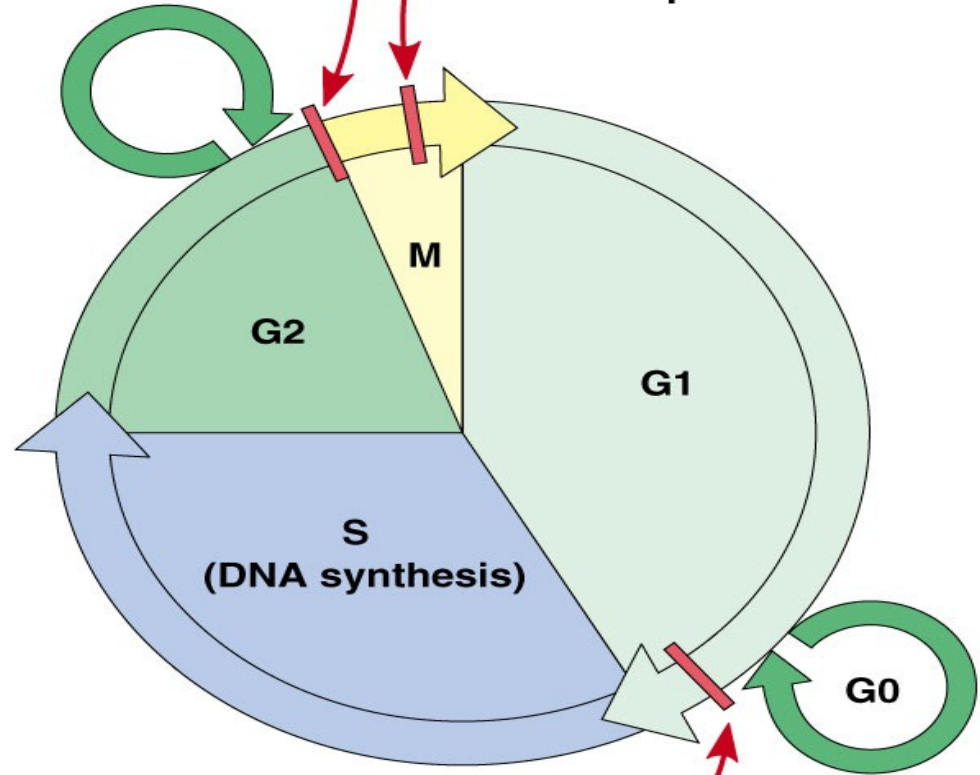
Influenced by:

- Cell size
- DNA damage
- DNA replication

Metaphase-Anaphase Transition

Influenced by:

- Chromosome attachments to spindle



Restriction Point (Start)

Influenced by:

- Growth factors
- Nutrients
- Cell size
- DNA damage

Mitosis

- Prophase - chromatin condenses into chromosomes. The nuclear membrane breaks down.
- Metaphase - The chromosomes line up across the center of the cell. Each chromosome is connected to spindle fibers at the centromere.
- Anaphase - The sister chromatids separate into individual chromosomes and are moved apart.
- Telophase - The chromosomes gather at opposite ends of the cell and lose their distinct shapes. Two new nuclear envelopes will form.
- Cytokinesis - The cytoplasm pinches in half. Each daughter cell has an identical set of duplicate chromosomes.

Mitosis - What happens during the four phases of mitosis?

