

Stavba lidského těla

organismus



orgány



tkáně



buňky

Buněčná teorie

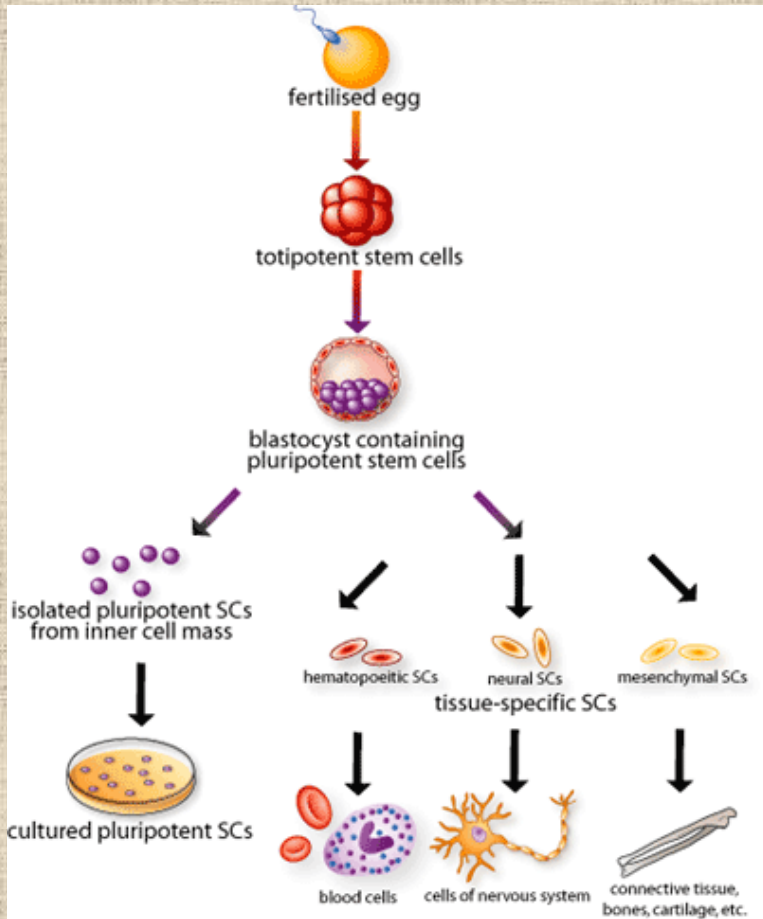
- J. E. Purkyně roku **1837**
- **1838-9 Matthias Jacob Schleiden a Theodor Schwann**
- **1855 R. Virchow *Omnis cellula e cellula***
- **všechny živé systémy jsou tvořeny buňkami a jejich produkty,**
- **chemické složení buněk je obdobné**
– poukazuje na původ života z „jedné buňky“,
- nové buňky vznikají z jiných buněk **buněčným dělením**
- činnost organismu je výsledkem činností buněk a jejich interakcí



Purkyňovy buňky
Purkyňova vlákna
Purkyňův efekt

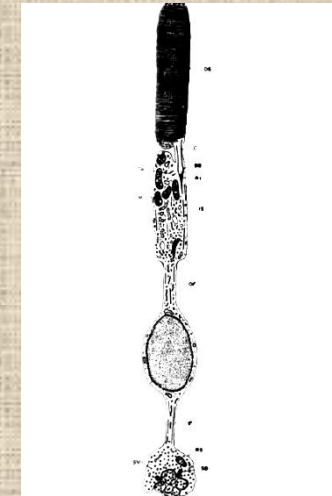
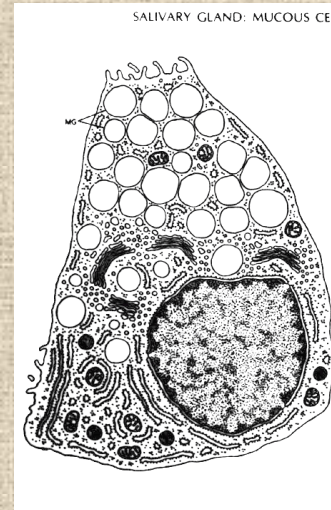
Purkinje

Buňka



- základní morfologická a funkční jednotka organismu schopná všech životních projevů (metabolismus, růst, dráždivost, rozmnožování a pohyb), která je za určitých podmínek schopná samostatné existence

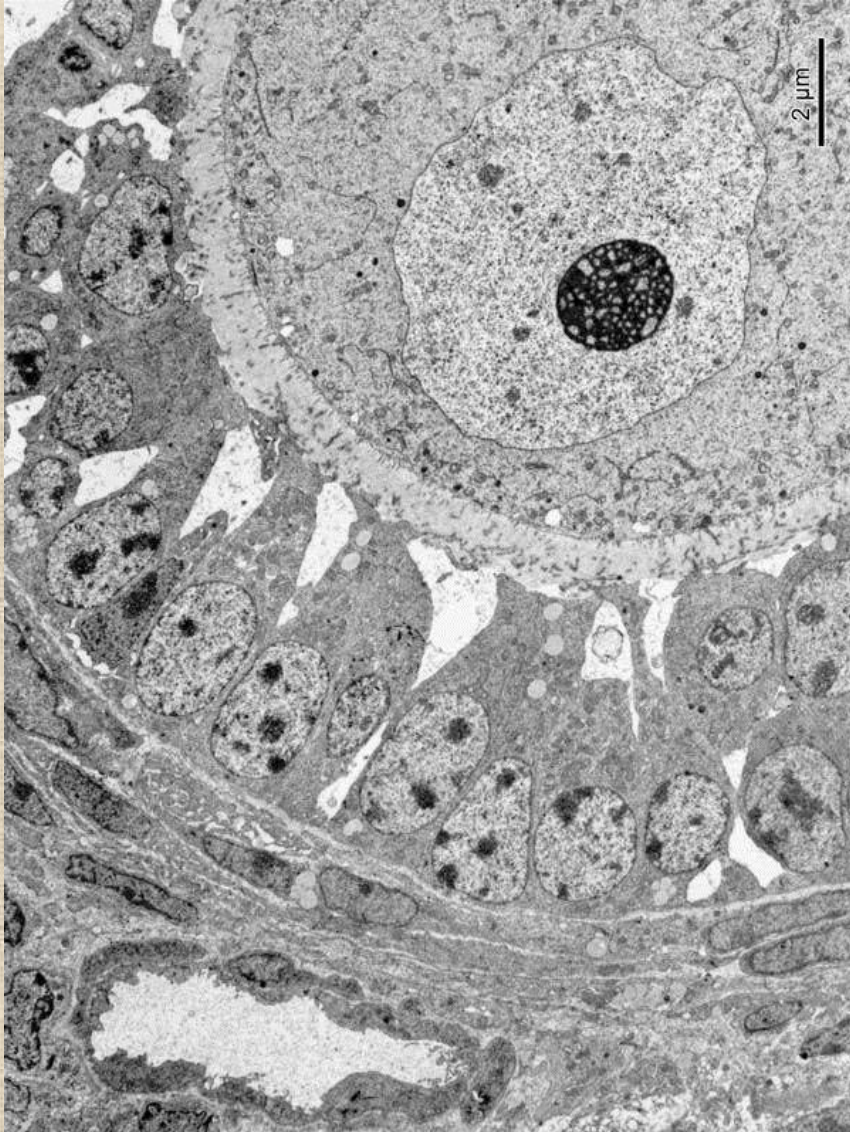
člověk: 10^{13} - 10^{14}



Rozlišovací schopnost

- lidského oka: 0.2 mm
- světelného mikroskopu: 0.2 μm
- elektronového mikroskopu: 0.2 nm

Velikost buněk



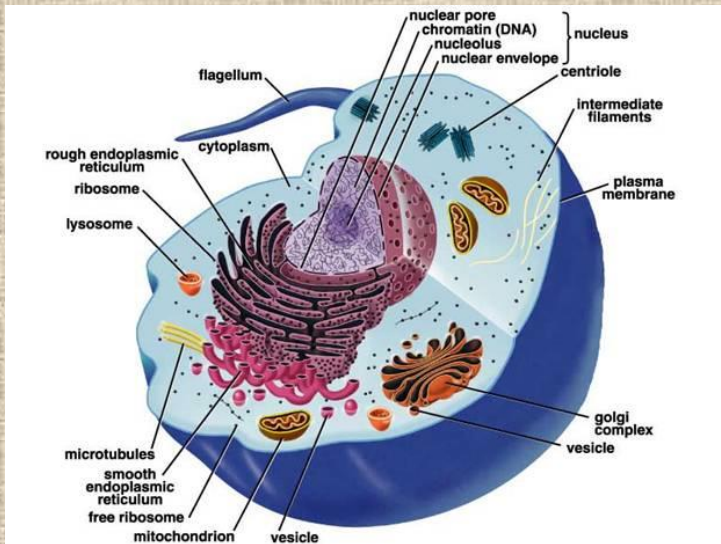
4 – 150 μm

- neurony v kůře mozečku 4-5 μm
- erytrocyty 7,4 μm
- Purkyňovy bb. v kůře mozečku
nebo pyramidové bb. v kůře
mozku 80 - 100 μm
- oocyt 120 μm
- megakaryocyt v kostní dřeni až
150 μm

**většina somatických buněk 10 – 30
μm**

- **x** neurony, svalové buňky

Buňka

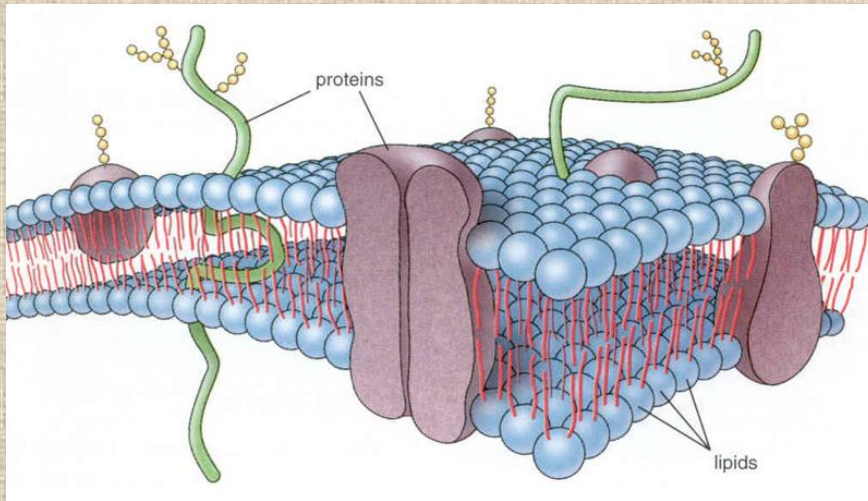


- **jádro /karyoplazma/**
- **cytoplazma /buněčné tělo/**
 - buněčná membrána
 - buněčné organely
 - cytoplazmatické inkluze
 - základní cytoplazma (hyaloplazma)

Životnost buněk

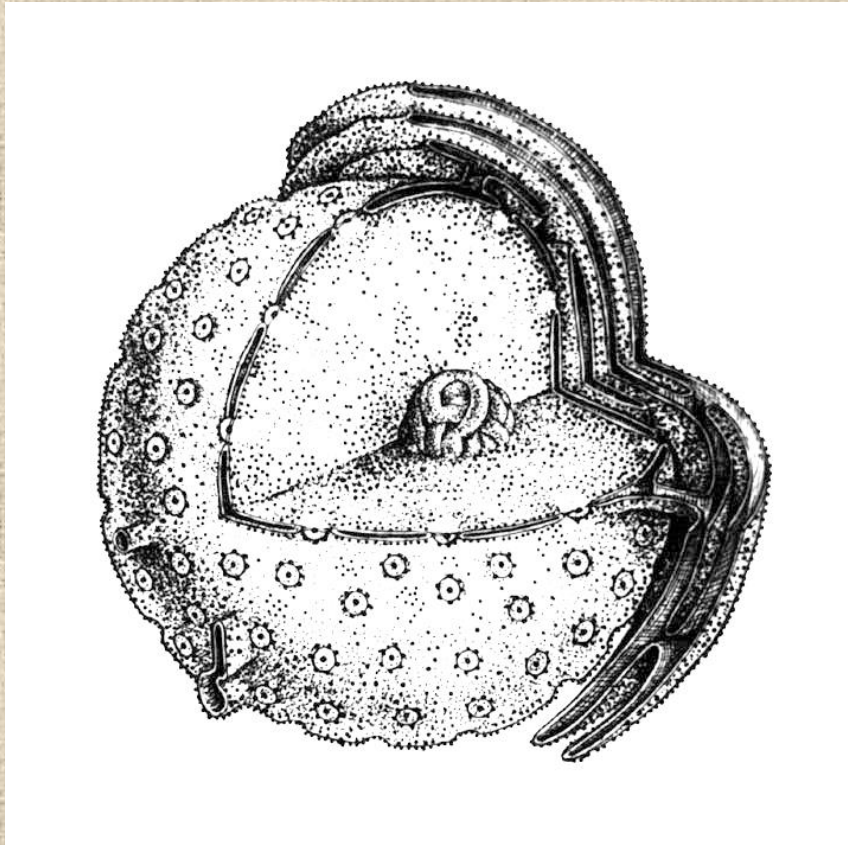
- Neutrofily – 6-7 hod
- Eozinofily – 7-14 dní
- Erytrocyty – 110 – 130 dní
- Hepatocyty – 1-2 roky
- Neurony – roky nebo celý život

Buněčná membrána



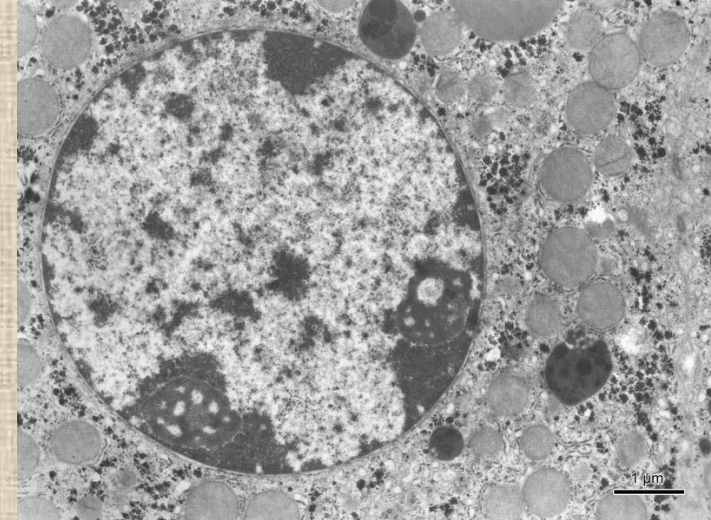
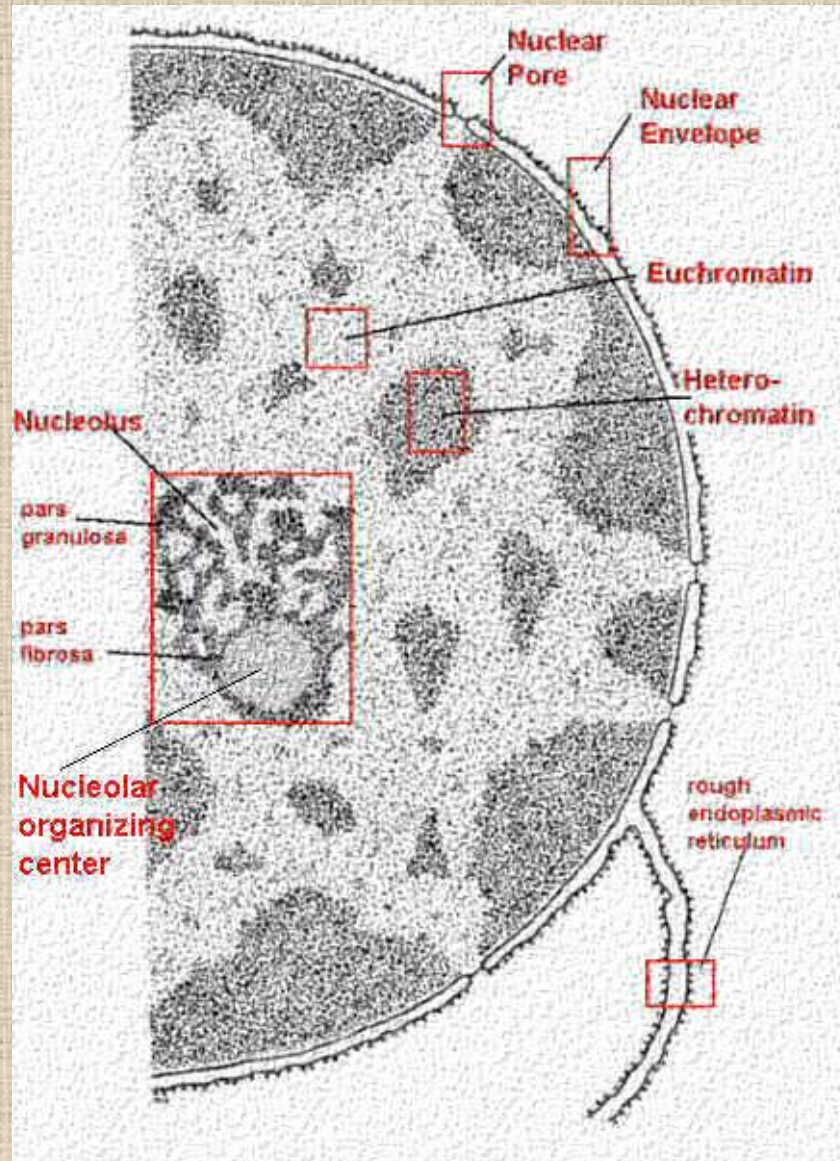
- fosfolipidy, proteiny, cholesterol
- tloušťka **7 – 10 nm**
- dvě vrstvy lipidů opačné orientace (trojvrstevný vzhled)
- povrchové a prostupující proteiny
 - strukturní
 - receptory
 - kanály a pumpy
 - vázané enzymy
- **membrána je semipermeabilní a fluidní**

Jádro



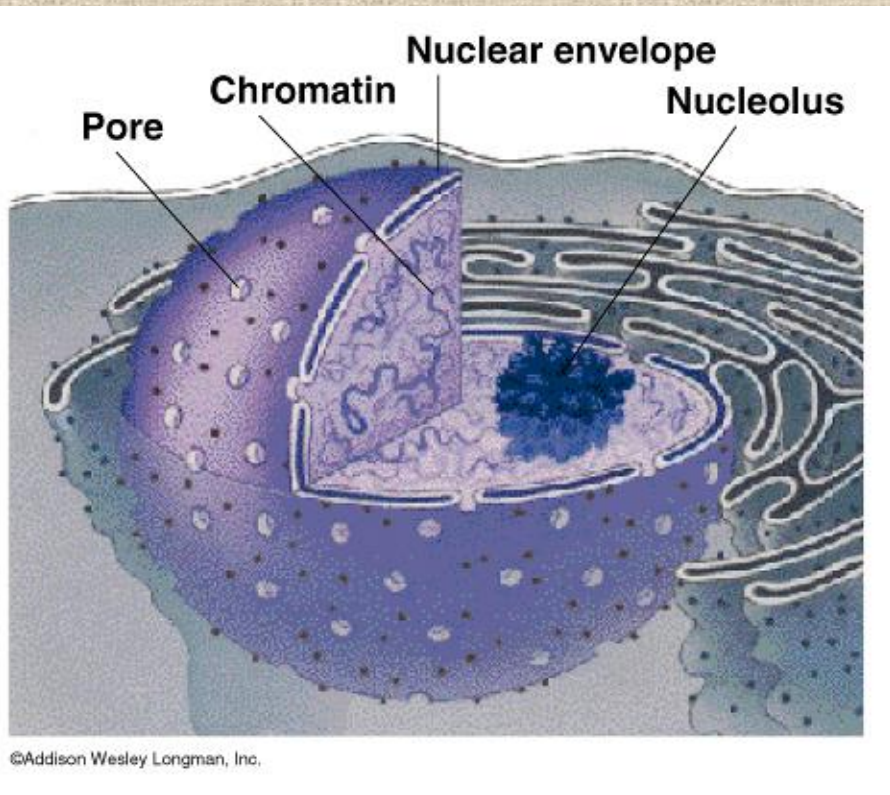
- **zajišťuje dědičnost a vyjádření (expresi) genetické informace**
- **počet** v buňce - obvykle 1, hepatocyty 1-2, osteoklasty 50, kosterní svalové vlákno (syncytium) 20-40 / mm, erytrocyt 0
- **velikost** 4-10 μm
- **tvar** – kulovité, laločnaté, segmentované (odpovídá tvaru buňky)
- **skladba** – jaderný obal (karyolemma), matrix (karyoplazma), chromatin/chromozomy, jadérka, jaderný skelet

Jádro



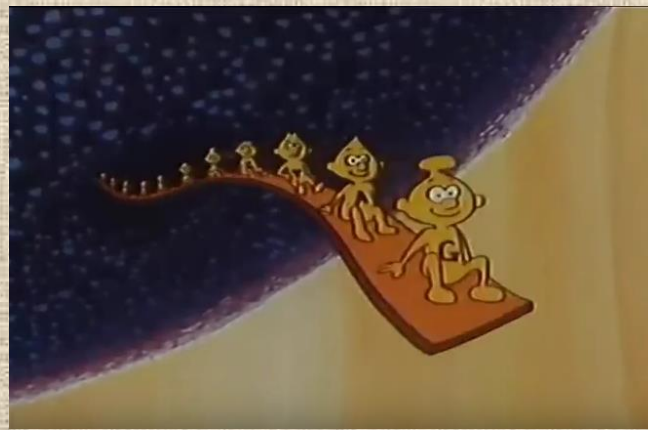
- **heterochromatin** – tmavé hrudky (spiralizované úseky)
 - dobře barvitelný hematoxylinem
 - marginální heterochromatin
 - karyosomy
 - s jadérkem asociovaný (perinukleolární) heterochromatin
- **euchromatin** – světlý, nebarví se (despiralizované úseky)
 - aktivní - transkripce

Jaderný obal



dvojitá biomembrána

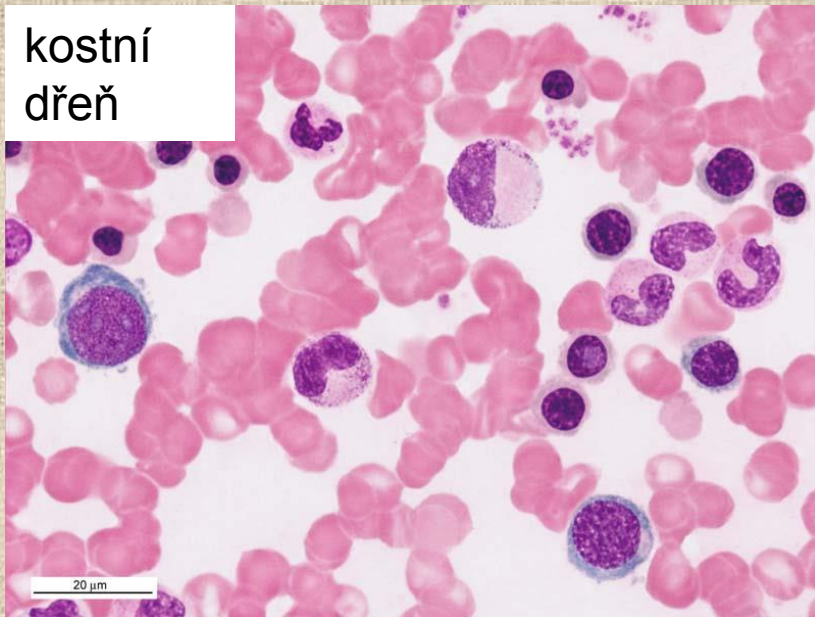
- **vnější** jaderná membrána (+ ribosomy)
- **vnitřní** jaderná membrána
- perinukleární prostor (40 – 70 nm) – napojení ER
- jaderné póry kryté diafragmou (60-70 nm \varnothing) – transport látek



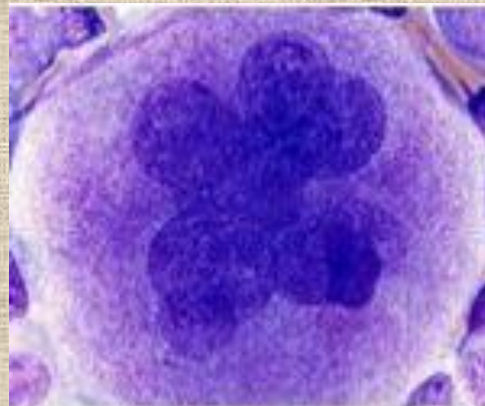
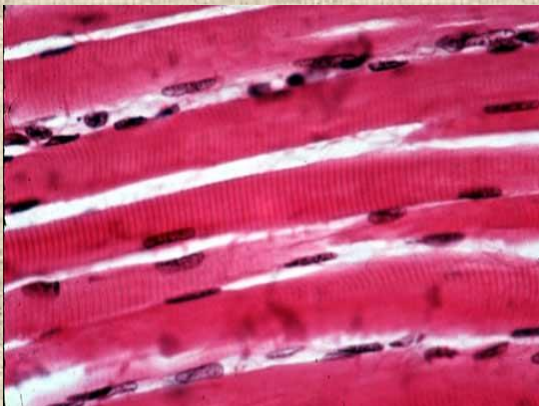
mRNA opouští jádro

Jádra a jadérka

kostní
dřeň



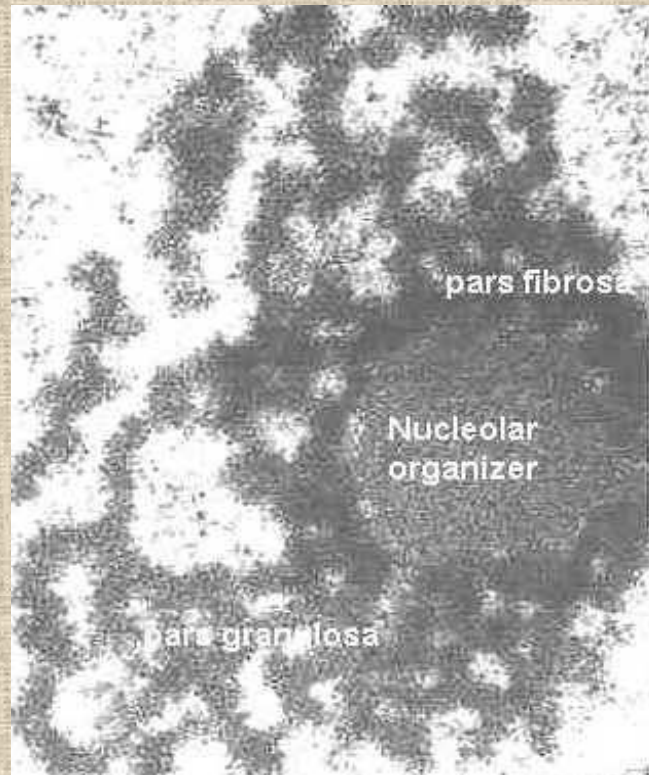
mozeček



Jadérko (nucleolus)

- nekonstantní počet – mizí v profázi, objeví se v telofázi
- měří 1 – 2 μm , **neohraničené**, sférického tvaru
- složení - RNA, proteiny, DNA
- produkce ribosomů

- pars fibrosa
- pars granulosa
- fibrilární centra



Jadérko

- Struktura

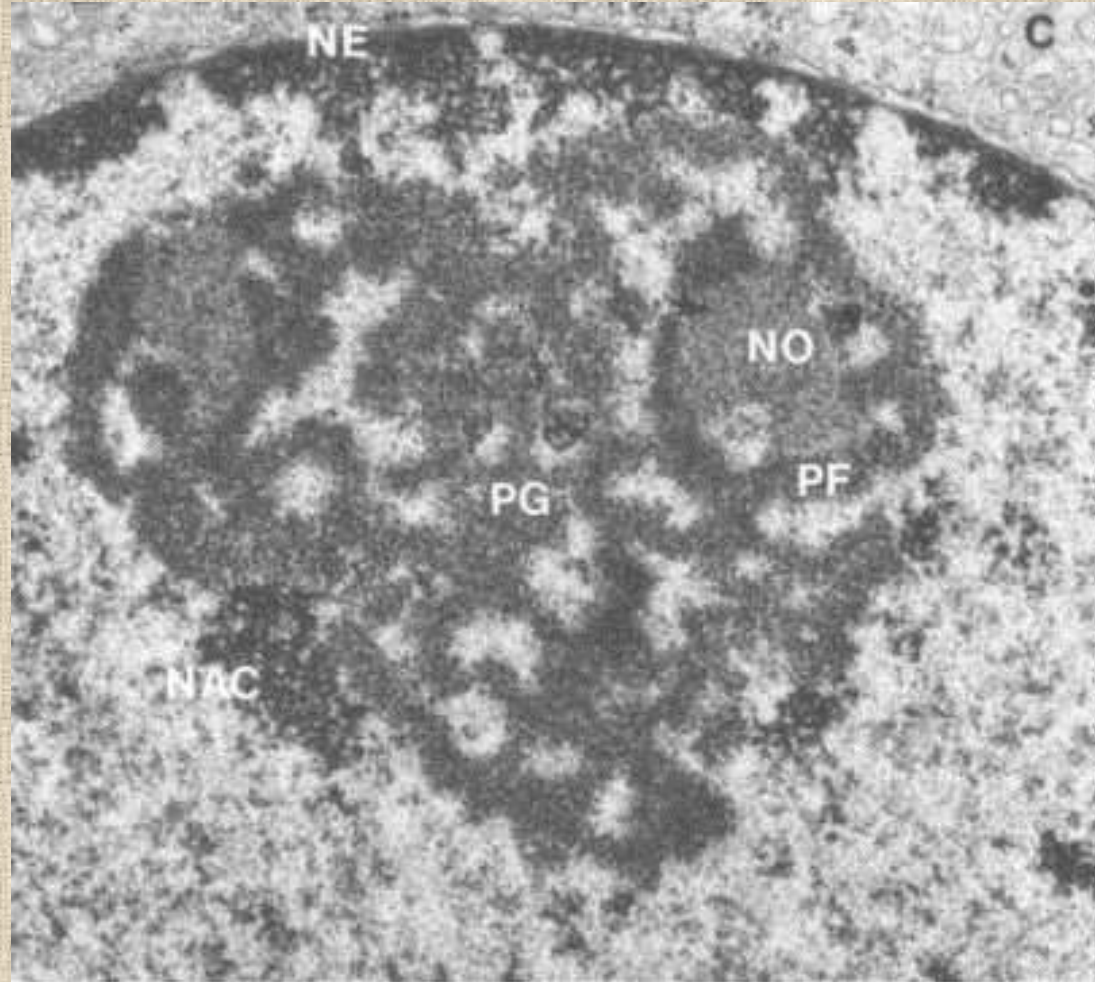
- fibrilární centra **DNA nukleolárního organizátoru**
- pars fibrosa **RNA fibrily o \varnothing 3-5 nm**
- pars granulosa **RNA granula (preribosomy) o \varnothing 15-20 nm**
- perinukleolární chromatin /asociovaný s jadérkem/

- Funkce

- místo syntézy a dozrání rRNA

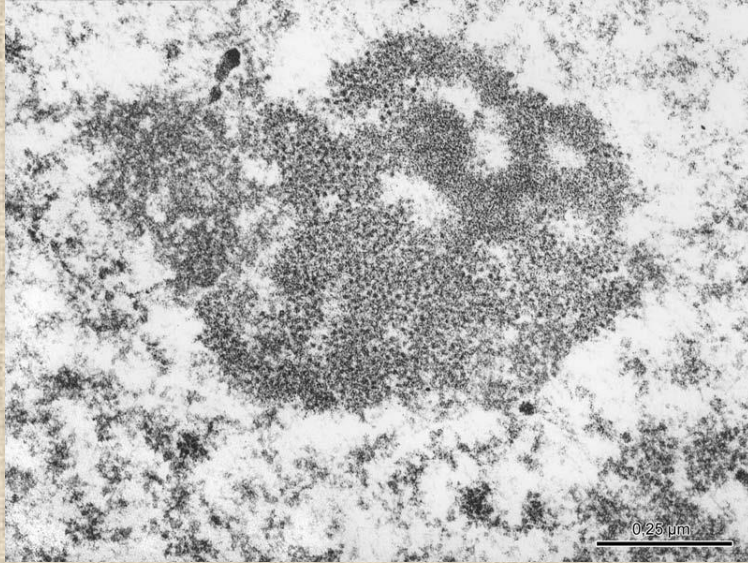
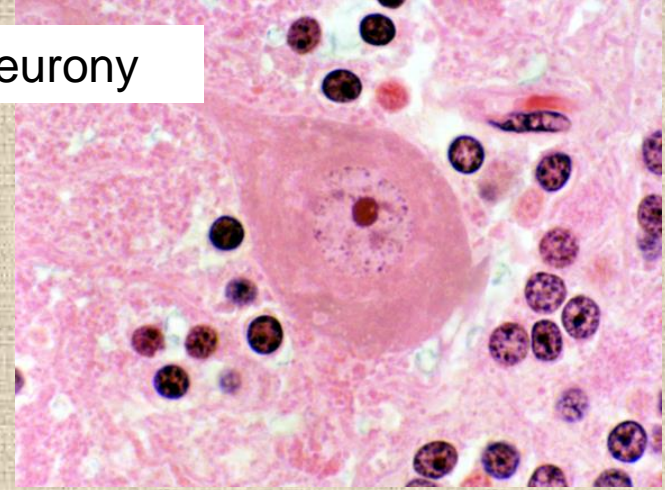
- Barvitelnost

- barví se intenzivně hematoxylinem
- nebo je světlejší než jádro

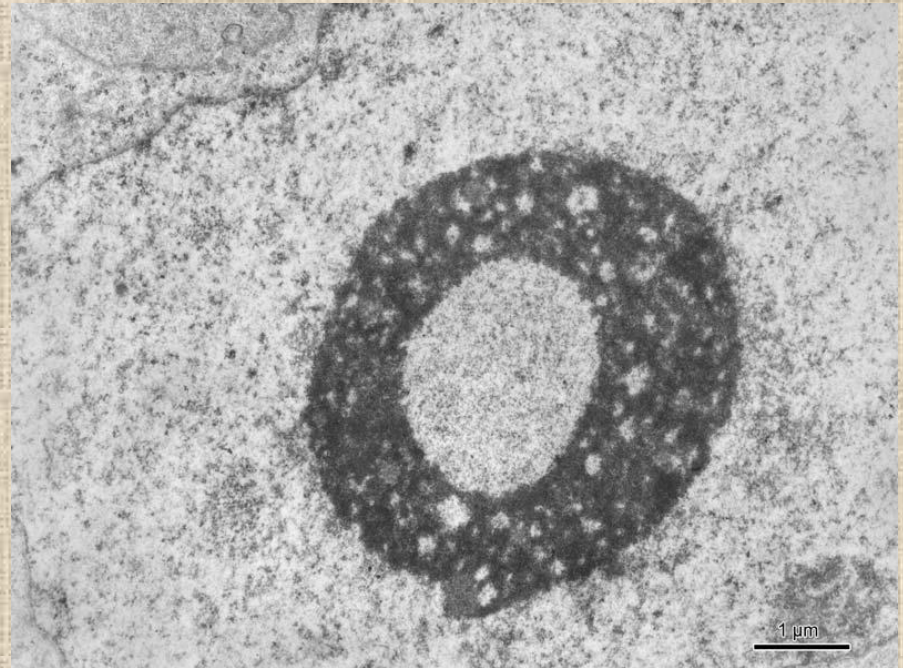


Jadérko

neurony



- retikulární
- kompaktní
- prstenčité



Chromosomy (M-fáze)

- viditelná kondenzovaná vlákna DNA během mitózy

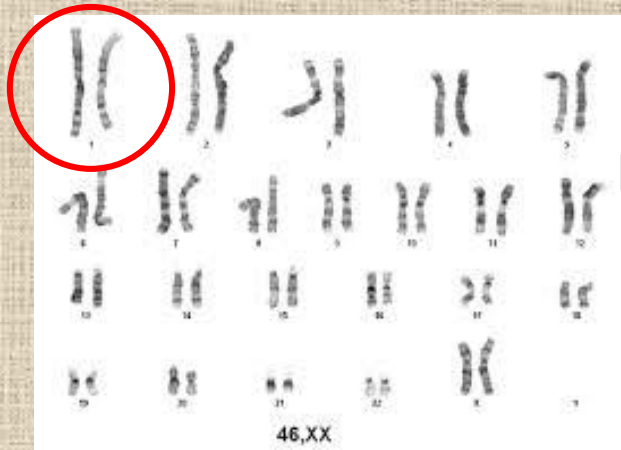
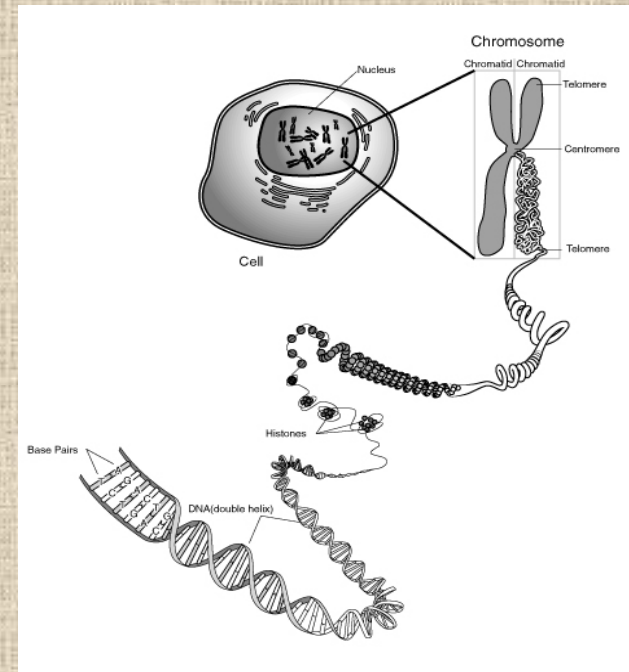
diploidní sada chromosomů
= 2x23 v každé somatické buňce

♀ 44 + XX (46,XX)

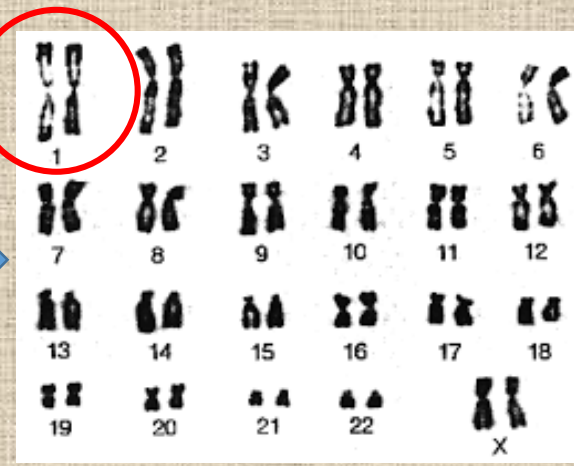
♂ 44 + XY (46,XY)

- 2 chromatidy (po replikaci)

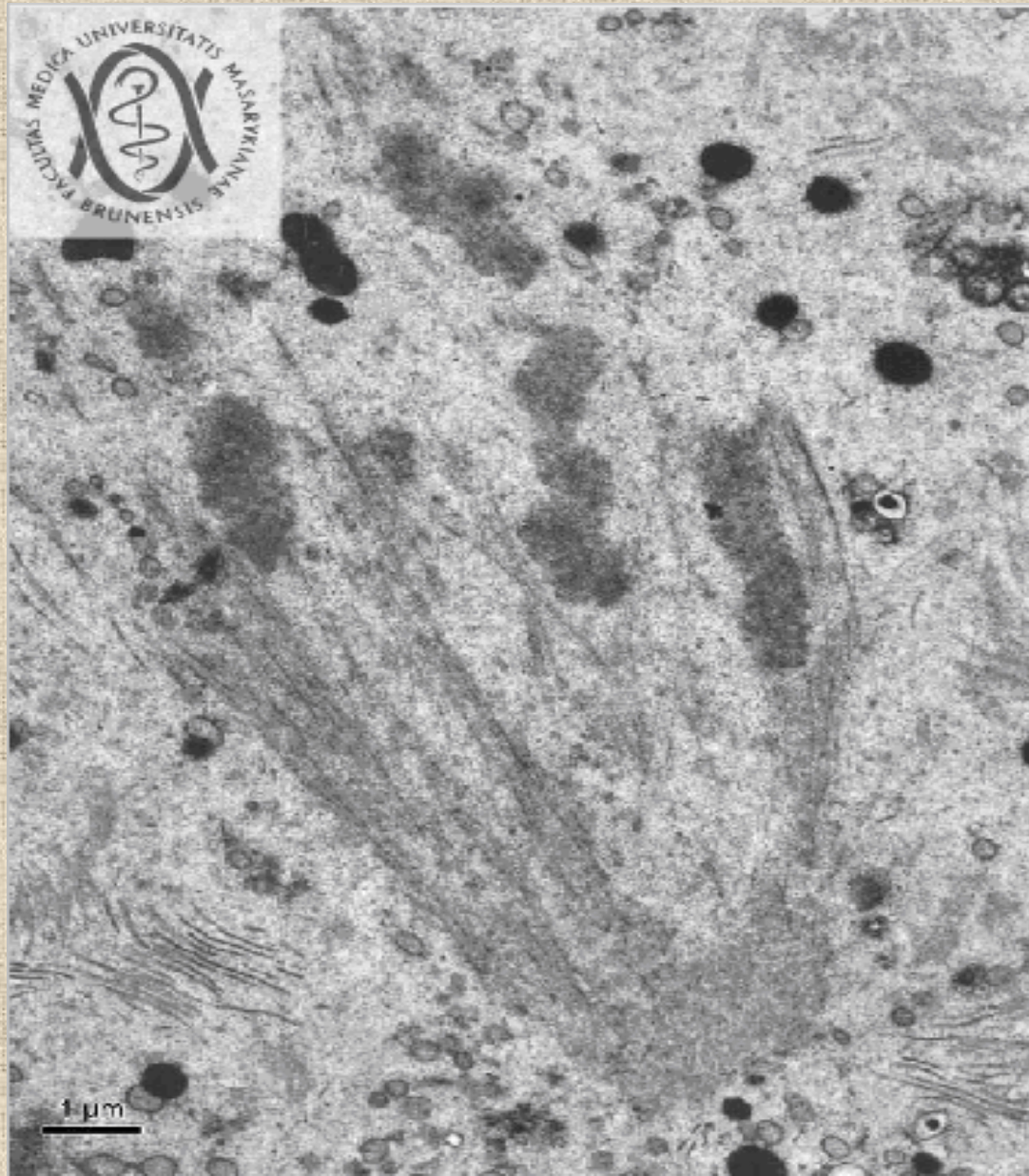
- centromera – spojení chromatid,
připojení dělicího vřeténka



po replikaci



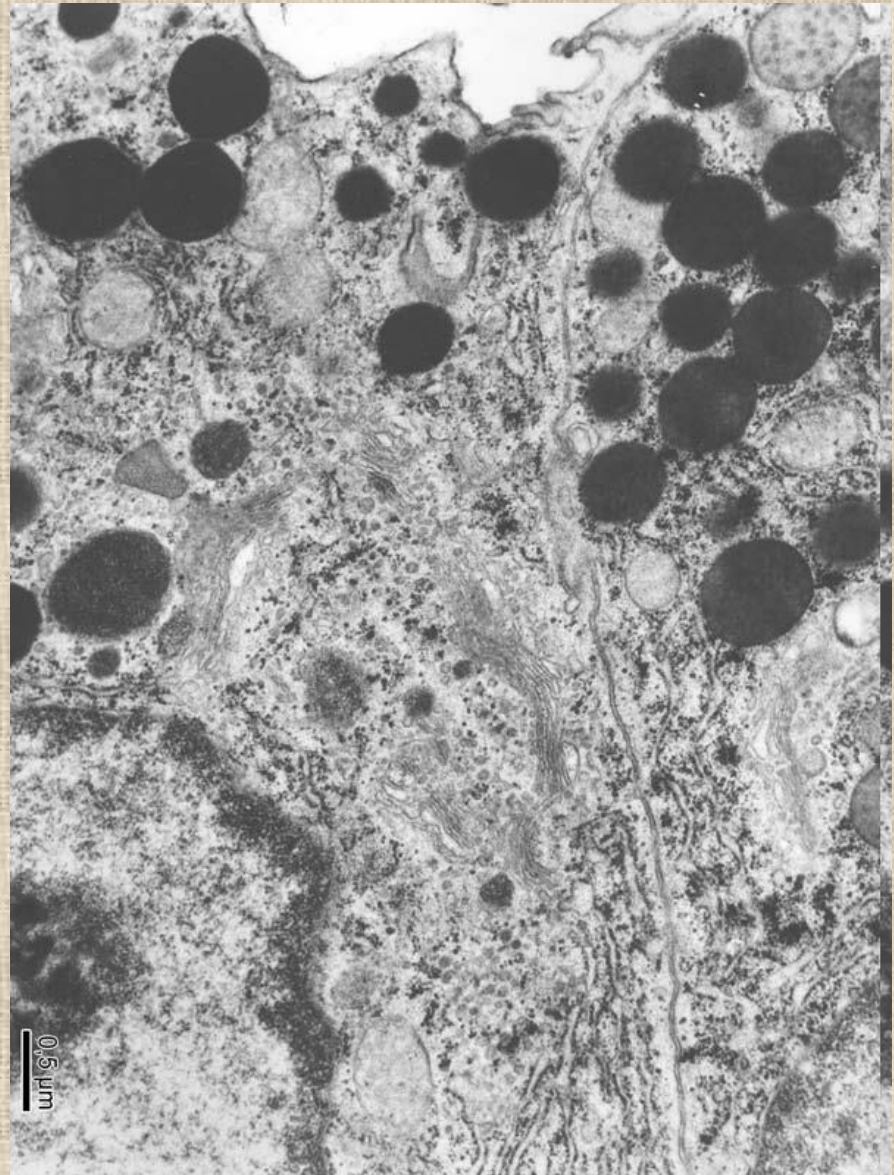
Chromosomy (M-fáze)



Buněčné organely x buněčné inkluze

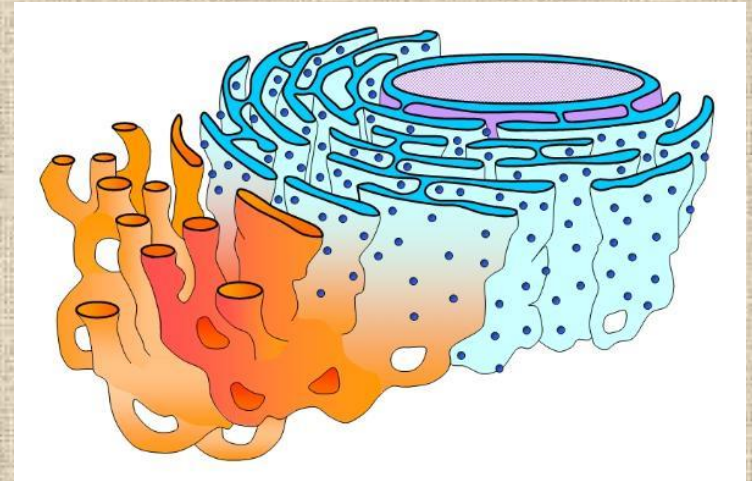
- Mitochondrie
- Endoplazmatické retikulum
 - granulární – drsné ER /GER/
 - agranulární – hladké ER /AER/
- Golgiho aparát
- Lyzosomy a endosomy
- Peroxisomy

- Ribosomy
- Centrioly



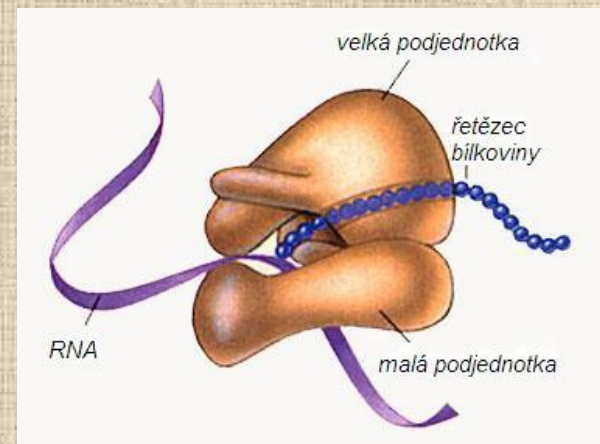
Membránové struktury

- cytoplazmatická membrána
- endoplazmatické retikulum
- Golgiho aparát
- mitochondrie
- lyzosity, endosomy, peroxisomy



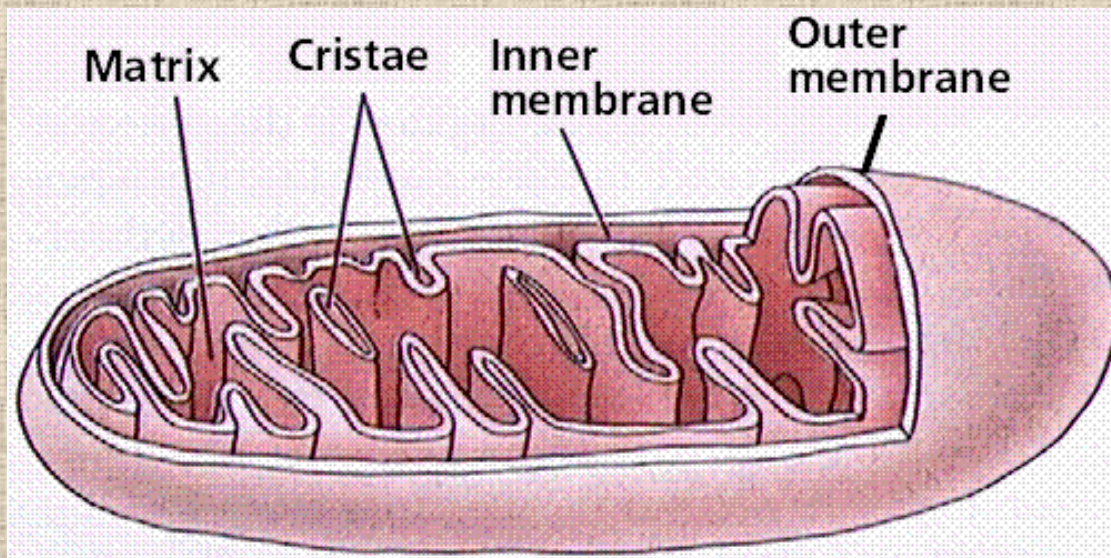
Struktury bez membrány

- ribosomy
- cytoskelet
 - centriol
- inkluze



Mitochondrie

- semiautonomní organela – vlastní DNA a ribosomy
- dvojitá membrána – vnější, vnitřní – cristae nebo tubuli mitochondriales
- tvar - kulatý, oválný (až vláknitý)
- velikost - 0,5 μm x 2 μm , protáhlé až 10 μm
- počet: různý dle metabolické aktivity buňky a jejich nároků na dodání energie (např. v jaterní buňce 1000 – 2500 mitochondrií)
- matrix – enzymy (65-70%), lipidy (25-30%), NK (3%), ADP, ATP atd.

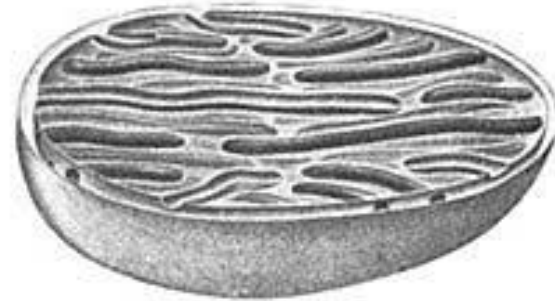


Mitochondriální krysty

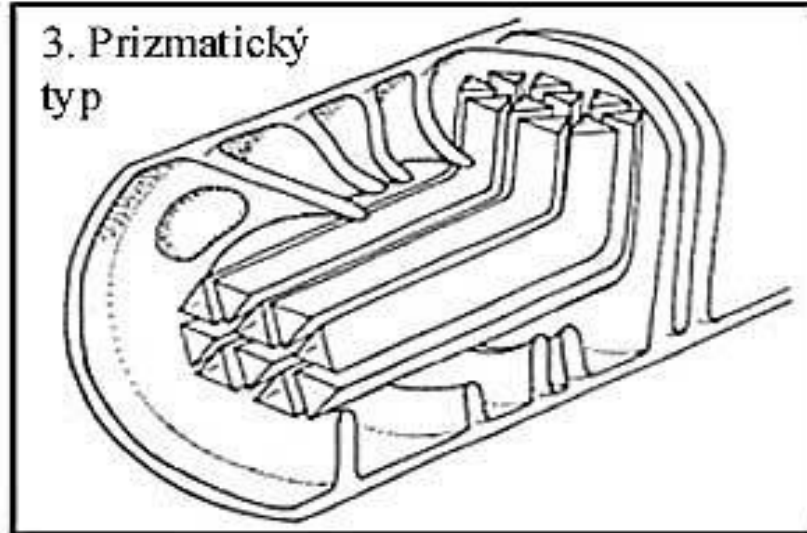
1. Kristový typ

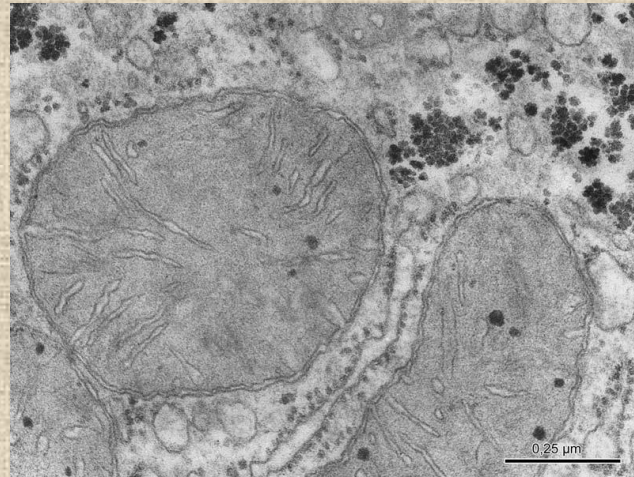
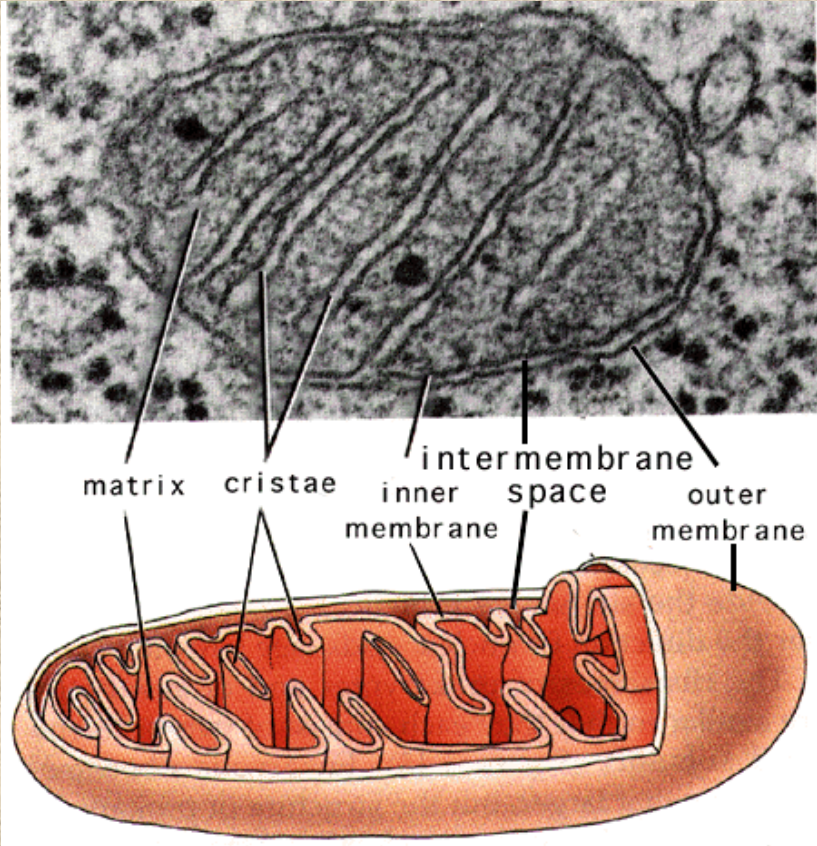
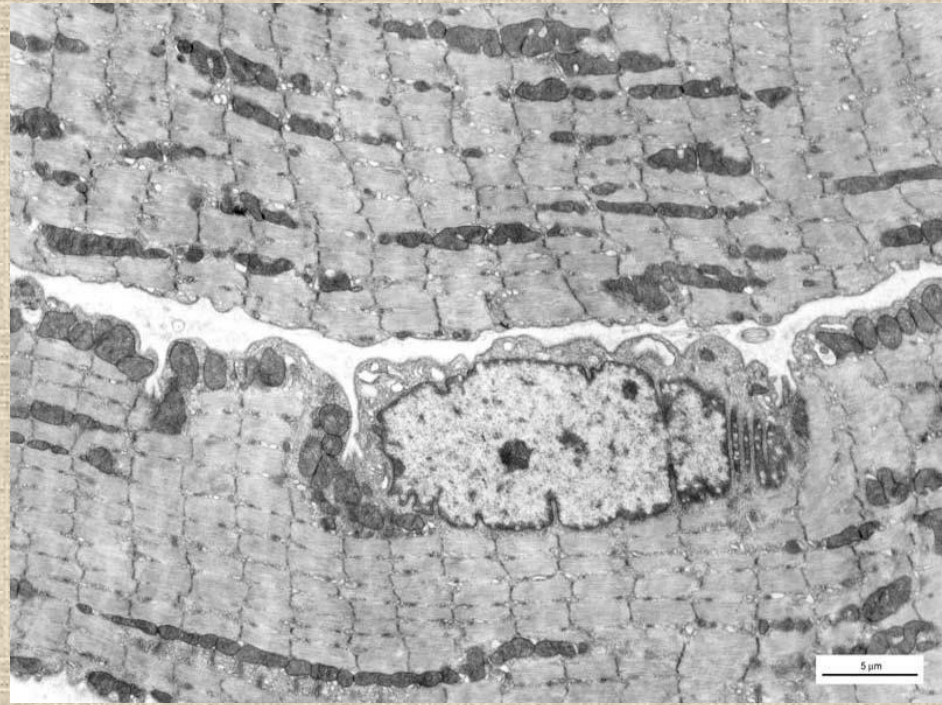


2. Tubulární typ



3. Prizmatický
typ





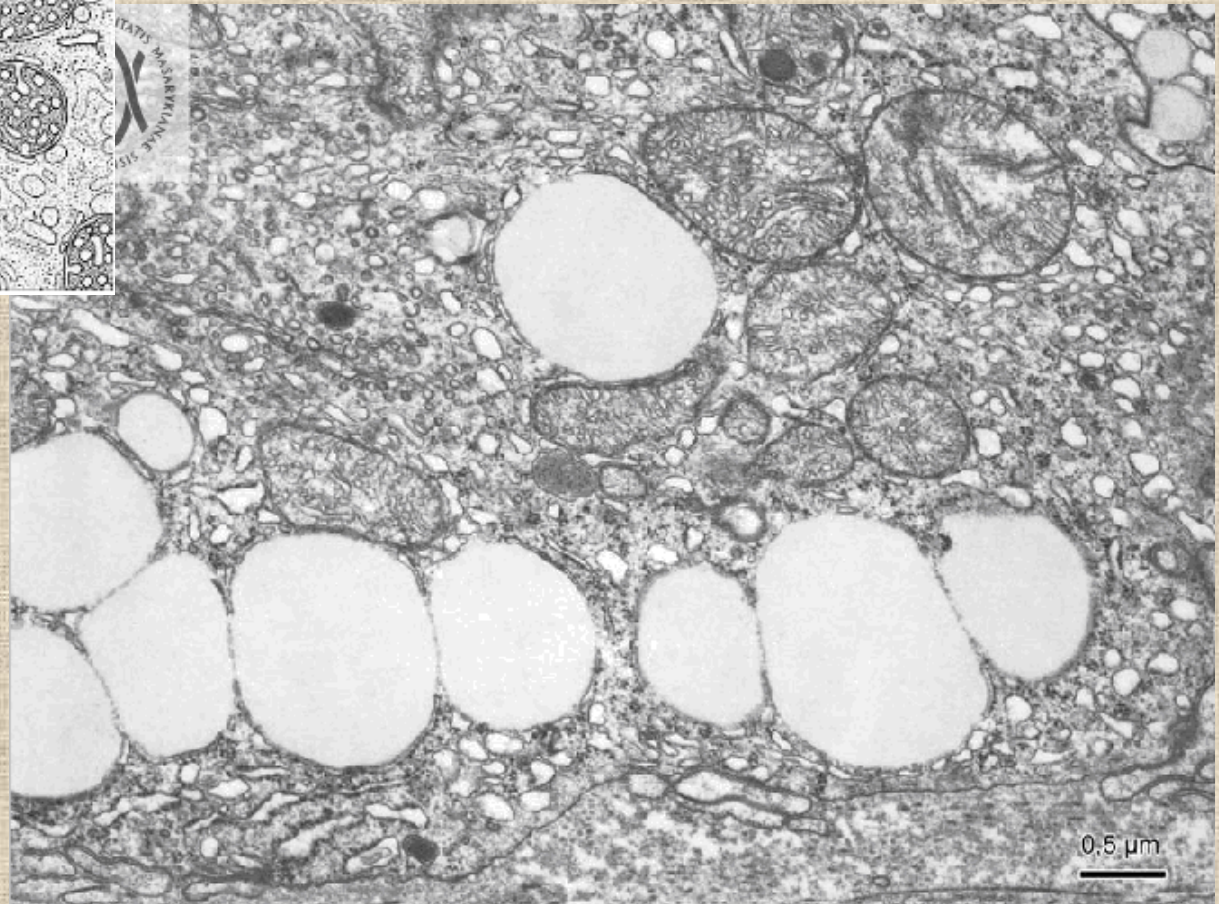
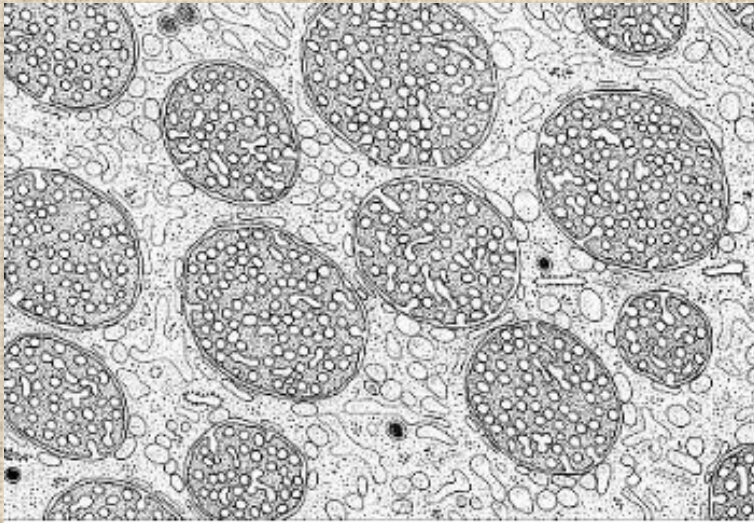
Tloušťka: 0.5-1 μm

Délka: 1-10 μm

počet krist!!

Mitochondrie

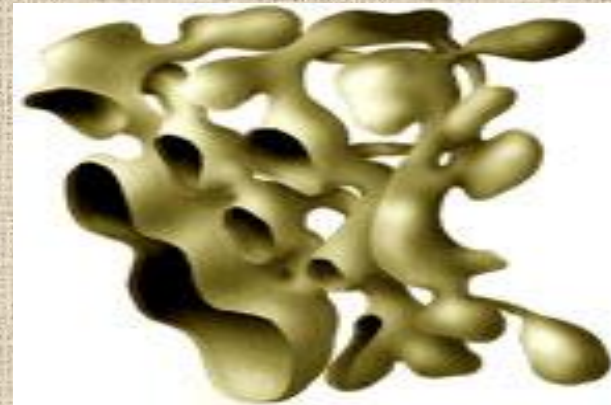
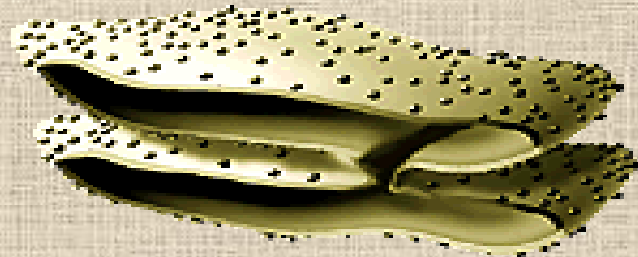
s tubuly – steroidogenní buňky



Endoplazmatické retikulum

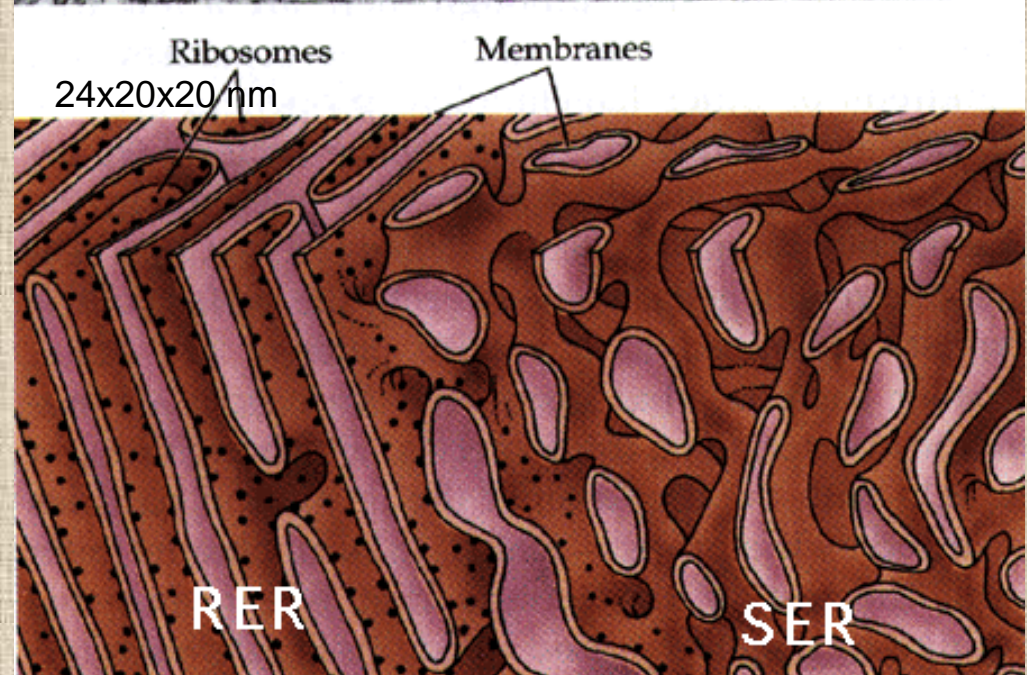
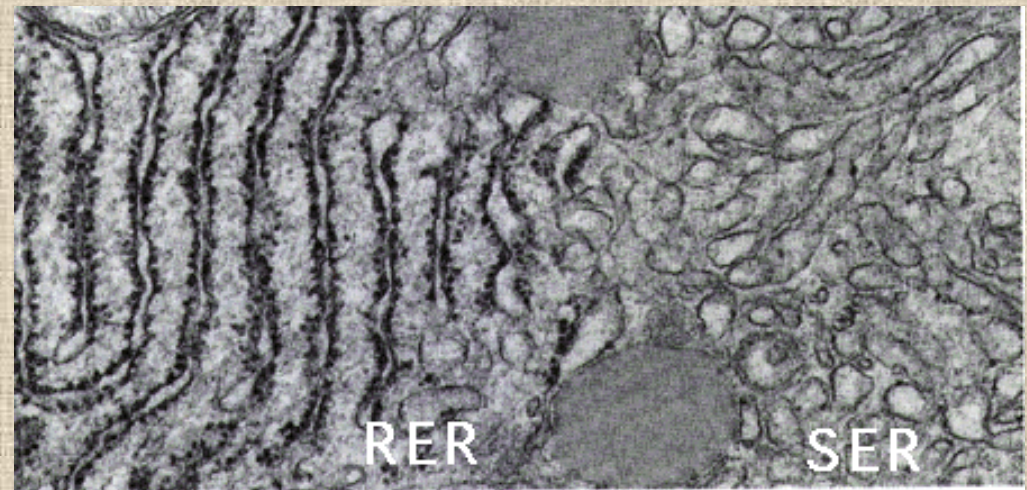
členitý, 3D systém membrán
v cytoplazmě buňky – 2 formy:

- **Zrnité (granulární) ER – GER:**
systém plochých, anastomozujících
cisteren + (poly)ribosomy reversibilně
vázané na membránu
- **Hladké (agranulární) ER – AER:**
systém tubulů a váčků
s membránou bez ribosomů



GER a AER - funkce

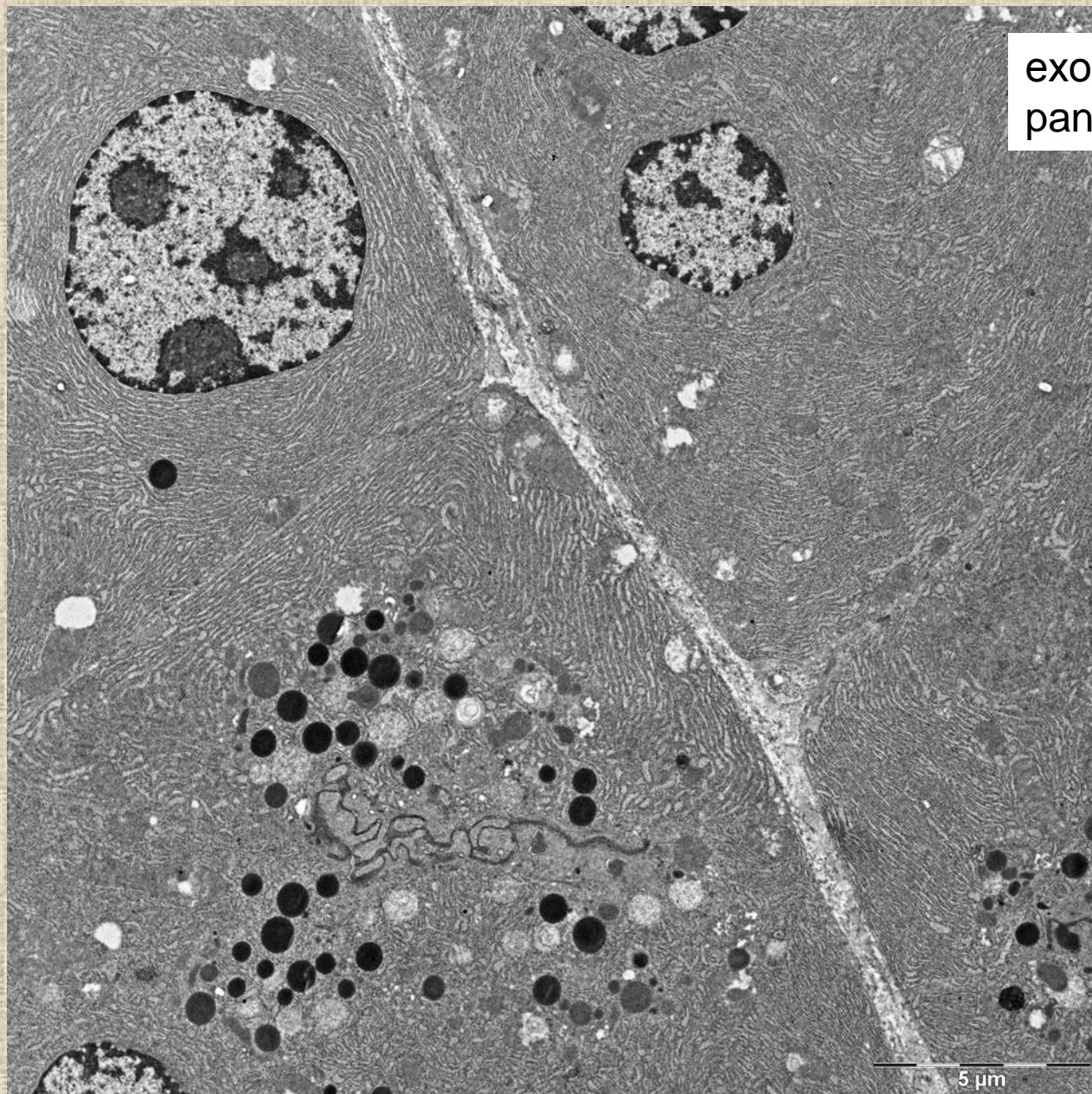
- GER
 - proteosyntéza na export
- AER
 - lipidový a cholesterolový metabolismus /syntéza steroidních hormonů/
 - syntéza membrán
 - detoxikace určitých látek a toxinů
 - Ca⁺⁺ zásobárna /pool/
 - metabolismus glykogenu



cisterny

síť tubulů a váčků

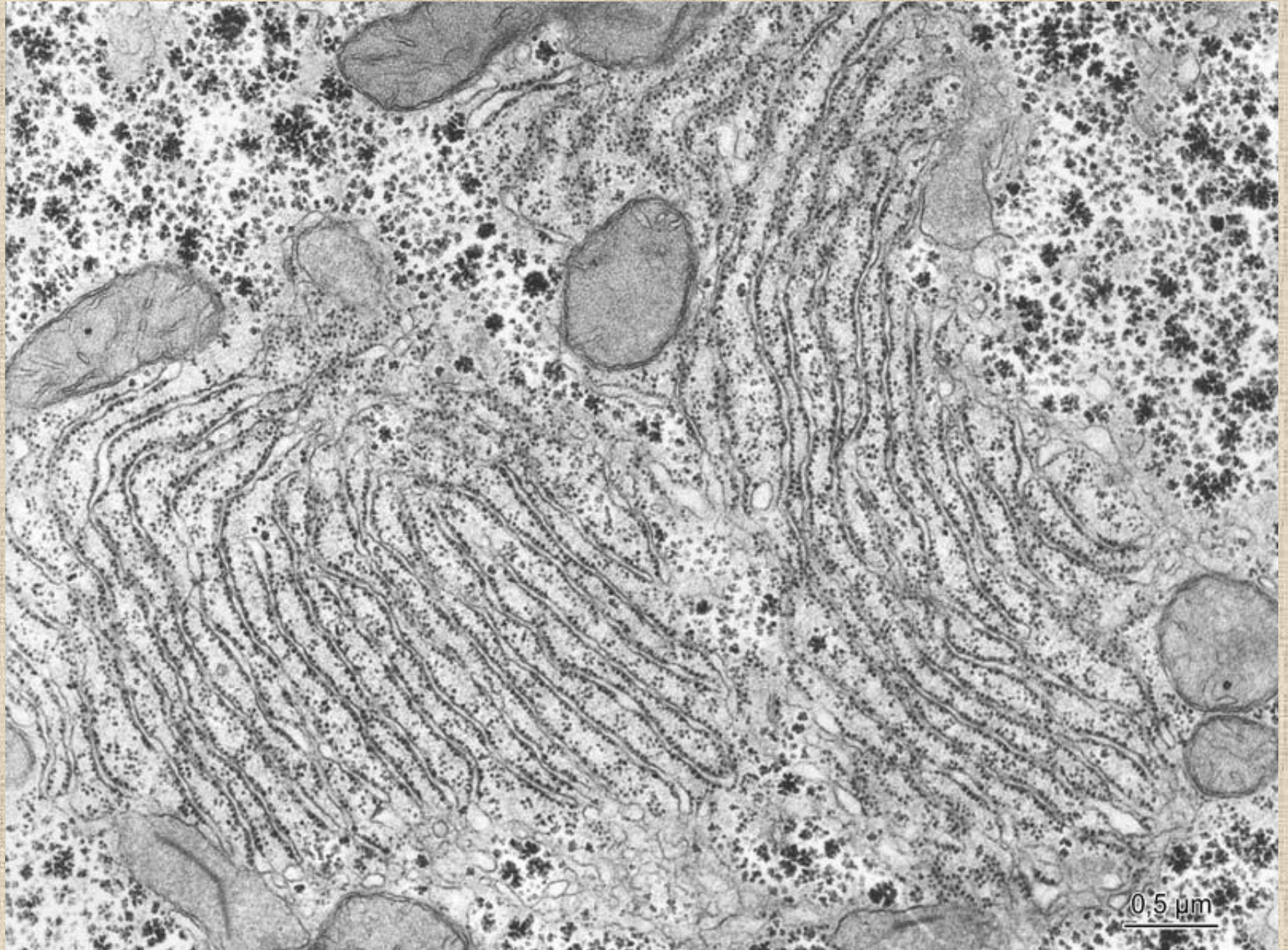
GER



exokrinní
pankreas

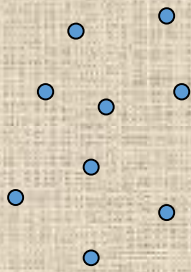
5 μm

GER a AER

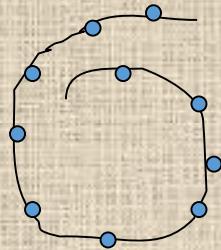


Ribosomy

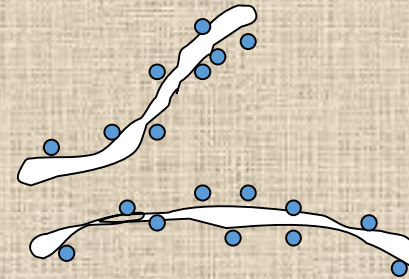
- tělíčka složená ze 2 podjednotek
- velikost ribosomu: 20 nm Ø



volné
ribosomy



polyribosomy

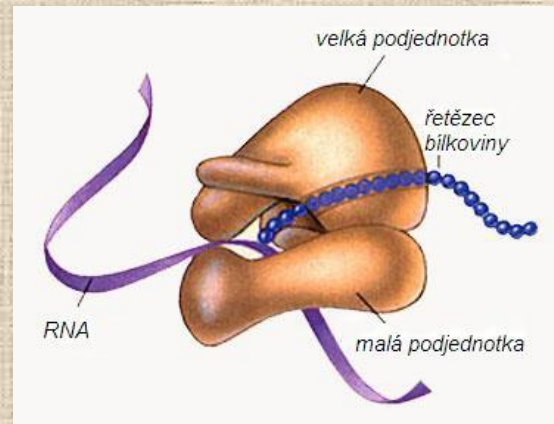
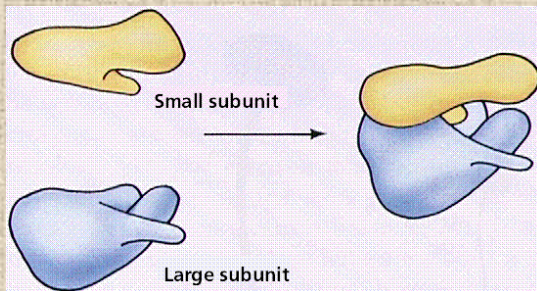
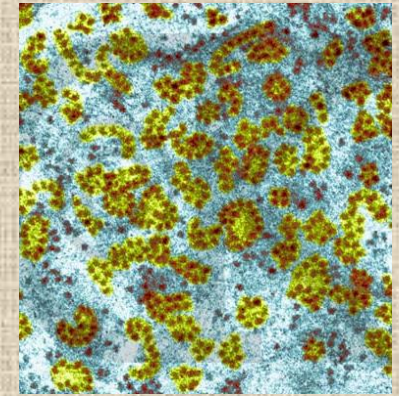
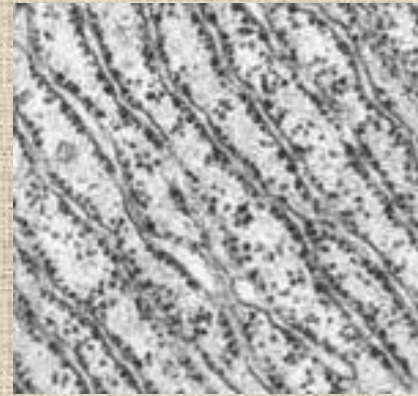


ribosomy na
endoplazmatickém
retikulu

proteosyntéza „pro buňku“ a „na export“ (např. žlázné bb.)

Ribosomy

monosomy x polysomy
/vzhled spirál nebo roset/



TRANSLACE



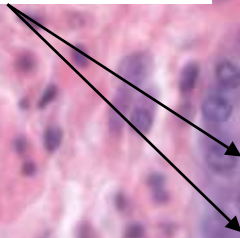
tRNA s aminokyselinou



mRNA

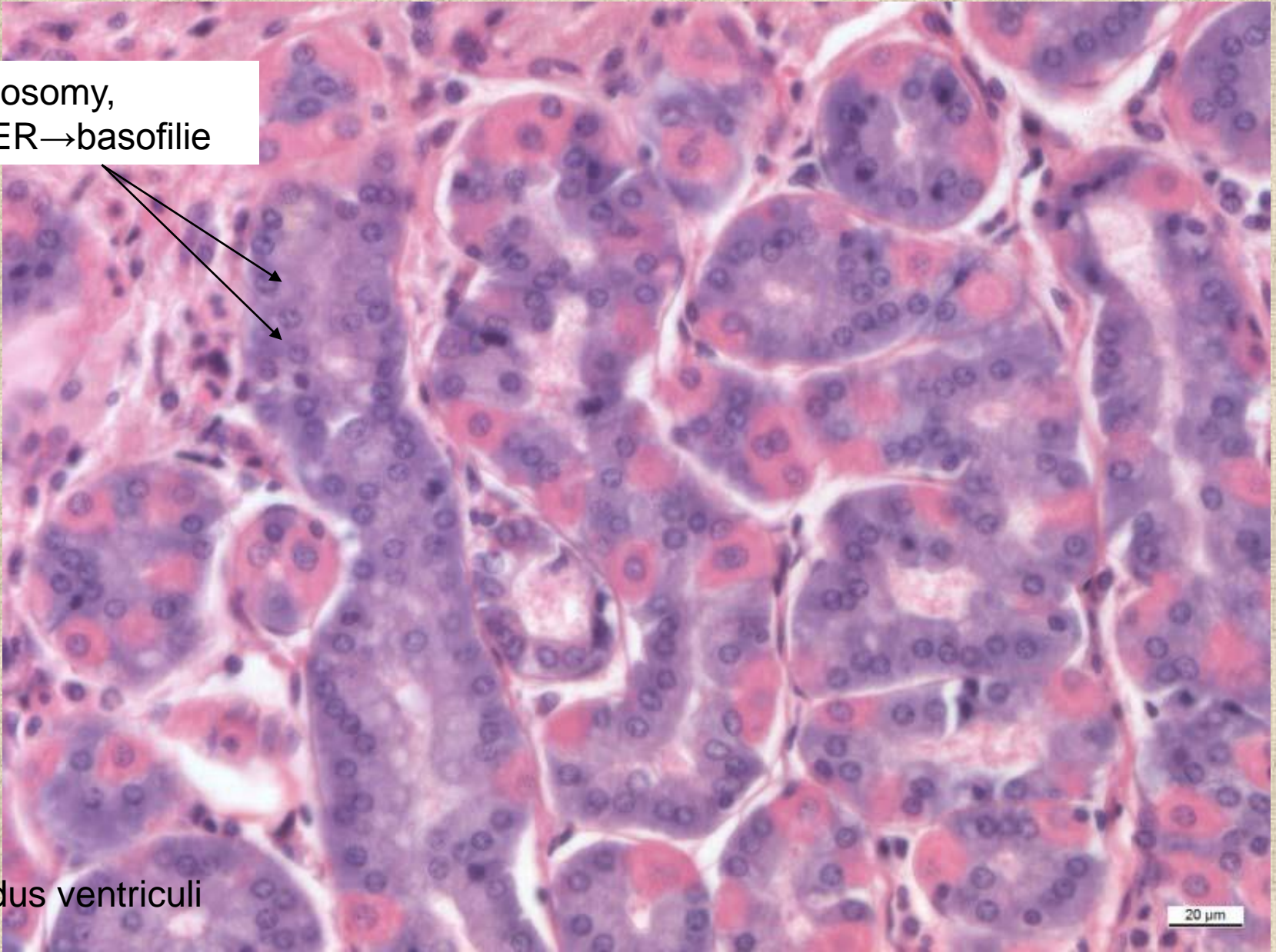
basofilní x acidofilní cytoplazma

ribosomy,
GER→basofilie



fundus ventriculi

20 μm



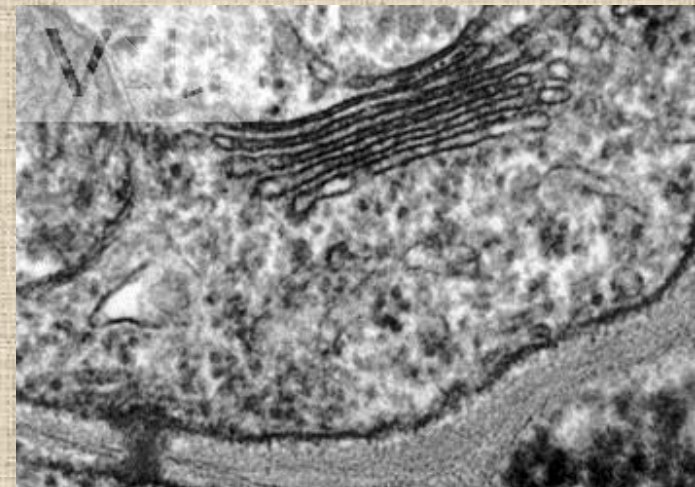
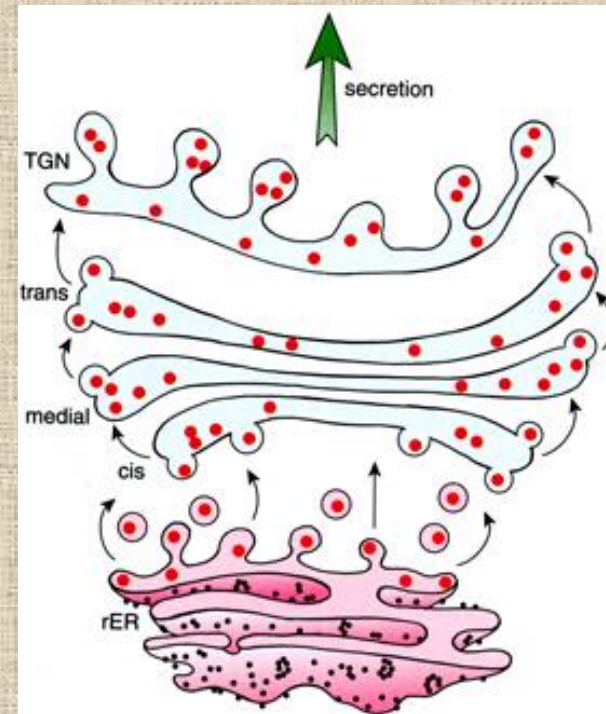
Golgiho aparát

• Struktura

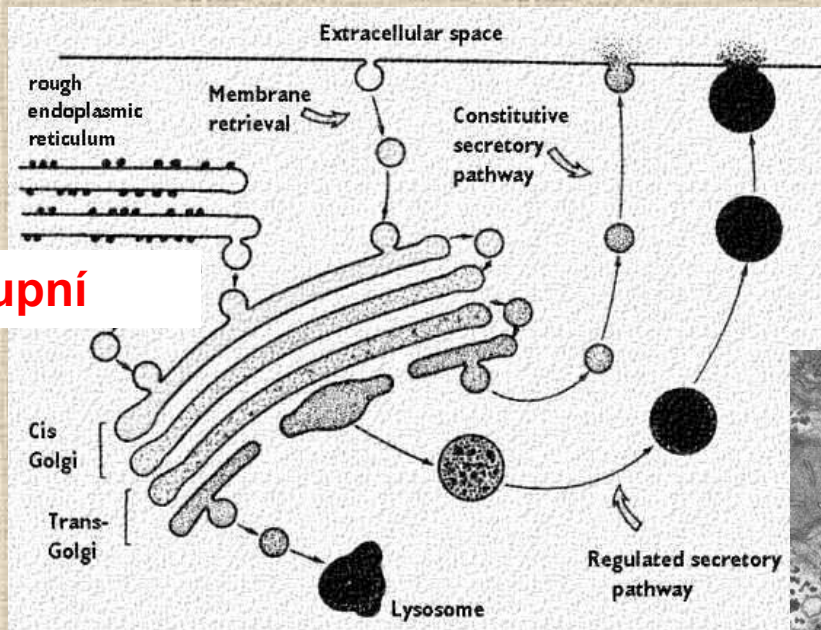
- paralelně uspořádané cisterny (3-10)
- malé váčky
- větší vakuoly

• Funkce

- finalizace produktů vyrobených buňkou
- produkty
 - sekreční granula /na export/
 - primární lyzosomy
 - části buněčné membrány

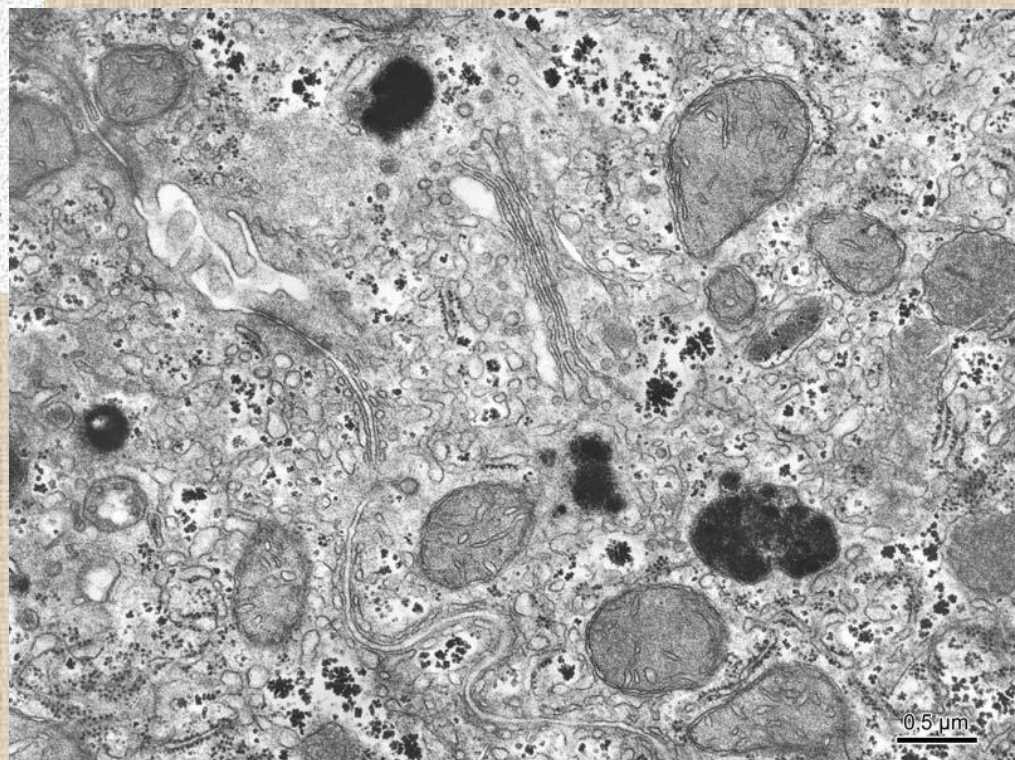


Golgiho aparát

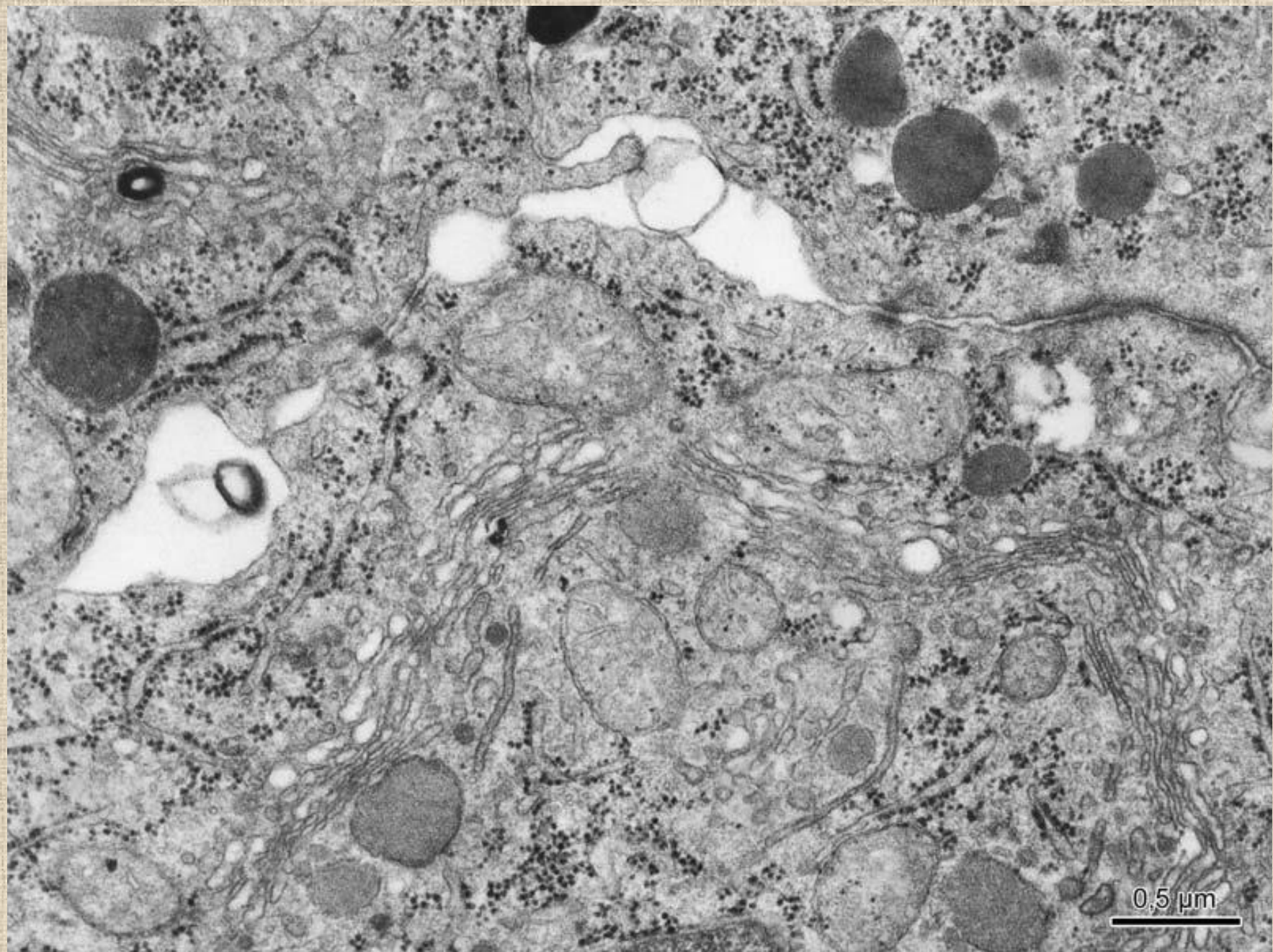


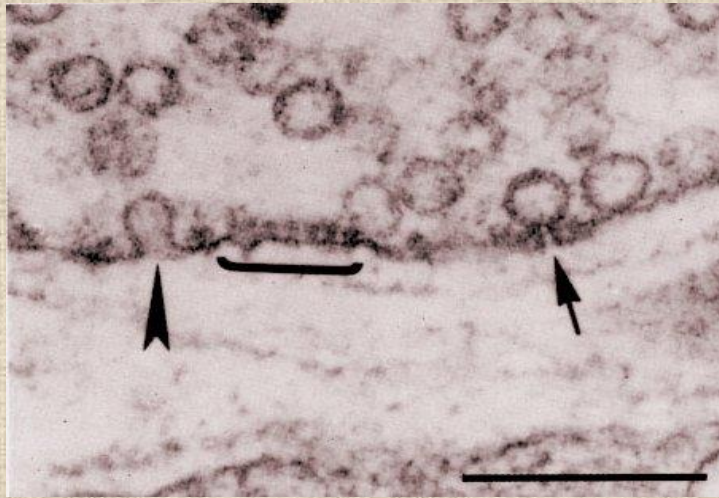
vstupní

maturační



10 – 20 na buňku

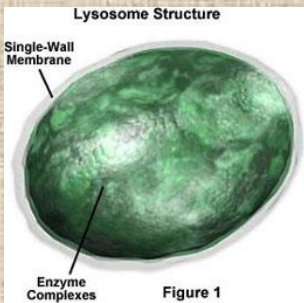




Endosomy

- endosomy: membránové váčky (\emptyset 20-150 nm)
vstup do buňky – pinocytózou

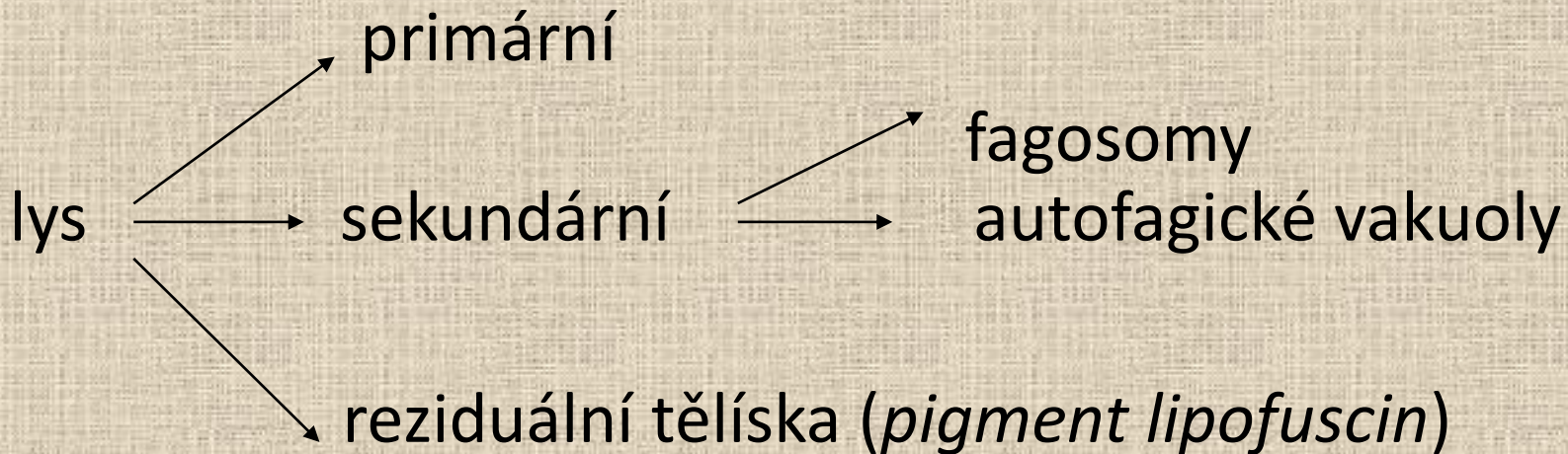
osud v buňce $\begin{cases} \nearrow \text{transcytóza} \\ \longrightarrow \text{fúze s ly} \Rightarrow \text{sekundární ly} \end{cases}$



Lyzosomy

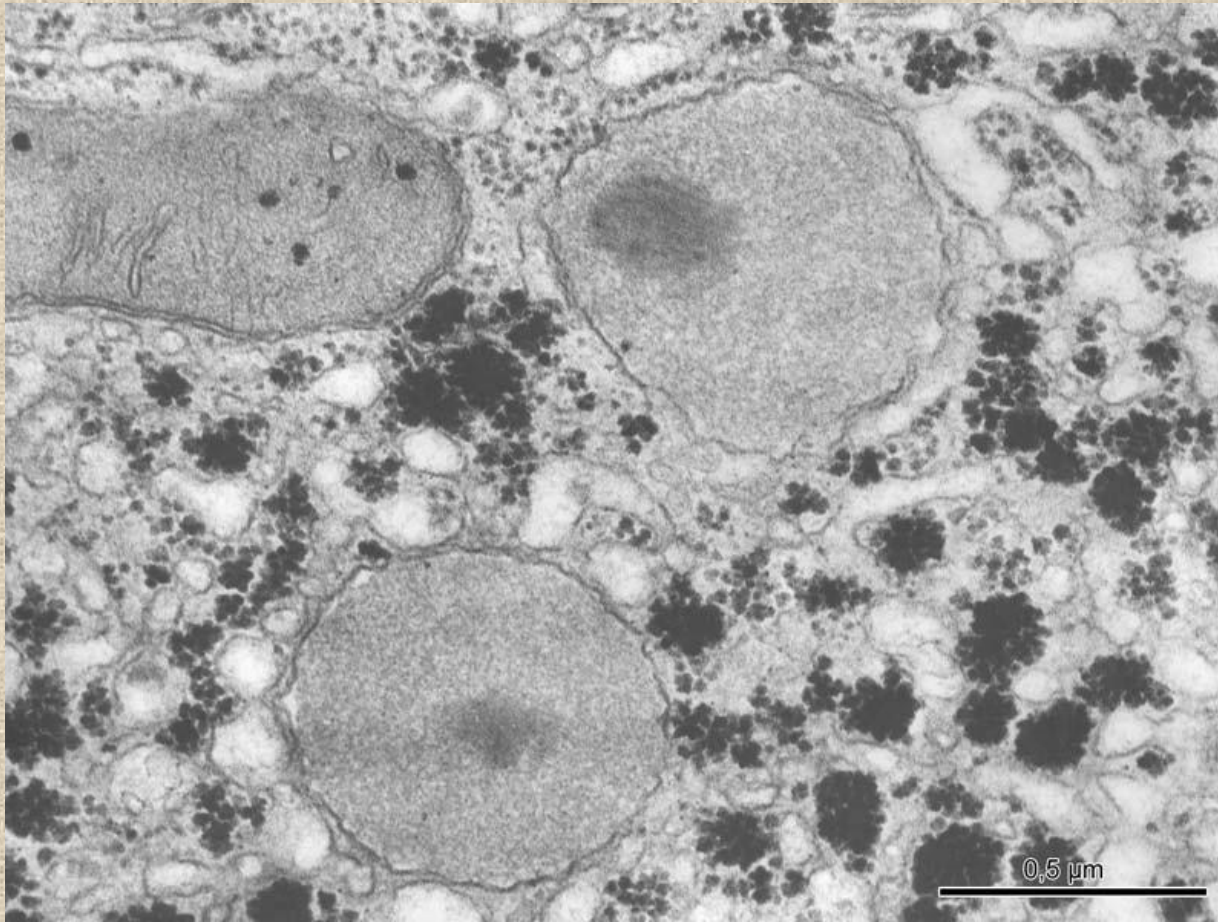


váčky – od $0,5 \mu\text{m}$ \emptyset , jednoduchá membrána, matrix s hydrolytickými enzymy kyselého pH (*kyselá fosfatáza, karboxylesterhydrolázy, katepsiny, hyaluronidáza, nespecifická esteráza, lipáza, ribonukleáza, aj.*)



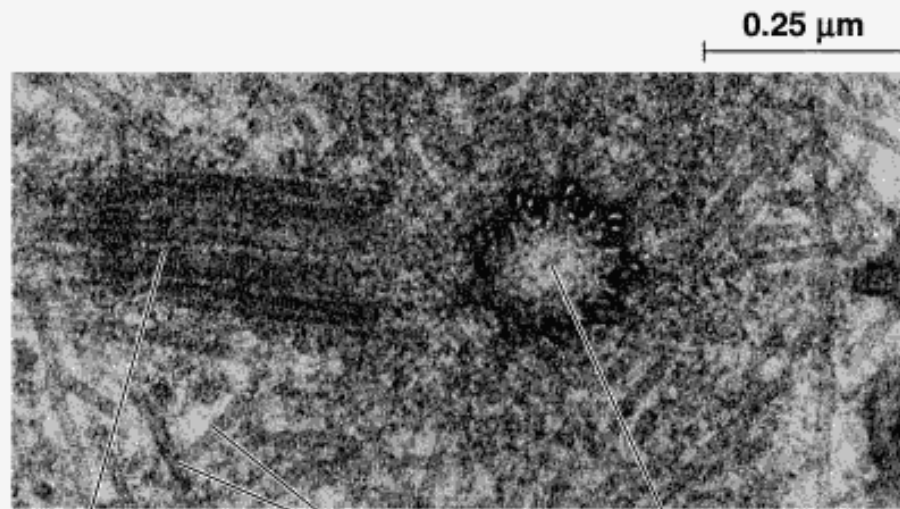
Peroxisomy

- organely obalené membránou, četné v játrech..
- **nucleoid** – charakteristický tmavě denzní střed – ne u lidí
- obsahuje kolem 40 enzymů /kataláza, peroxidáza, oxidativní e./
- váčky – 0,1 - 0,5 μm \varnothing
- funkce: detoxikační, syntéza lipidů..



Centriol

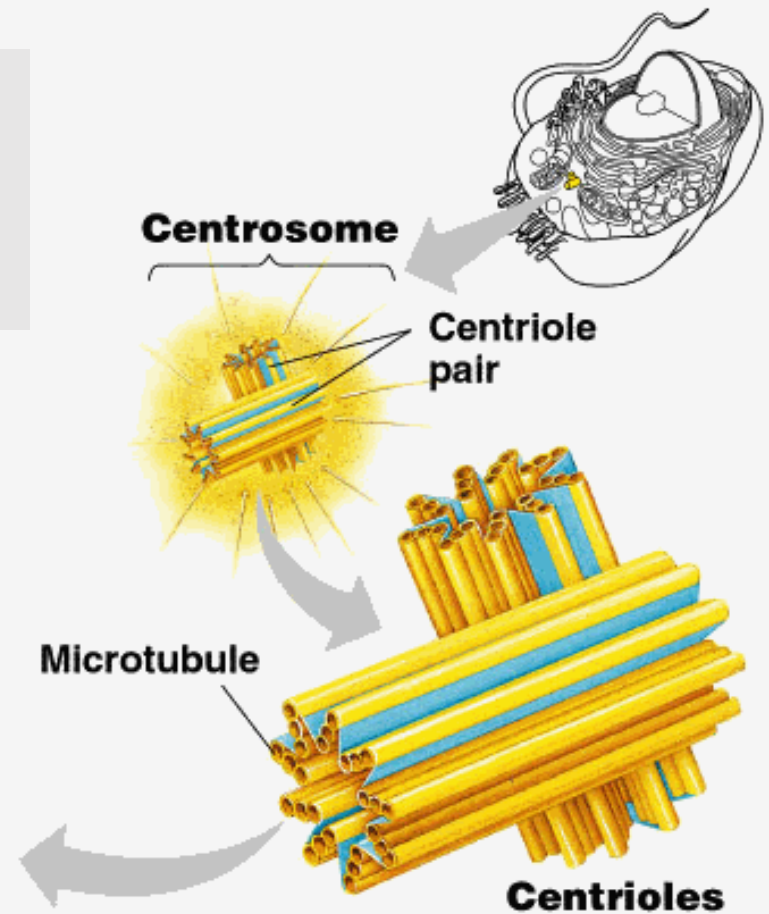
- nemembránová organela
- složen z **9 sad tripletů mikrotubulů** /s částečně sdílenou stěnou – OCC/



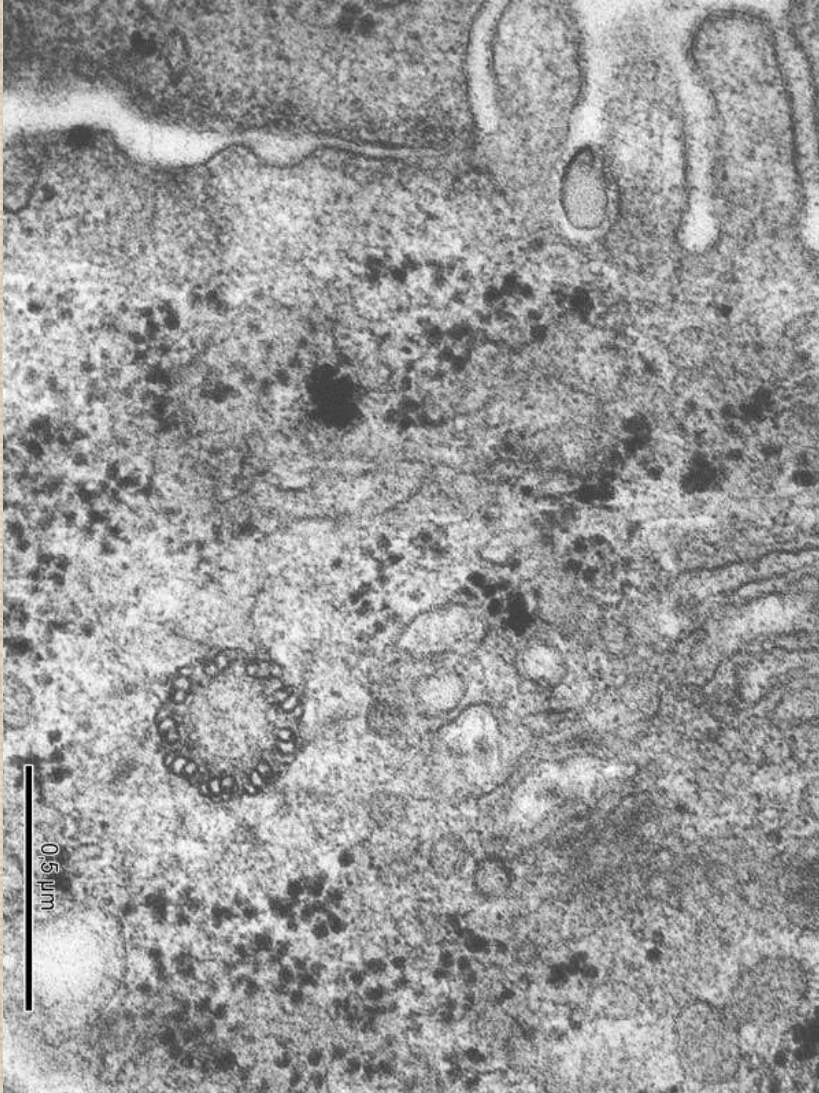
Longitudinal section of centriole

Microtubules

Cross section of centriole



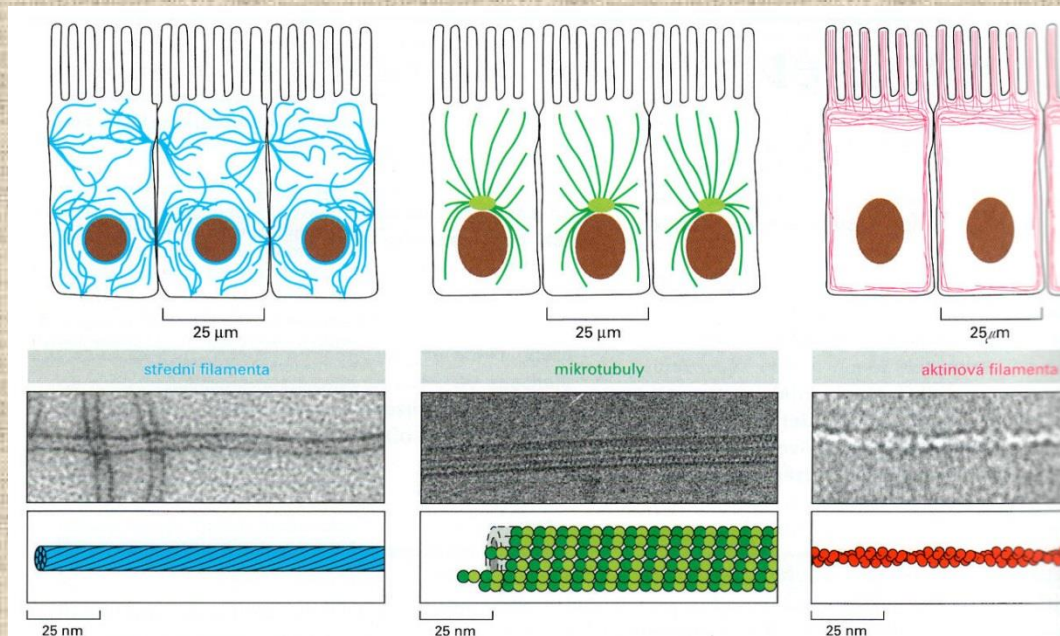
Centriol



- organizátory pro stavbu dělicího vřeténka
- replikací vznikají bazální tělíska řasinek
- tvar: cylindr (válec)
- **velikost:** \varnothing 0,2 μm , délka 0,4 - 0,5 μm
- stavba: **9 tripletů** mikrotubulů po obvodu válce
- zřetelné v interfázi poblíž jádra
- 1 pár centriolů kolmo na sebe

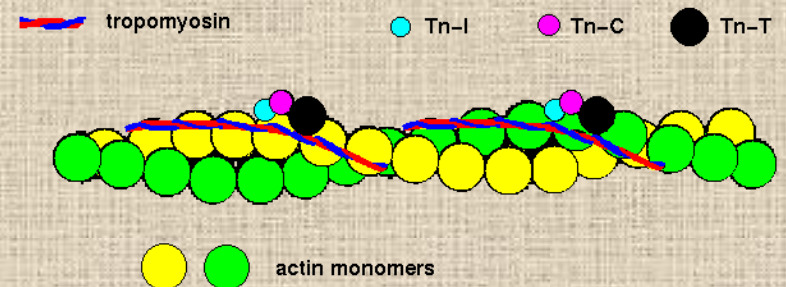
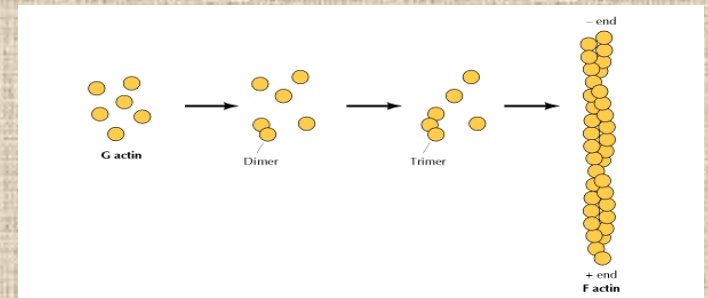
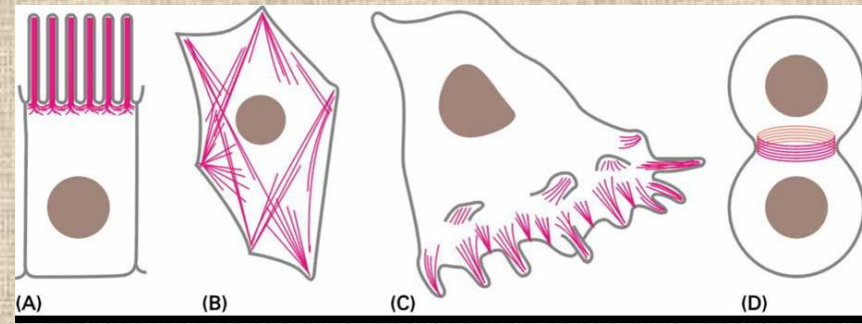
Cytoskelet

- **Mikrotubuly** (válce o \varnothing 22 nm, α + β TUBULIN)
- **Mikrofilamenta** (vlákna o \varnothing 5-7 nm, AKTIN)
- **Intermediární filamenta** (vlákna o \varnothing 8-11 nm)



Cytoskelet – mikrofilamenta

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



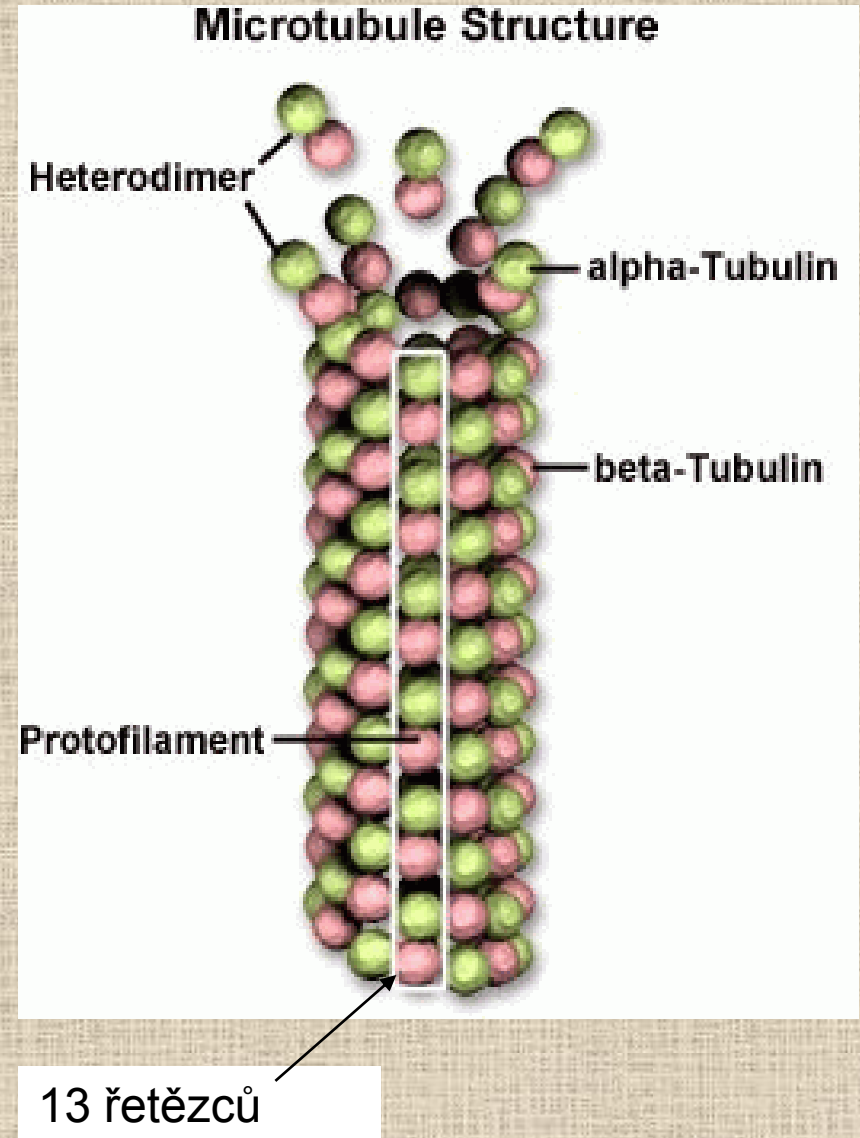
Cytoskelet – intermediární filamenta

- 8-11 nm
- **cytokeratinová** – epitelové buňky
- **vimentinová** – buňky mesenchymového původu – hladké svalové, endotelové...
- **desminová** – svalové buňky
- **neurofilamenta** – neurony
- **gliová** – neuroglie

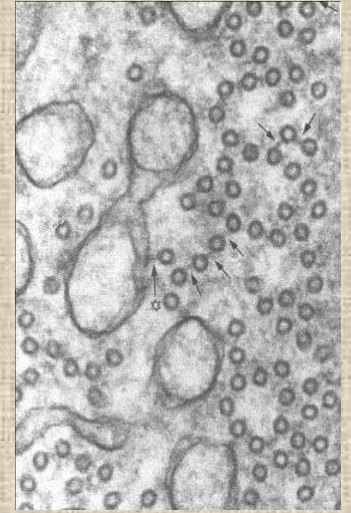
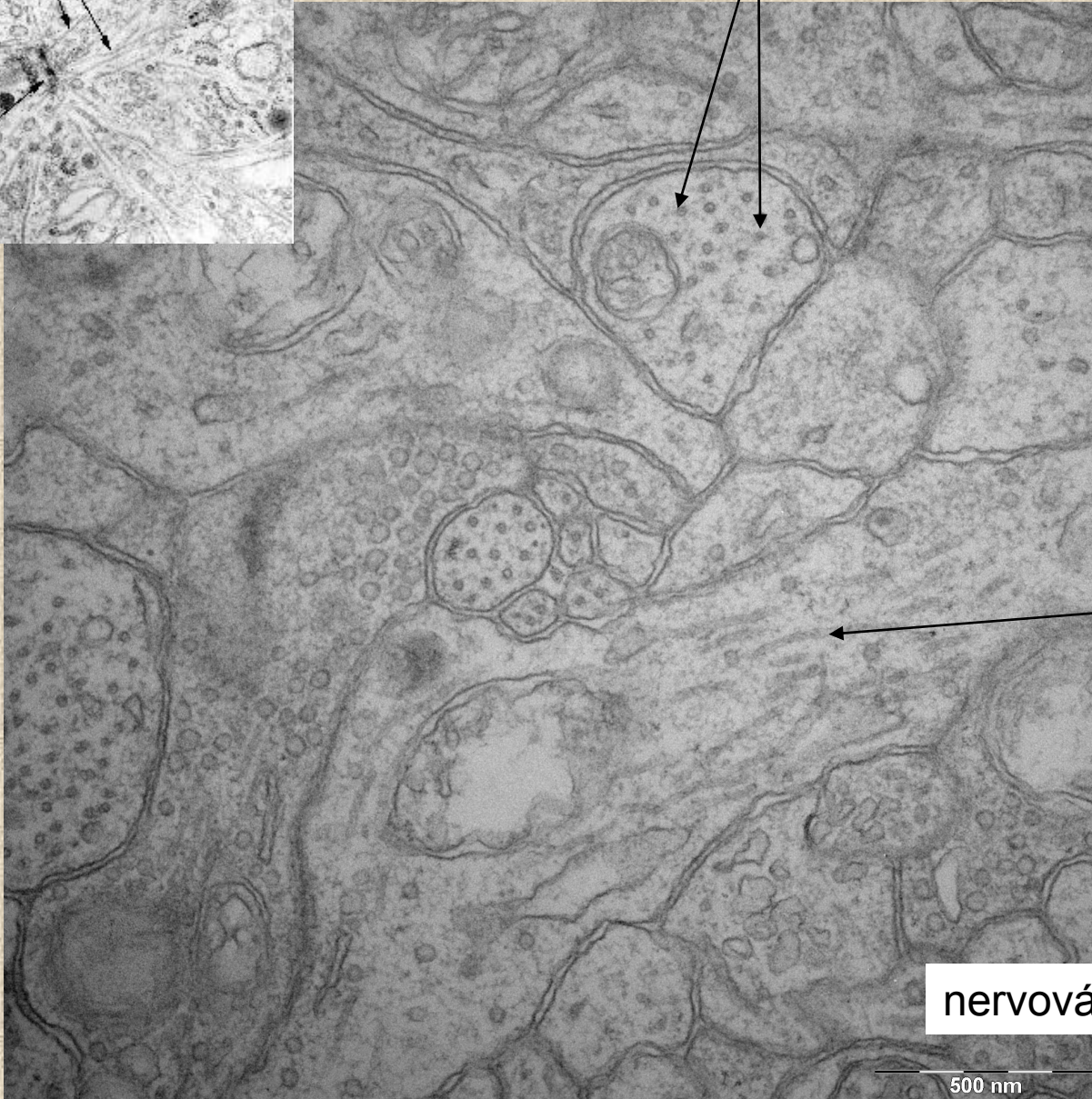
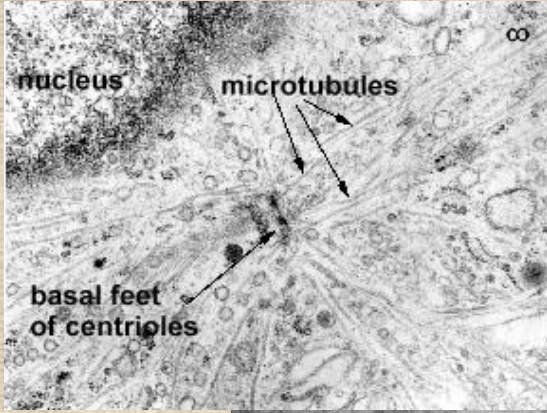


Cytoskelet - mikrotubuly

- 22 – 25 nm, tvořeny **tubulinem**
- duté válce, dynamické struktury
- funkce:
 - udržování tvaru buněk,
 - intracelulární transport sekrečních granul
 - pohyb řasinek a bičíků
 - fagocytóza
 - pohyb chromosomů během mitózy
 - součást centriolů a basálních tělísek



Mikrotubuly



Buněčné inkluze

zásobní nebo odpadní látky

- Sekreční granula
- Zásobní látky
 - glykogen
 - lipidové kapky
- Krystaly (proteiny)
- Pigmenty

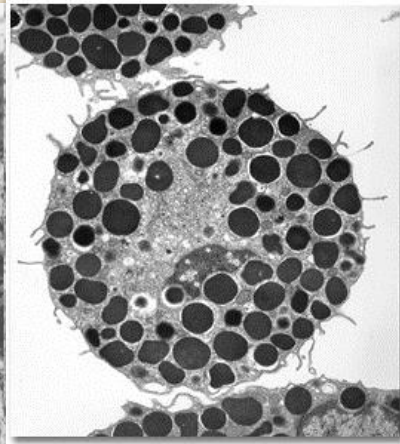
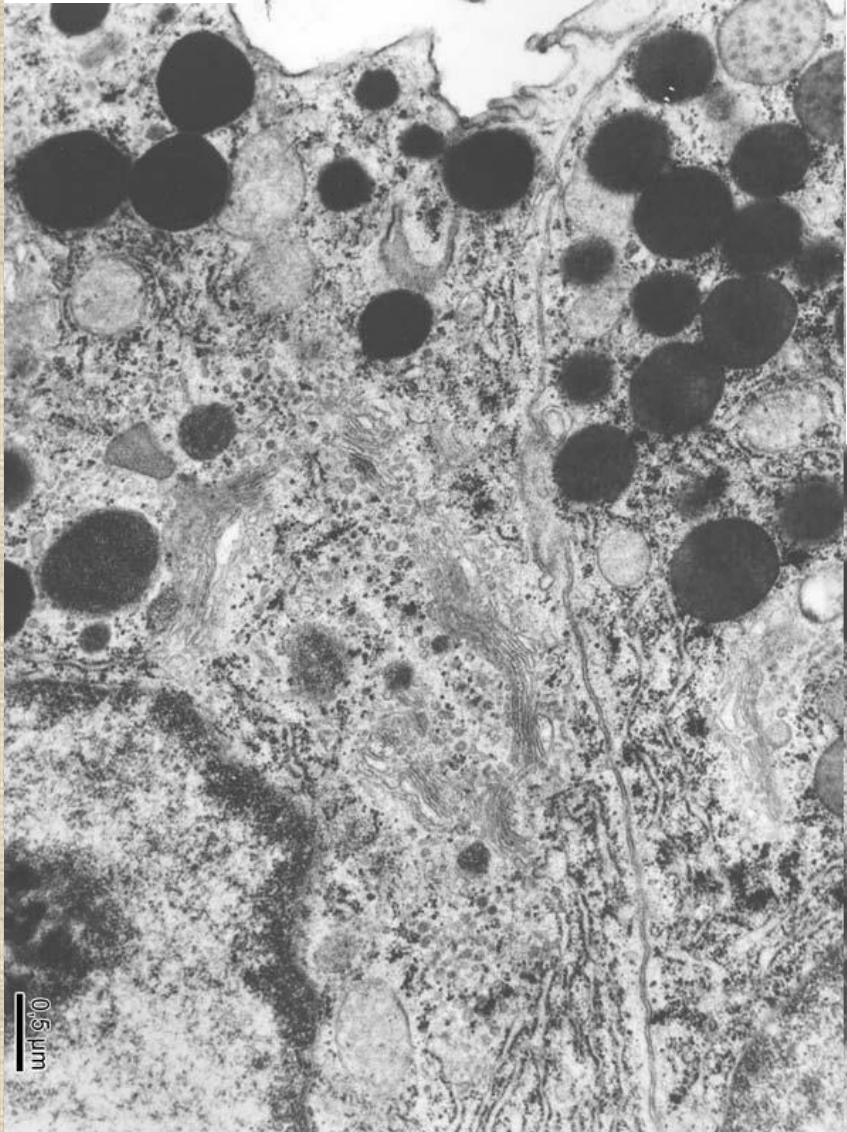
endogenní

- autogenní
- hematogenní

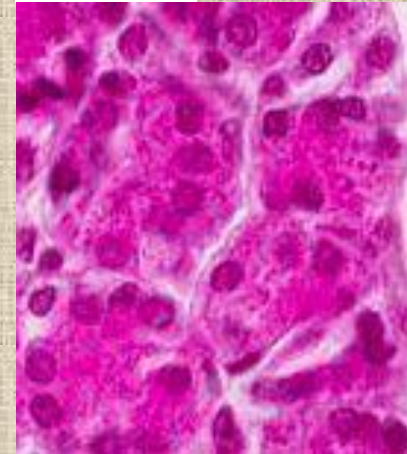
exogenní – prach, barviva (karoten), tetováž

Buněčné inkluze - sekreční granula

EM

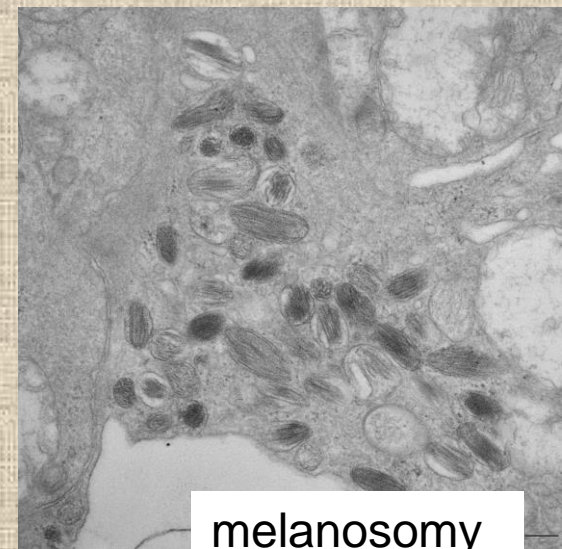


SM

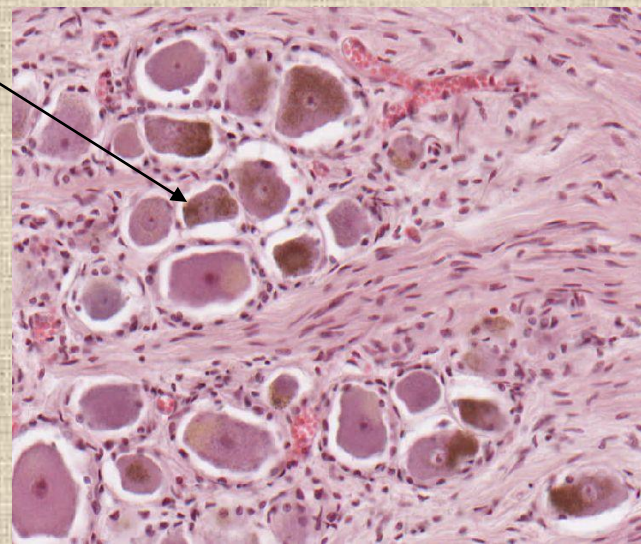


Buněčné inkluze - pigmenty

- **Autogenní** – melanin, lipofuscin
- **Hematogenní** – hemosiderin, biliverdin, bilirubin
- **Exogenní** – prach, barviva, karoteny

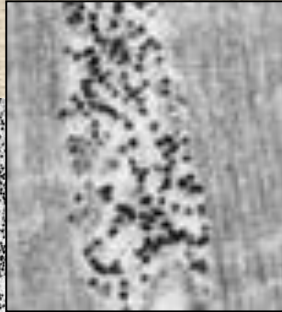
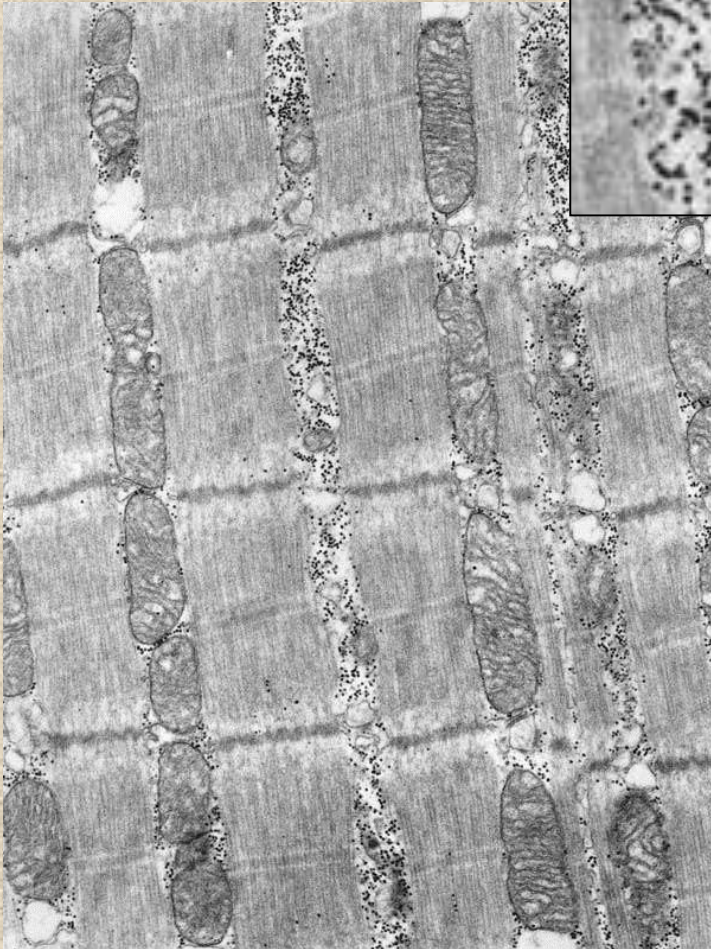


váčky obklopené
membránou

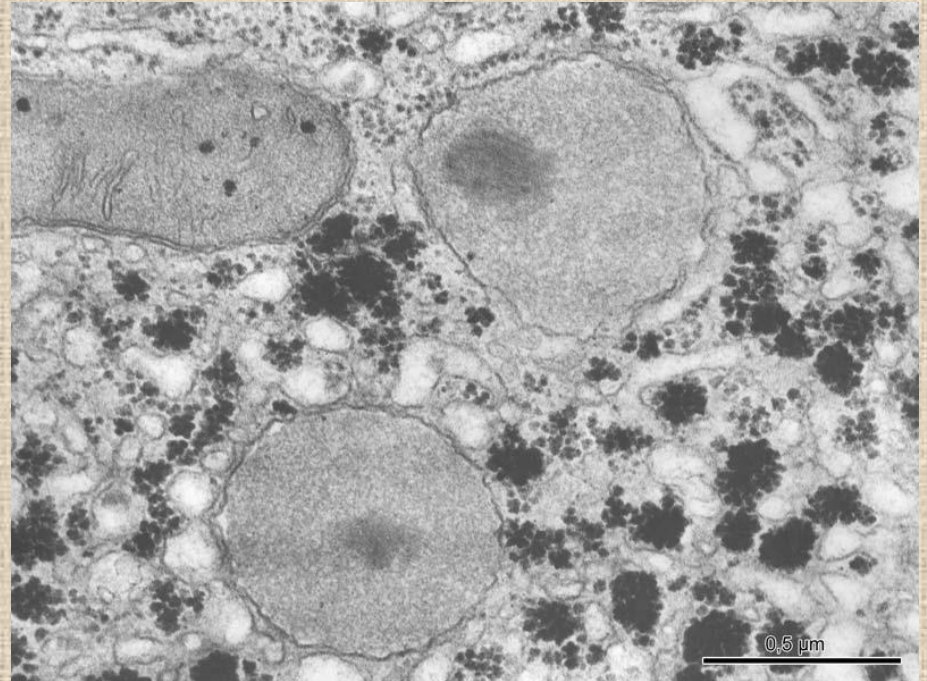


Buněčné inkluze - zásobní látky - glykogen

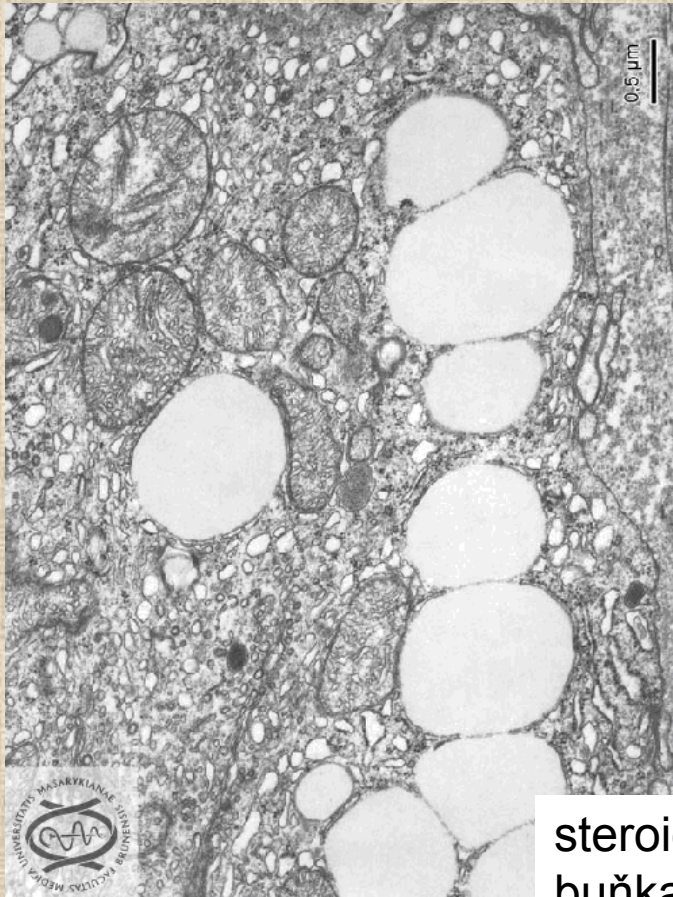
β -granula /myokard/



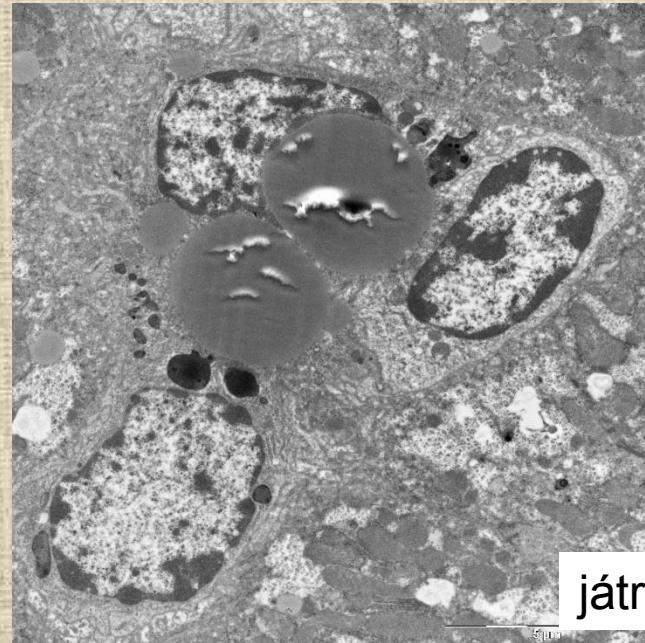
α -granula /hepar/



Buněčné inkluze - lipidové kapky



steroidogenní
buňka



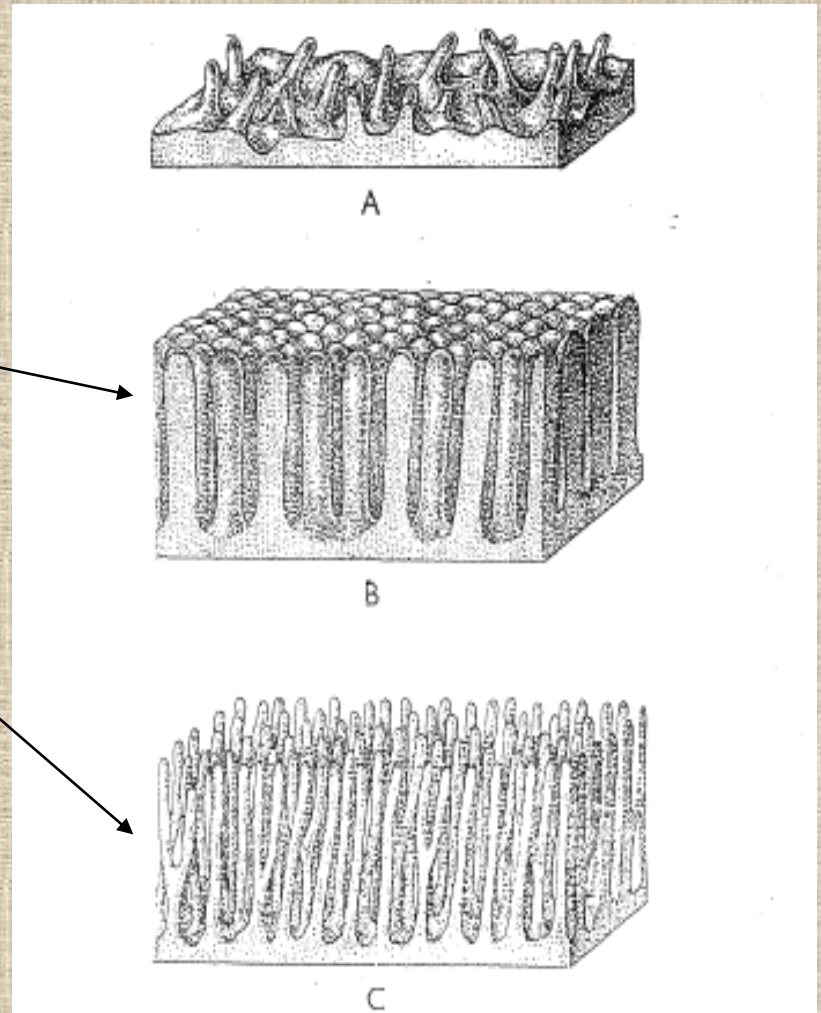
játra

jen fázové rozhraní

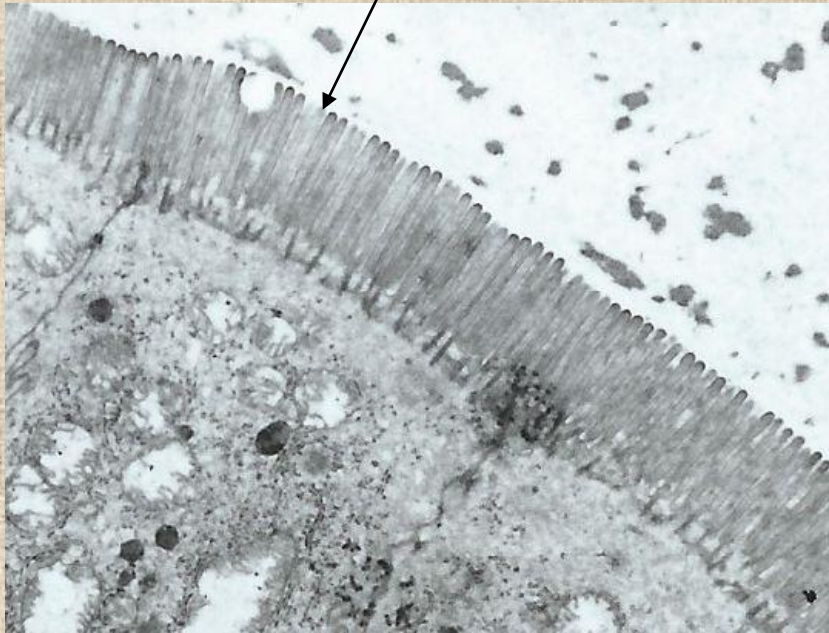
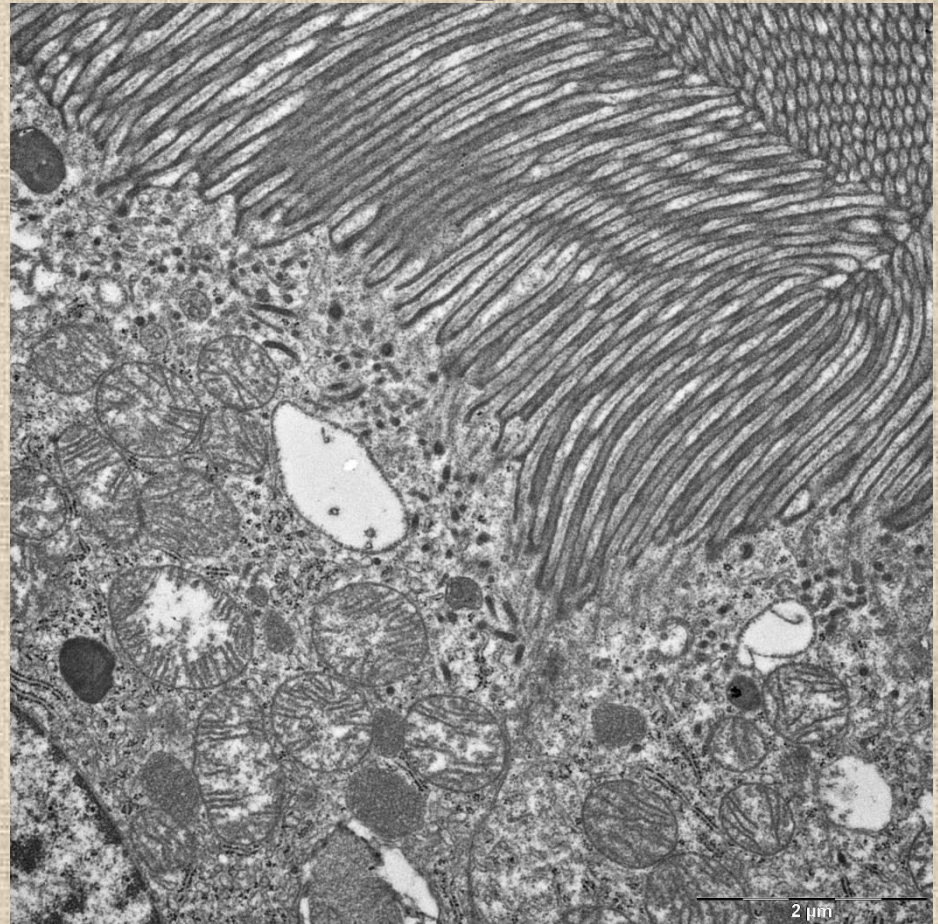
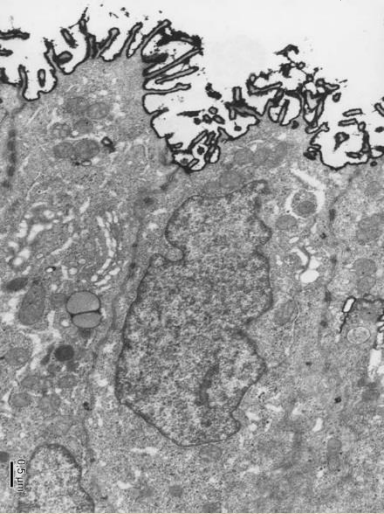
Modifikace buněčných povrchů

Apikální povrch

- **mikroklky** – krátké prstovité výběžky plazmalemy (délka 1-6 μm , průměr 0,08-0,14 μm)
- **žíhaná kutikula**
- **kartáčový lem**
- **stereocilie** – dlouhé anastomozující mikroklky
- **/kino/cilie** – dlouhé pohyblivé výběžky – *axonema*
- pseudopodie /panožky/
- **flagellum** /spermie/



Mikroklky + žíhaná kutikula + kartáčový lem

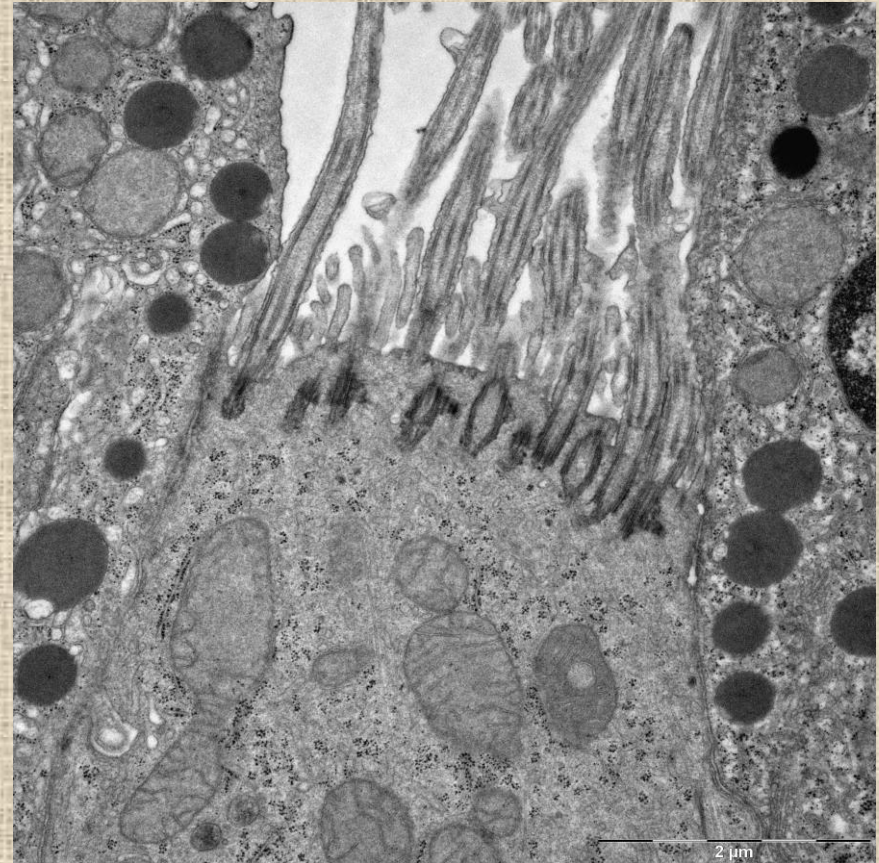
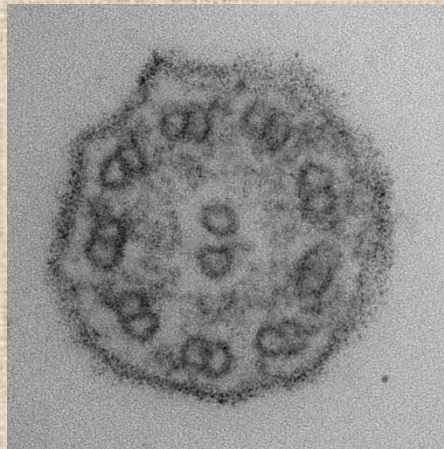


Stereocilie

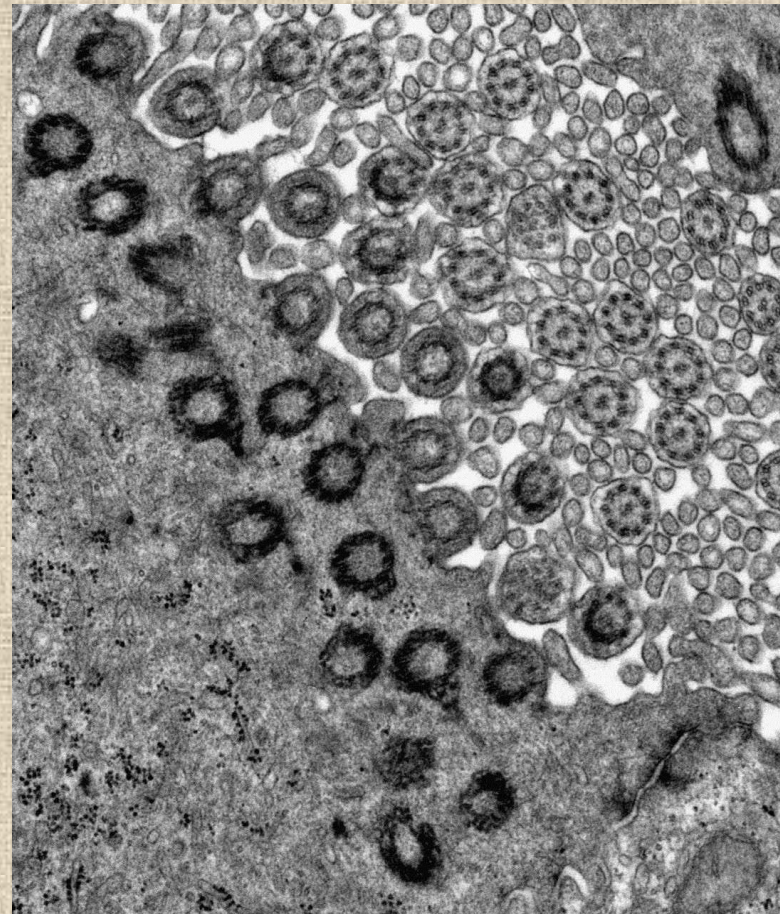
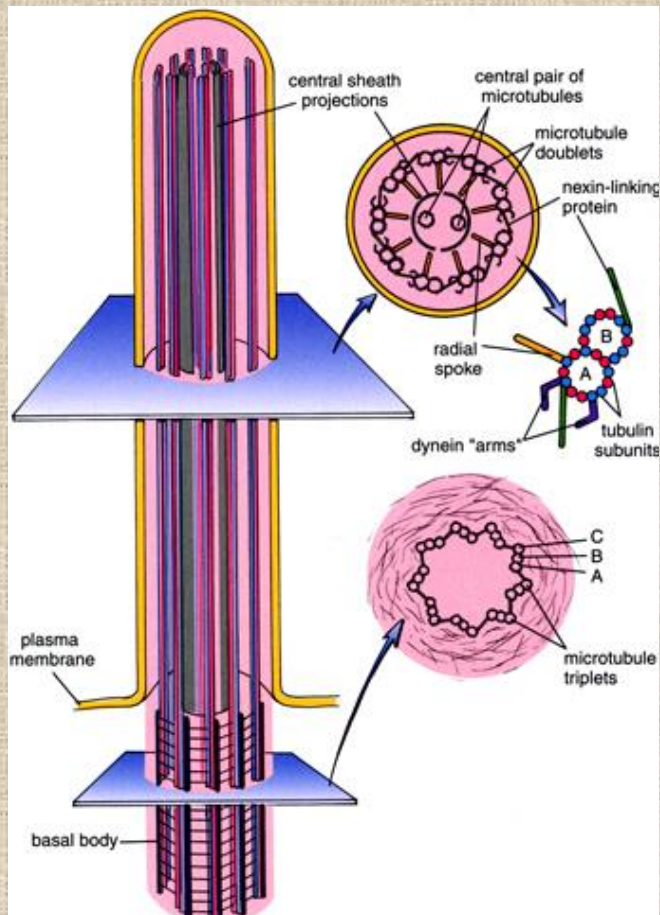
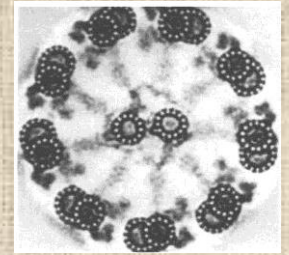


Řasinky

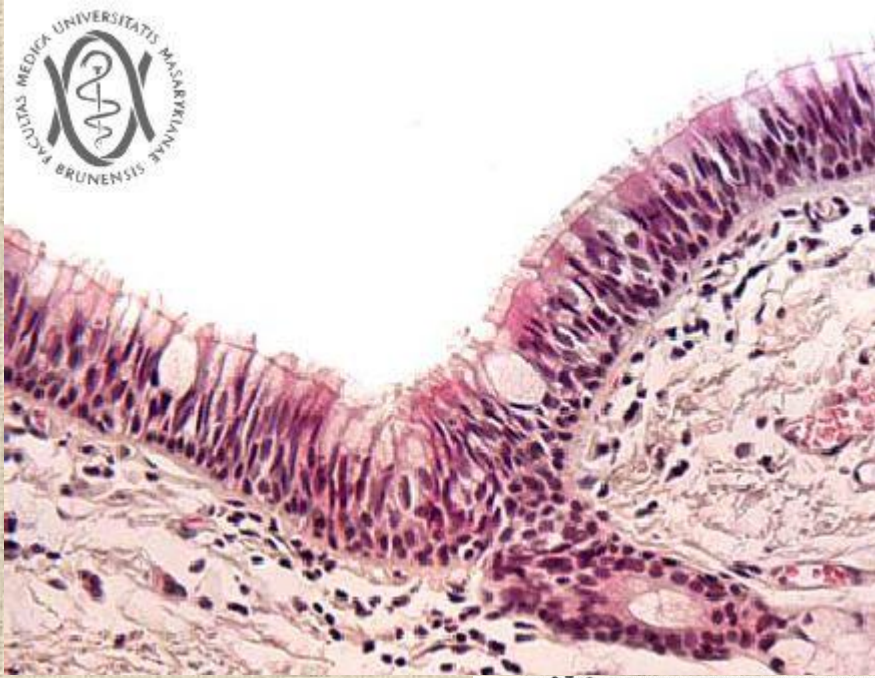
- délka 7-10 μm , tloušťka 0,25 μm
- vznikají z centriolu /basální tělísko, kinetosom/
- obsahují **axonemu – 9+2**
 - 9 párů periferních mikrotubulů /OC/
 - 2 centrálně uložené mikrotubuly



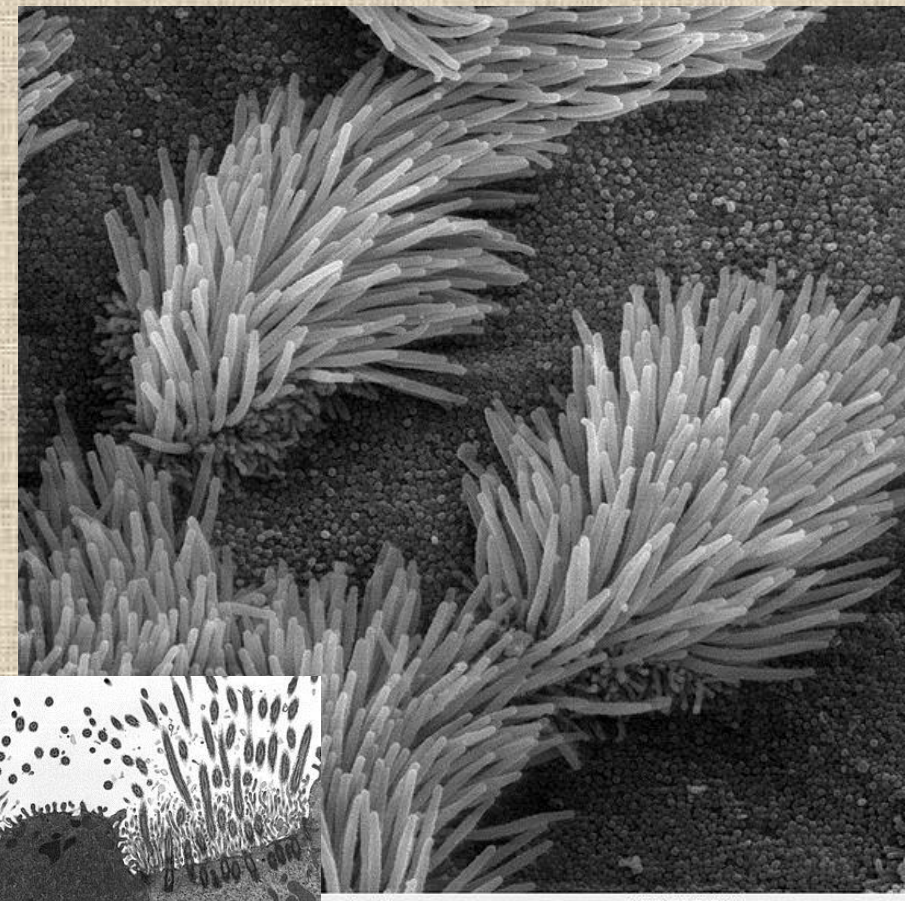
Řasinky



Víceřadý epitel s řasinkami

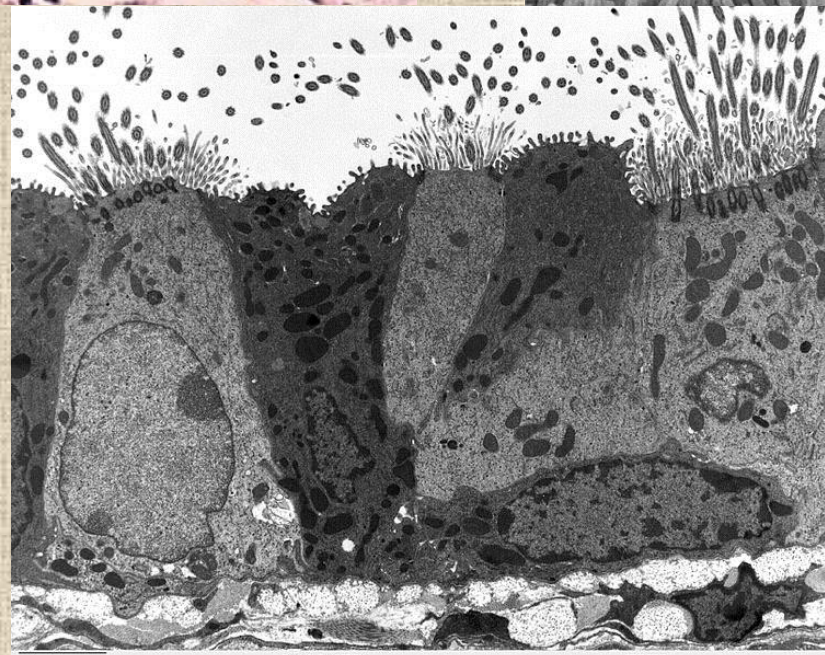


SM



Lung.001 1/20/ 0 REMF 5000X

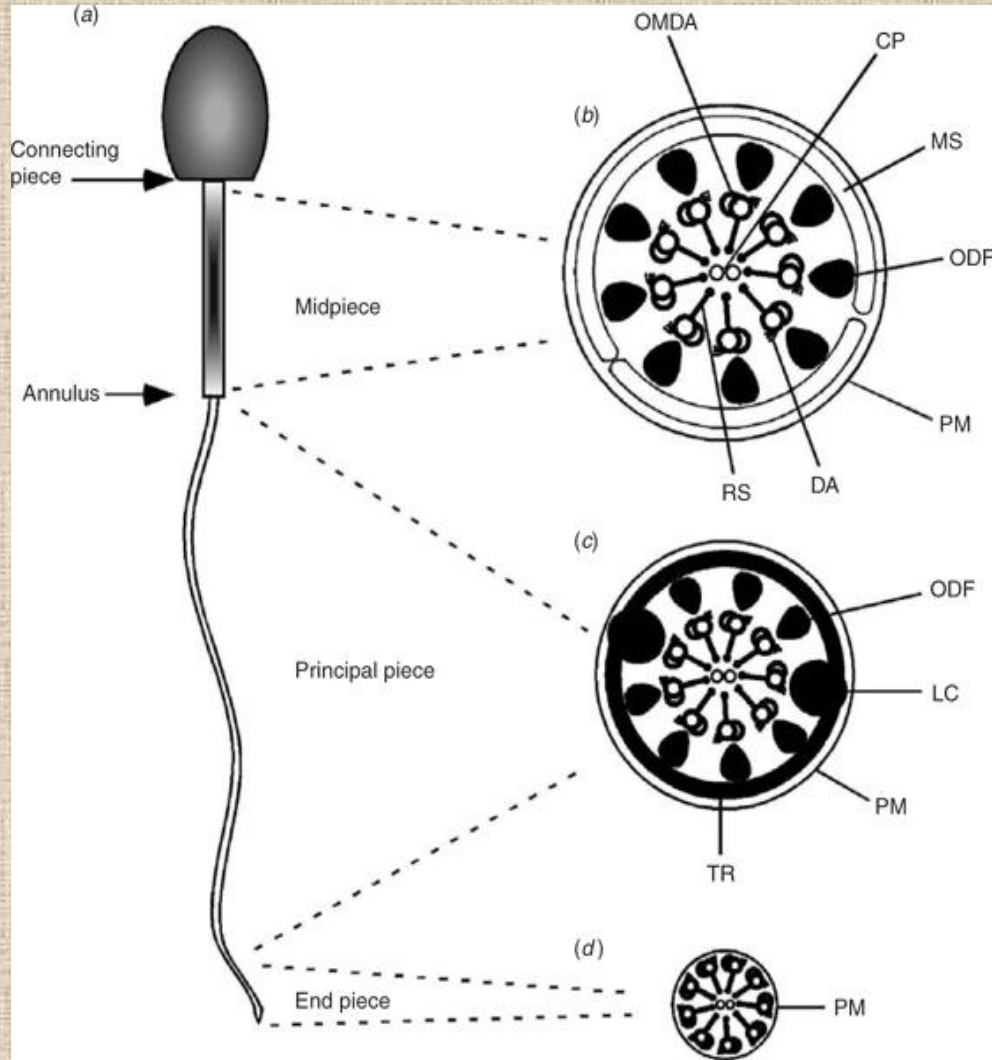
SEM



TEM

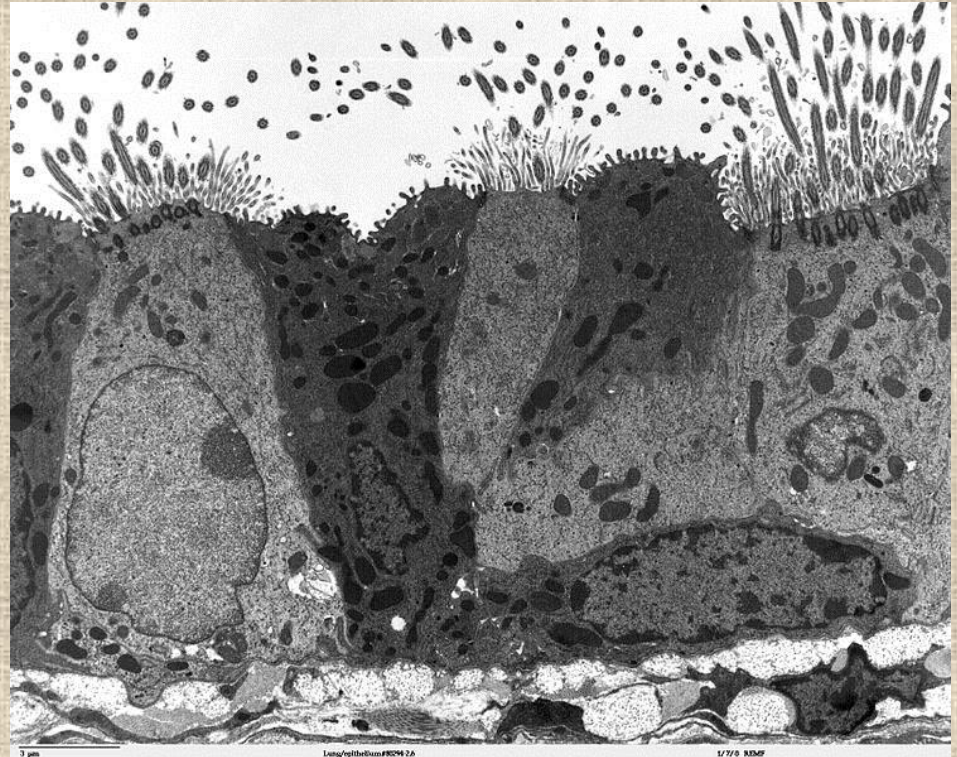
3 µm Lung/epithelium#004 2a 1/7/0 KDMF

Bičík /axonema + chordy/



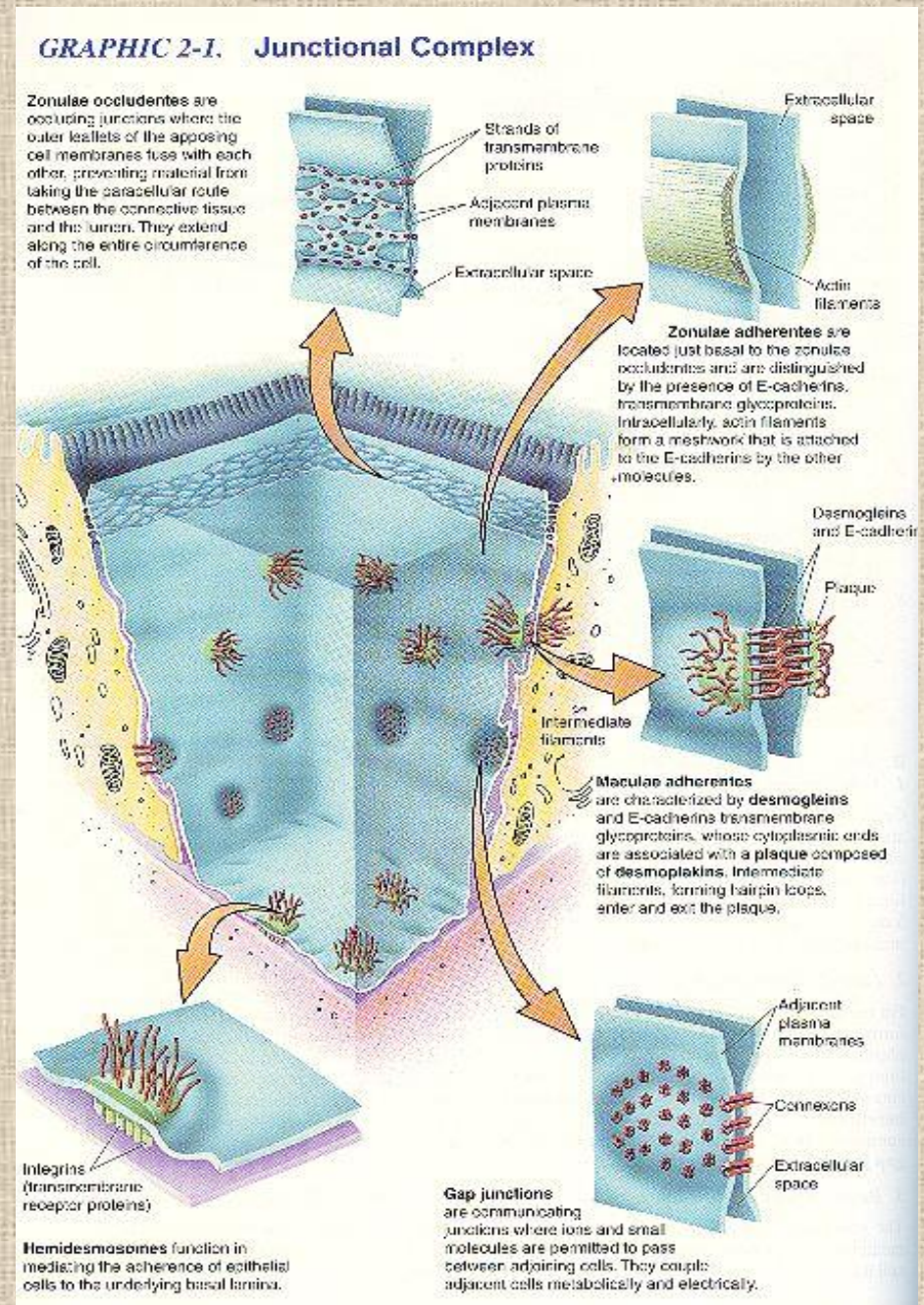
Buněčný povrch - modifikace

- volný (**apikální**)
 - hladký nebo s výběžky (mikroklky, řasinky, bičíky)
- přivrácený k jiné buňce (**laterální**) – mezibuněčné spoje
- **bazální** povrch (přivrácený k nebuněčné struktuře - bazální membrána)

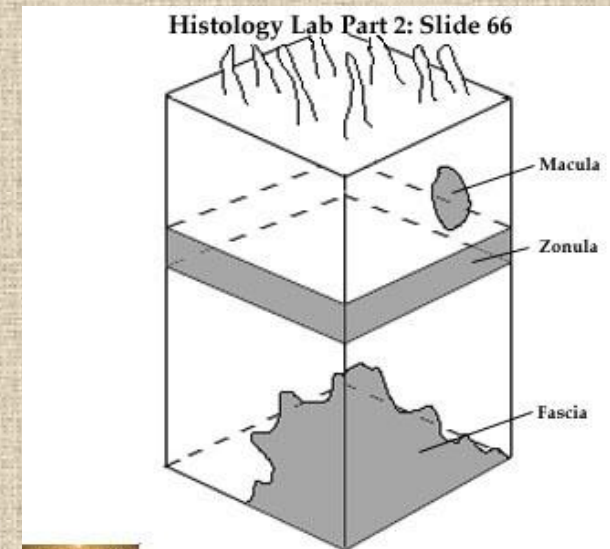
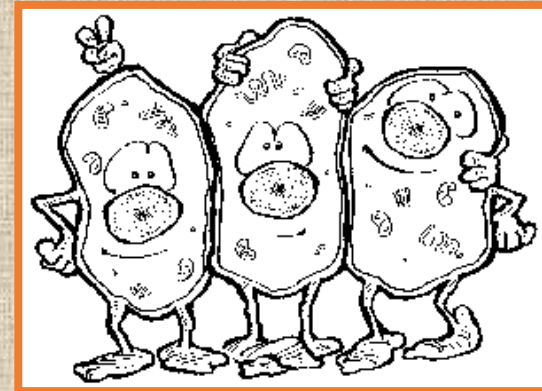
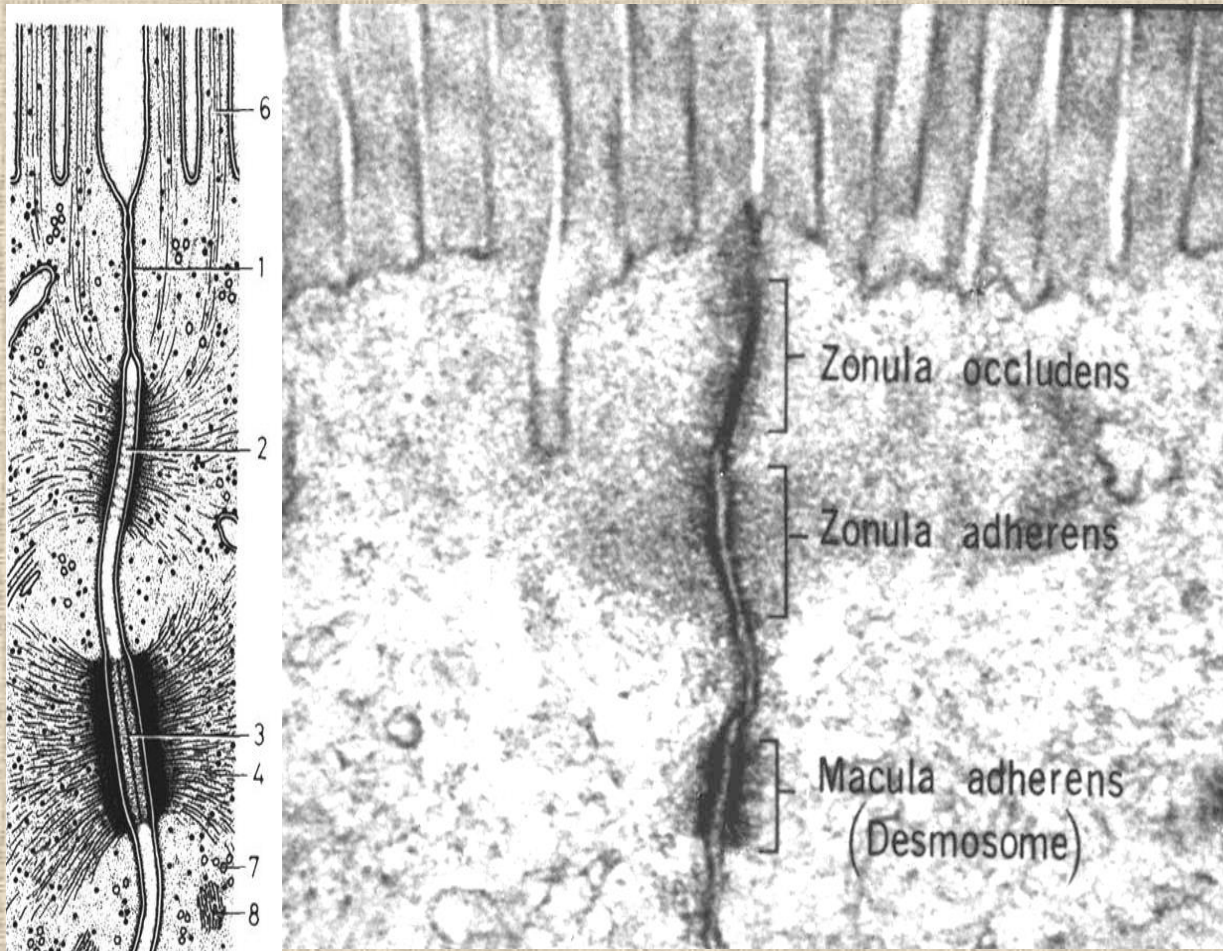


Buněčná spojení

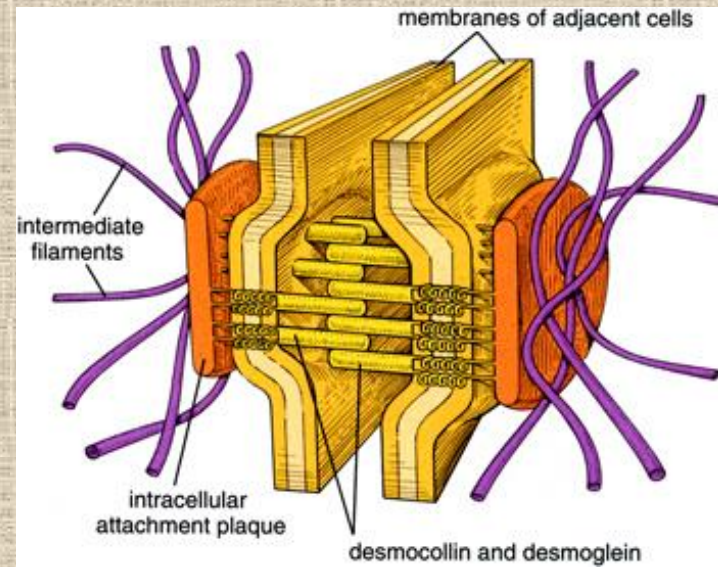
- zonula occludens /tight junction/
- zonula adherens /adhering junction/
- desmosom /macula adherens/
- hemidesmosom
- nexus /gap junction, macula communicans/



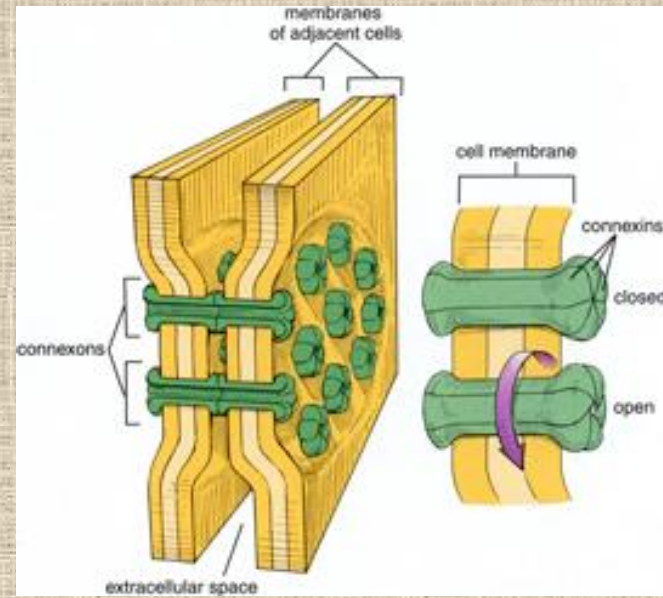
Zonula occludens a adherens



Desmosom

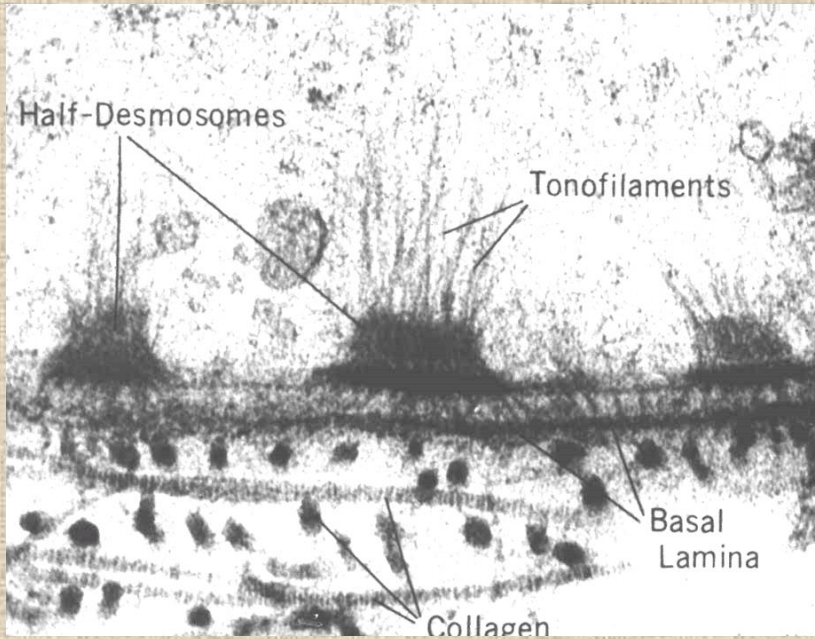


Nexus

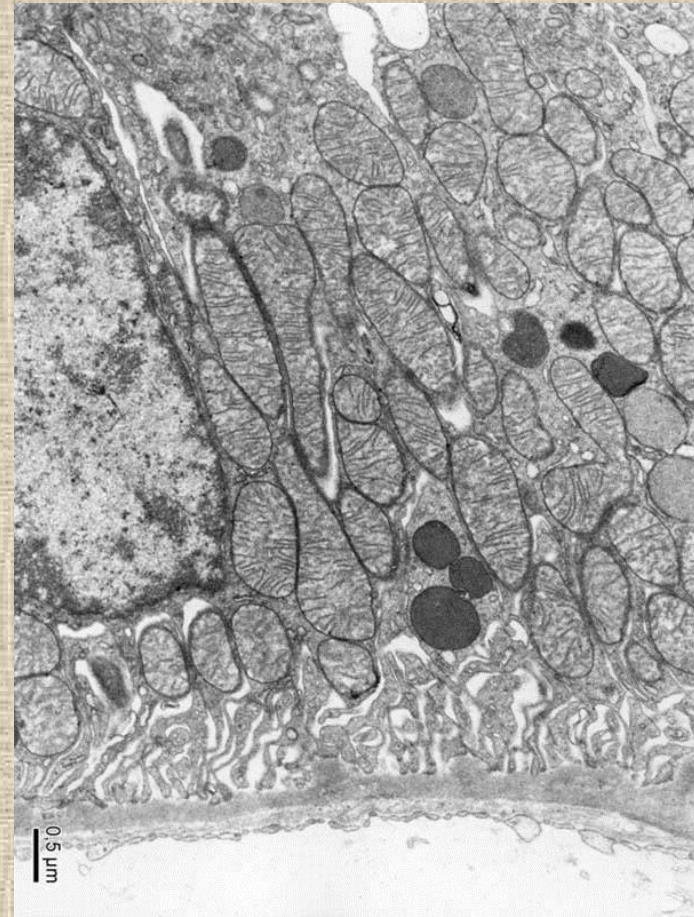


konexony - kanálky

Bazální povrch



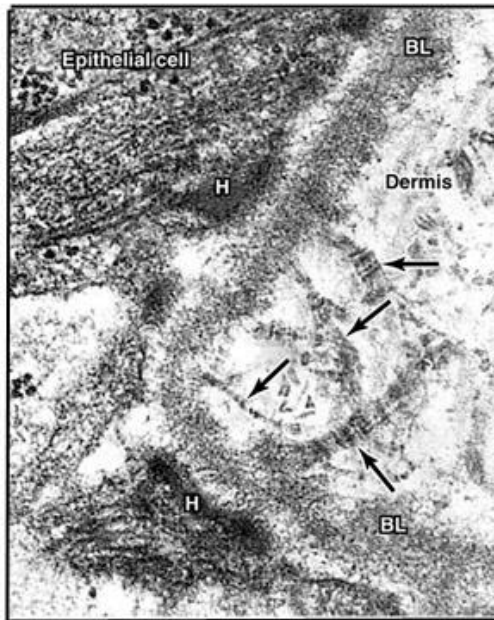
hemidesmosomy



bazální labyrint

Bazální membrána

lamina basalis + lamina reticularis

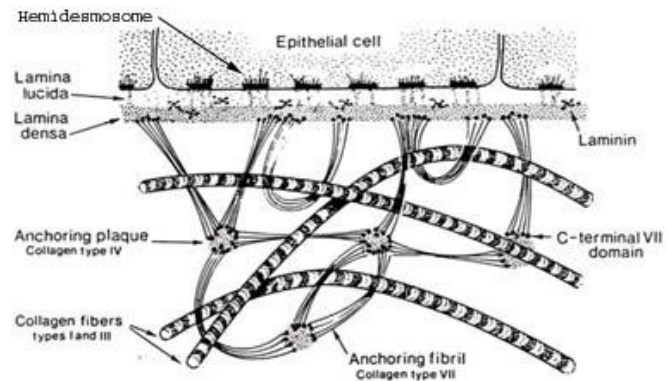
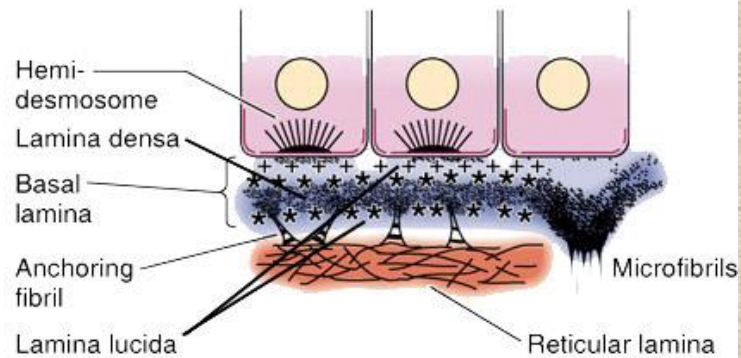


BL = Basal lamina
H = Hemidesmosome

➔ = anchoring fibrils

The Ultrastructure of Basal Laminae

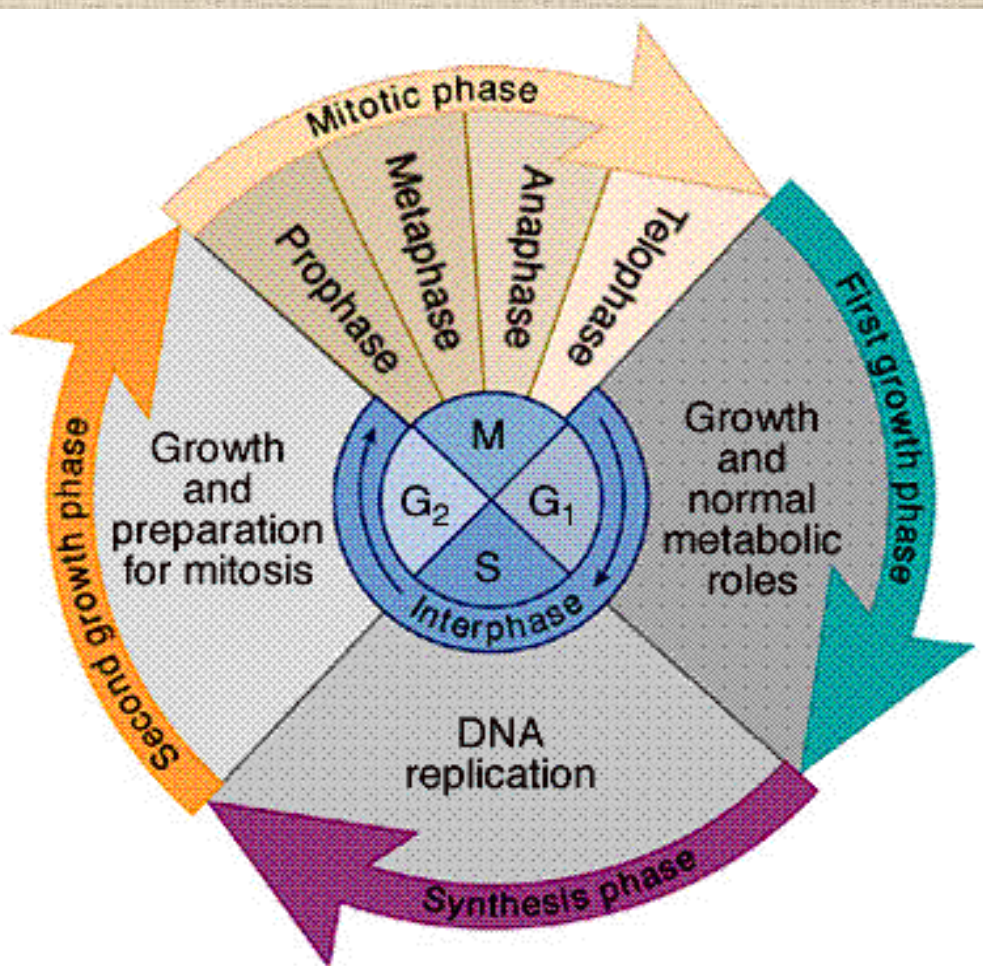
(from Basic Histology, 10th edition)



Životní projevy buňky

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

Buněčný cyklus



- **G₁** – fáze (délka závisí na typu buňky)
- **S** – fáze (asi 8 hod.)
- **G₂** – fáze
- **M** – fáze (mitóza) ($G_2 + M$ – fáze = 2.5 – 3 hod.)
- **G₀** – fáze = zastavený cyklus (neurony, svalové buňky)

Srovnání mitózy a meiózy

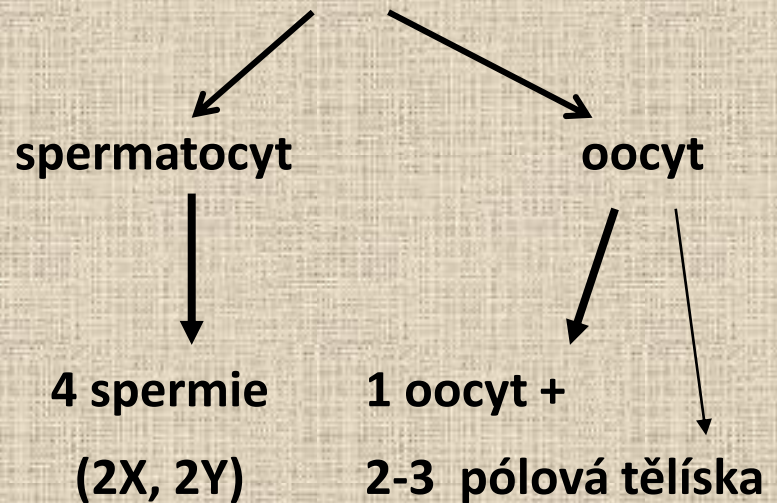
• Mitóza

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

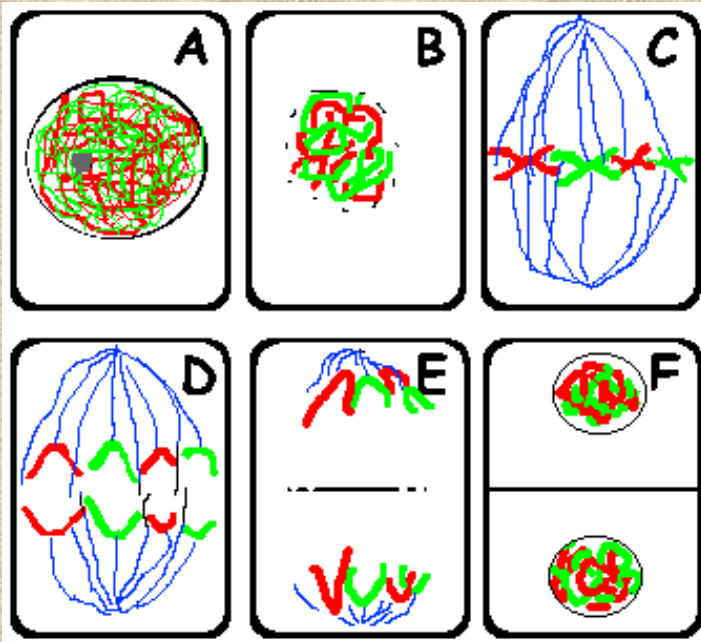
↓
2 dceřinné bb.

• Meióza

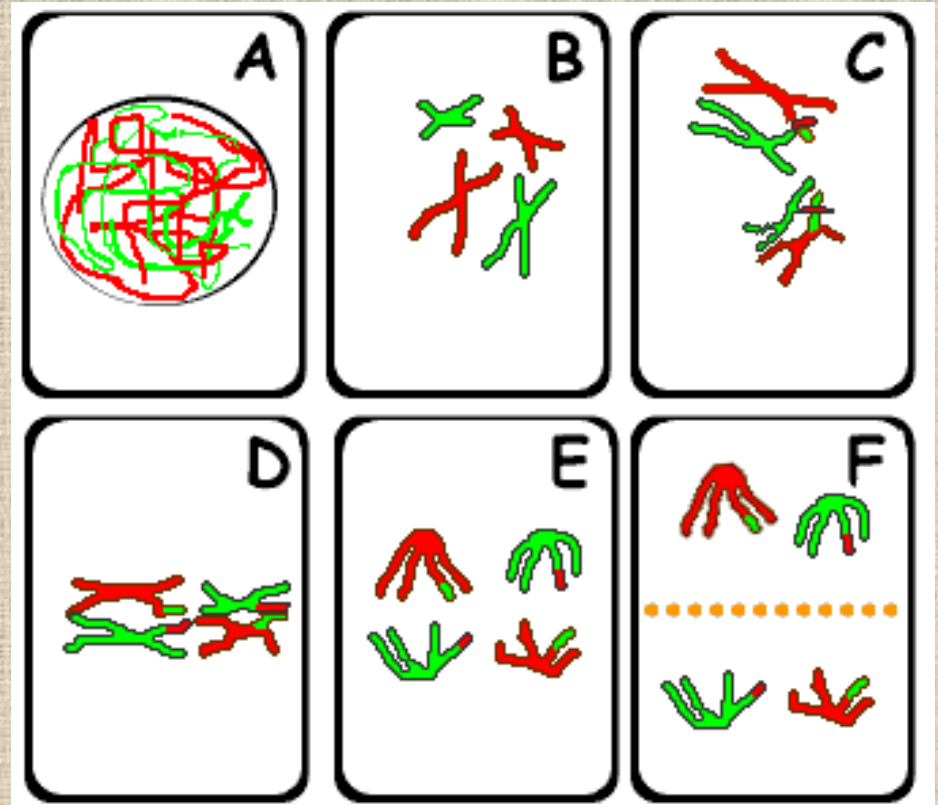
- vznik haploidní buňky
- crossing-over
- 2 dělení
- 1 mateřská buňka



mitóza

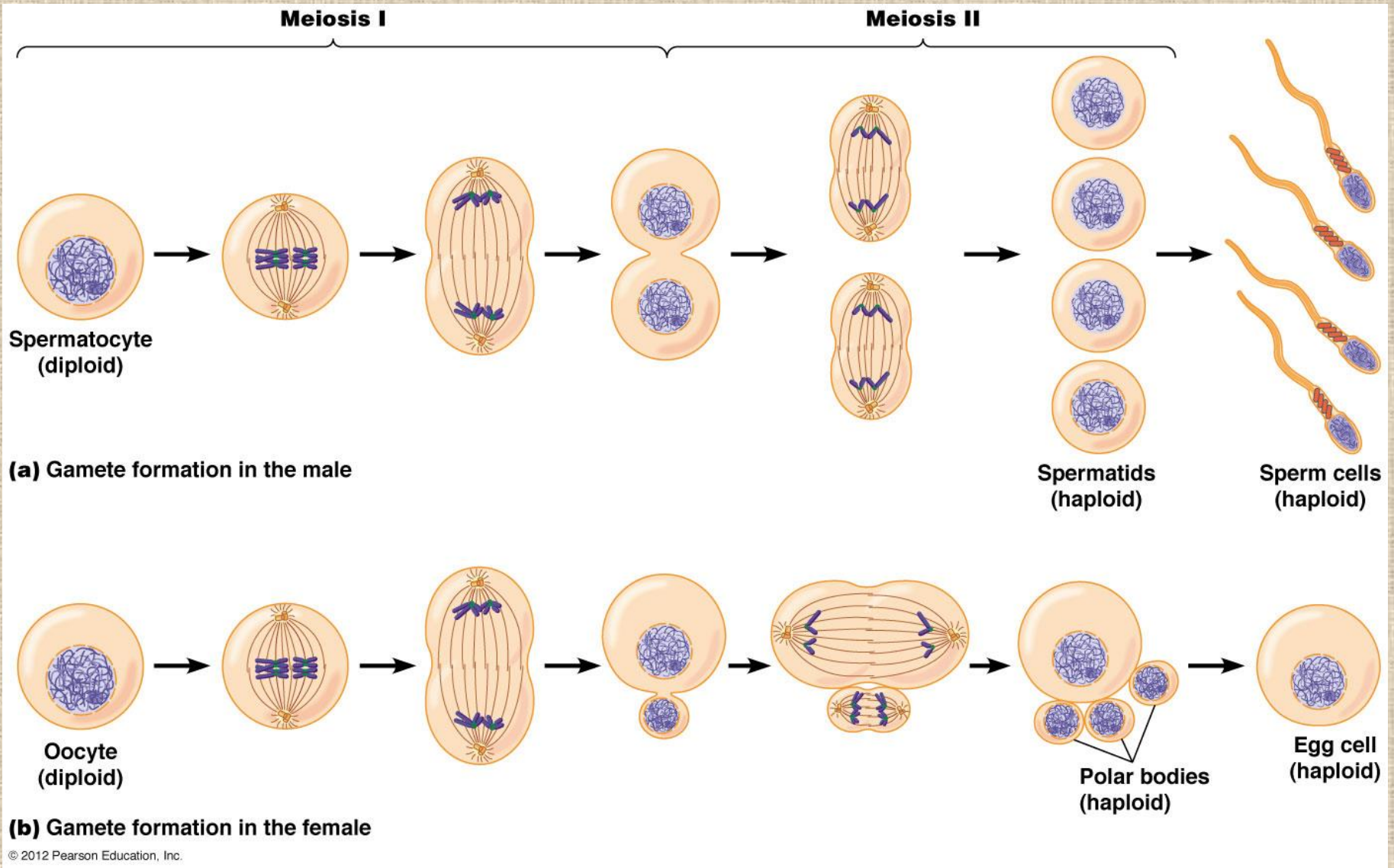


meióza I - specifická



meióza II – jako normální mitóza

Meiόza



Tkáně

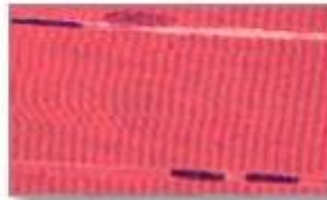
- epitelová
- pojivová
 - vazivo
 - chrupavka
 - kost
- svalová
- nervová



Connective tissue



Epithelial tissue



Muscle tissue



Nervous tissue

