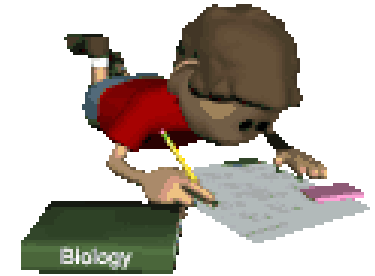


# HISTOLOGIE - osnova

1. Definice a význam histologie, přehled metod užívaných ke studiu buněk a tkání.  
**Obecná histologie a cytologie:** Buňka jako systém. Biomembrány. Přehled stavby a funkce buněčného jádra a buněčných organel. Buněčná membrána, úprava buněčných povrchů, intercelulární spoje.
2. Buněčný cyklus, dělení buněk. Diferenciace buněk a vznik tkání. Definice jednotlivých typů tkání.  
Epitelová tkáň – původ, stavba rozdělení a funkce. Přehled krycích (povrchových) epitelů a epitelu žlázového. Epitel resorpční.
3. Pojivová tkáň – původ, stavba, rozdělení a funkce. Přehled tkáně vazivové.  
Pojivová tkáň – chrupavka a tkáň kostní.
4. Svalová tkáň – původ, rozdělení, stavba a funkce. Přehled stavby kosterní svalové tkáně a hladké svalové tkáně. Mechanismus svalového stahu.  
Nervová tkáň – původ, stavba a funkce. Neuron a jeho součásti. Synapse, nervové mediátory. Neuroglie – přehled hlavních buněčných typů a jejich funkce. Obaly nervových výběžků.
5. Krev - složení. Morfologie krvinek. **Mikroskopická anatomie:** Přehled mikroskopické stavby vlásečnic a cév. Přehled stavby srdce, srdeční svalová tkáň.  
Lymfatické cévy a lymfatické uzliny – stavba a funkce. Lymfoepitelový patrový (Waldeyerův) mizní okruh.
6. Přehled mikroskopické stavby slinných žláz. Slina. Obecná stavba stěny dutých (trubicovitých) orgánů.  
Mikroskopická stavba a funkce žaludku. Mikroskopická stavba a funkce tenkého a tlustého střeva a appendix vermiformis.
7. Mikroskopická stavba jater, jaterní lalůček, krevní oběh v játrech. Mikroskopická stavba žlučníku, vývodní žlučové cesty. Pankreas a Langerhansovy ostrůvky. Přehled buněk gastro-entero-pankreatického systému.  
Přehled mikroskopické stavby žláz s vnitřní sekrecí.

# DOPORUČENÁ LITERATURA



**Svatopluk Čech, Drahomír Horký - Histologie  
a mikroskopická anatomie pro bakaláře**

**L. Carlos Junqueira, José Carneiro, Robert O. Kelley  
Základy Histologie**

**Renate Lullmann-Rauch - Histologie**

# Histologie

Přehled metod studia buněk a tkání

Buňka - stavba

Buněčný povrch a intercelulární spoje

# 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)

Specifická struktura buněk, tkání a orgánů má své funkční opodstatnění!

# Histologické metody

→ zachytit v určitém momentu, zviditelnit a zvětšit

## - Světelná a elektronová mikroskopie

**Světelný mikroskop** (optický) – průchod světla optickou soustavou

-Optické čočky – okulár, objektiv – celkové zvětšení

-Rozlišovací schopnost - rozlišení (vzdálenost dvou bodů, které lze ještě rozeznat jako oddělené) – závisí na vlnové délce dopadajícího světla - je asi  $0,2\mu\text{m}$  (oko  $0,2\text{mm}$ )

-Speciální mikroskopie – fluorescenční, fázový kontrast

# Elektronový mikroskop

- Čočky – elektromagnety
- Obraz je tvořen elektronovým paprskem ve vakuu
- Projekce na fluorescenční stínítko nebo snímání kamerou



## Transmisní (prozařovací) el. mikroskop - **TEM**

- snímán průchod elektronového paprsku, rozlišení 0,2-0,3 nm  
(reálně 5 nm)

## Rastrovací (řádkovací, scan) el. mikroskop – **SEM**

- snímán odraz elektronového paprsku, rozlišení 10-20 nm

# Zpracování tkání a orgánů pro účely histologického vyšetření ve světelném mikroskopu

(příprava trvalého histologického preparátu)

- **ODBĚR** vzorků
- **FIXACE** tkání – formaldehyd, alkoholy
- **PRANÍ**
- **ZALÉVÁNÍ** (parafinové bločky)
- **KRÁJENÍ** - mikrotomy
- **NAPÍNÁNÍ A LEPENÍ** řezů
- **BARVENÍ** řezů
- **MONTOVÁNÍ** ⇨ trvalé preparáty

# TYPY BARVENÍ

- rutinní, přehledná – HE, AZAN - demonstrují všechny základní složky
- speciální – vizualizace vybraných struktur
  - Massonovy trichromy: žlutý - HEŠ, modrý - AZAN, zelený trichrom (barví kolagenní vlákna)
  - orcein, aldehydový fuchsin (elast.vlákna) aj.
  - Histochemické metody
  - Imunohisto- a imunocytochemické metody
- impregnační – soli kovu – např. AgNO<sub>3</sub> (nervová nebo retikulární vlákna)



# Příklady barvení:

- **HE** = *Hematoxylin* – *Eosin*

jádra – modro-fialová

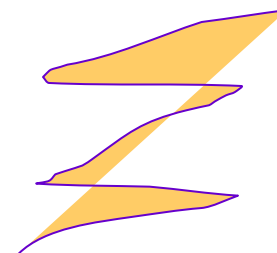
cytoplazma a kolagenní vlákna – růžová

svalová tkáň – červená



- **HEŠ** = *Hematoxylin* – *Eosin* – *Šafrán*

kolagenní vlákna – žlutá



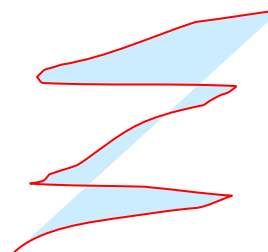
- **AZAN** = *AZokarmín* – *Anilinová modř* – *oranž G*

jádra – červená

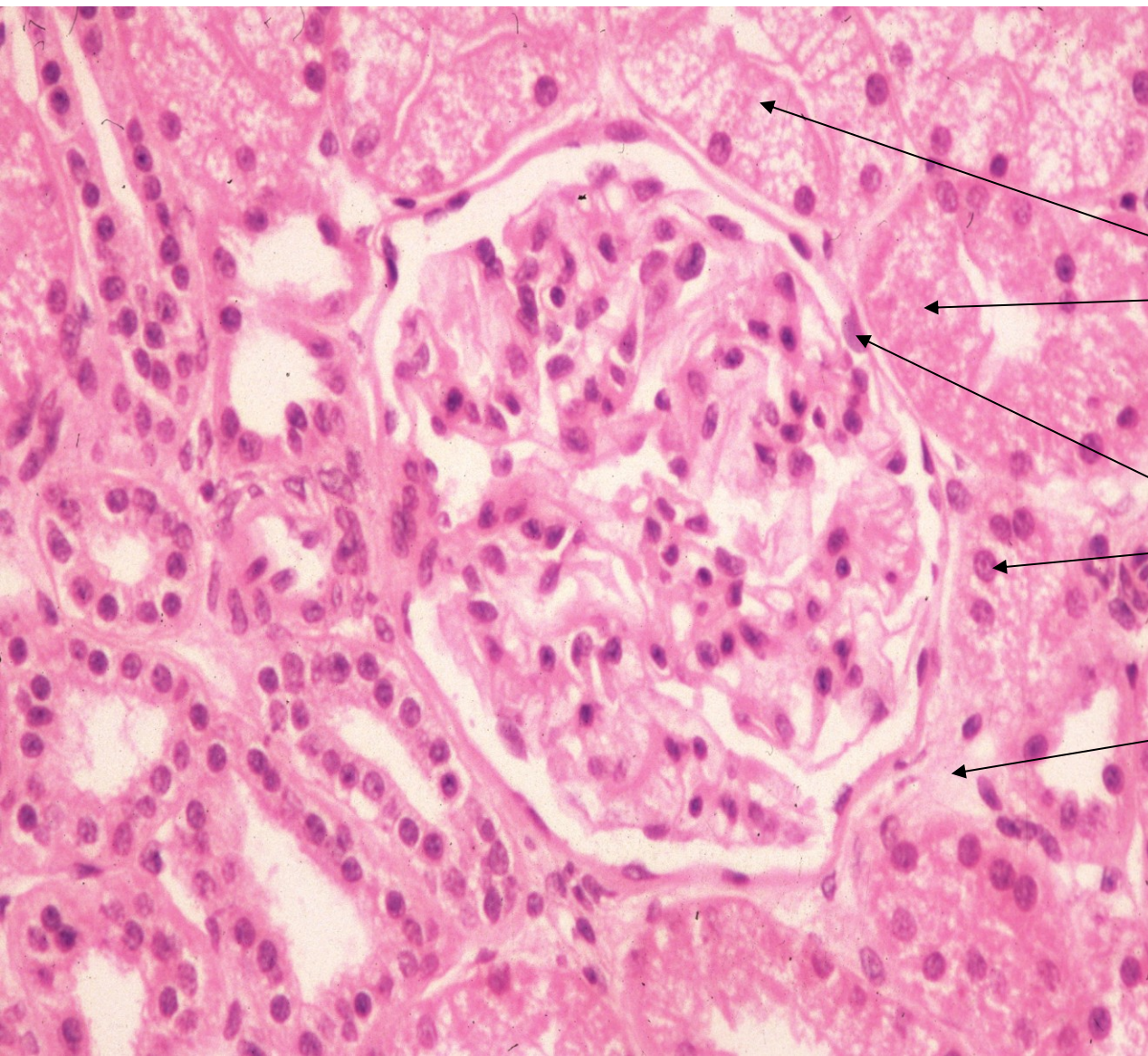
erytrocyty – oranžové

svalová tkáň – červená

kolagenní vlákna – modrá



# Hematoxylin a eosin (HE)



cytoplazma

jádra

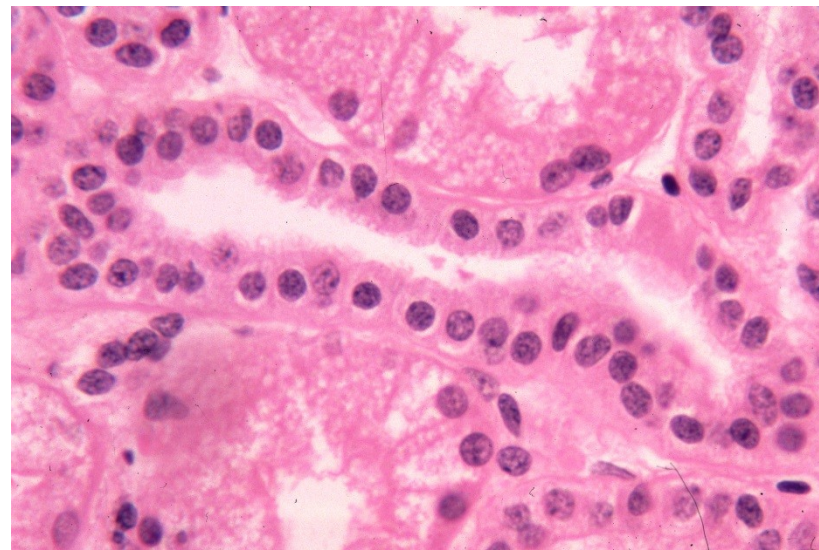
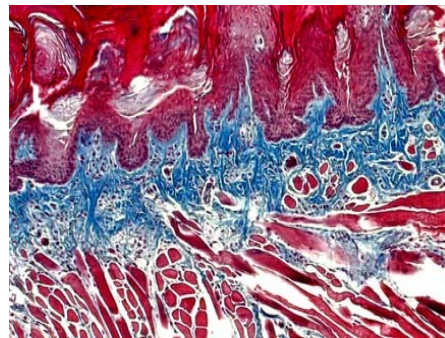
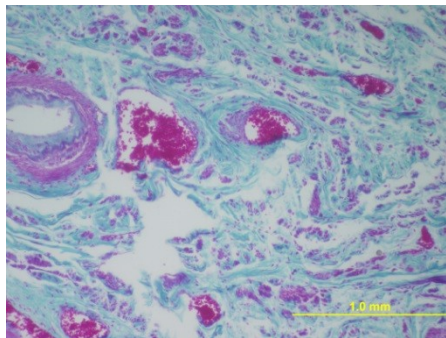
kolagenní vlákna



# Barvicí metody:

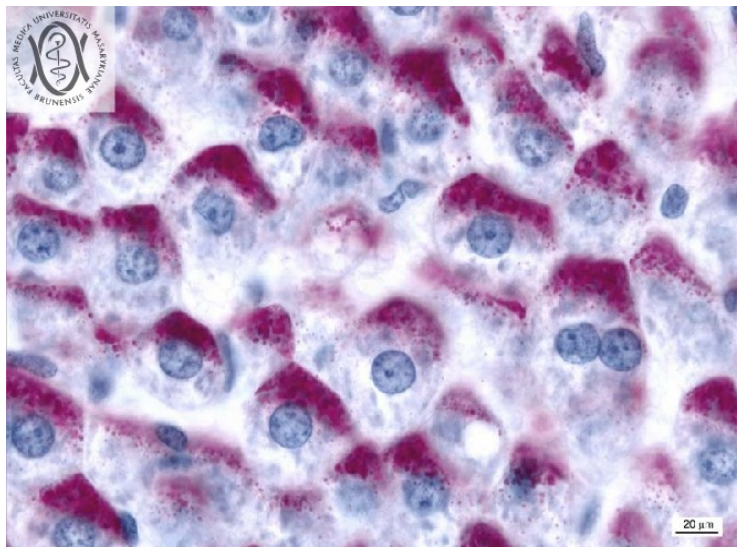
přehledné

demonstrují všechny složky tkání

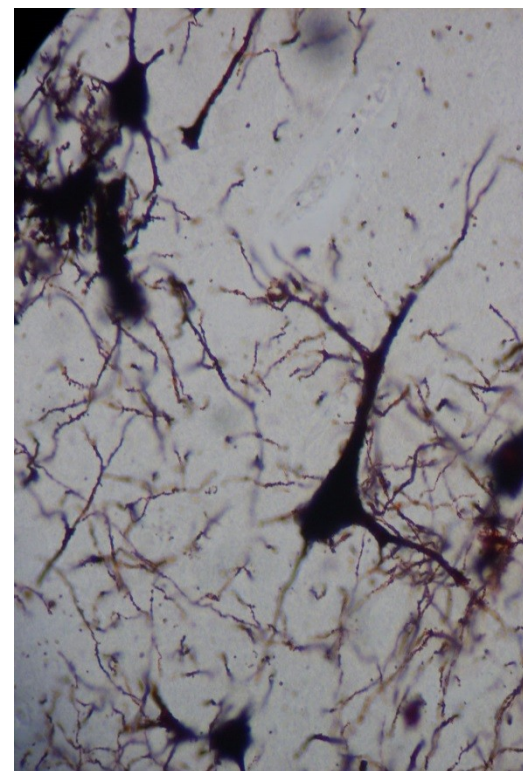


speciální

zdůrazňují určité buněčné nebo tkáňové složky

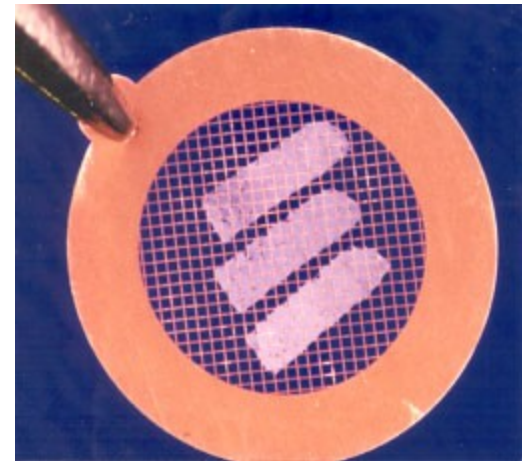


impregnační  
soli Ag, Au  
nebo Os



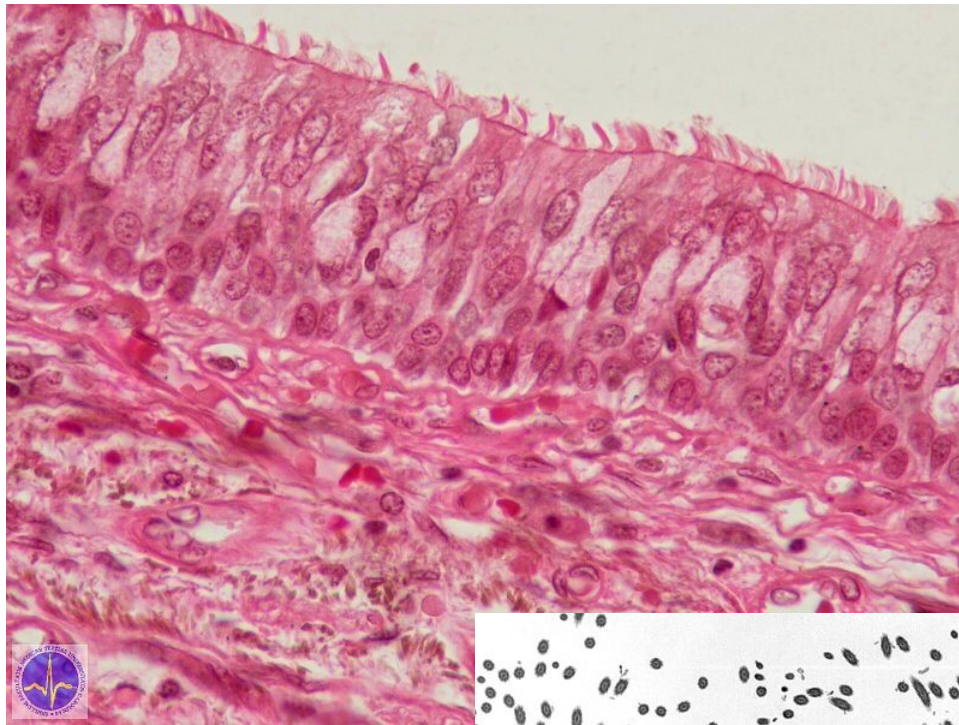
# Zpracování tkání pro histologické vyšetření v elektronovém mikroskopu

- **ODBĚR** vzorků
- **FIXACE** tkání – rychlá - glutaraldehyd
- **PRANÍ**
- **ZALÉVÁNÍ** - epoxidové pryskyřice
- **KRÁJENÍ** - ultramikrotomy
- **PŘENOS NA SÍTKY**
- **KONTRASTOVÁNÍ**

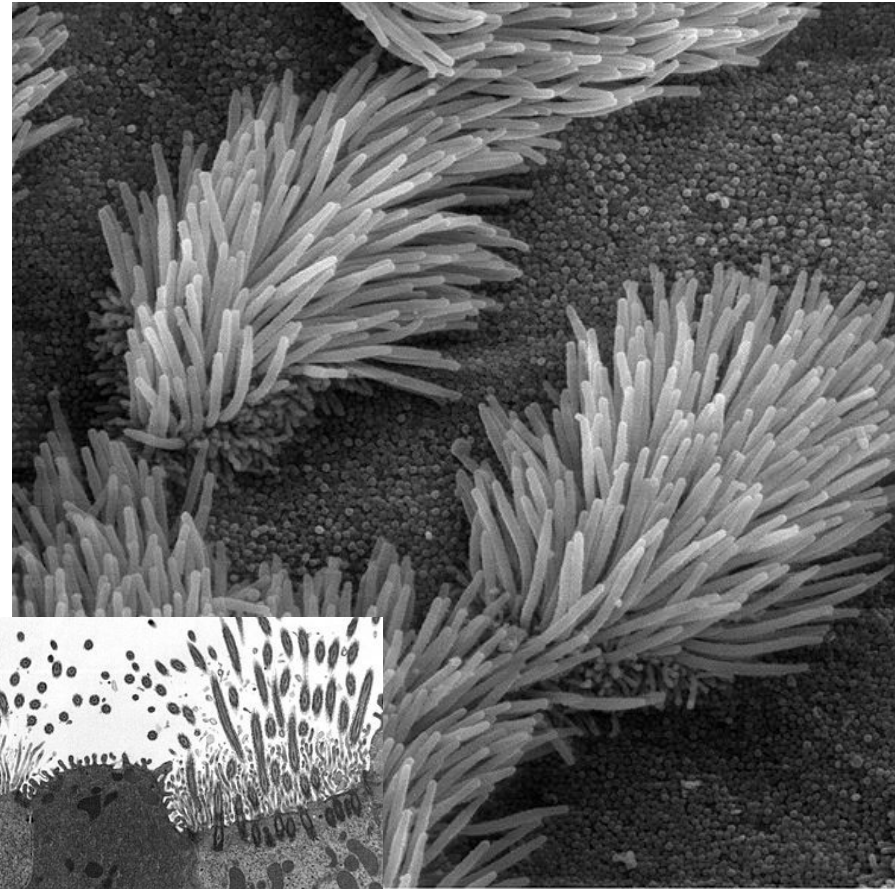




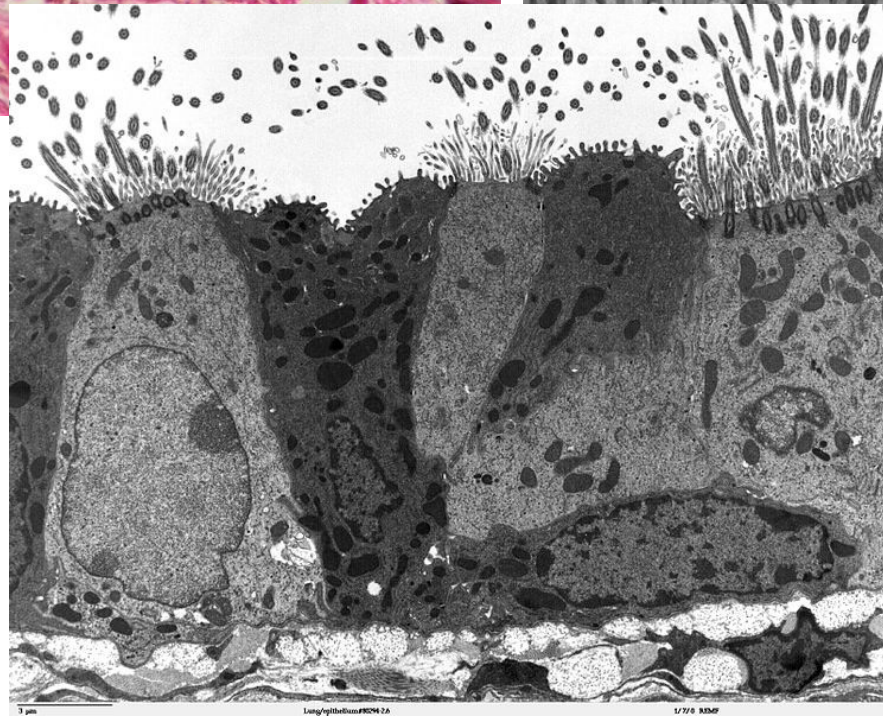
# Trachea – víceřadý epitel s řasinkami



SM



SEM

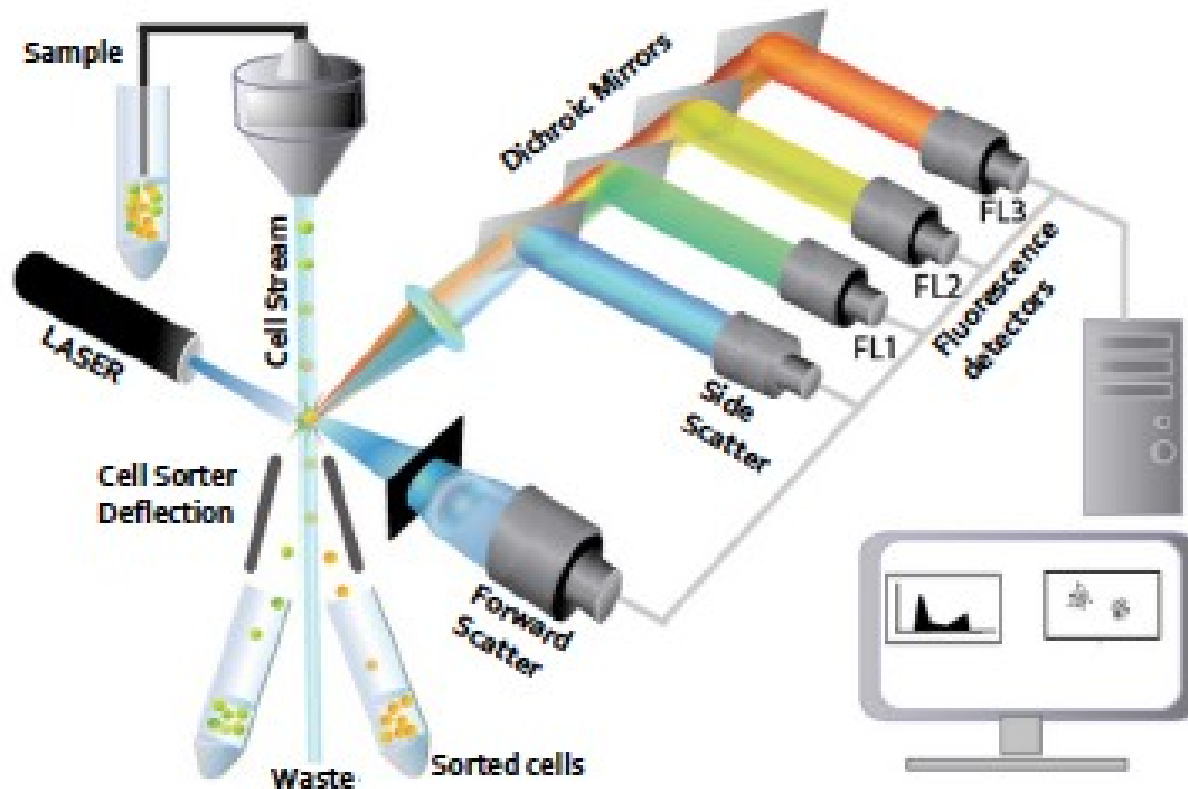


TEM

# Průtoková cytometrie

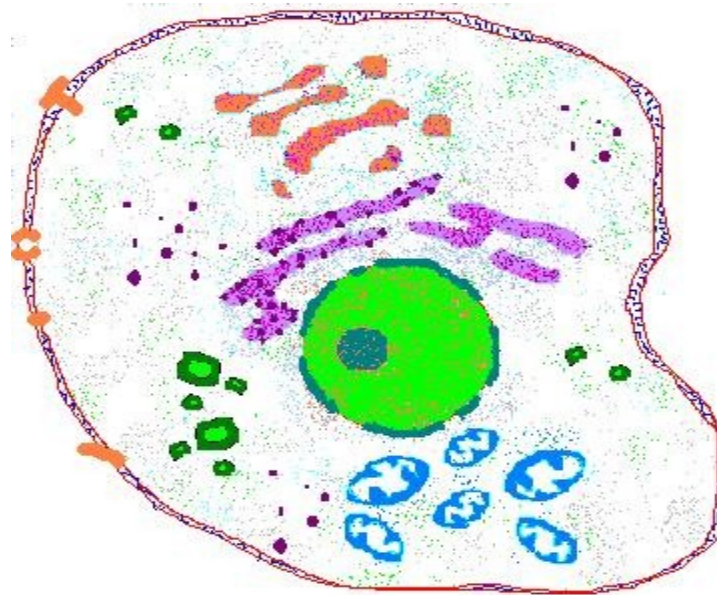
Analýza fenotypu jednotlivých buněk – možné využití i pro jejich třídění

Využívá se v hematologii – přesné stanovení procentuálního zastoupení jednotlivých částic krve



# Buňka

Základní morfologická a funkční jednotka organismu schopná všech životních projevů (metabolismus, růst, dráždivost, rozmnožování a pohyb)



# Velikost buněk

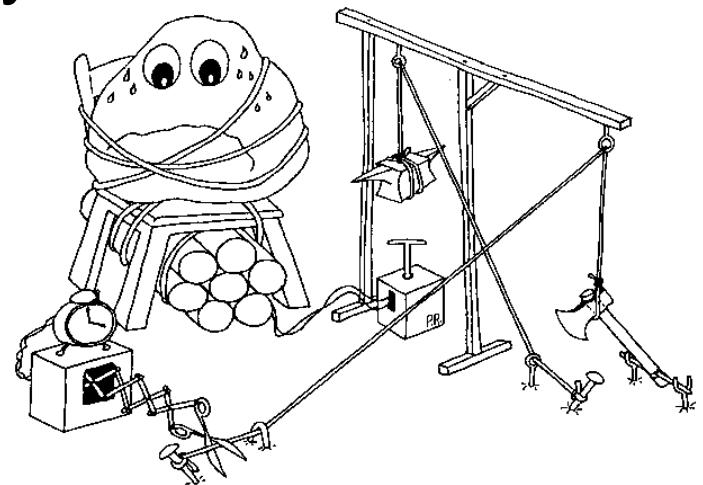
- **4 – 150  $\mu\text{m}$** 
  - zrnkovité neurony v kůře mozečku 4-5  $\mu\text{m}$
  - erytrocyty **7,4  $\mu\text{m}$**
  - Purkyňovy bb. v kůře mozečku nebo
  - pyramidové bb. v kůře mozku 80 - 100  $\mu\text{m}$
  - oocyt 120  $\mu\text{m}$
  - megakaryocyt v kostní dřeni až 150  $\mu\text{m}$

**Většina somatických buněk 10 – 30  $\mu\text{m}$**



# Životnost buňky

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



# Organizace v buňce - kompartmentalizace

Izolace specifických prostředí - umožňuje i souběžný průběh reverzních chemických reakcí

Zajištěna soustavou membrán – selektivní přenos látek, energie a informací

**jádro** (karyoplazma) - jedna z komponent buňky (není organela)

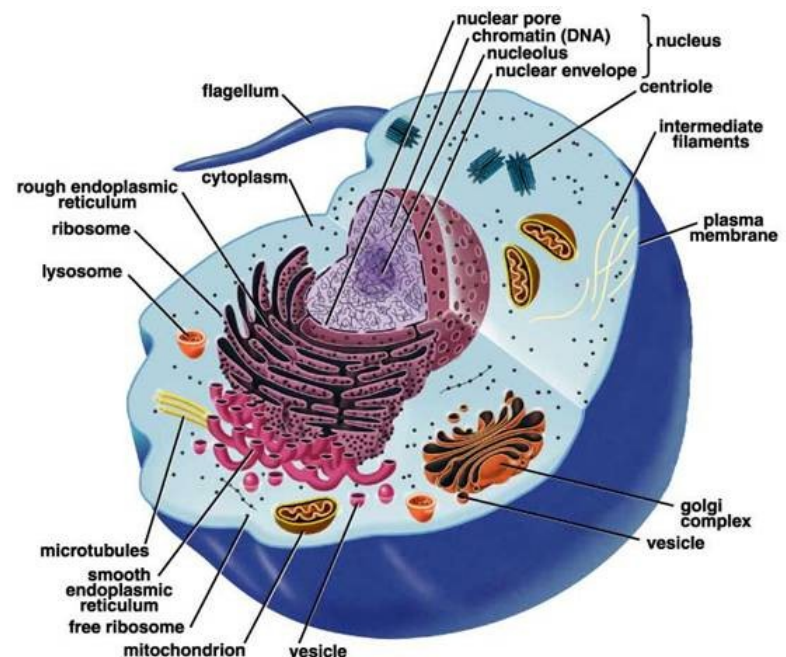
## **cytoplazma**

cytolazmatická membrána

cytosol

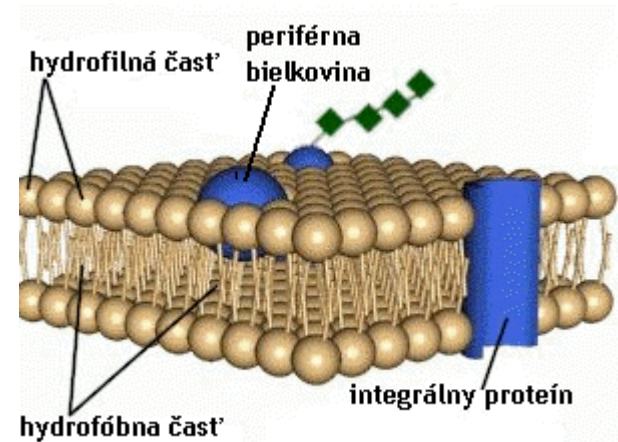
organely

inkluze



# Stavba biomembrány

- tloušťka 7 – 10 nm
- dvě vrstvy fosfolipidů opačné orientace (v EM trojvrstevný vzhled)
- povrchové a prostupující proteiny
  - strukturální
  - receptory
  - kanály a pumpy
  - vázané enzymy

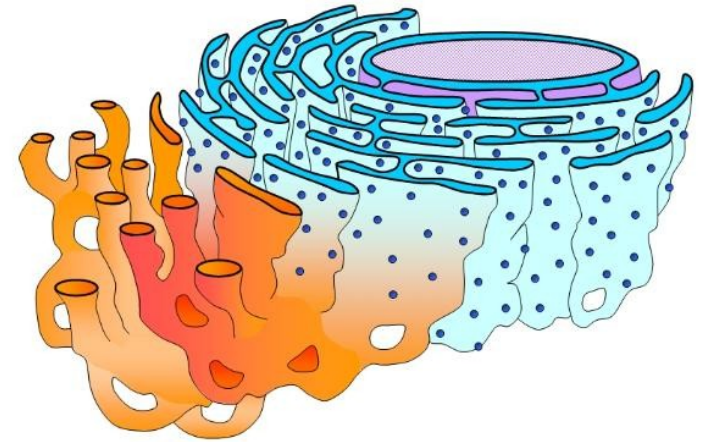


[http://www.infovek.sk/predmety/biologia/diplomky/biologia\\_bunky/biomembrany.htm](http://www.infovek.sk/predmety/biologia/diplomky/biologia_bunky/biomembrany.htm)

**Membrána je semipermeabilní a fluidní**

# Membránové struktury v cytoplasmě

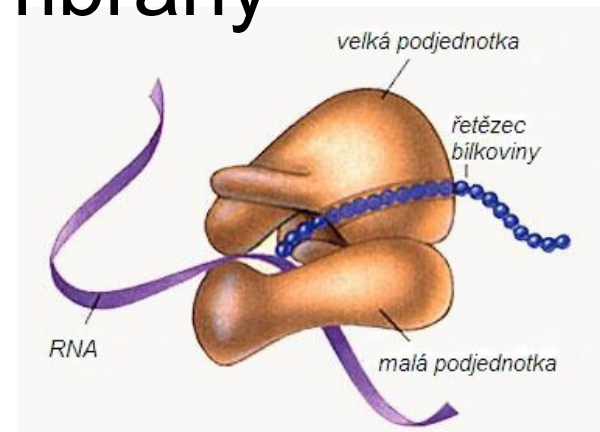
- Cytoplazmatická membrána
- Endoplazmatické retikulum
- Golgiho aparát
- Mitochondrie
- lysozomy, endozomy, peroxizomy



[http://cronodon.com/BioTech/Cell\\_structure.html](http://cronodon.com/BioTech/Cell_structure.html)

## Struktury bez membrány

- Ribozomy
- Cytoskelet
  - Centriol
- Inkluze



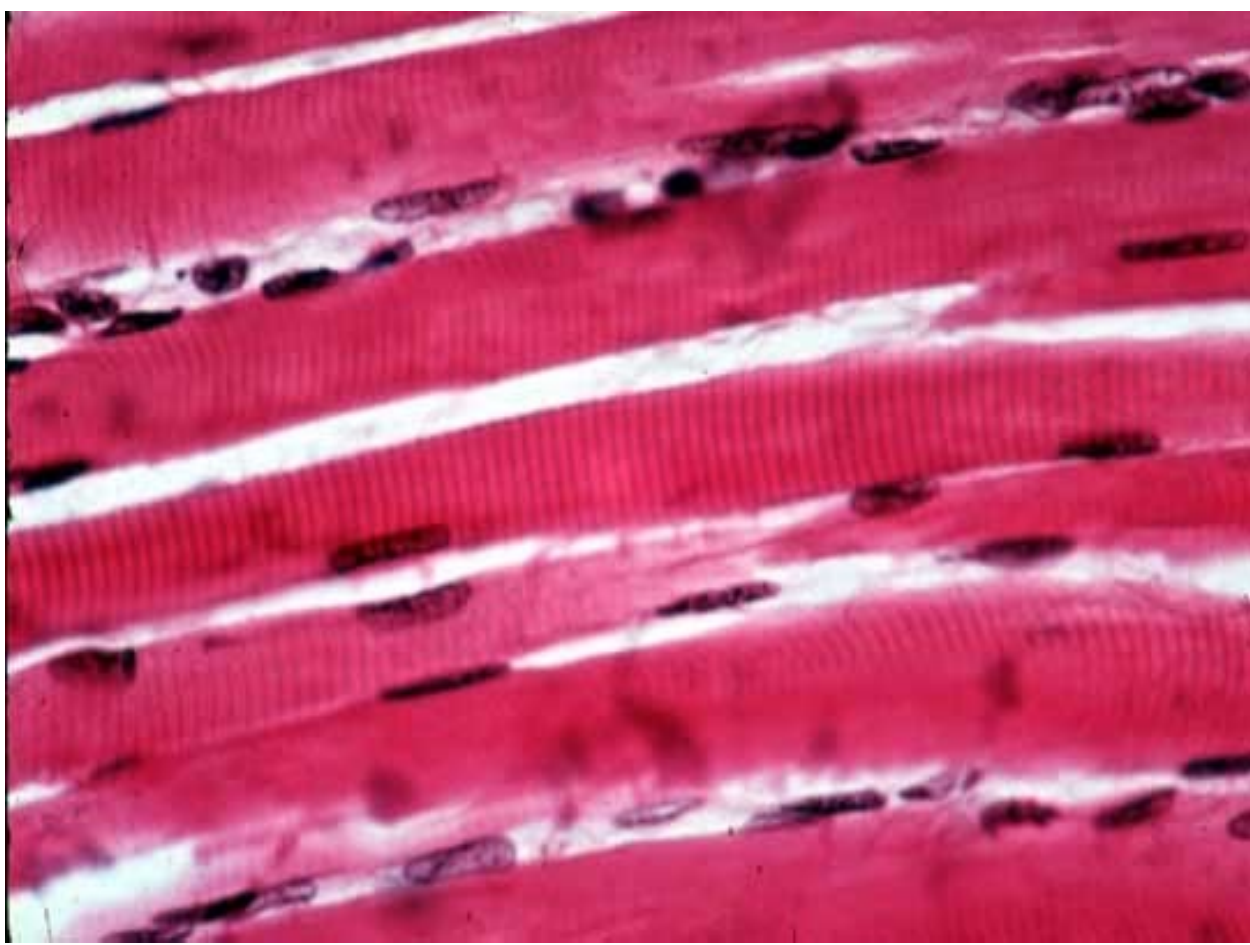
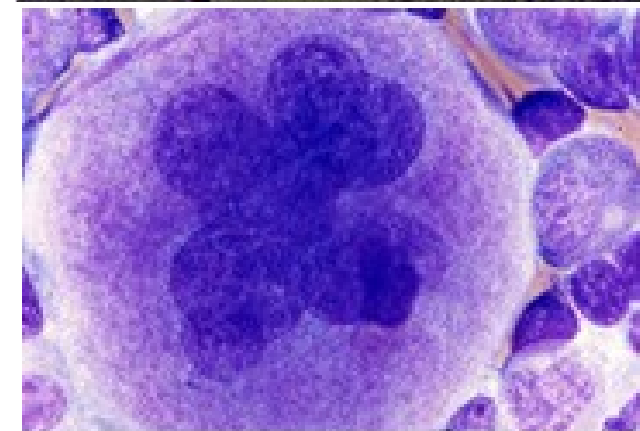
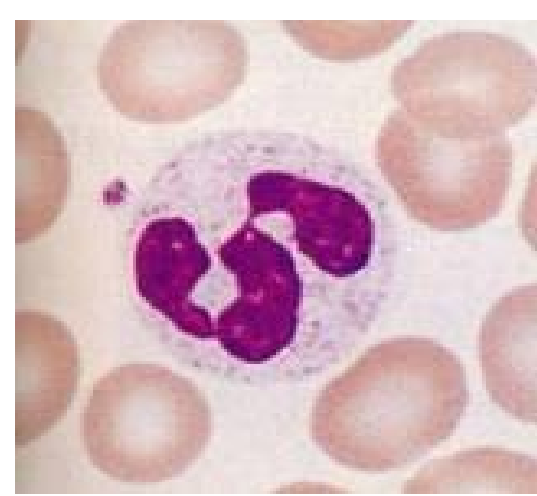
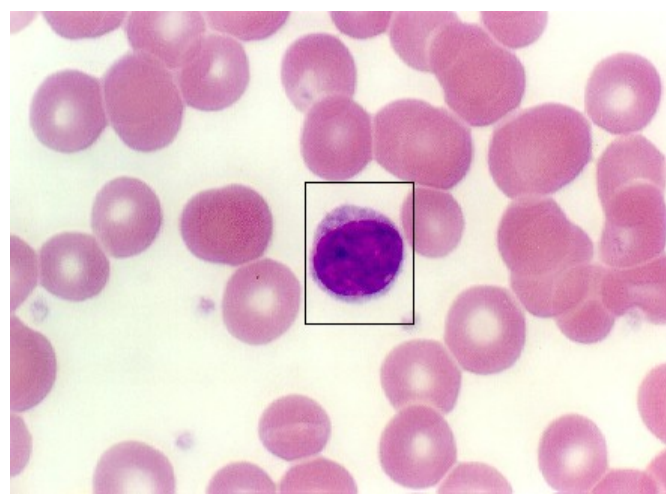
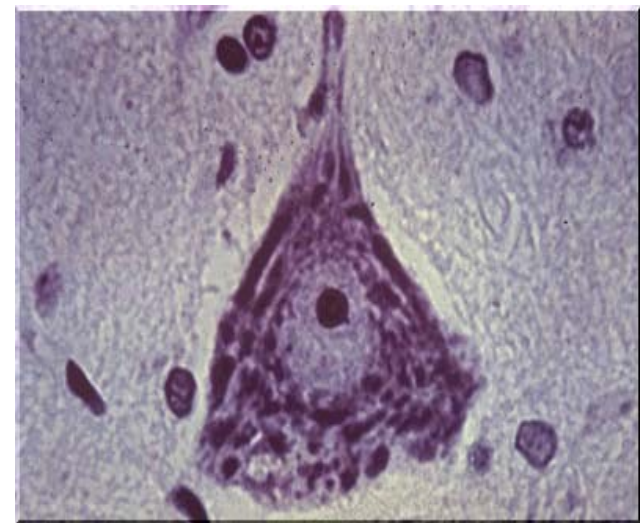
<http://www.sszdra-karvina.cz/bunka/bi/02pro/obr/ribozom.jpg>

# Jádro (nucleus)

**Zajišťuje dědičnost (replikace) a vyjádření (exprese) genetické informace**

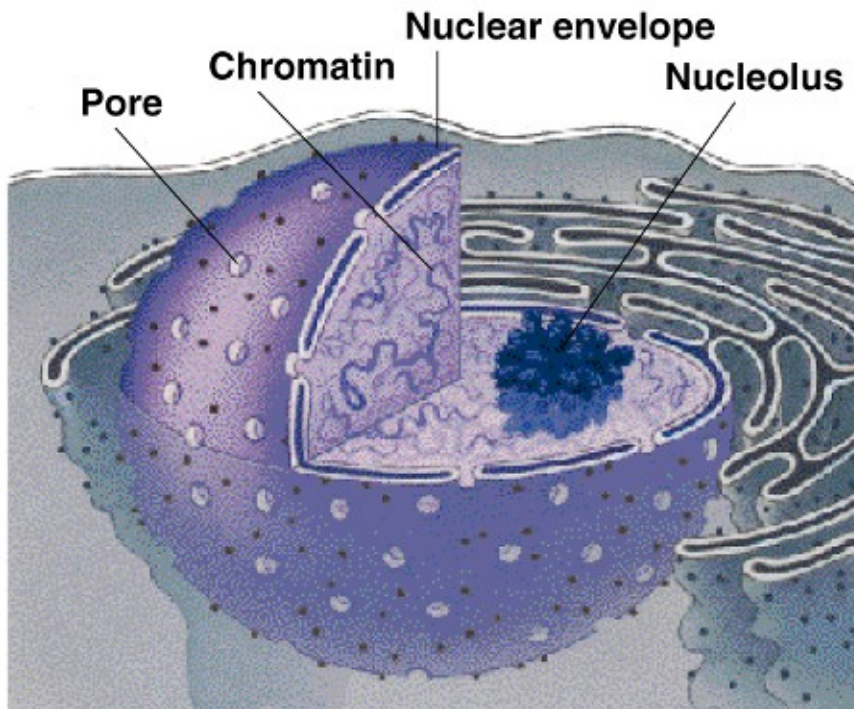
- **Počet** v buňce - obvykle 1, hepatocyty 1-2, osteoklasty 50, kosterní svalové vlákno (syncytium) 20-40 / mm, erytrocyt 0
- **Velikost** 4-10  $\mu\text{m}$
- **Tvar** – kulovité, laločnaté, segmentované (odpovídá tvaru buňky)
- **Skladba** – jaderný obal (karyolema), matrix (karyoplasma), chromatin/chromozomy, jadérka, jaderný skelet





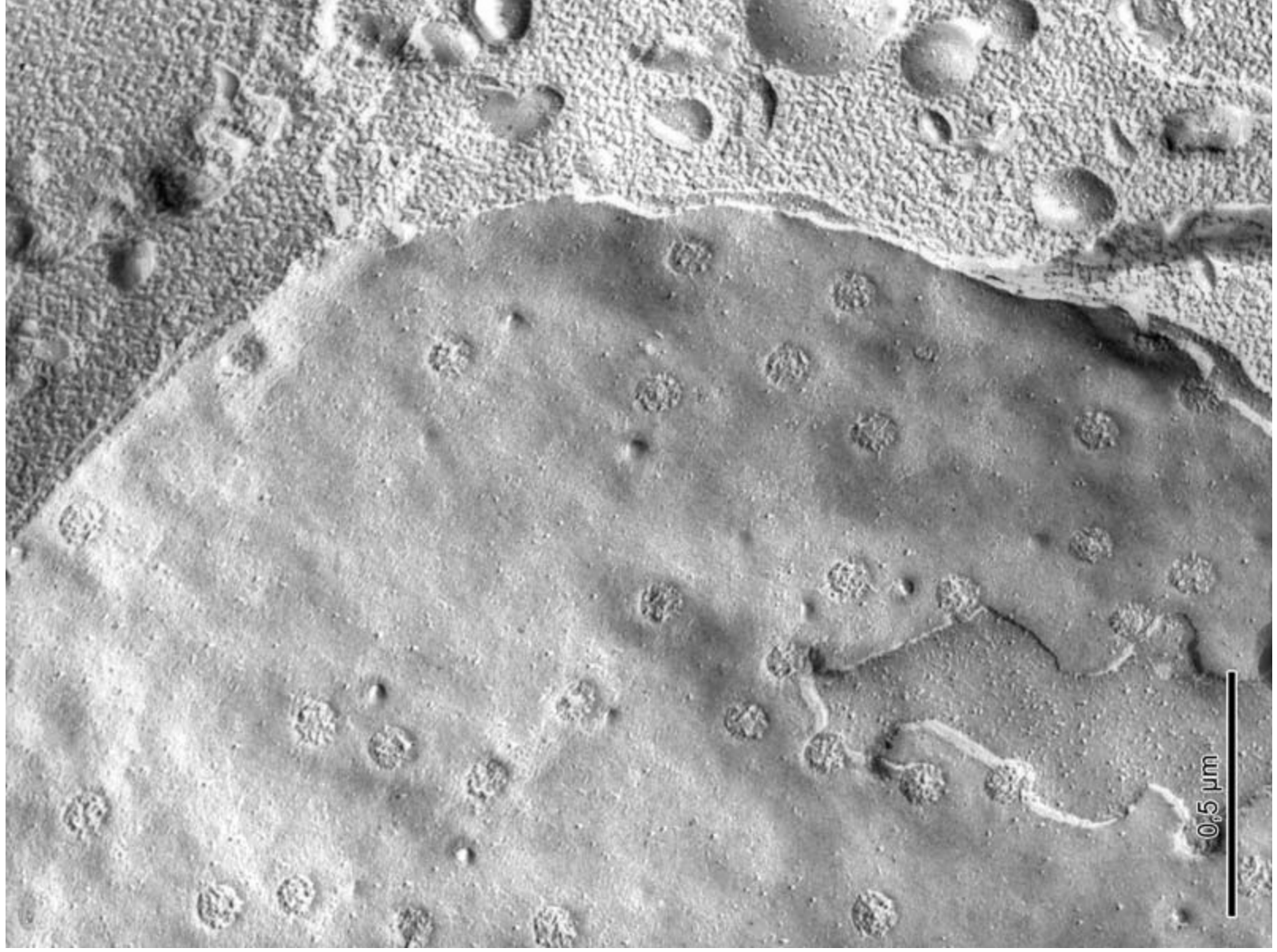
# Jaderný obal

## Dvojitá biomembrána



©Addison Wesley Longman, Inc.

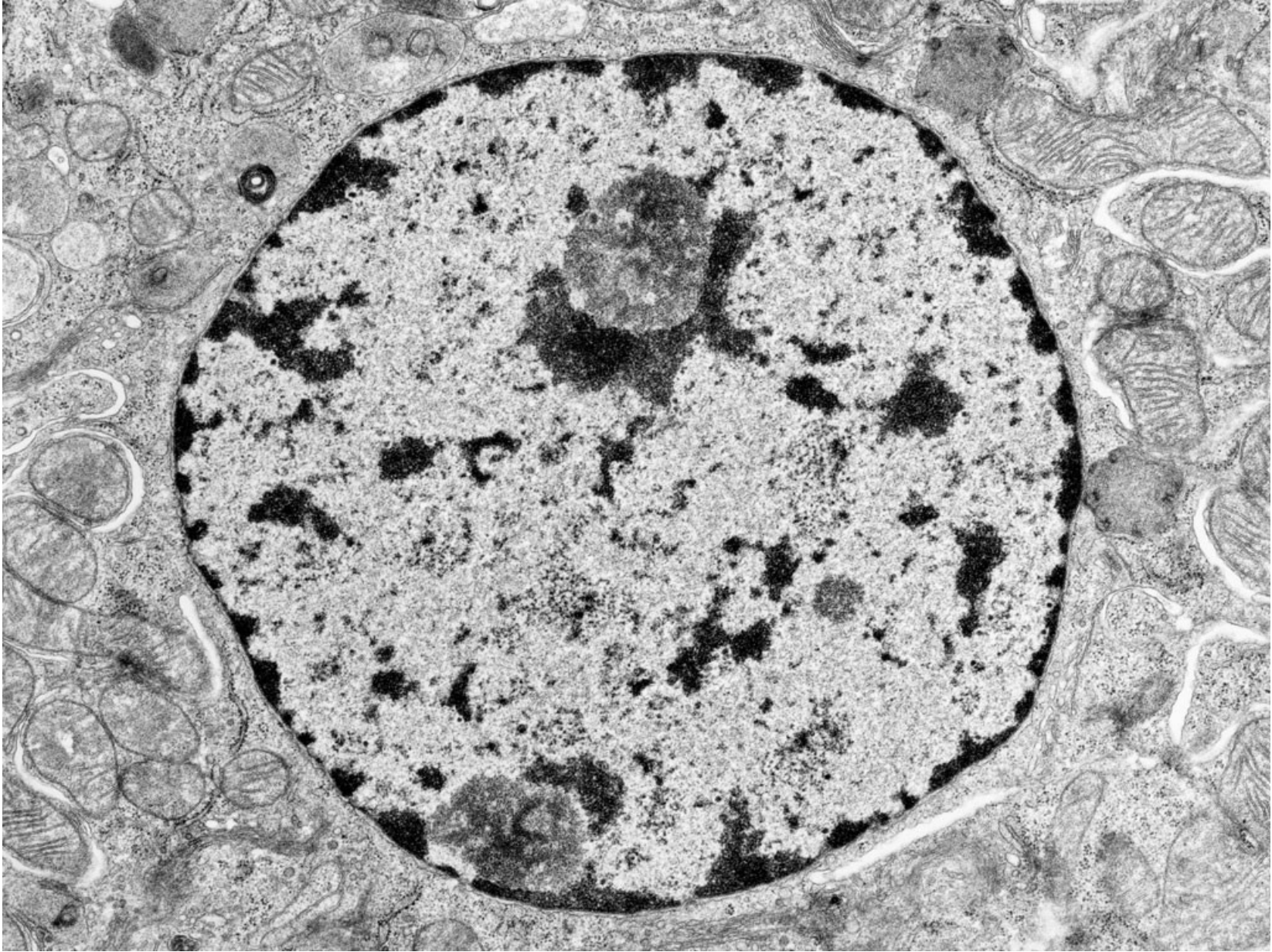
- **vnější** jaderná membrána (+ ribosomy)
- **vnitřní** jaderná membrána – napojení na jaderný skelet - laminu
- perinukleární prostor (40 – 70 nm) – napojení ER
- jaderné póry kryté diafragmou (60-70 nm  $\varnothing$ ) – transport látek





# Chromatin (interfáze)

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



# Chromosomy (M-fáze)

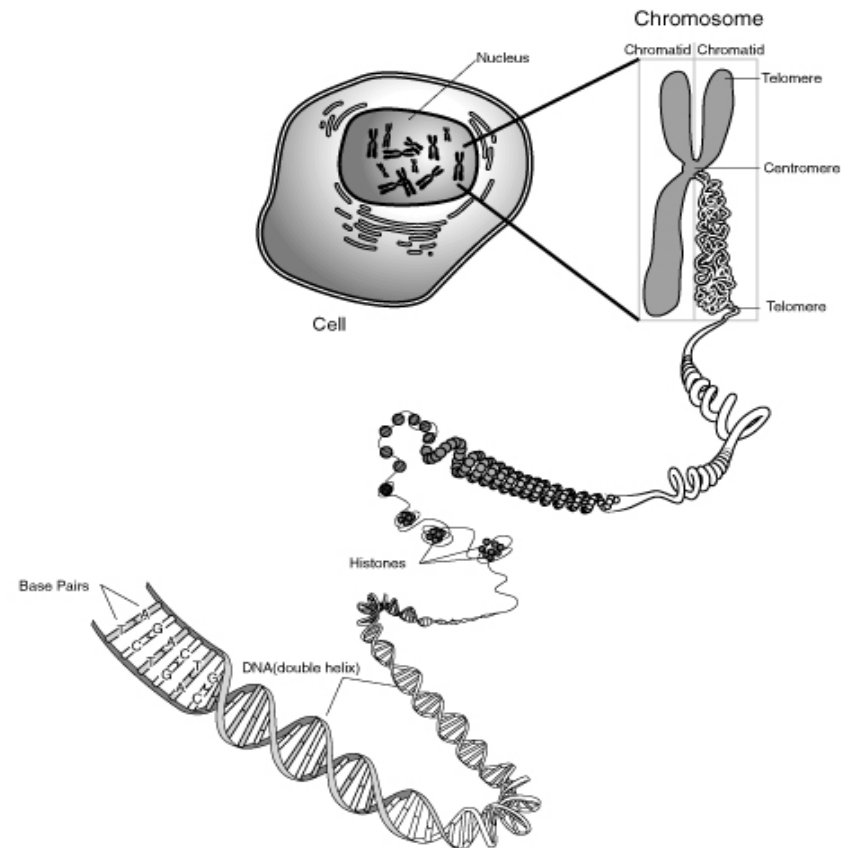
viditelná kondenzovaná vlákna DNA během mitózy

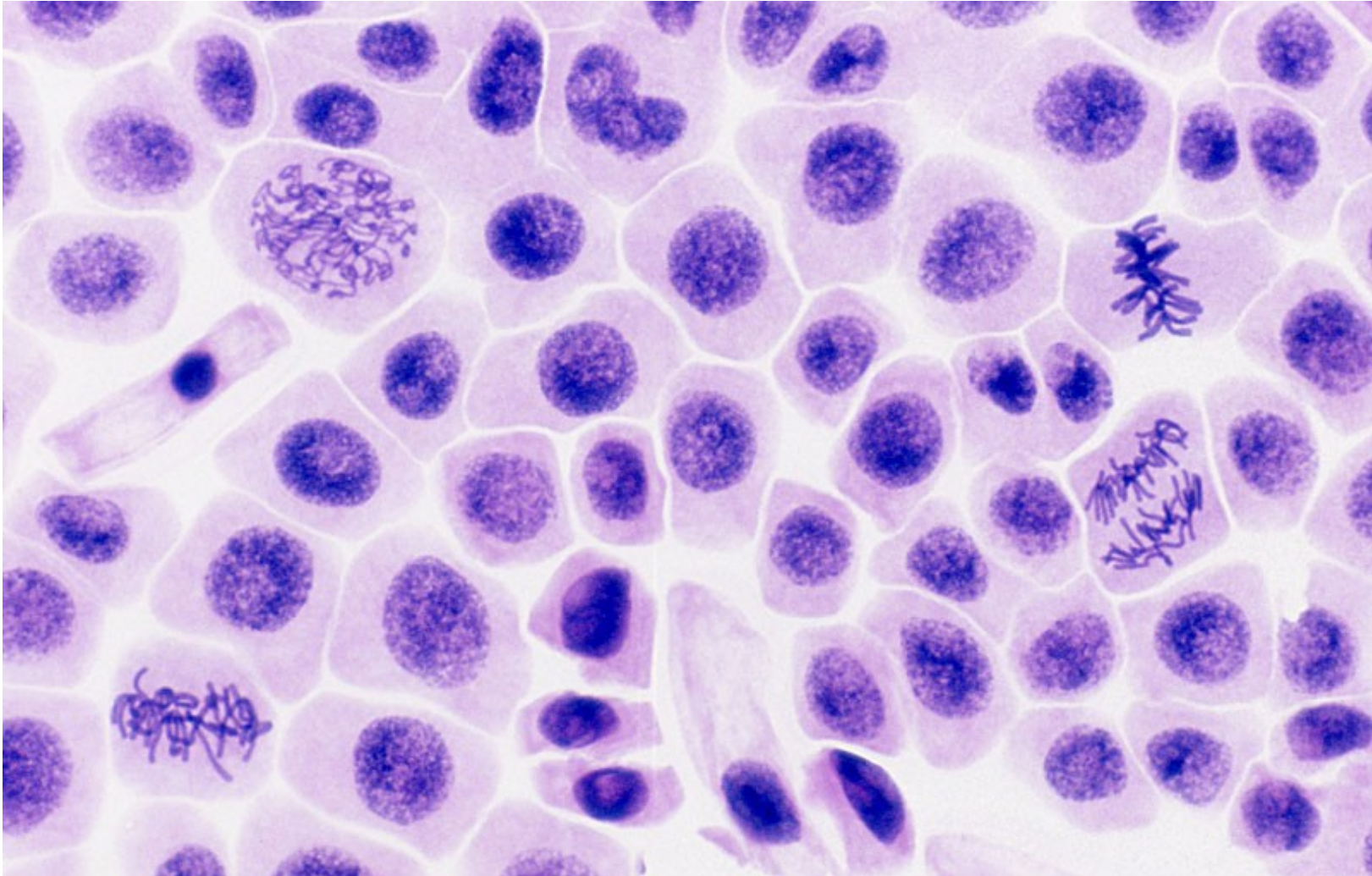
**Diploidní sada chromozomů  
= 2x23 v každé somatické b.**

♀ 44 + XX

♂ 44 + XY

- 2 chromatidy (po replikaci)
- centromera – spojení chromatid, připojení dělicího vřeténka

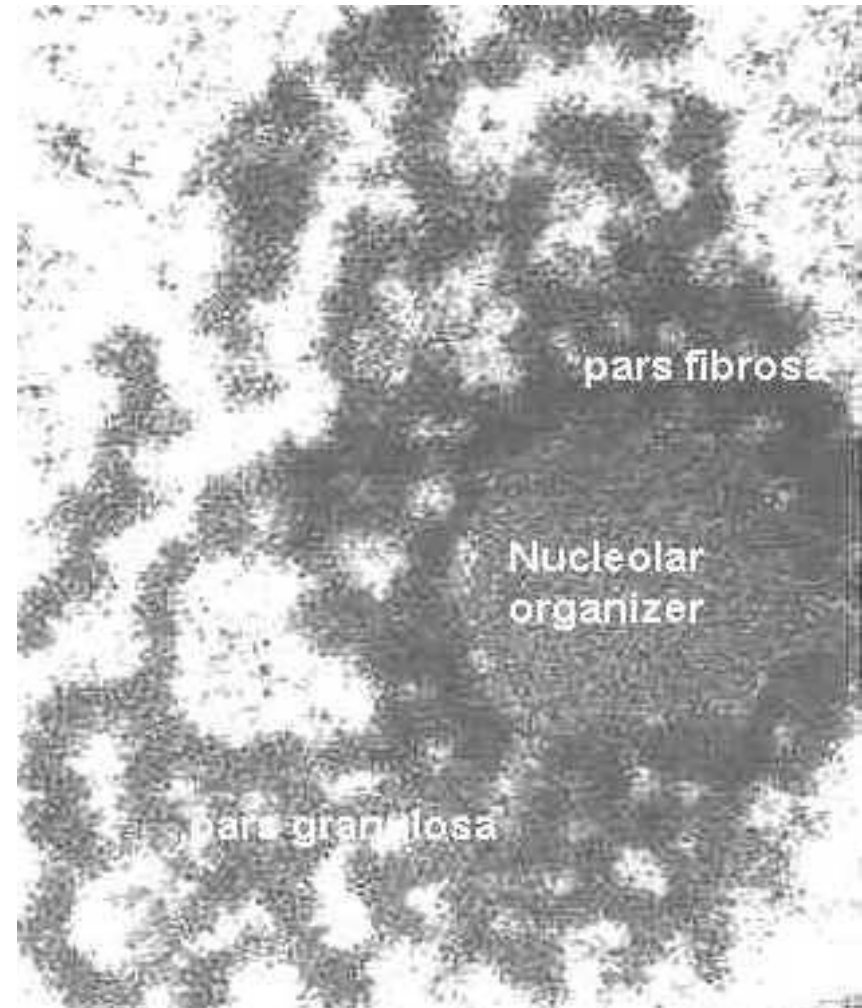






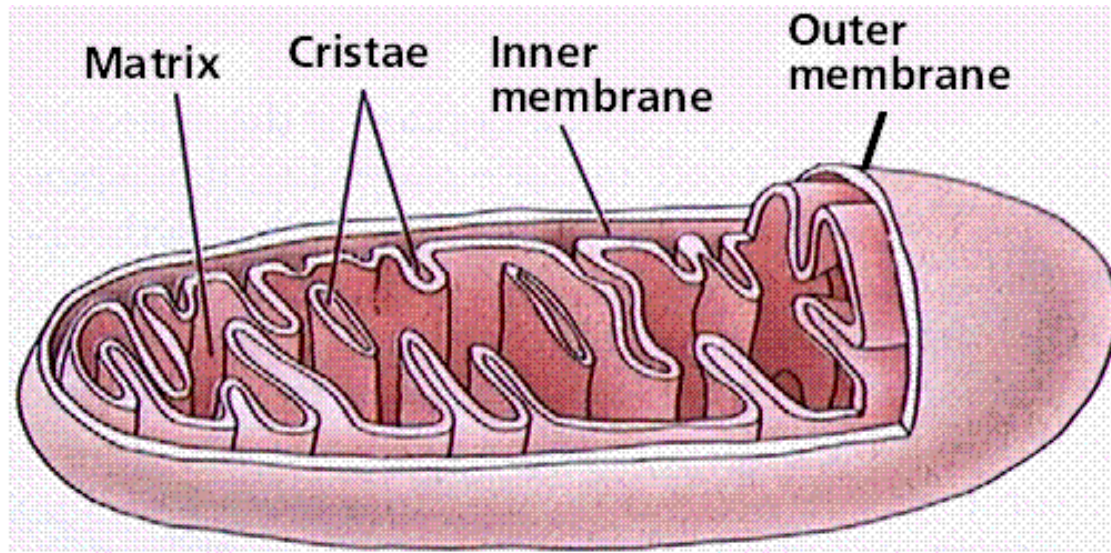
# Jadérko (nucleolus)

- nekonstantní počet – mizí v profázi, objeví se v telofázi
  - měří 1 – 2  $\mu\text{m}$ , **neohraničené**, sférického tvaru
  - složení - RNA, proteiny, DNA
  - produkce ribozomů
- **pars fibrosa** – RNA  
fibrily o  $\varnothing$  3-5 nm,
  - **pars granulosa** – RNA  
granula (preribosomy)  
 $\varnothing$  15-20 nm,
  - **fibrilární centrum** – DNA  
nukleolárního organizátoru.



# Mitochondrie

- Semiautonomní organela – vlastní DNA a ribosomy
- Dvojitá membrána – vnější, vnitřní – cristae et tubuli mitochondriales
- Tvar - kulatý, oválný (až vláknitý)
- Velikost - 0,5  $\mu\text{m}$  x 2  $\mu\text{m}$ , protáhlé až 20  $\mu\text{m}$
- Počet: různý dle metabolické aktivity buňky a jejich nároků na dodání energie (např. v jaterní buňce 1000 – 2000 mitochondrií)

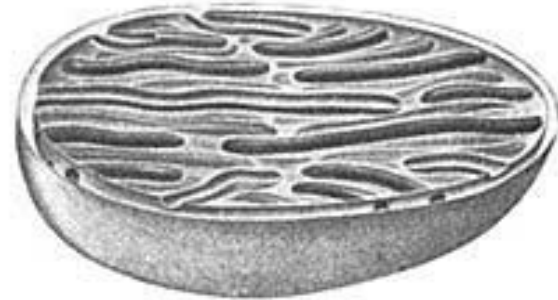


# Mitochondriální kristy

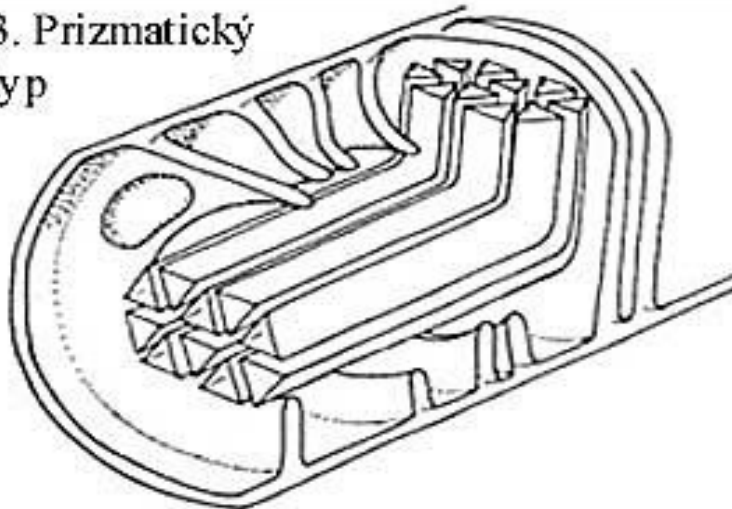
1. Kristový typ



2. Tubulární typ

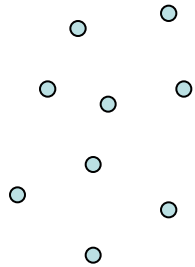


3. Prizmatický  
typ

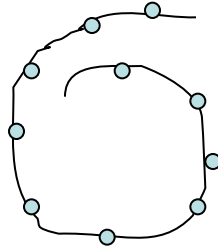


# Ribosomy

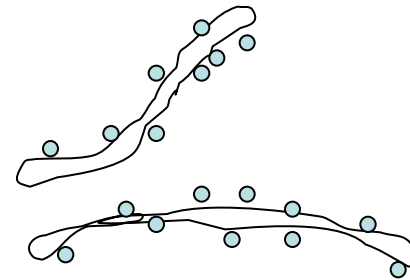
- Tělíska složená ze 2 podjednotek
- Velikost ribosomu: 20 nm Ø



volné  
ribosomy



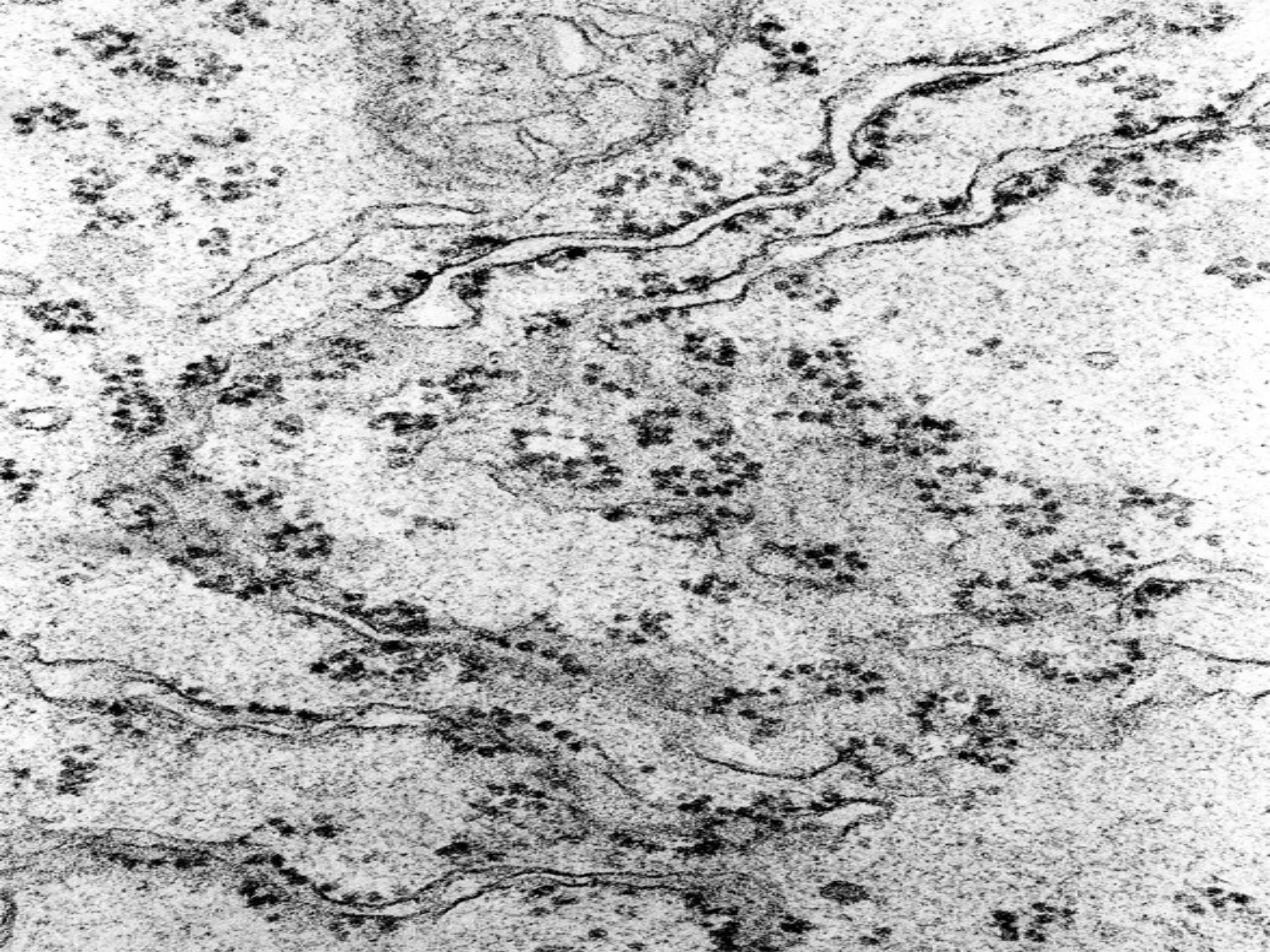
polyribosomy



ribosomy na  
endoplazmatickém  
retikulu

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

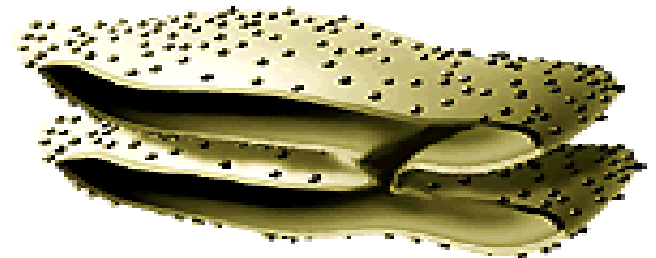




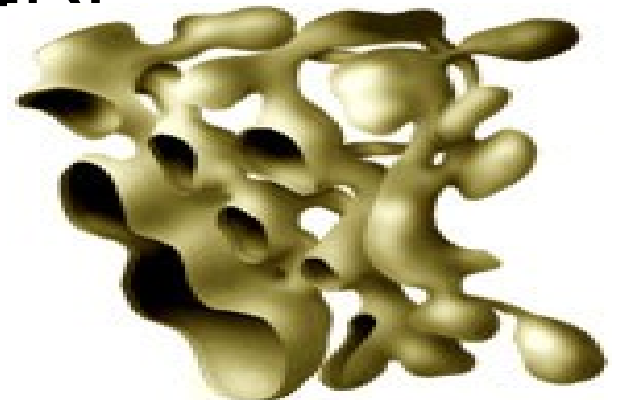
# Endoplazmatické retikulum

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



# Endoplasmic Reticulum

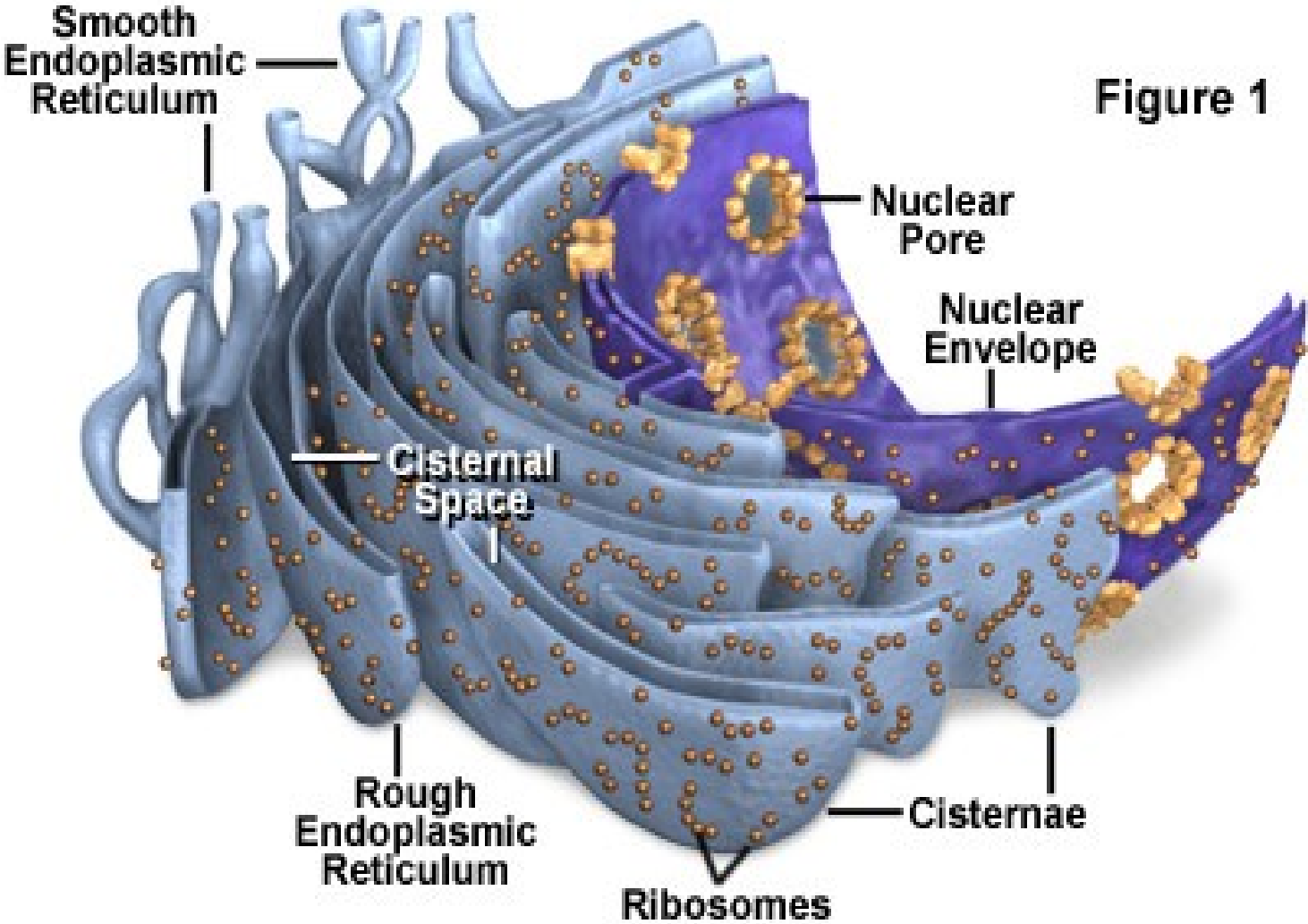
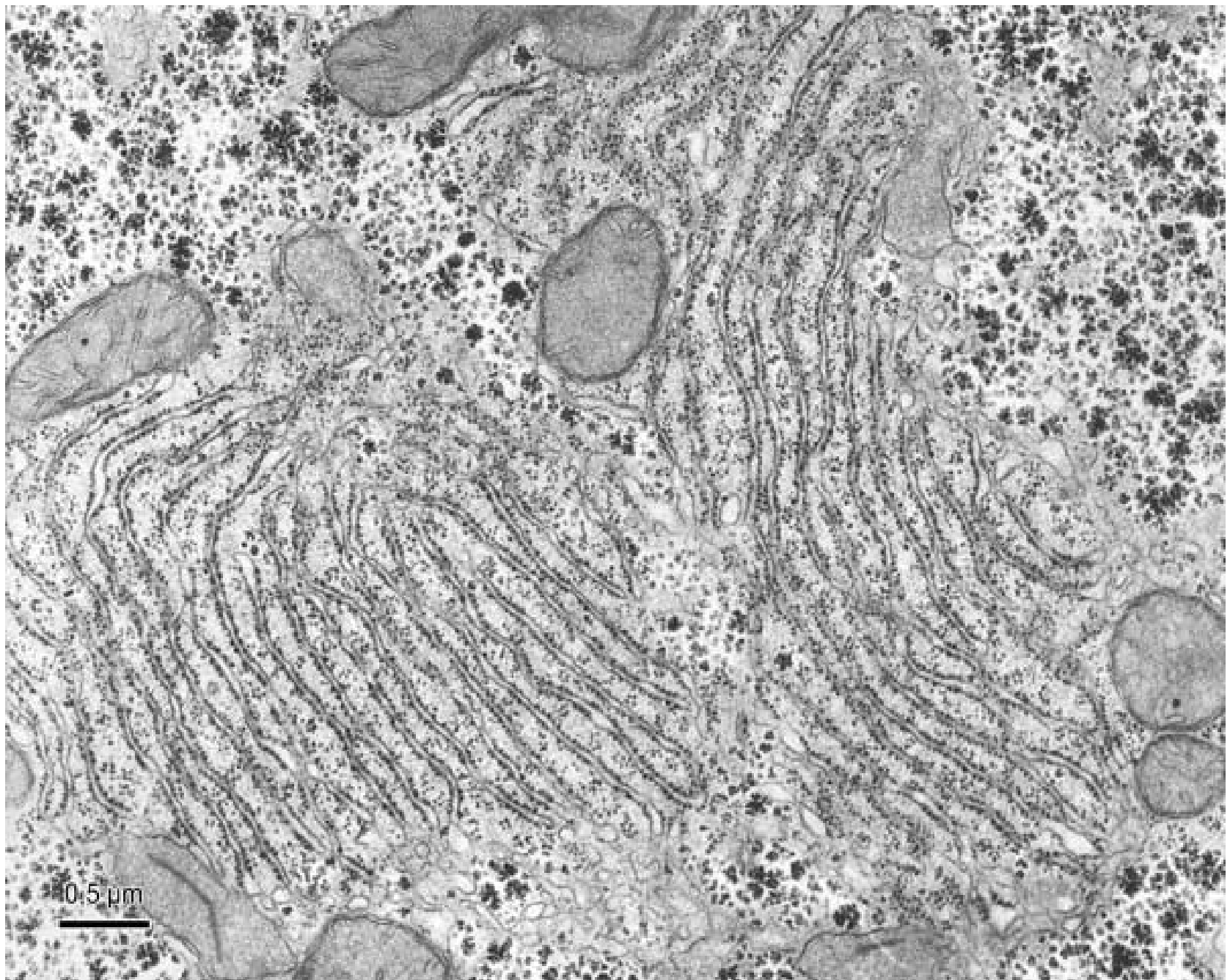


Figure 1



# Golgiho aparát

- **Struktura**

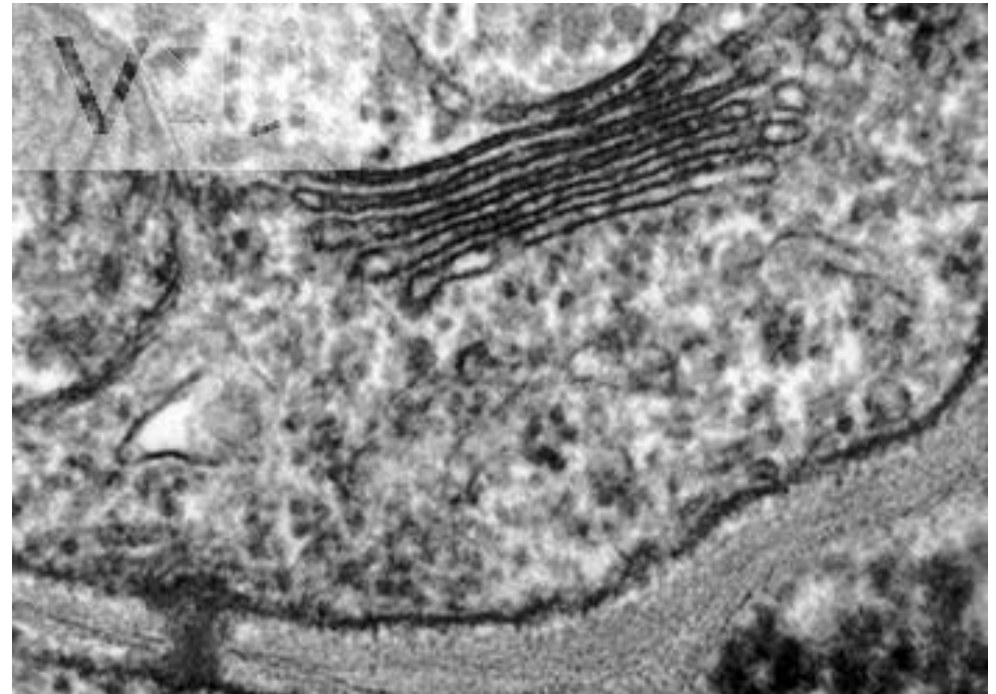
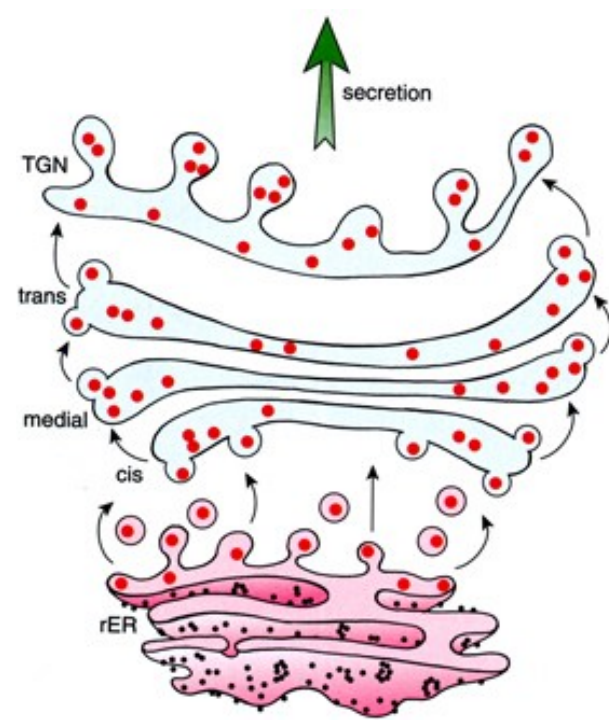
System hladkých membrán vytvářejících:

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

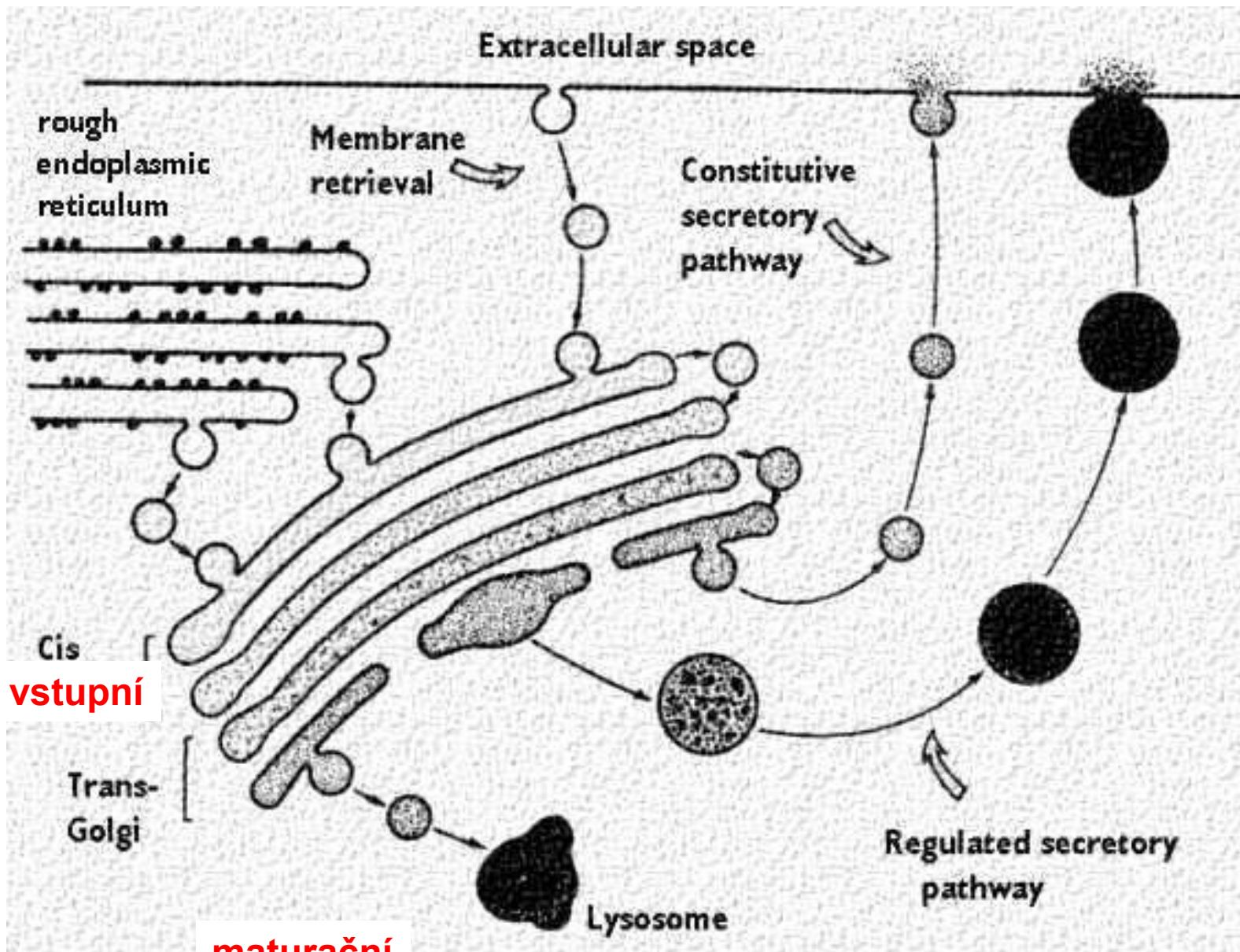
- **Funkce**

Finalizace produktů vyrobených buňkou

- sekreční granula (na export)
- primární lyzosomy
- části buněčné membrány

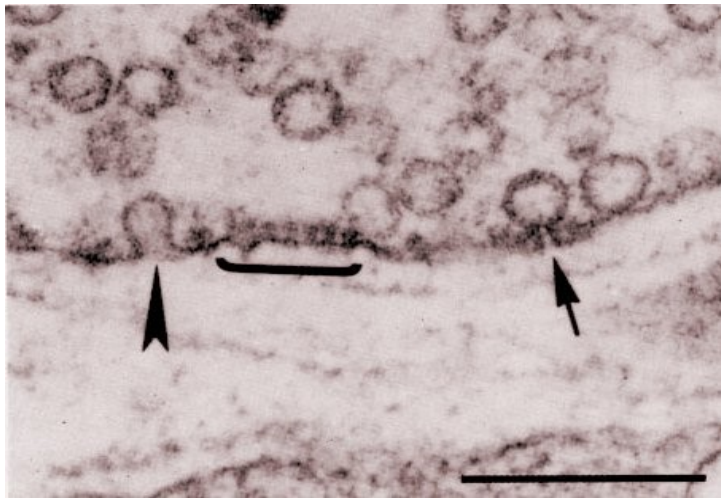






vstupní

maturační



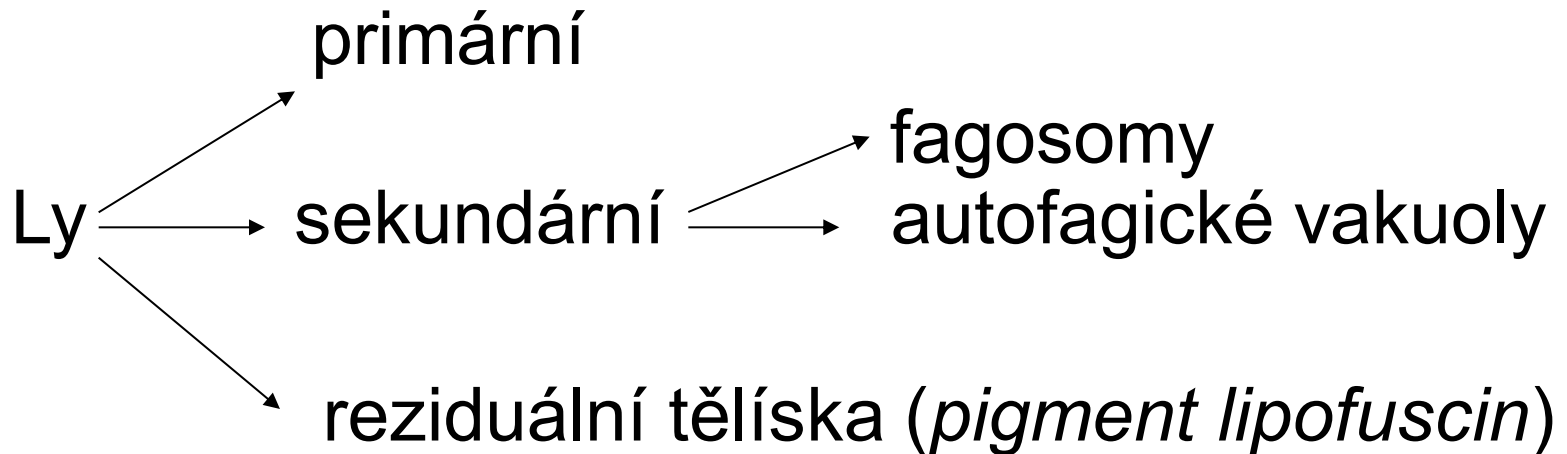
# Endosomy

- Endosomy: membránové váčky ( $\text{\O} 20\text{-}150\text{ nm}$ ) vstup do buňky – pinocytózou,

osud v buňce  $\rightarrow$  transcytóza  
fúze s Ly  $\Rightarrow$  sekundární Ly

# Lyzosomy

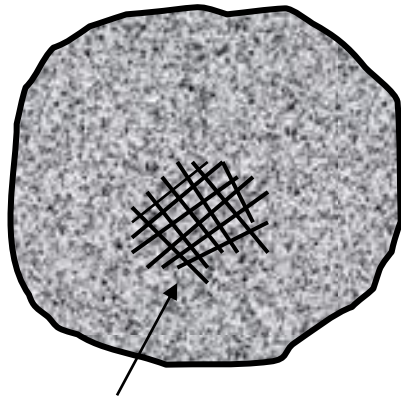
- Váčky – od 0,5  $\mu\text{m}$   $\emptyset$ , jednoduchá membrána, matrix s hydrolytickými enzymy kyselého pH (kys. fosfatáza, karboxylesterhydrolázy, katepsiny, hyaluronidáza, nespecifická esteráza, lipáza, ribonukleáza, aj.)



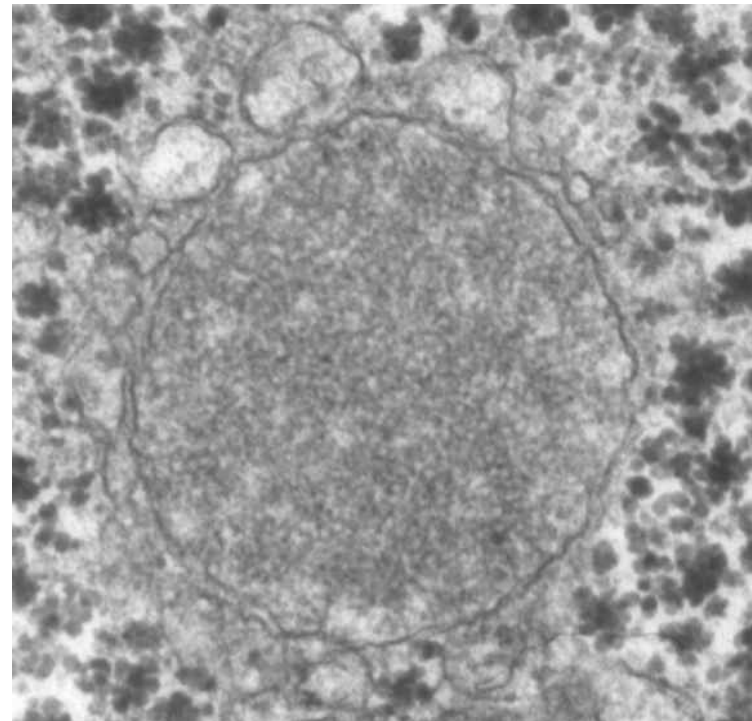


# Peroxisomy (mikrotělíška)

- velmi početné v hepatocytech a v b. prox. tubulů
- detoxikace (rozklad  $H_2O_2$ , štěpení purinů a MK)
- Váčky – 0,1 - 0,5  $\mu m$   $\emptyset$ , jednoduchá membrána, matrix s oxidativními enzymy (peroxidáza, kataláza)



- (nukleoid = krystaloid)  
nevyskytuje se u lidí



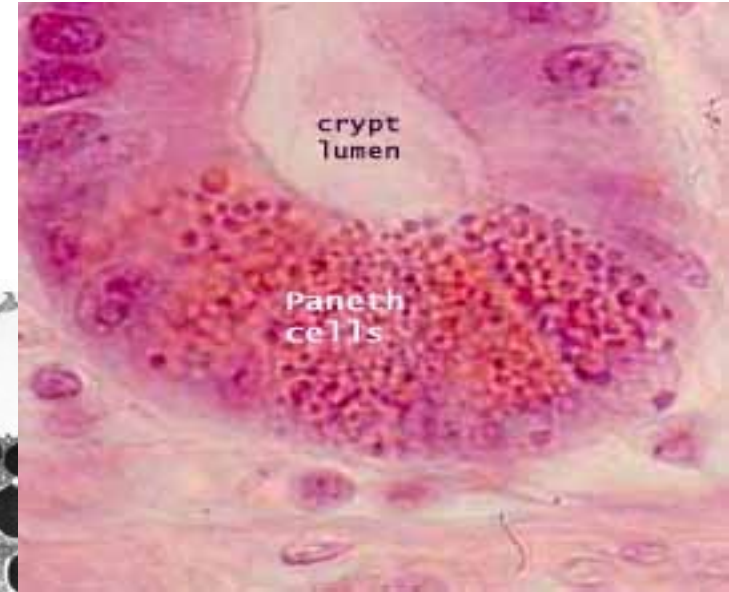
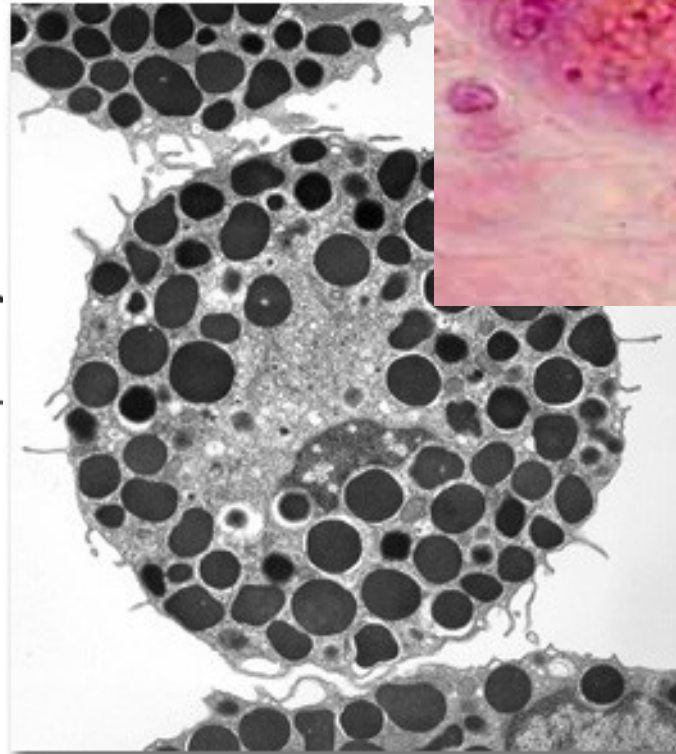
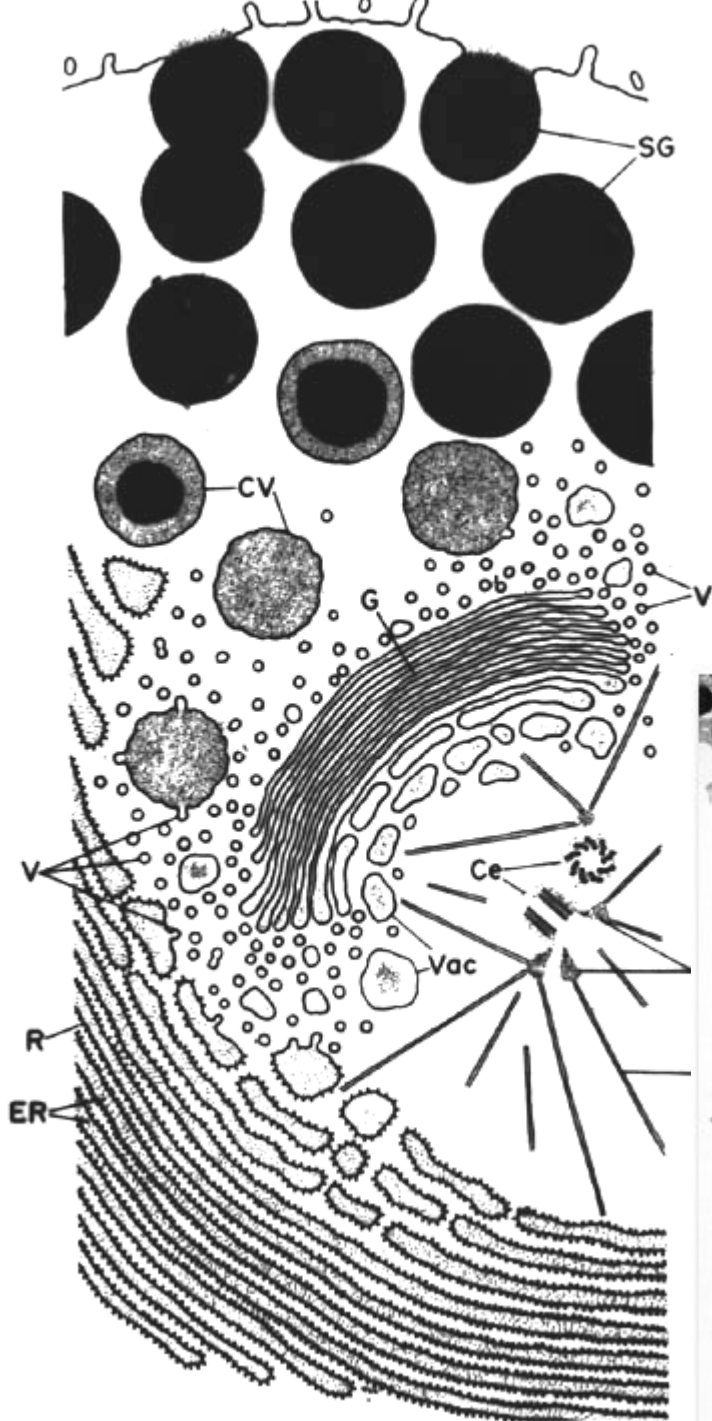
# Inkluze

zásobní nebo odpadní látky

- Sekreční granula
- Zásobní látky → glykogen  
→ lipidové kapky
- Krystaly (proteiny)
- Pigmenty
  - endogenní → autogenní  
→ hematogenní

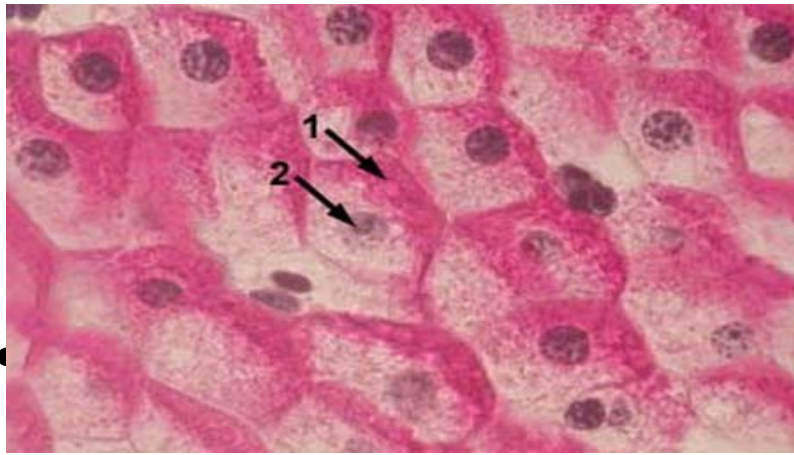
exogenní – prach, barviva (karoten), tetováž

# Sekreční granula

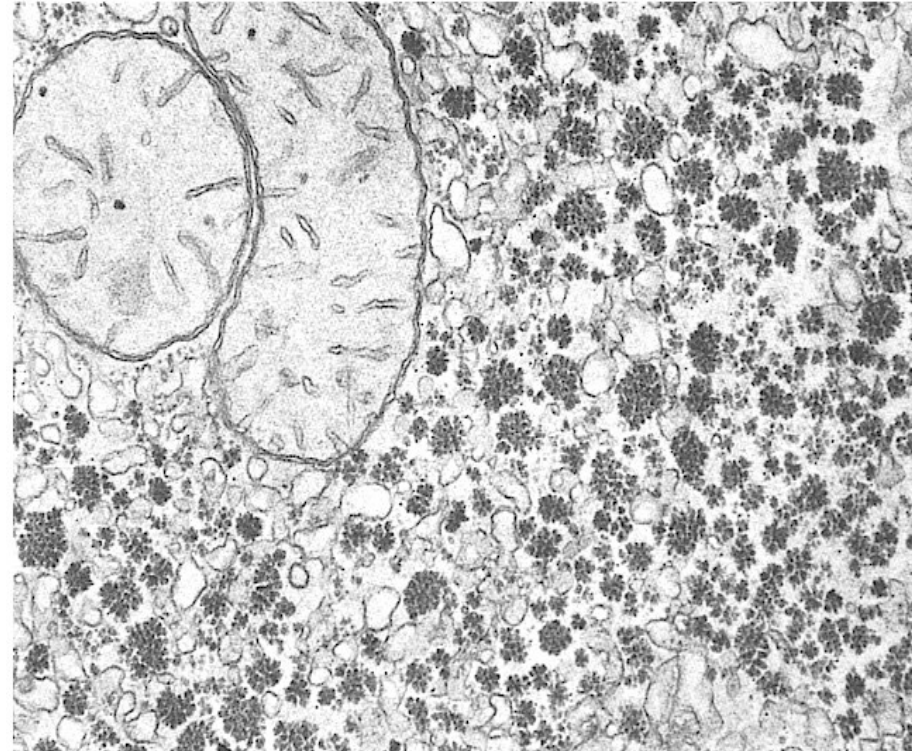
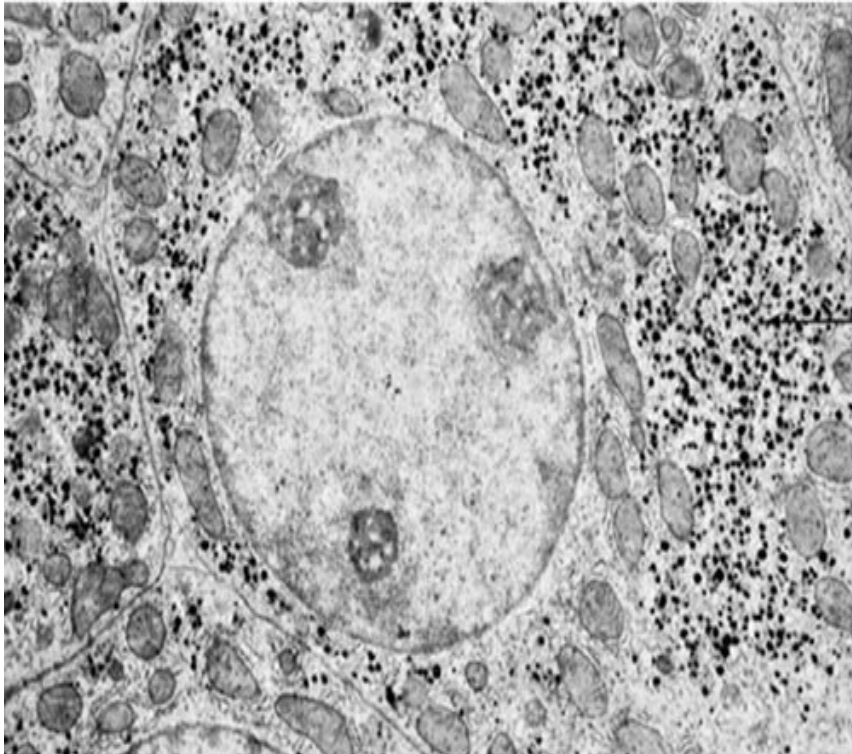


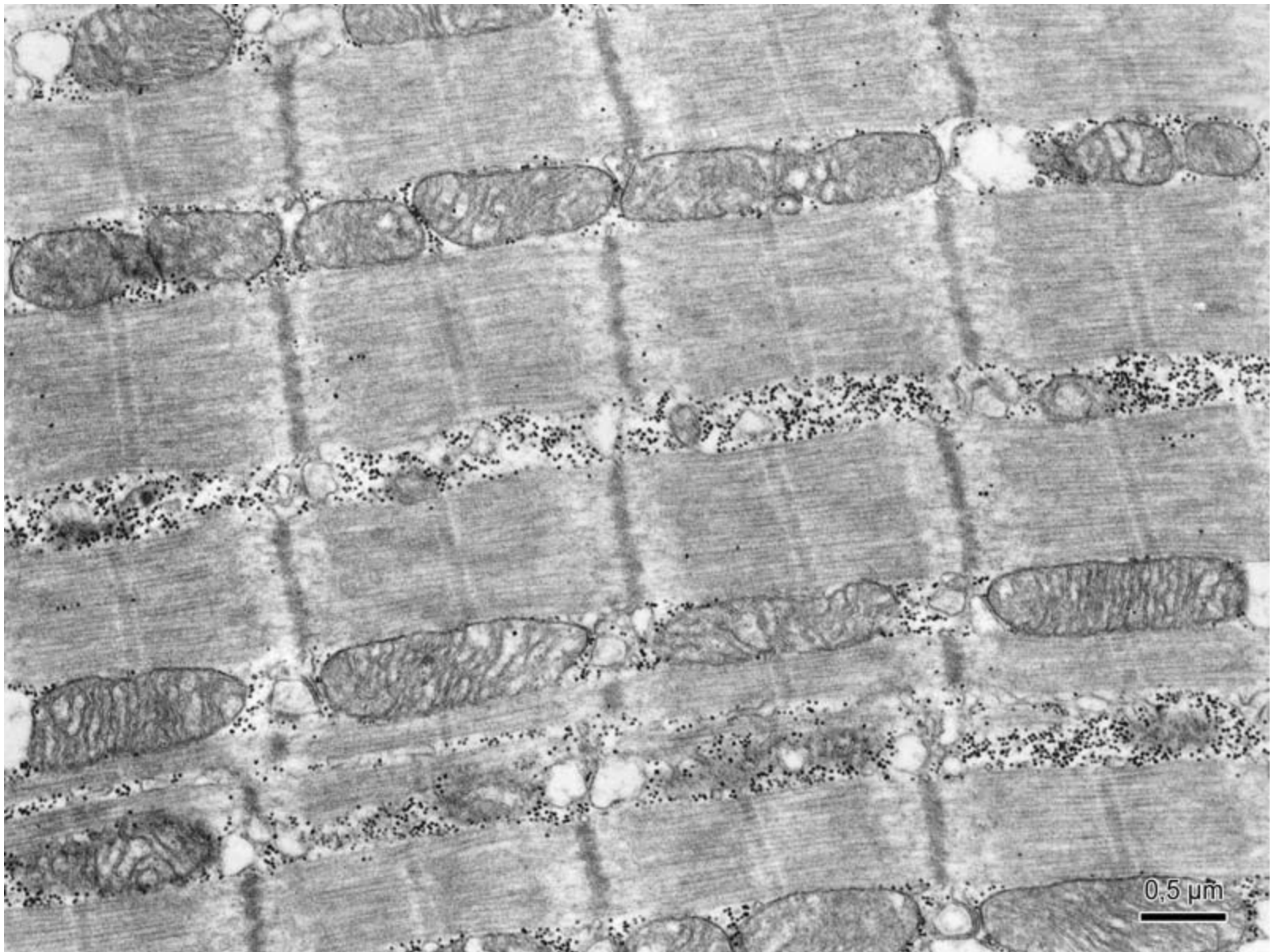


# Glykogen

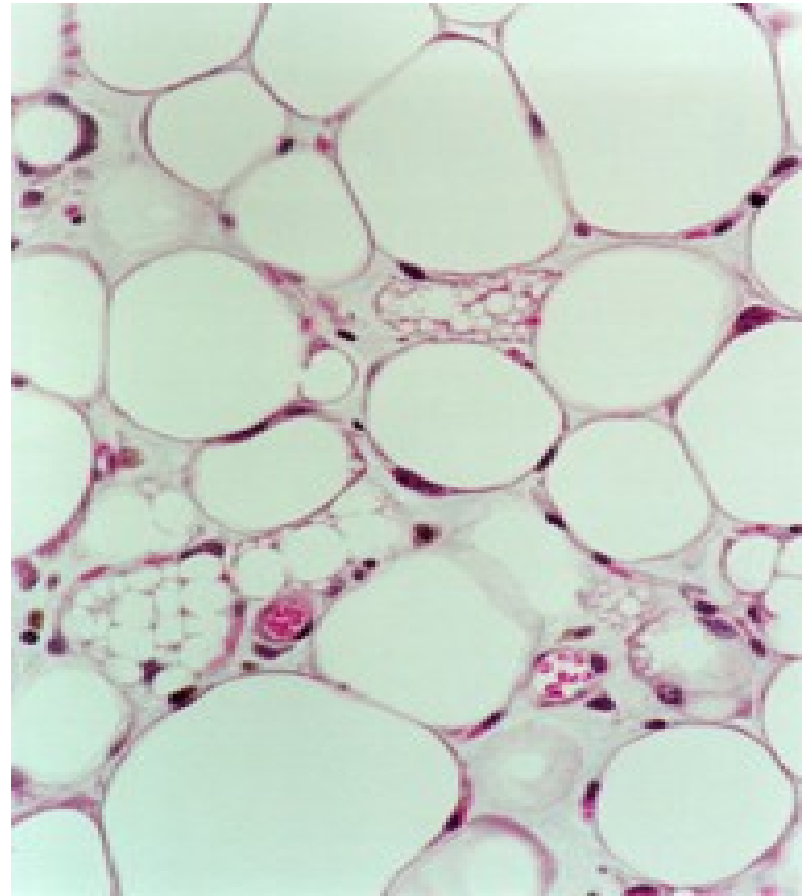
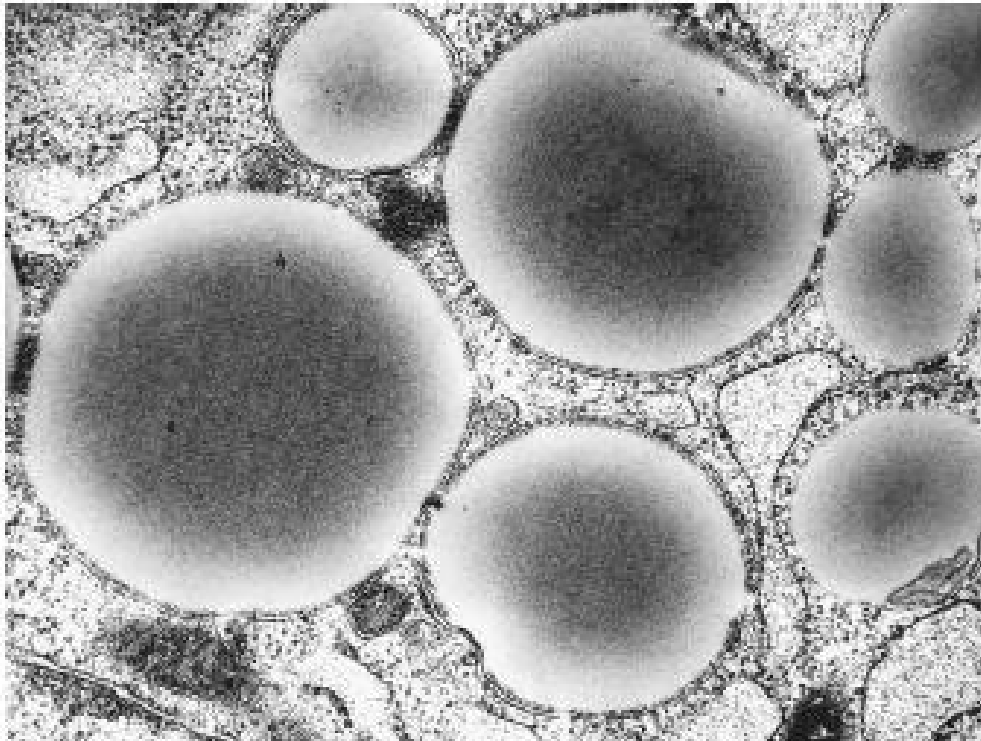


- $\alpha$  – granula (až 400 nm)

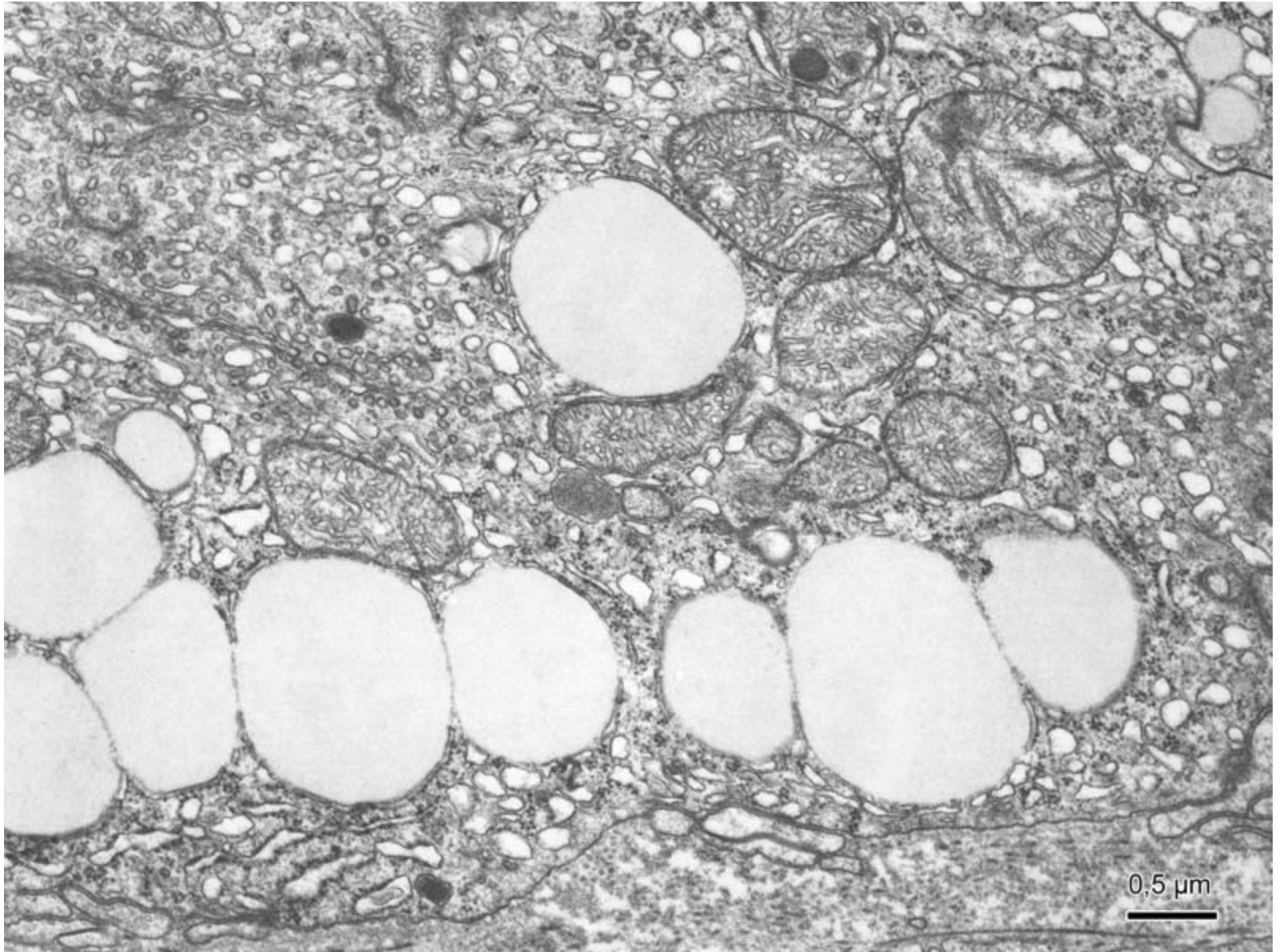




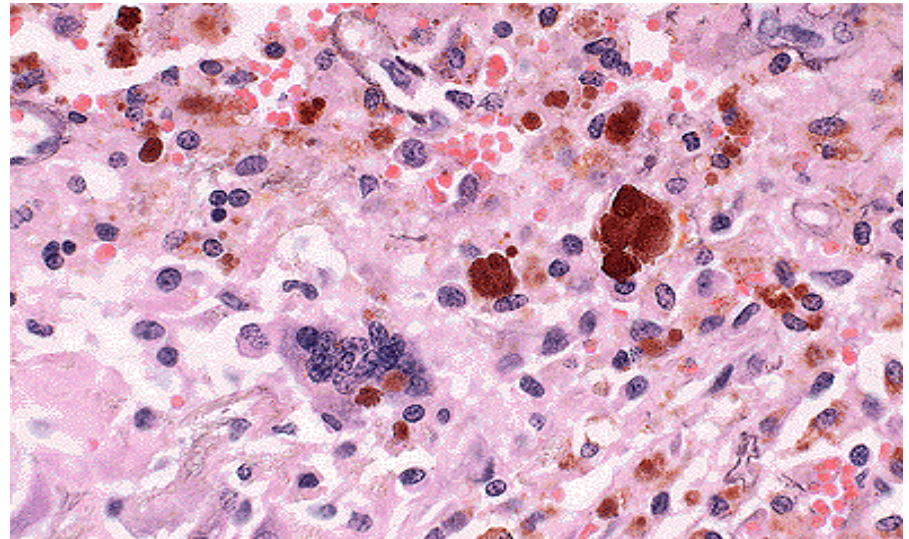
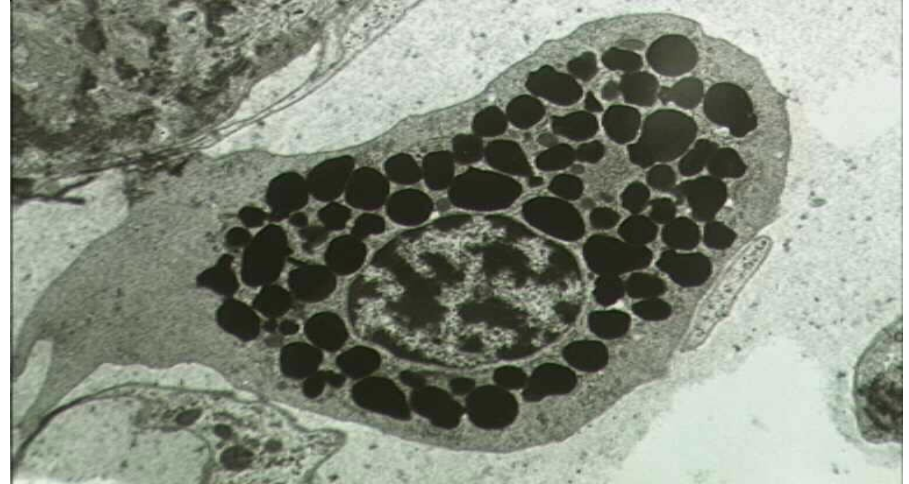
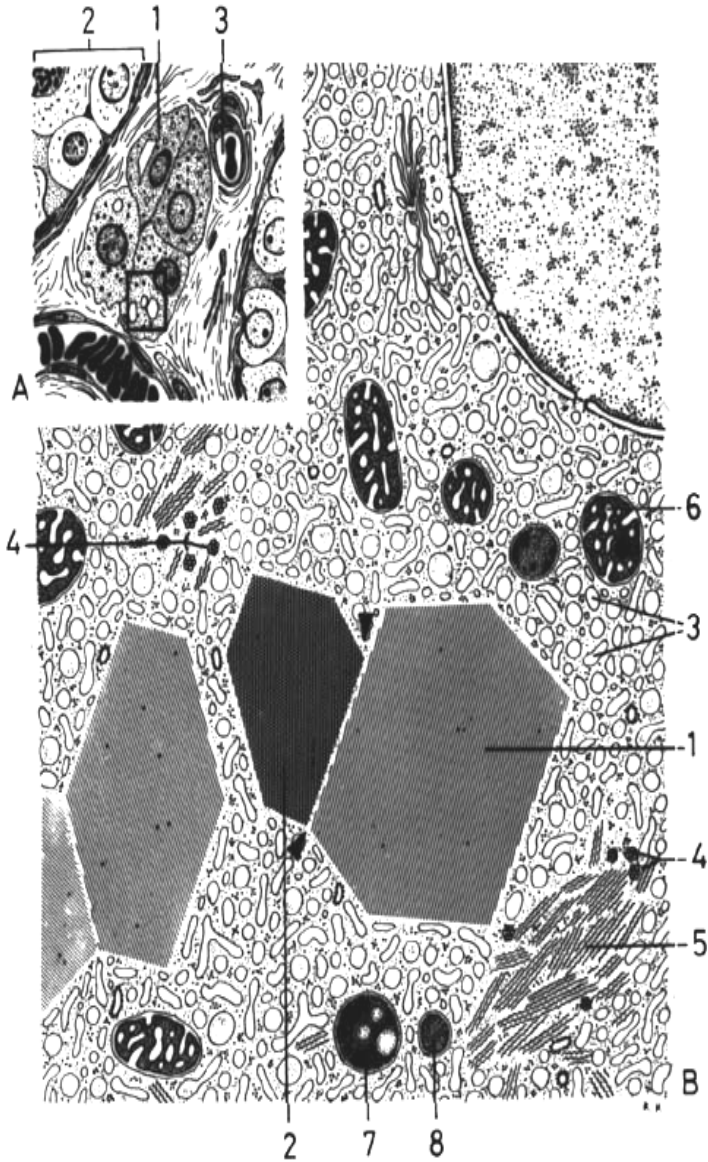
# Lipidové kapky







# Krystaly, pigmenty



# **Cytosol** = základní cytoplazma

Vytváří vhodné prostředí pro činnost všech buněčných organel - gelový charakter

## **Složení:**

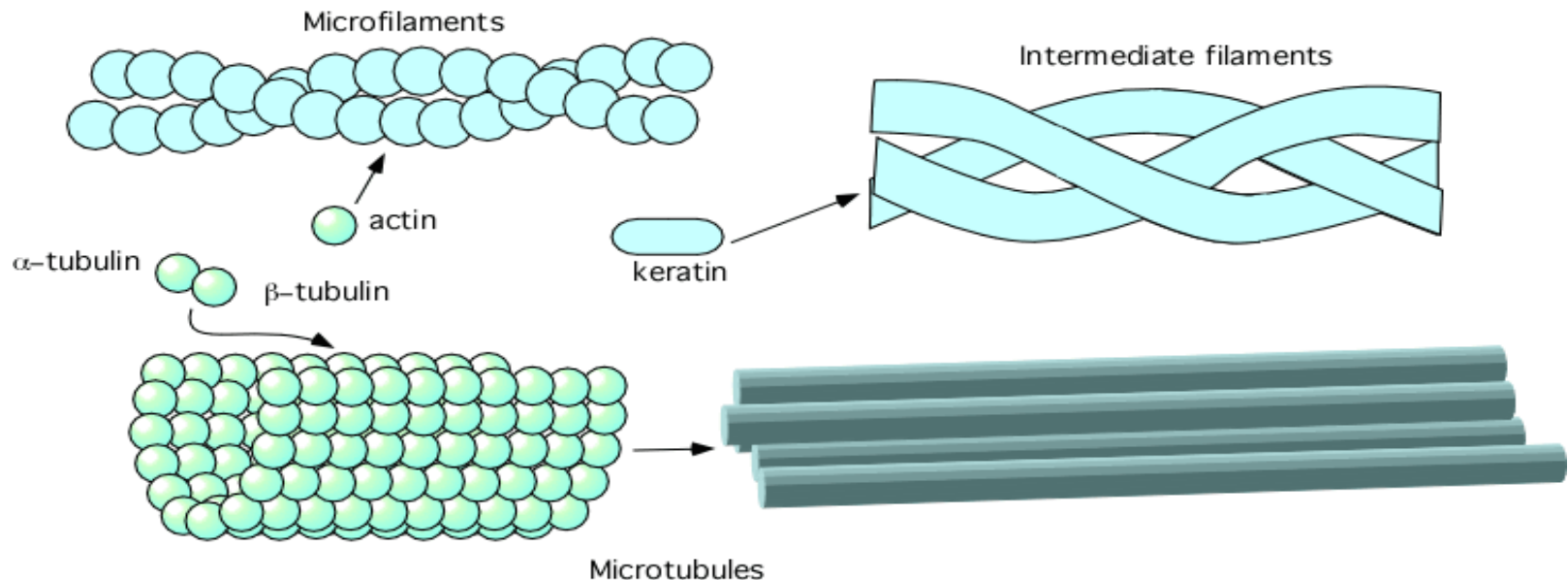
60% vody, 4,3% minerálních látek, 35,7% organických látek (sacharidy, lipidy, AMK, proteiny, fosfolipoproteiny).

K součástem cytosolu se řadí i cytoskelet



# Cytoskelet

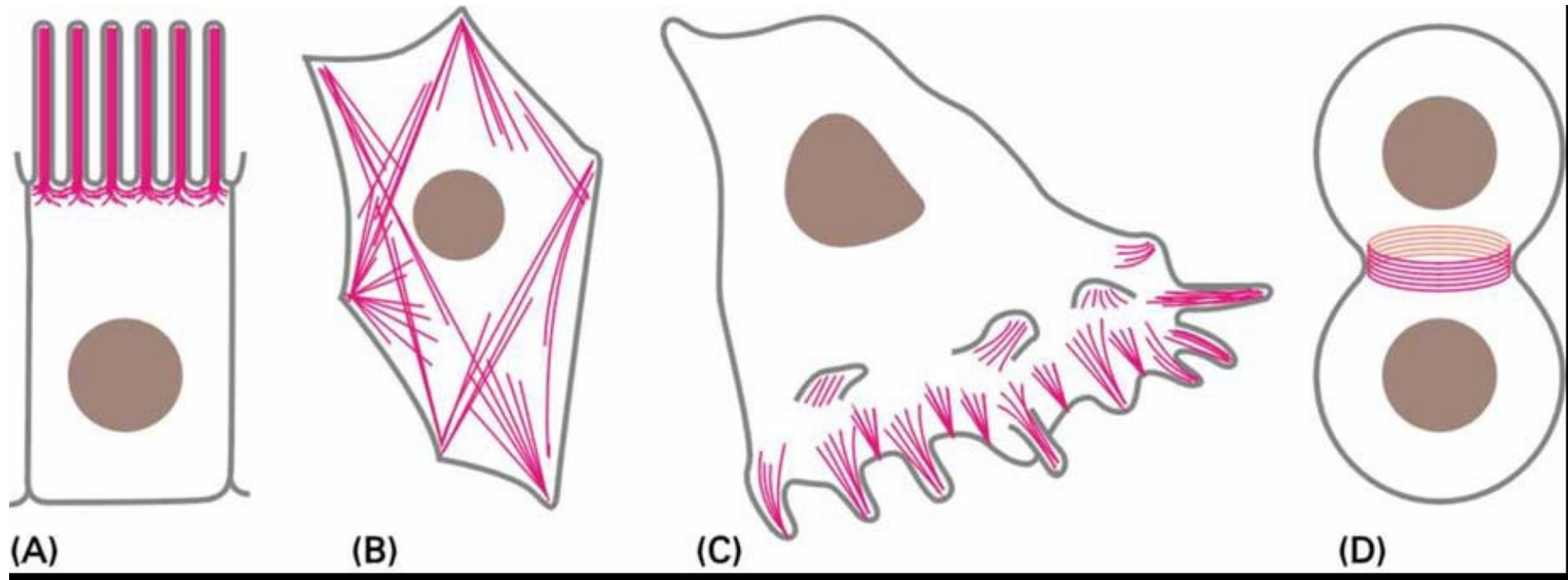
- Mikrotubuly (válce o  $\text{Ø}$  22 nm,  $\alpha + \beta$  TUBULIN)
- Mikrofilamenta (vlákna o  $\text{Ø}$  5-7 nm, AKTIN)
- Intermediární filamenta (vlákna o  $\text{Ø}$  8-11 nm)



# Cytoskelet

- **mikrotubuly - tubulin** ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) -  $\varnothing$  22 nm – tvar buňky, centrioly, bazální tělíska, axonema řasinek a bičíků
- **mikrofilamenta - aktin** -  $\varnothing$  5-7 nm
  - subplazmalemální - b. výběžky, pohyb buněk
  - intracytoplazmatická síť – proudění
    - ve svalových buňkách – **aktin** + **myosin**
- **intermediární filamenta** -  $\varnothing$  8-11 nm
  - cytokeratin** - tonofilamenta v epitelových buňkách
  - vimentin** – v buňkách mezenchymového původu
  - desmin** – ve svalových buňkách
  - neurofilamenta** – v neuronech
  - gliová filamenta** – neurogliích (např. GFAP)

# Typy aktinových struktur v živočišných buňkách



mikroklky

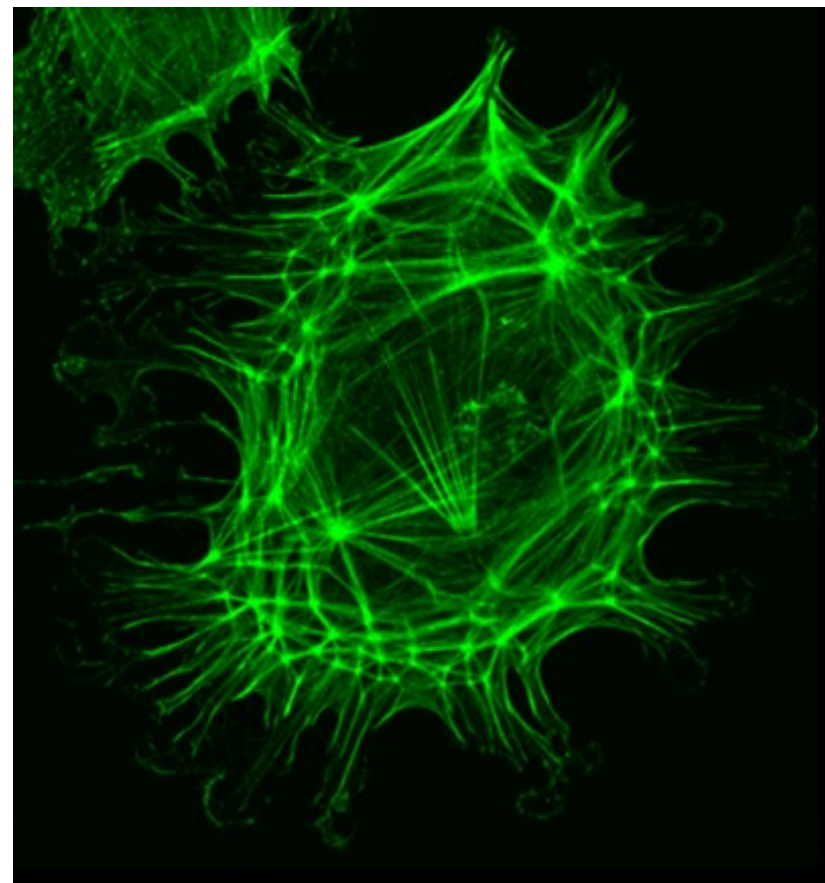
buněčný skelet

filopodia, lamelipodia

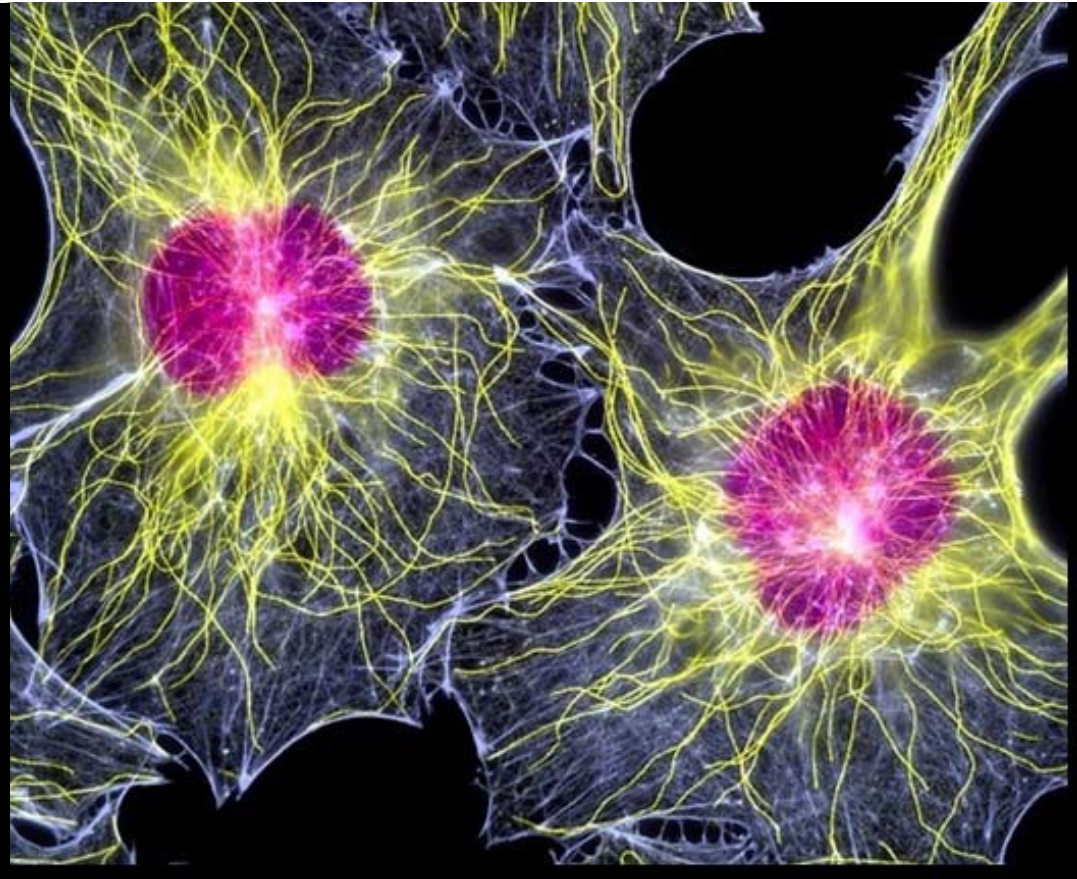
kontraktilní prstenec



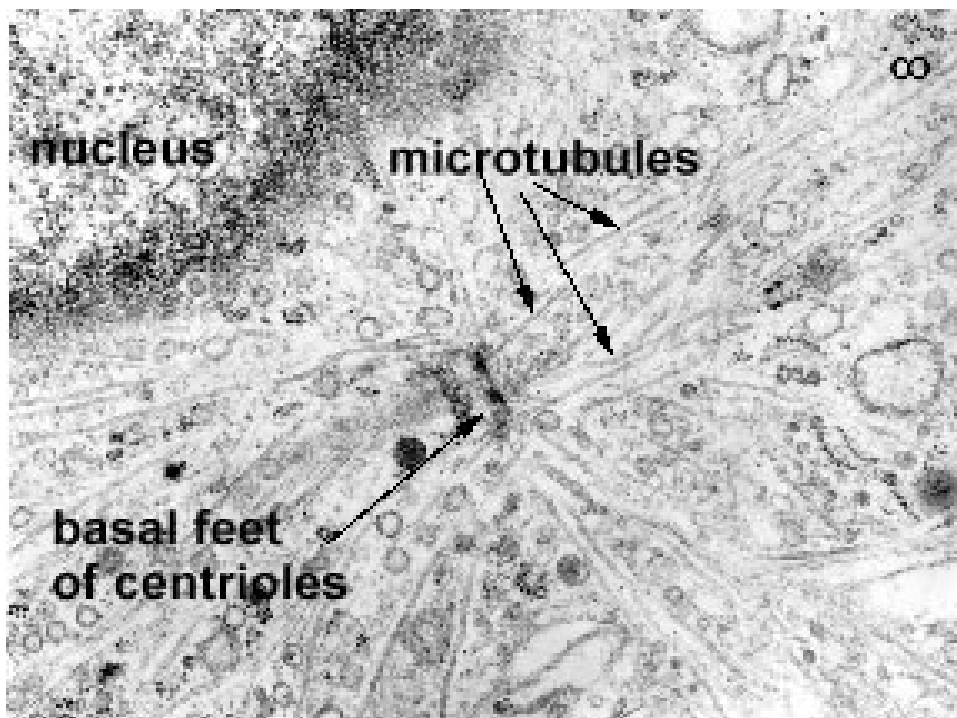
# Cytoskelet – imunocytochemický preparát



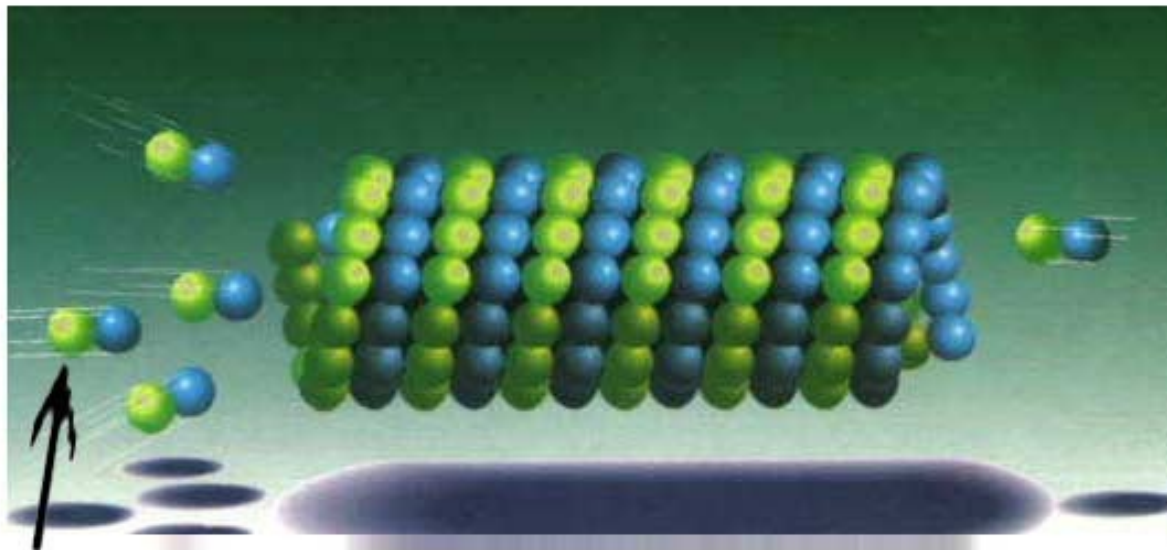
**F-aktin**



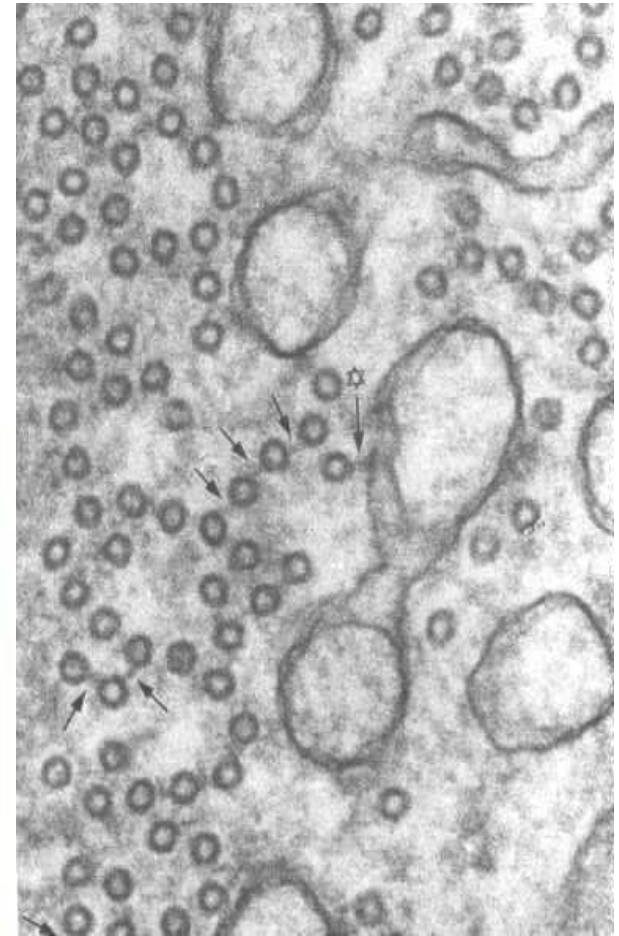
**$\alpha$ -tubulin / F-aktin / DNA**



Model ultrastruktury mikrotubulů



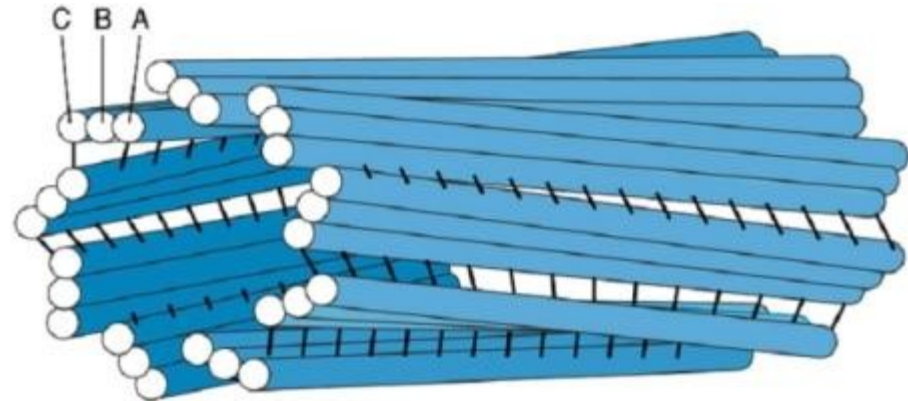
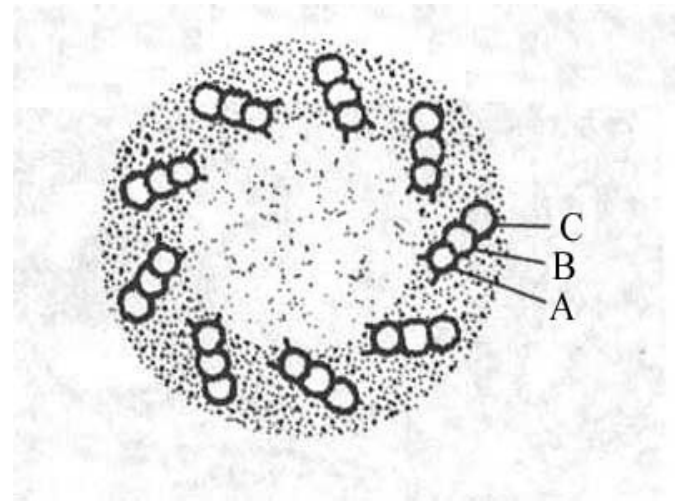
# Mikrotubuly



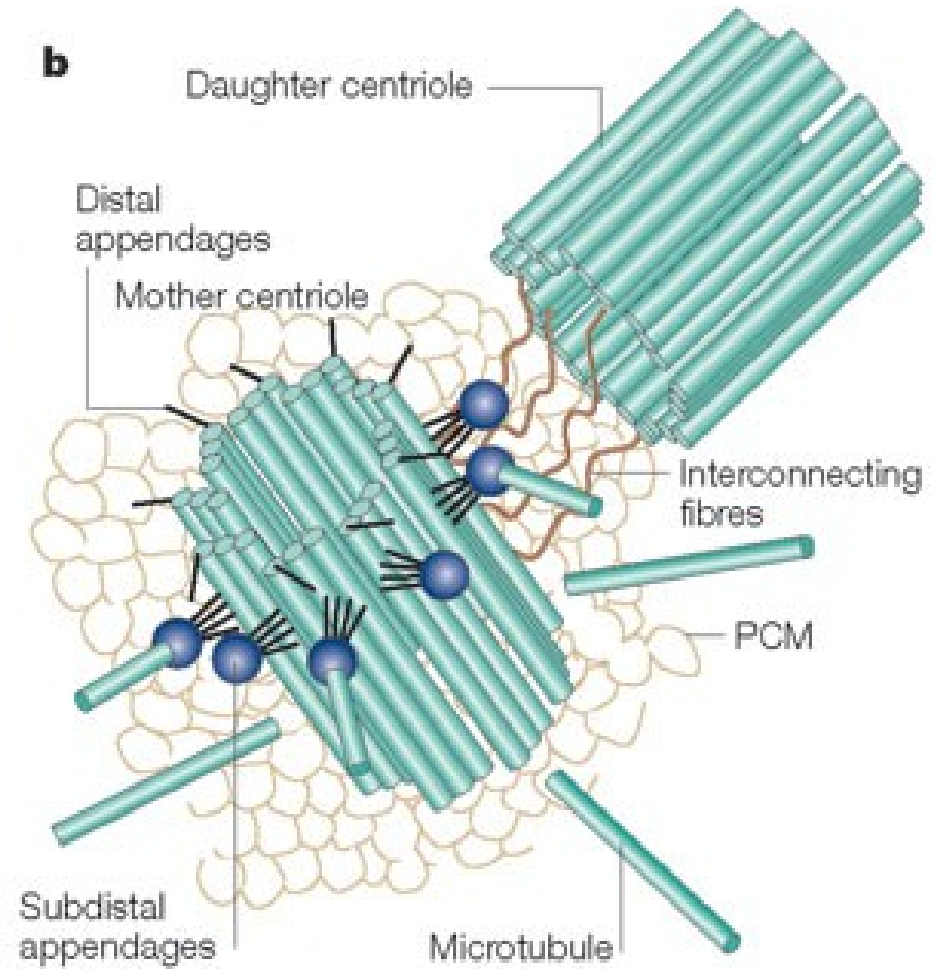


# Centrioly

- Organizátory pro stavbu dělicího vřeténka
- Replikací vznikají bazální tělíska řasinek
- Tvar: **cylindr (válec)**
- Velikost:  $\varnothing$  0,2  $\mu\text{m}$ ,  
délka 0,4 - 0,5  $\mu\text{m}$
- Stavba: **9 tripletů**  
mikrotubulů po obvodu  
válce
- Zřetelné v interfázi  
poblíž jádra - **1 pár**  
centriolů kolmo na sebe



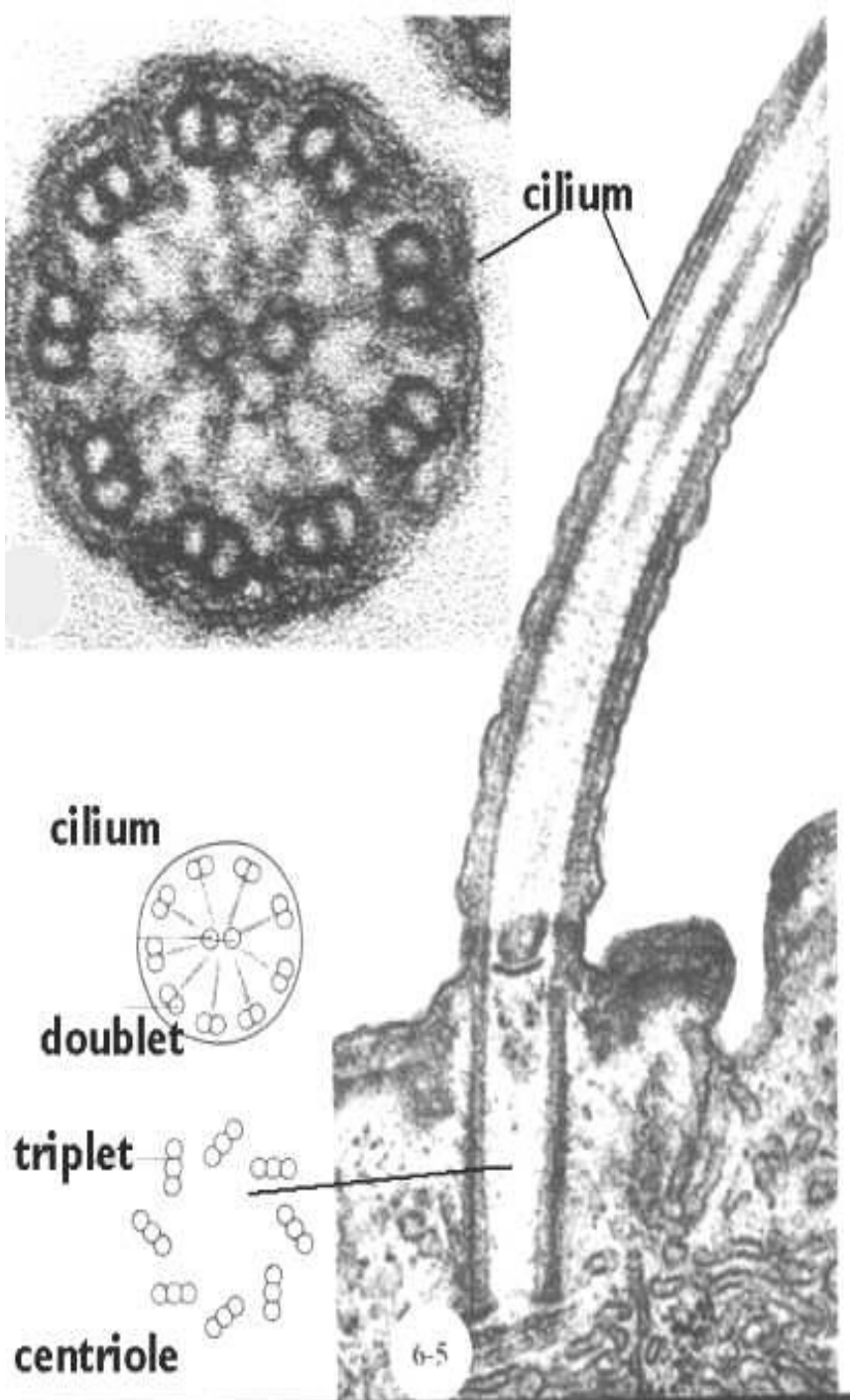
# Stavba centrozomu



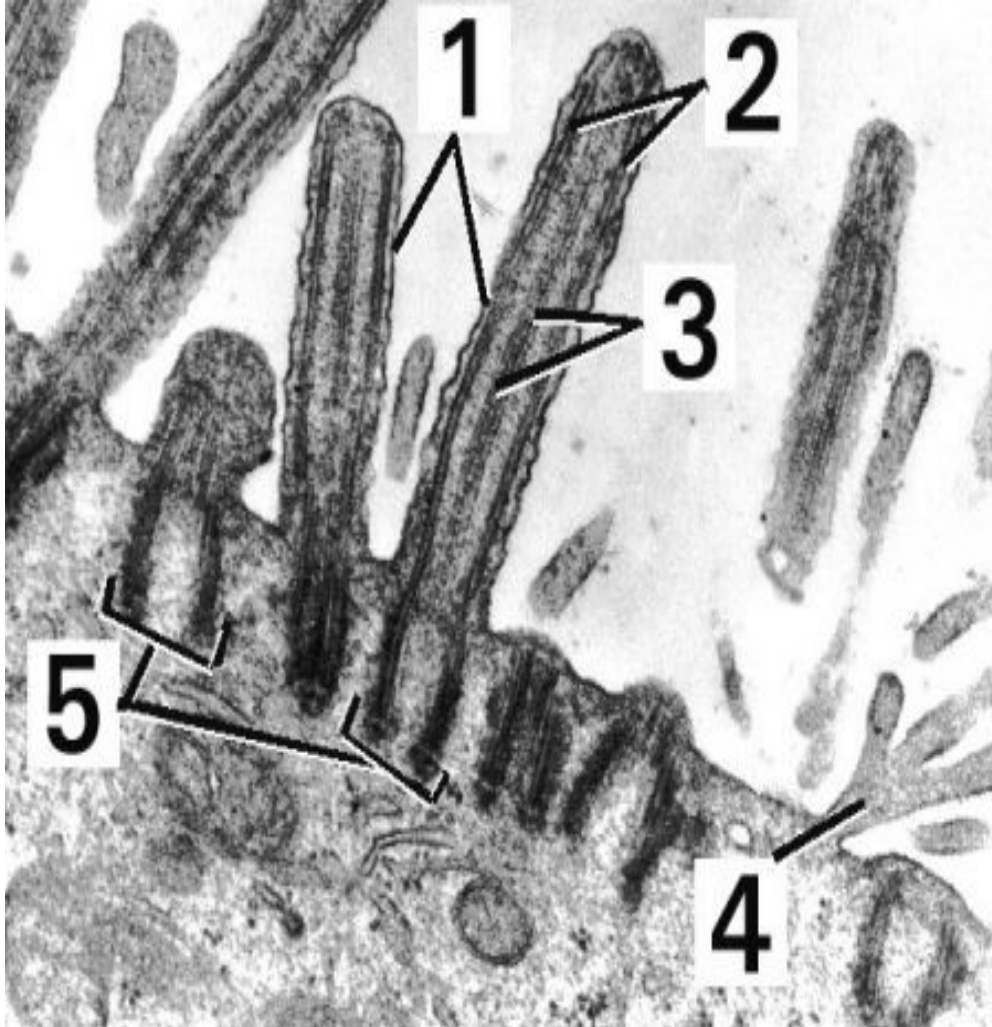
# Úprava buněčných povrchů

## Řasinky, bičíky

- Pohyblivé výběžky cytoplazmy vyztužené **mikrotubuly**:
- **Axonema**  
9 dubletů + 1 centrální pár
- **Bazální tělísko** (centriol)
- **Žíhaná nožka**

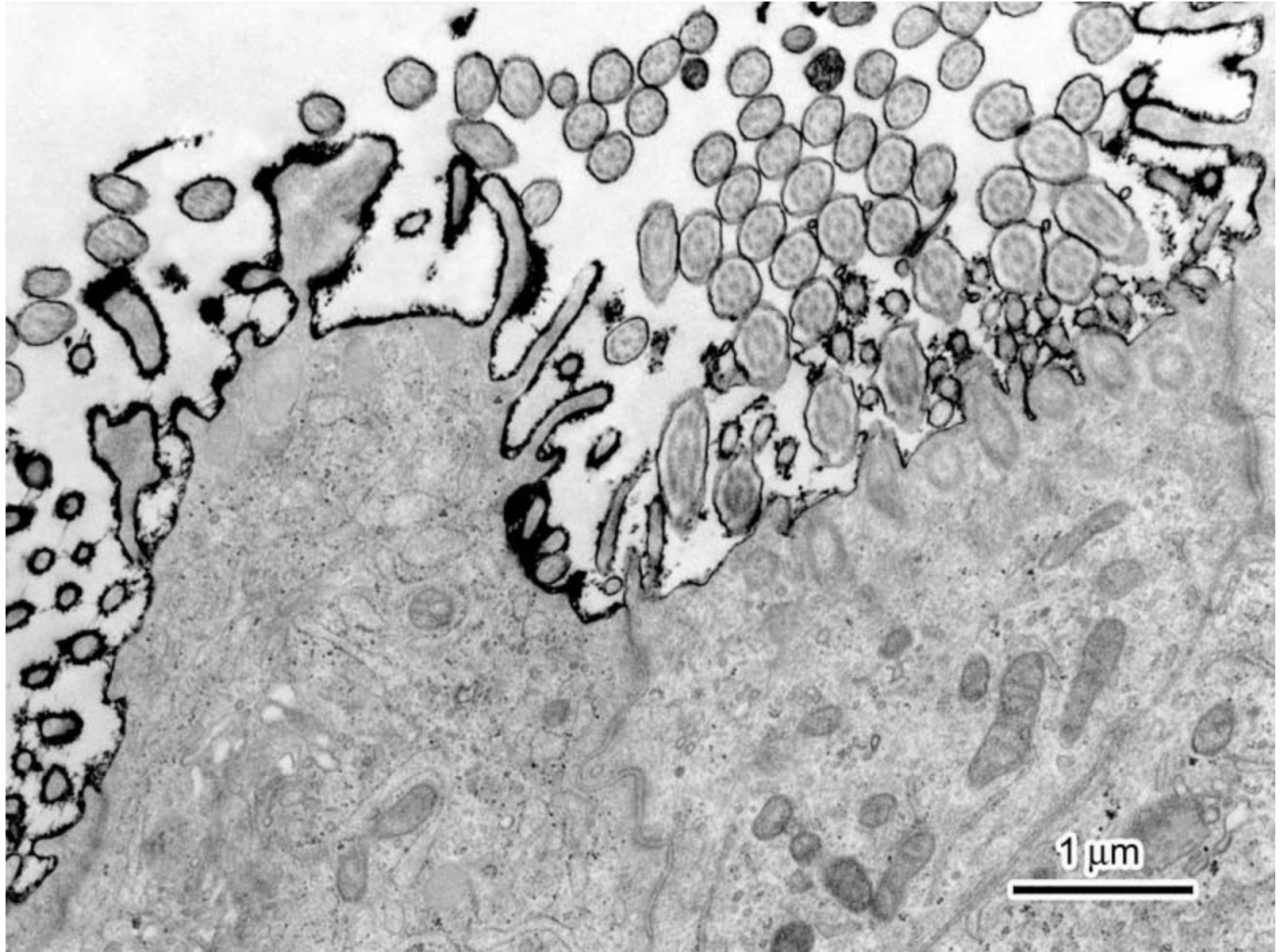


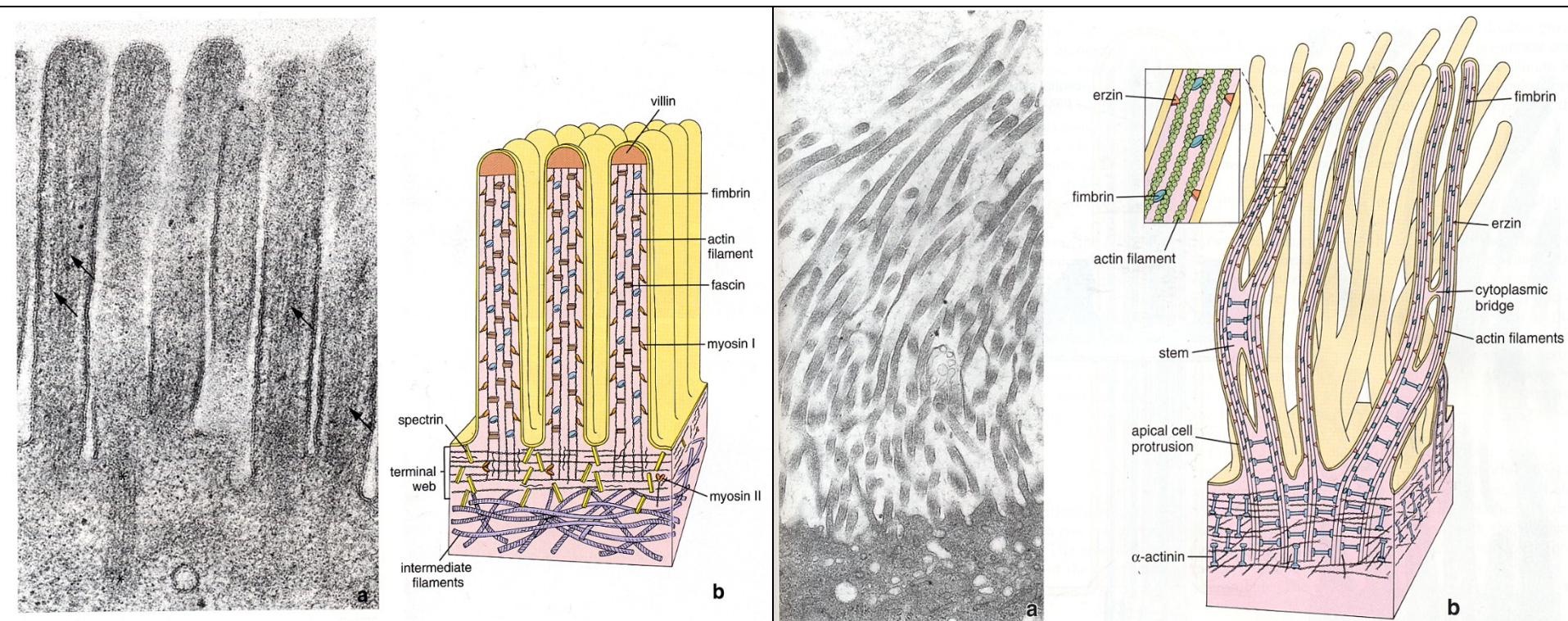
# Řasinky, bičíky





# Řasinky



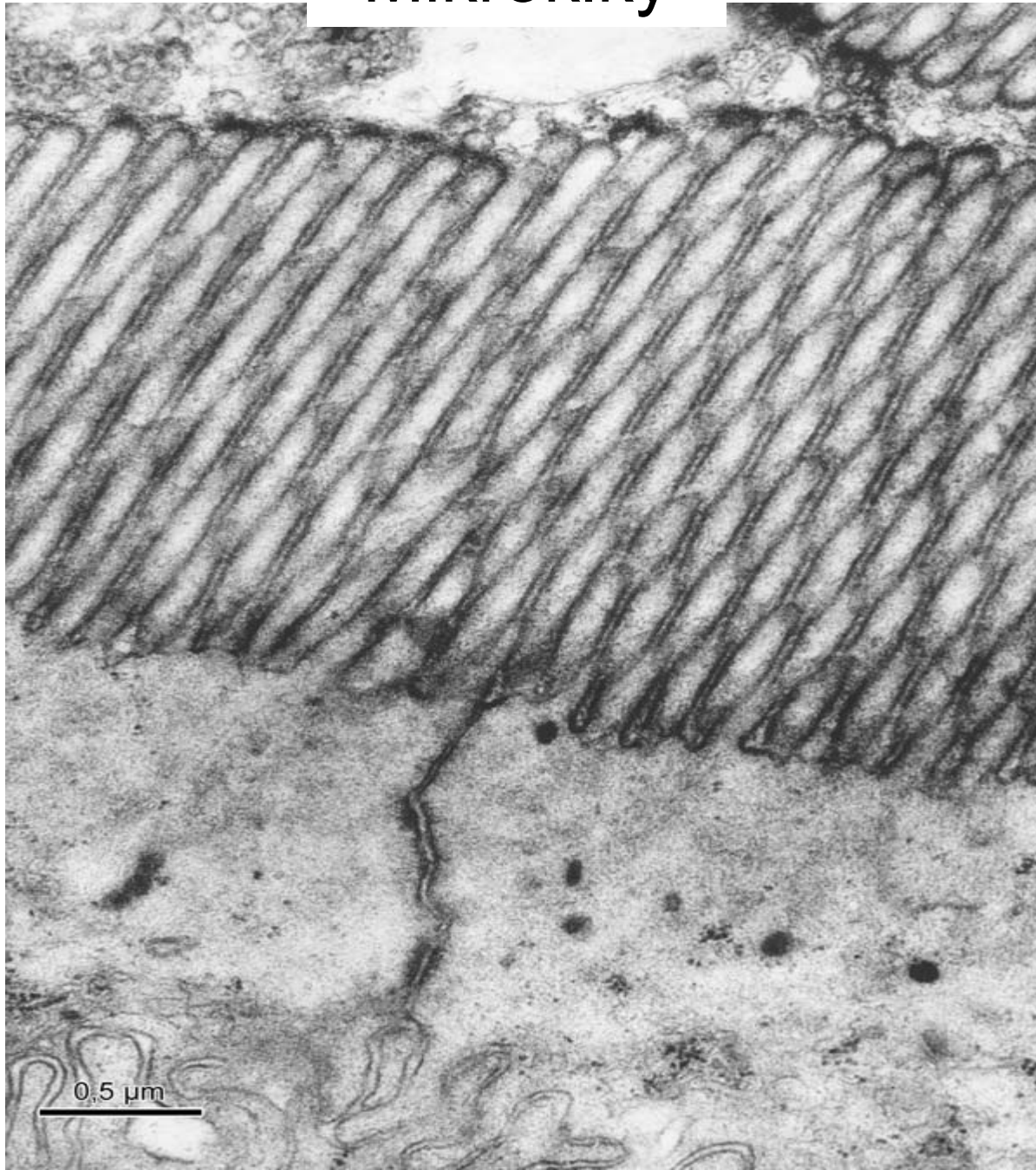


**Mikroklky** = výběžky cytoplazmy vyztužené aktinovými mikrofilamenty – dle uspořádání:

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

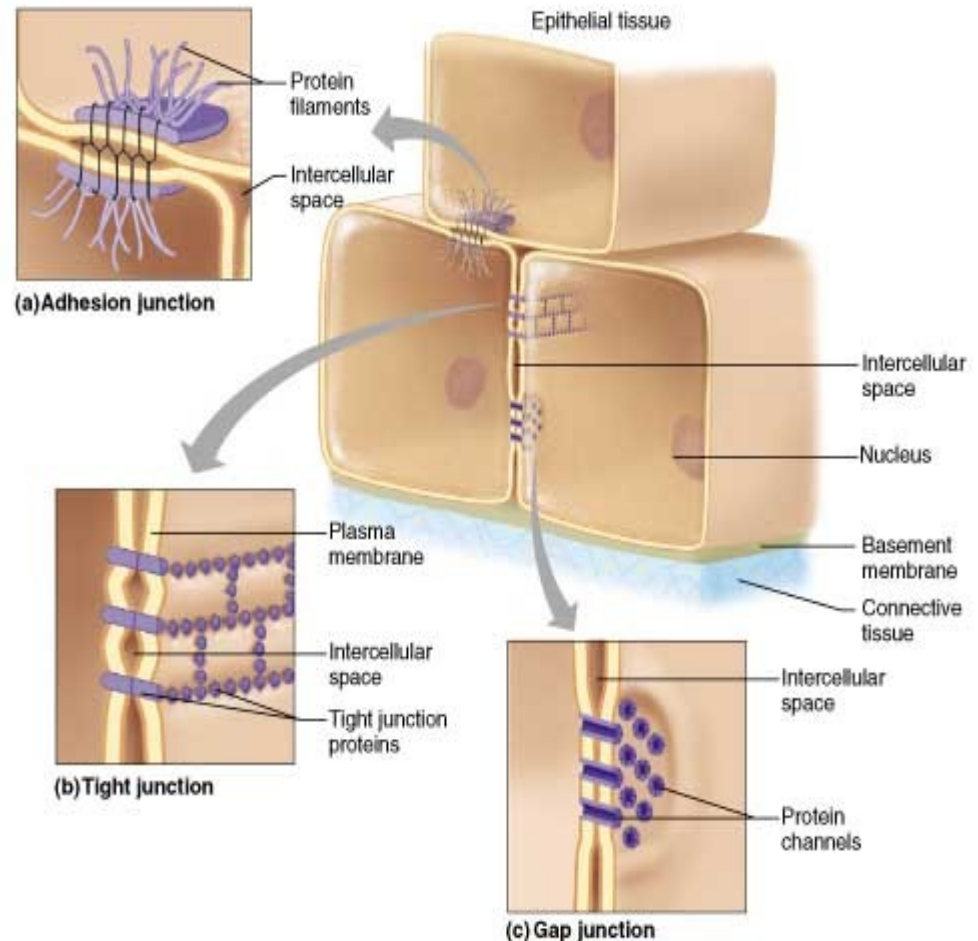


# Mikroklky

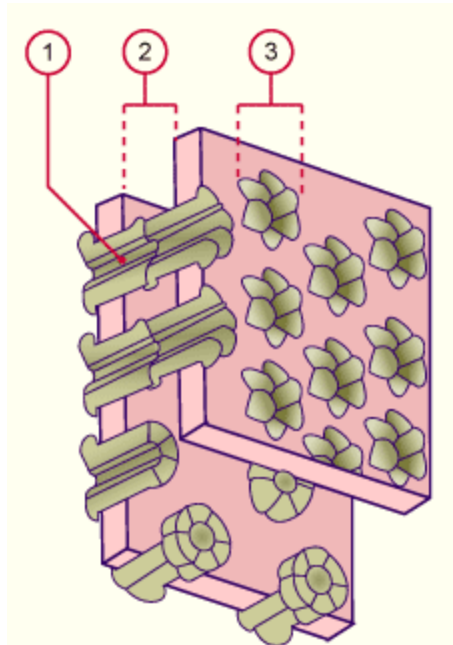
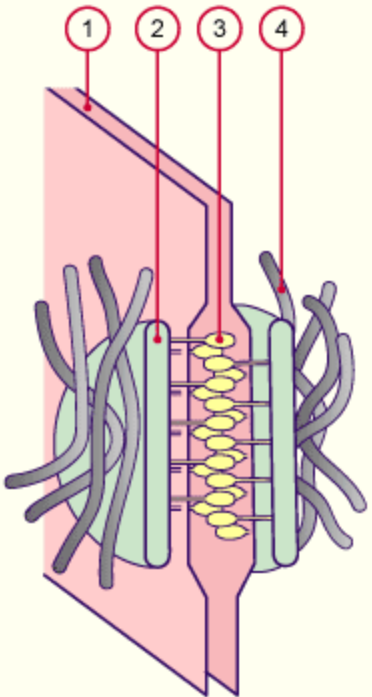
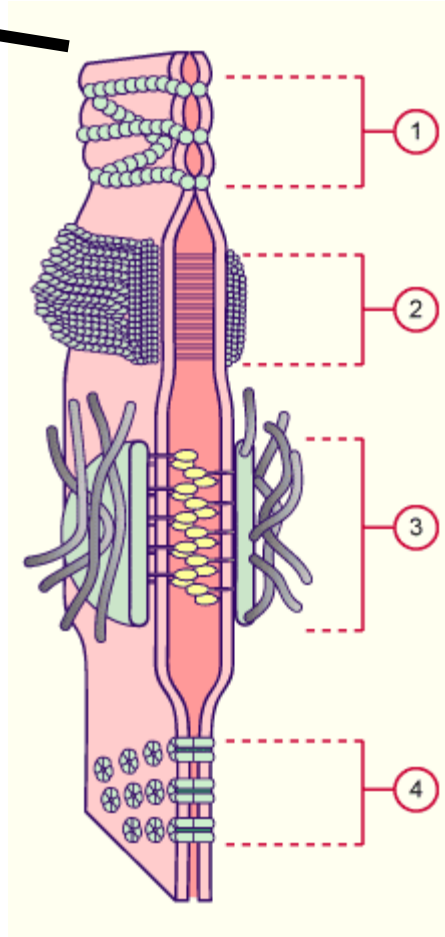
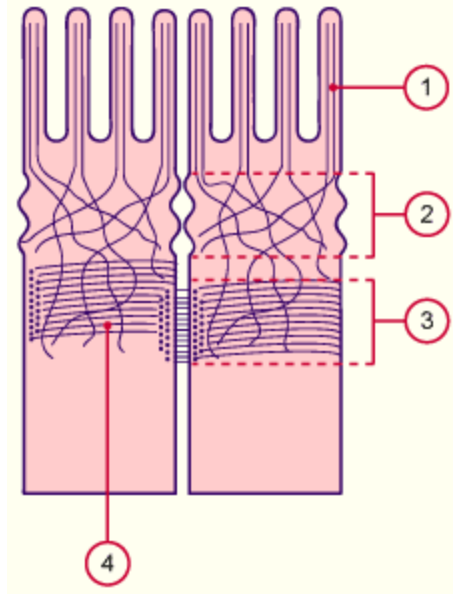
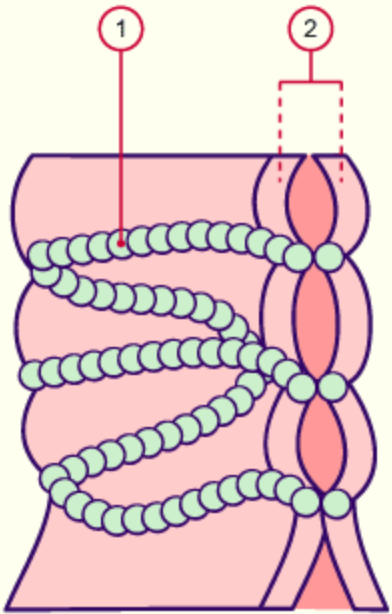


# Intercelulární spoje

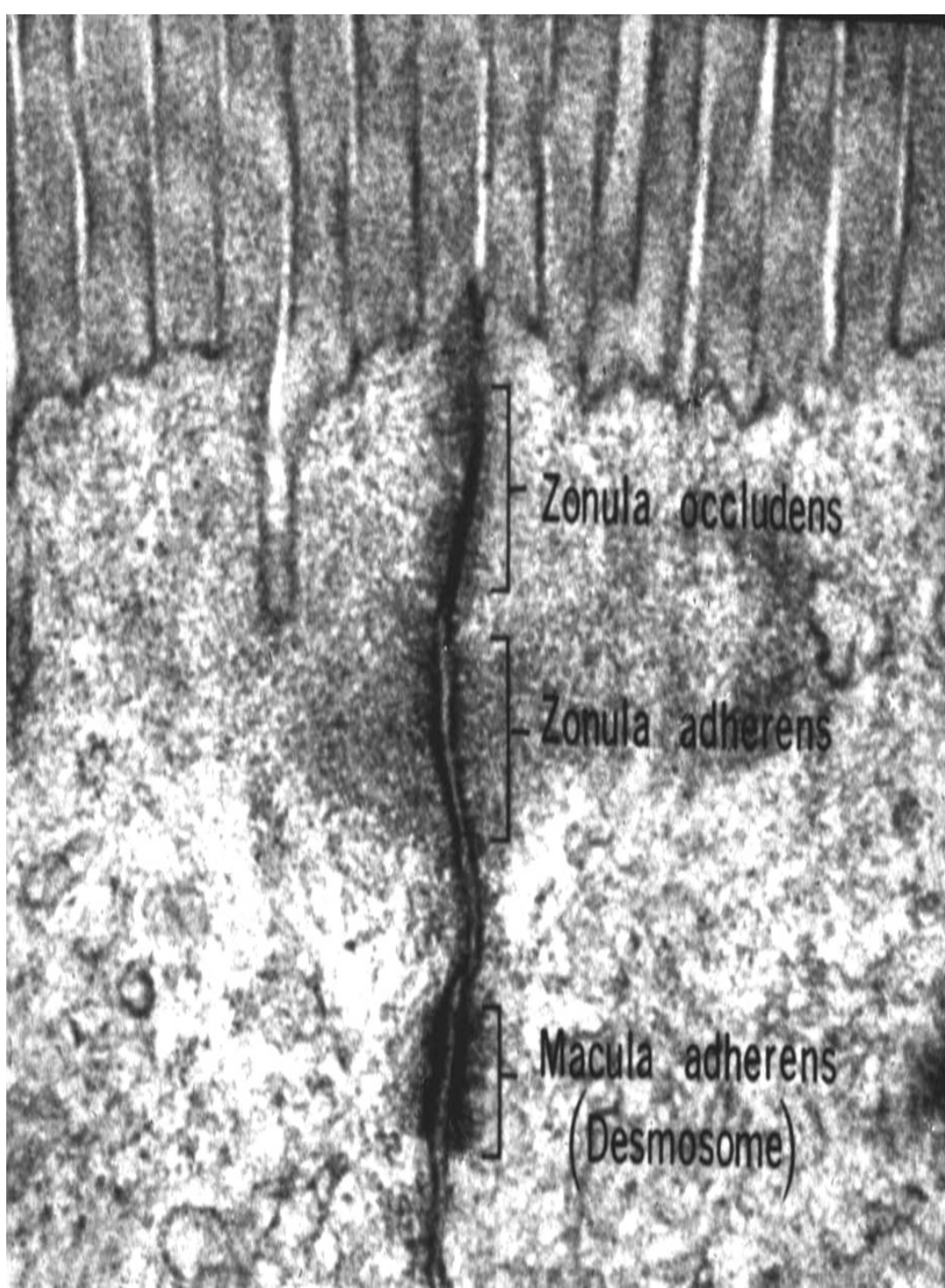
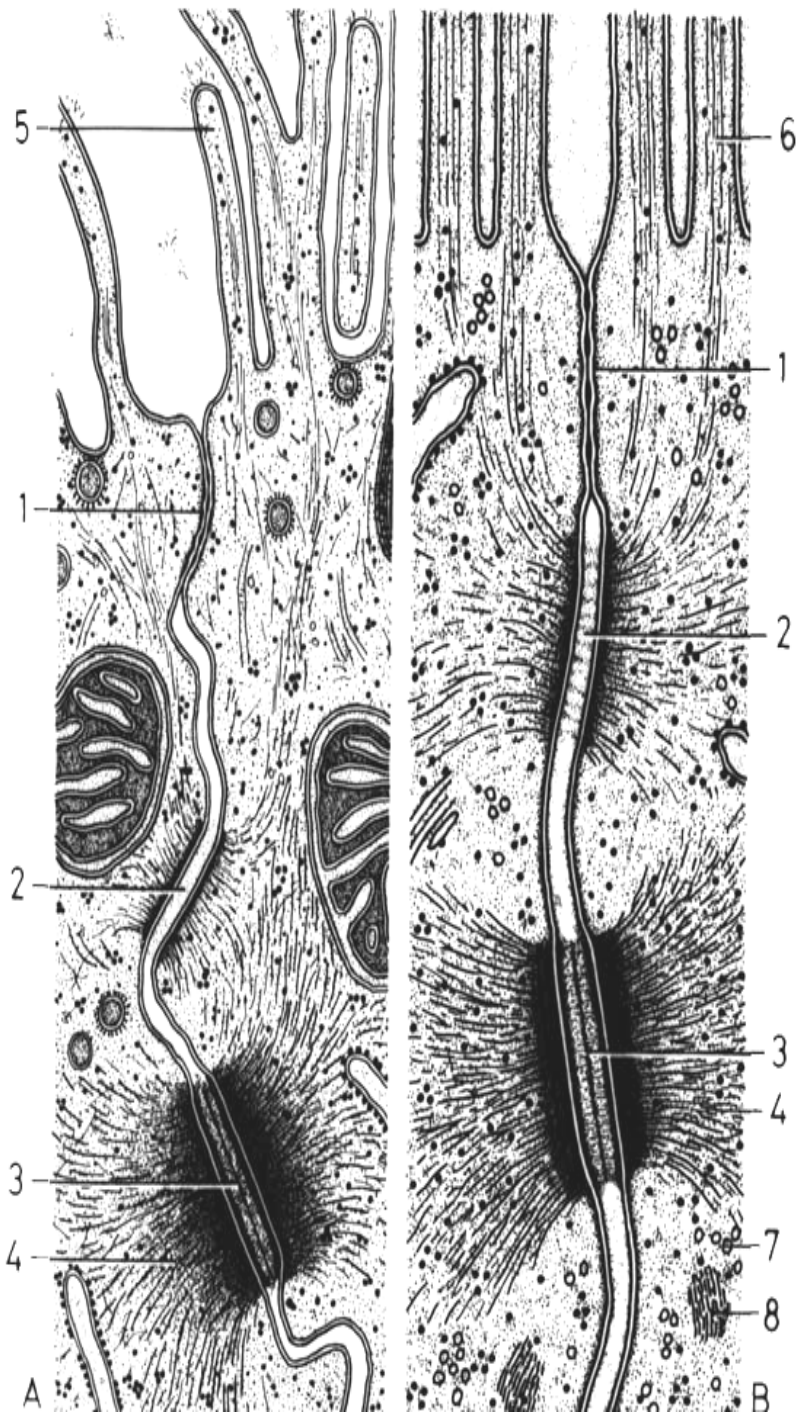
- těsná=okluzní:  
zonula occludens
- adhezní: zonula adherens (15-20 nm),  
desmosom (macula adherens) (25-45 nm)
- komunikační: nexus (gap junction) (2 nm)



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

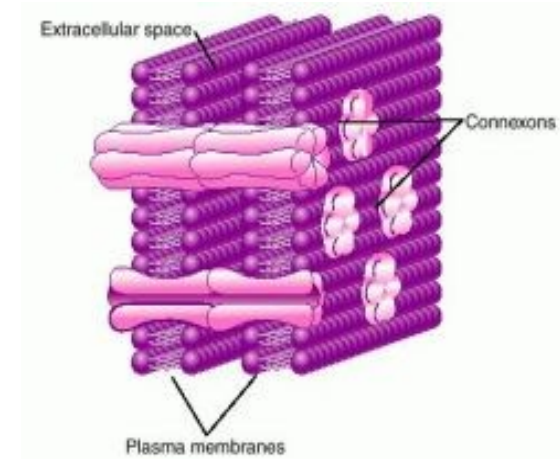




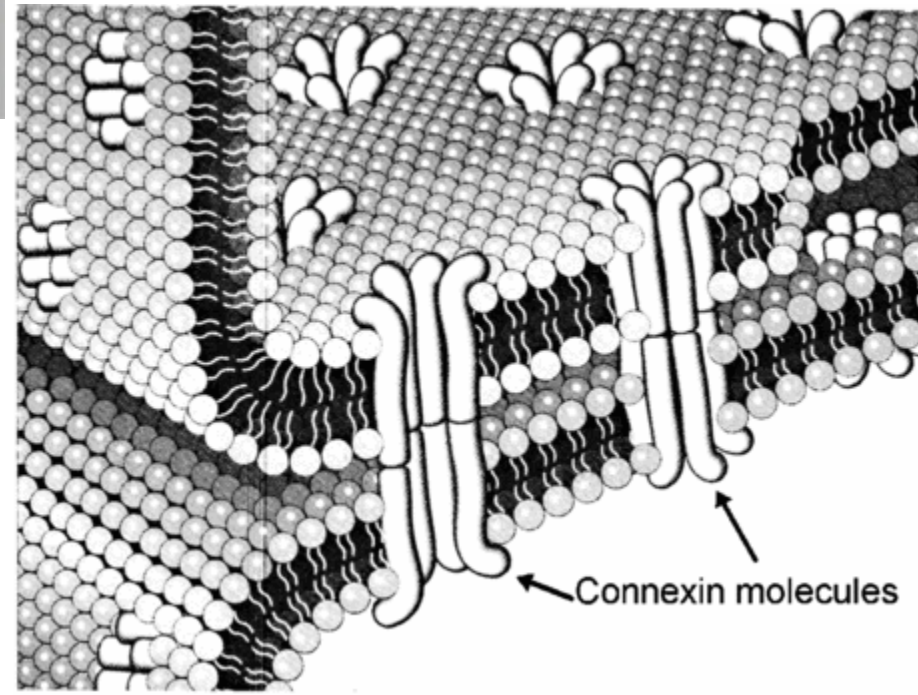




# Nexus



- Intercelulární štěrbina  
2 – 4 nm
- konexony = 6 konexinů
- konexiny = protein.mol.

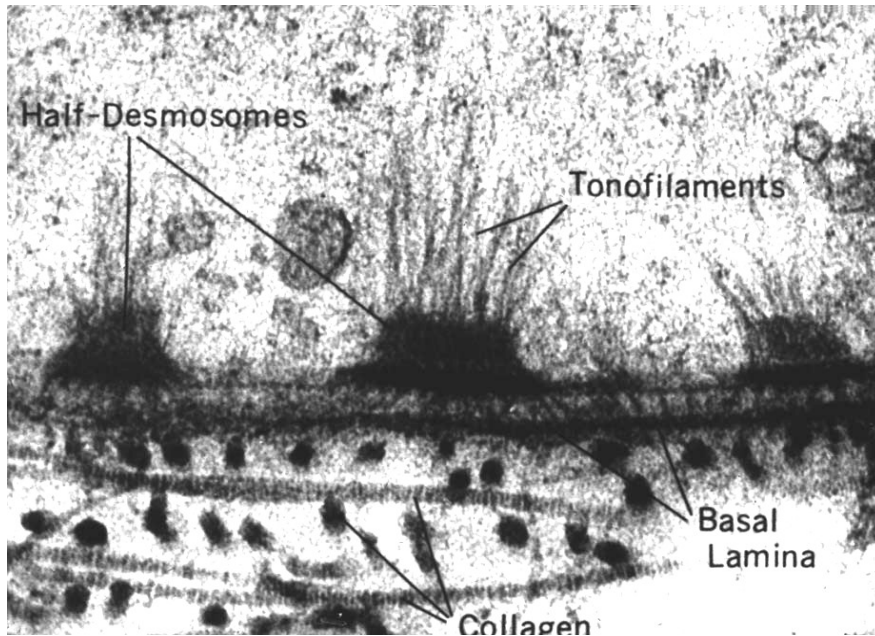




# Bazální povrch buněk

přivrácen k lamina basalis:

hemidesmosomy



bazální labyrint

