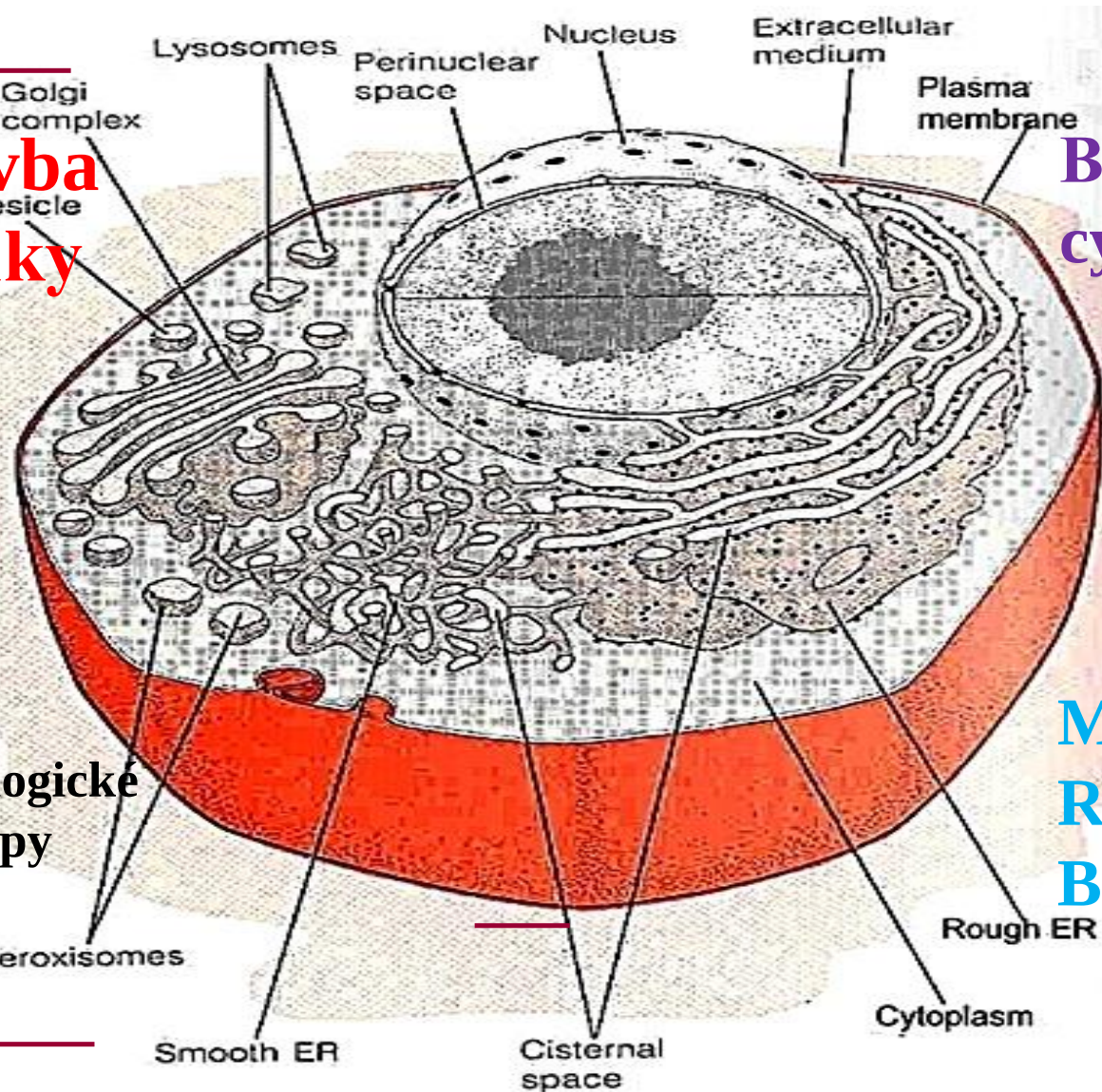


**Stavba
buňky**

**Buněčný
cyklus**

**Fyziologické
principy**

**MUDr.
Richard
BECKE**



Buňka

- Buňka je základní strukturální, morfologická a funkční jednotka živého organismu, schopná všech základních životních funkcí.
- Buňky prokaryotické – nemají obal, není oddělena DNA od cytoplasmy, nemají proteiny – histony
- Buňky eukaryotické – mají jaderný obal, mají histony
- Buňky tvoří tkáně : / 4 typy tkání /
 - A/ epitelová tkáň
 - B/ pojivová tkáň
 - C/ svalová tkáň
 - D/ nervová tkáň
- Buňky v lidské těle mají různý tvar a různou velikost
- (zhruba od 4 μm do 150 μm), různou délku života.

Buněčná membrána

- Buněčná (plasmatická) membrána (silná asi 7,5 nm)

- / plasmalemma / , oddělující vnitřní prostředí buňky / intracelulární prostředí / od vnějšího okolí buňky / extracelulární prostředí / .

- Složení membrány :

- Fosfolipidová dvojvrstva / fosfolipidy / .

- Hydrofóbní konec a hydrofilní konec dvojvrstvy .doplňují molekuly

- cholesterolu

- Proteiny v membráně : / zhruba 50 % hmotnosti membrány /

- A) periferní proteiny / vnitřní , vnější / , B) integrální proteiny /penetrující x nepenetrující /

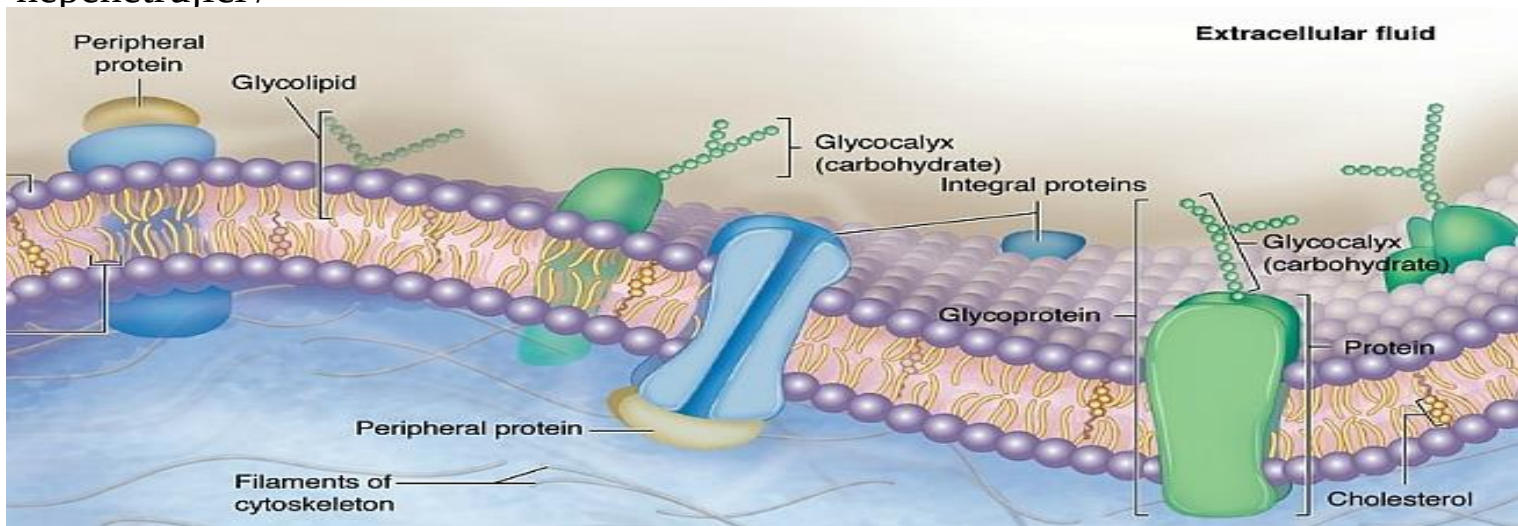
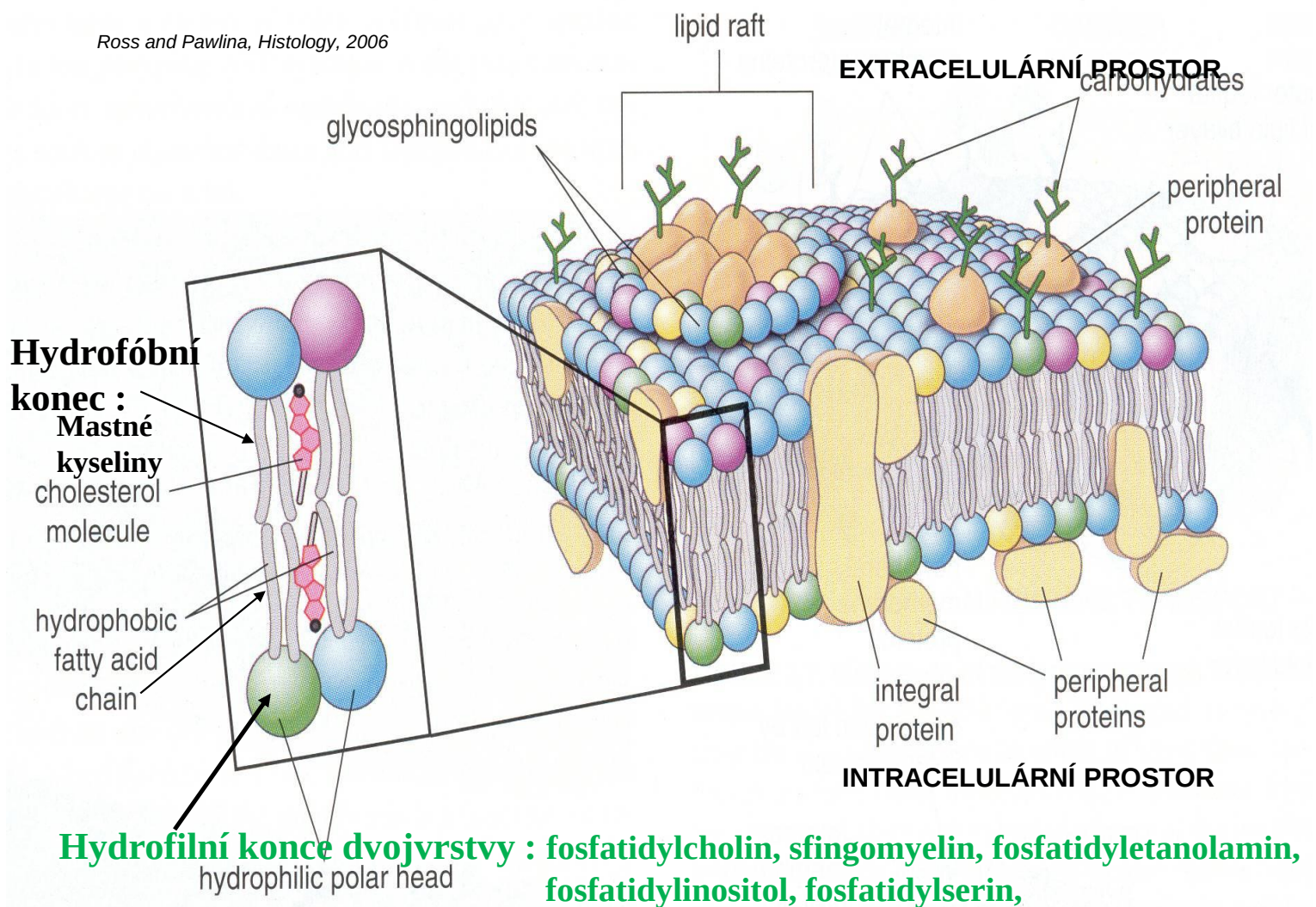


Schéma buněčné membrány

Ross and Pawlina, Histology, 2006



Buněčná membrána

- **Glycocalyx** : polysacharidové řetězce , vazba na lipidy :glycolipidy nebo na proteiny : glycoproteiny, na zevním povrchu buněčné membrány.
- **Biologická membrána** / součástí některých organel v buňce / liší se tloušťkou od bun. membrány, jinak struktura je stejná
- **Funkce proteinů v buněčné membráně :**
 - A/ transport přes buněčnou membránu : **Endocytosa** : příjem látek přes buněčnou membránu do buňky
 - **Exocytosa** : výdej látek ven z buňky
 - B/ slouží jako membránové receptory
 - C/ do proteinů se upínají filamenta cytoskeletu buňky
 - D/ podílejí se na buněčném spojení

Transport látek přes membránu

- 1) **Prostá difuze** – látky rozpustné v tucích a plyny
• O_2 a CO_2 .
- 2) **Prostup iontovými kanály** – v proteinu-
• ionty a voda
- 3) **Primární aktivní transport** – probíhá proti elektrochemickému gradientu – nutný přísun energie v podobě ATP.
- Na^+ mimo buňku a K^+ do buňky.
- Velmi aktivní buňky – proximální tubuly ledvin a buňky žíhaných vývodů / slinné žlázy/

Primární aktivní transport

- Tzv. basální labyrint v těchto buňkách a zde :
- „ Sodíková pumpa „
- ATPáza přenese v jednom cyklu 3 Na^+ ionty z buňky a současně 2 K^+ ionty dovnitř a
- 1 molekula ATP je rozštěpena na ADP a fosfát.
- ATPáza v membráně je tetramer ,skládá se z 2 velkých a 2 malých podjednotek
- Klidový membránový potenciál – normálně je zhruba : -30mV do -90 mV.

Přestup **vody** přes bun.membránu

- Voda může difundovat velmi omezeně.
- Také závislé na teplotě.
- Nicméně – je to možné přes membránové proteiny,
- které se nazývají poriny nebo **akvaporiny**.
- Jsou selektivní pouze **pro prostup vody** , díky
- průměru kanálku : 0, 2 nm.
- Tetramer akvaporinu z 4 monomerů.

Buněčné organely

- **A/ Membránové buněčné organely** – mají ve své struktuře, nebo jsou obklopeny biologickou membránou :
 - Endoplasmatické retikulum, Golgiho komplex, lysosomy, mitochondrie, peroxisomy.
- **B/ Nemembránové buněčné organely** – nejsou tvořeny ani obklopeny biologickou membránou : ribosomy
- **C/ Cytoskelet buňky (centrioly)**
- **Jádro buňky** : je obklopeno jaderným obalem , tento obal se skládá z 2 biologických membrán.

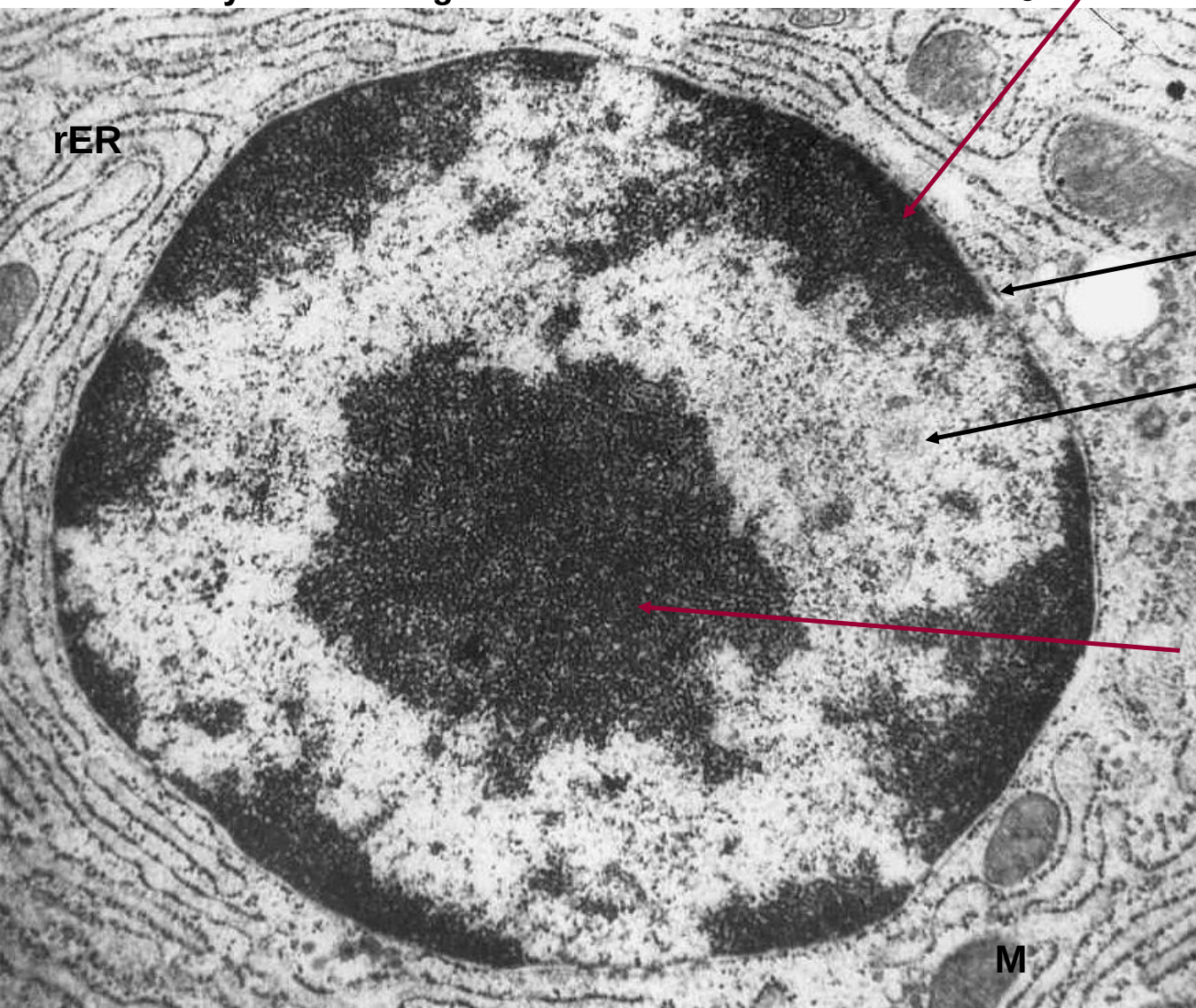
Jádro buňky / nucleus /

- **Jádro buňky obsahuje :**
- **1/ jaderný obal** (dvě biologické membrány, mezi nimi perinukleární prostor),
- velké množství pórů v jaderném obalu, transport látek z jádra / podjednotky ribosómů / a do jádra přes póry.
- Průměr póru : 70 nm.
- **2/ chromatin** (komplex molekul DNA a proteinů – histonů, **euchromatin a heterochromatin**)
- **3/ jádérko** / nucleolus / místo syntézy
- r – RNA, vytvoří se 2 podjednotky ribosomu.

Transkripce / tvorba 3 druhů RNA /

Replikace DNA / v S fázi interfáze bun. cyklu /

Jádro buňky - elektronogram



marginální heterochromatin

rER

Jaderný
obal

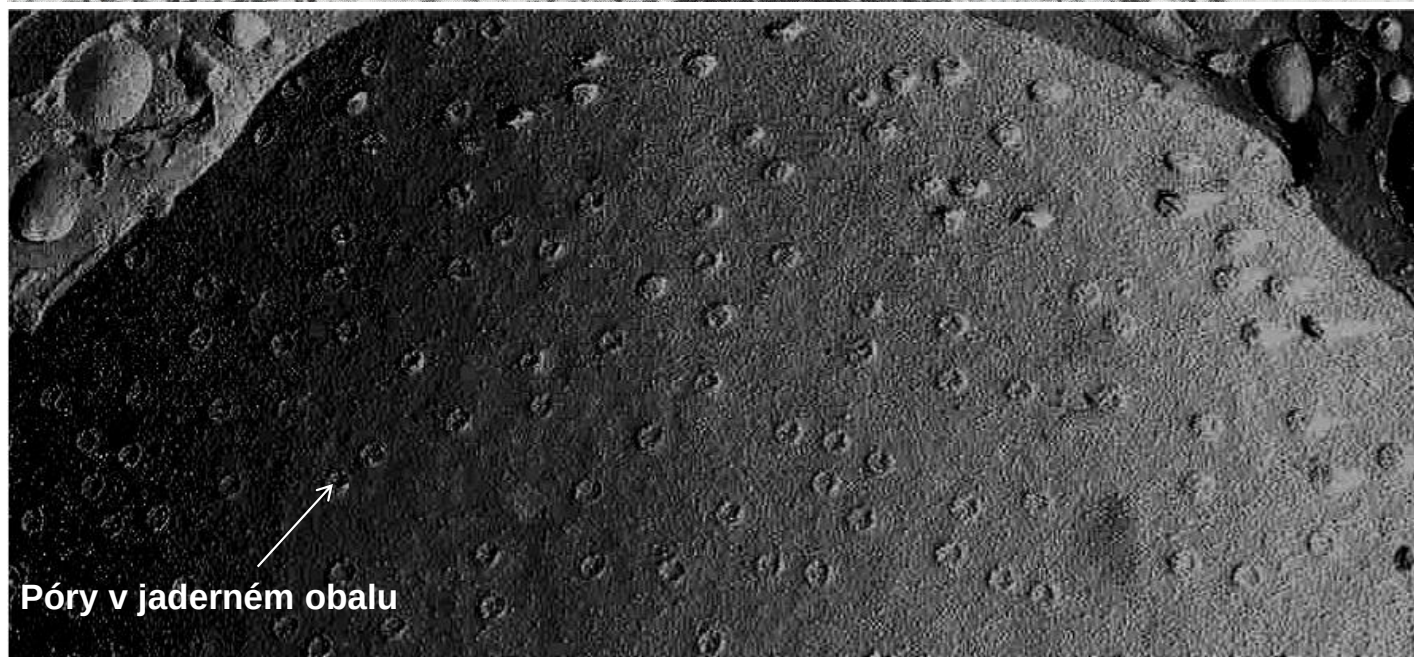
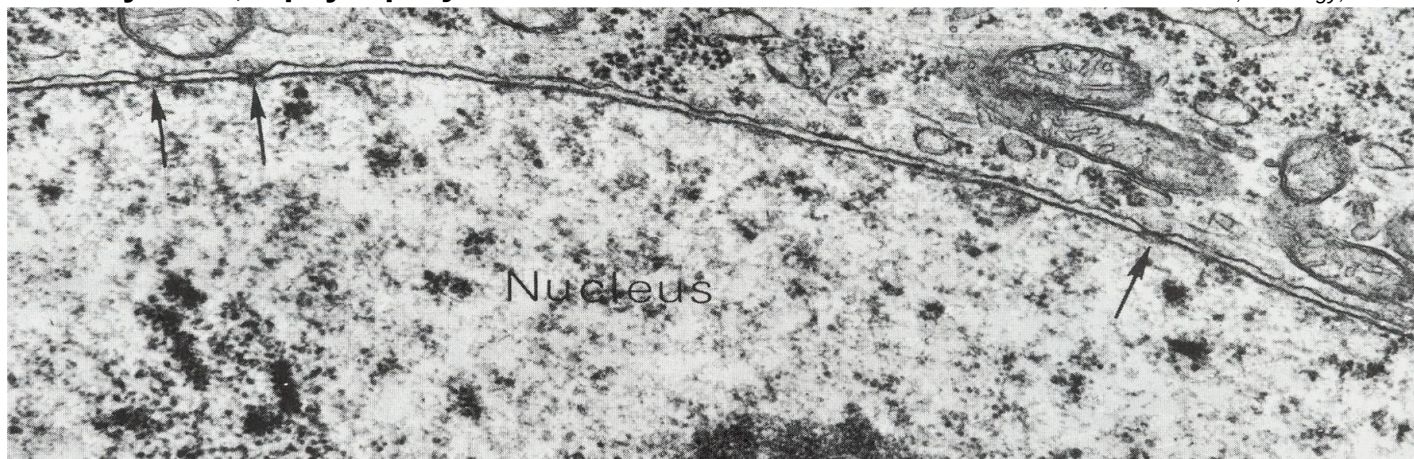
euchromatin

Hetero-
chromatin

M

Jaderný obal , šipky – póry v obalu

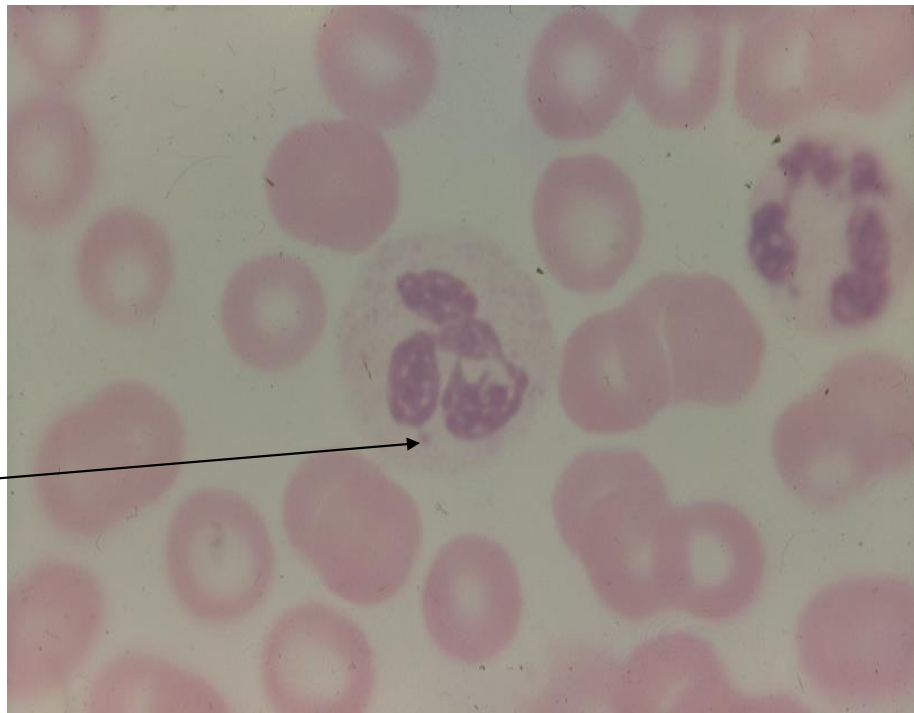
Ross and Pawlina, Histology, 2006



Chromatin

- **Je kondensován do chromosómů.**
- 23 párů chromosómů / diploidní počet / tj. 46 chromosómů
- 22 párů je homologních chromosómů
- 1 pár tvoří sex chromosómy
- / XX nebo XY /
- **Barrovo tělísko** / tzv. sex – chromatin ,
- angl. drum – stick / je
- neaktivní X chromosóm
- v buňkách u ženy

Zralé gamety : spermie
a oocyt (po oplození)
Pouze 23 chromosómů
/ haploidní počet /



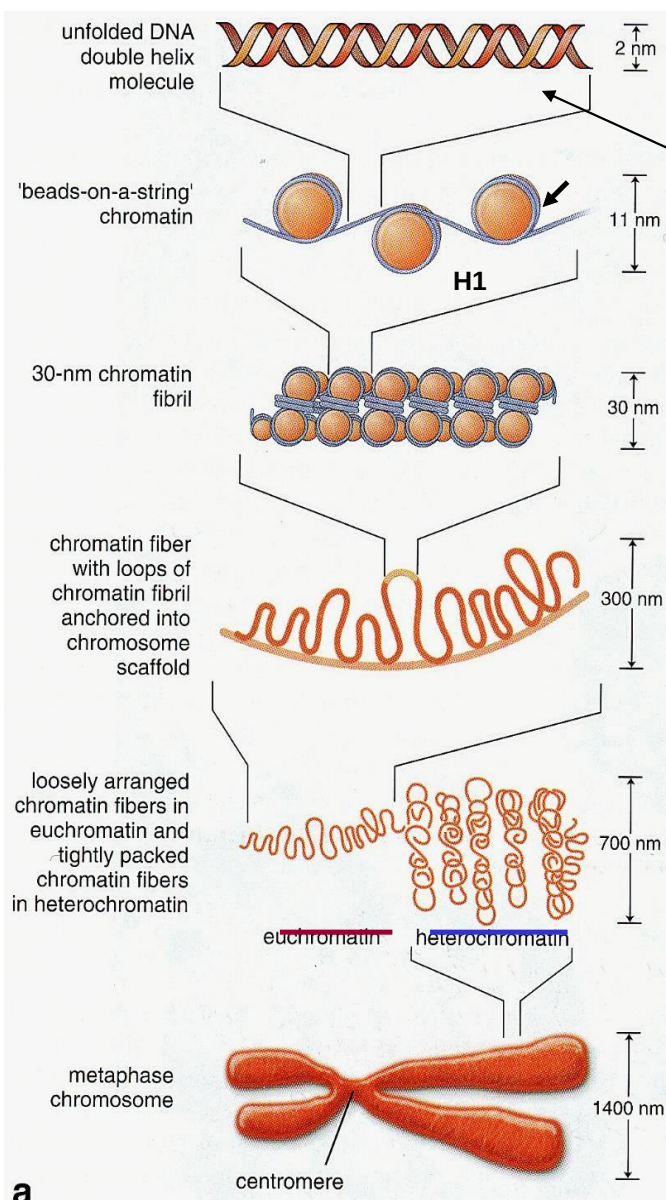


Schéma základní stavby chromatinu

Dvojšroubovice DNA , která obtáčí proteiny - histony

Strukturální jednotkou chromatinu je **NUCLEOSOM** / šipka / DNA se 2 x obtočí kolem molekuly histonu

Spojené nucleosomy tvoří asi 30 nm silnou chromatinovou fibrilu.

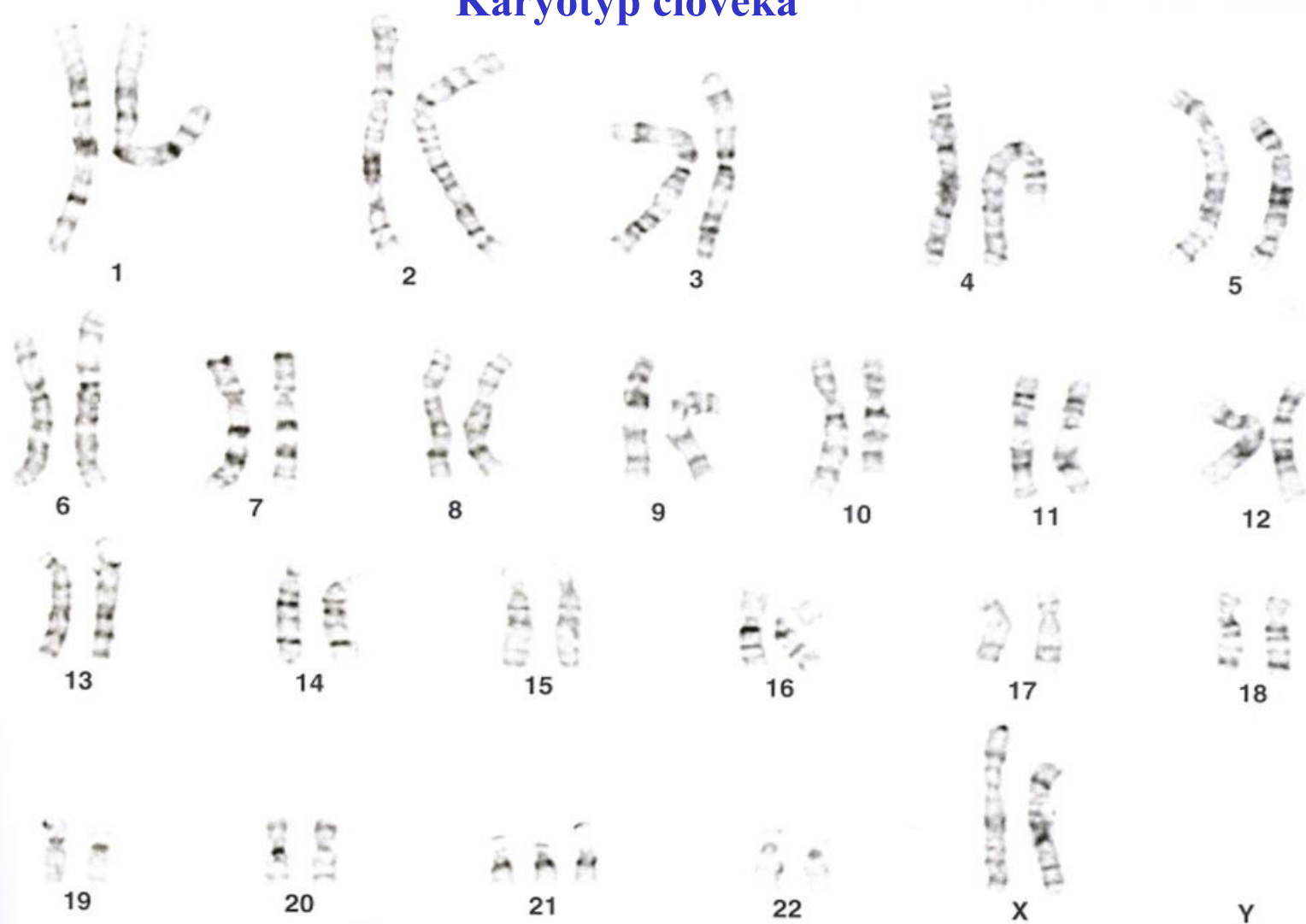
Chromatinové vlákno / fibrila ukotvená k proteinu /

Euchromatin / rozvolněná vlákna/ , Heterochromatin

Chromosom v metafázi

Scheme: Ross and Pawlina, Histology, 2006

Karyotyp člověka



Buněčné organely

- Ribosómy : 20 – 30 nm , kromě proteinů
- skládají se z malé a velké podjednotky – obě podjednotky tvořené r- RNA / transkripce : r – RNA : **jadérko / nucleolus** / , podjednotky opouštějí jádro přes jaderné póry v jaderném obalu.
- Volné ribosomy a navázání na m – RNA : polyribosomy
- Jestli se polyribosómy navážou na biologickou membránu – potom tvoří organelu :
- Granulární endoplasmatické retikulum
- **Funkce : translace** : synzéza polypeptidových řetězců z 20 aminokyselin , kodón v mRNA a antikodón v tRNA
- **syntéza polypeptidového řetězce podle basí.**

Ribosom (nemembránová organela)

20 x 30 nm

Malá
podjednotka

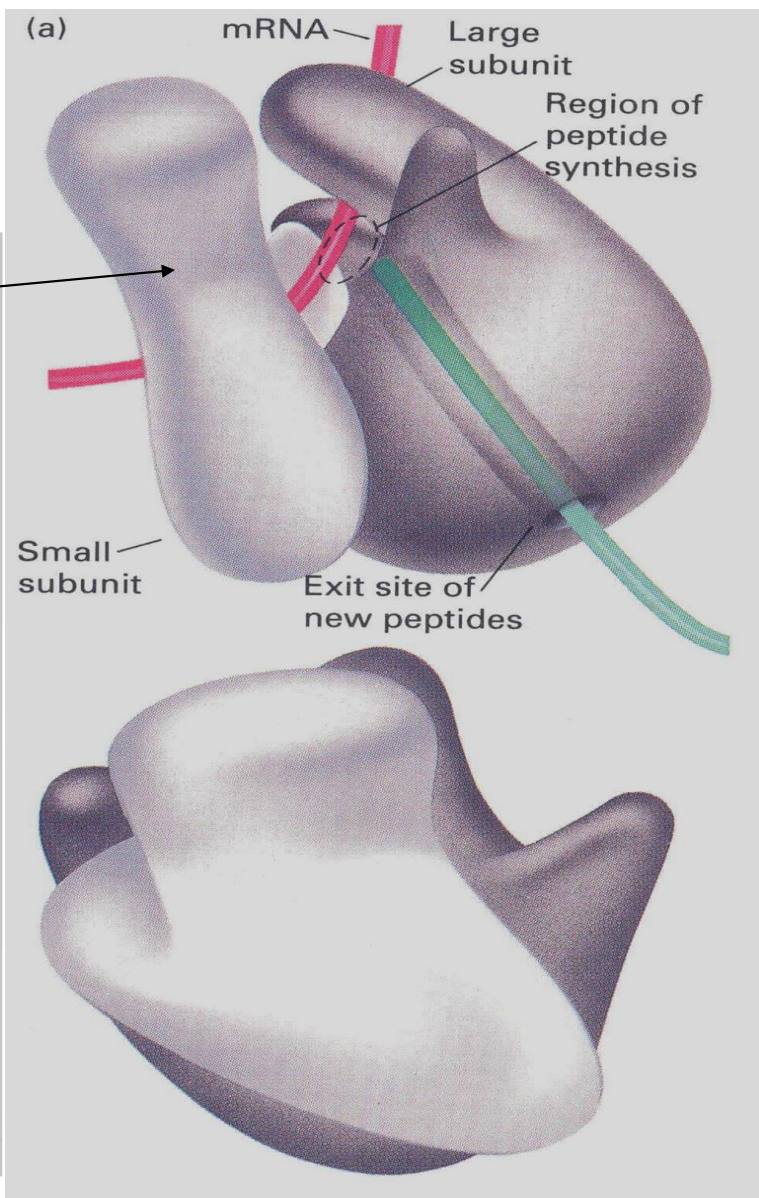
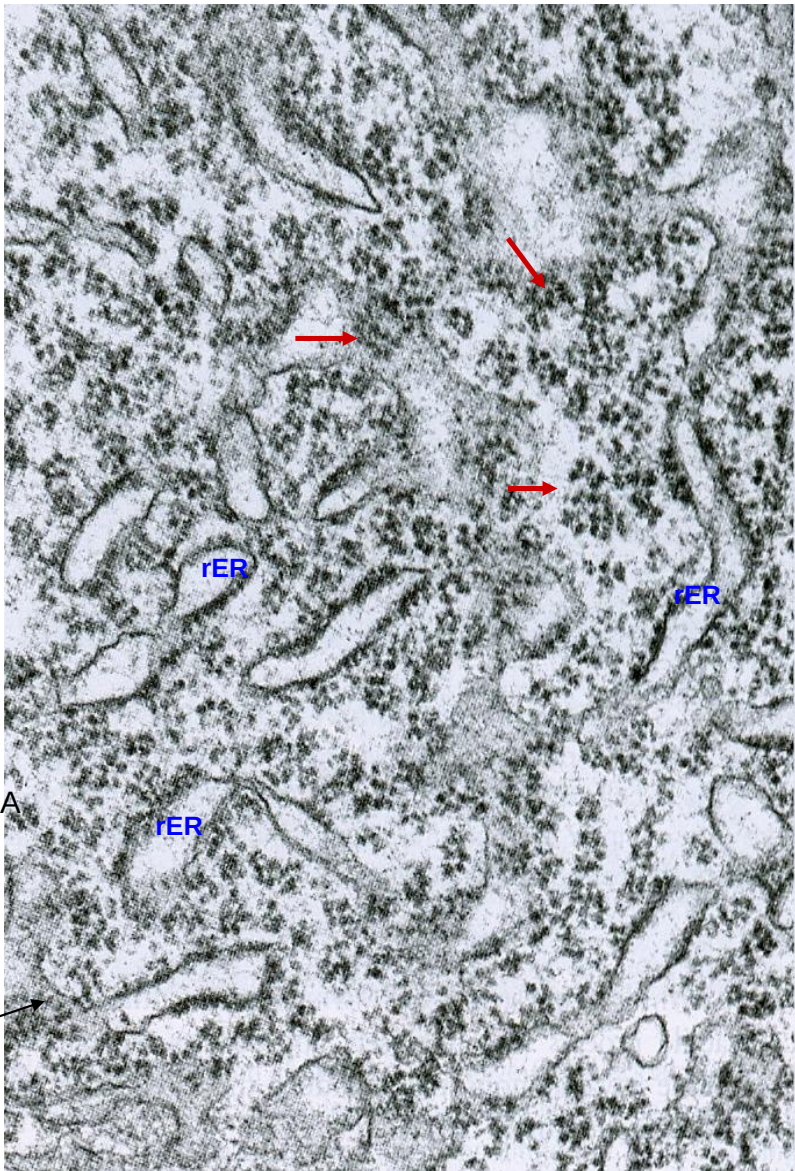
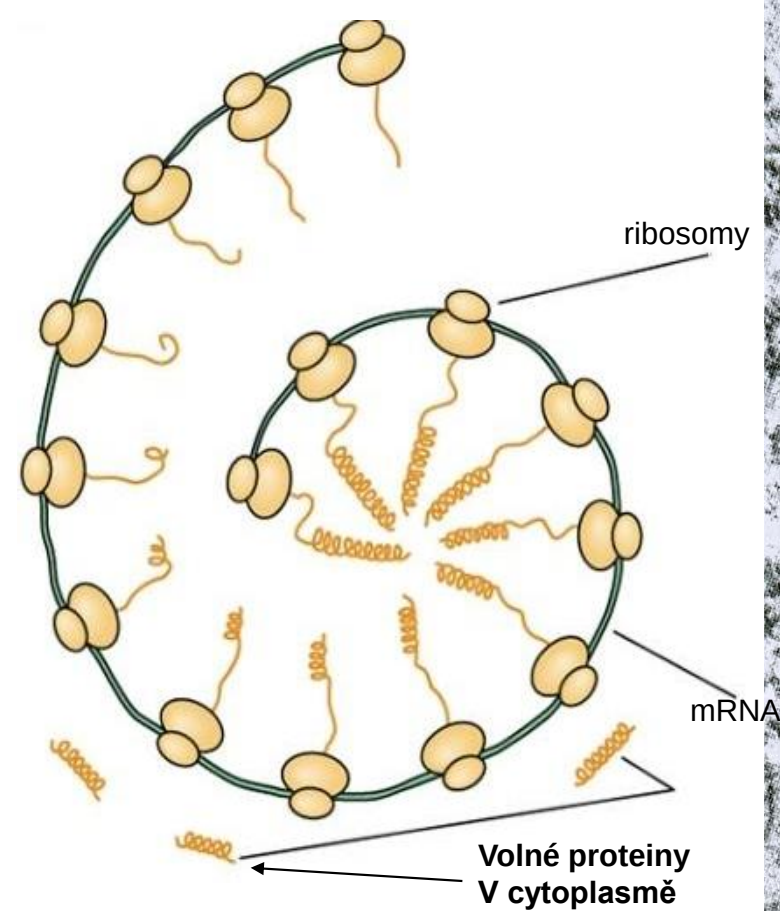


Schéma proteosyntézy na polyribosomech



Electron micrograph: Histology, Ross, Pawlina 2010
Šipky : shluky volných ribosómů, RER –
granulární endoplasmatické
retikulum

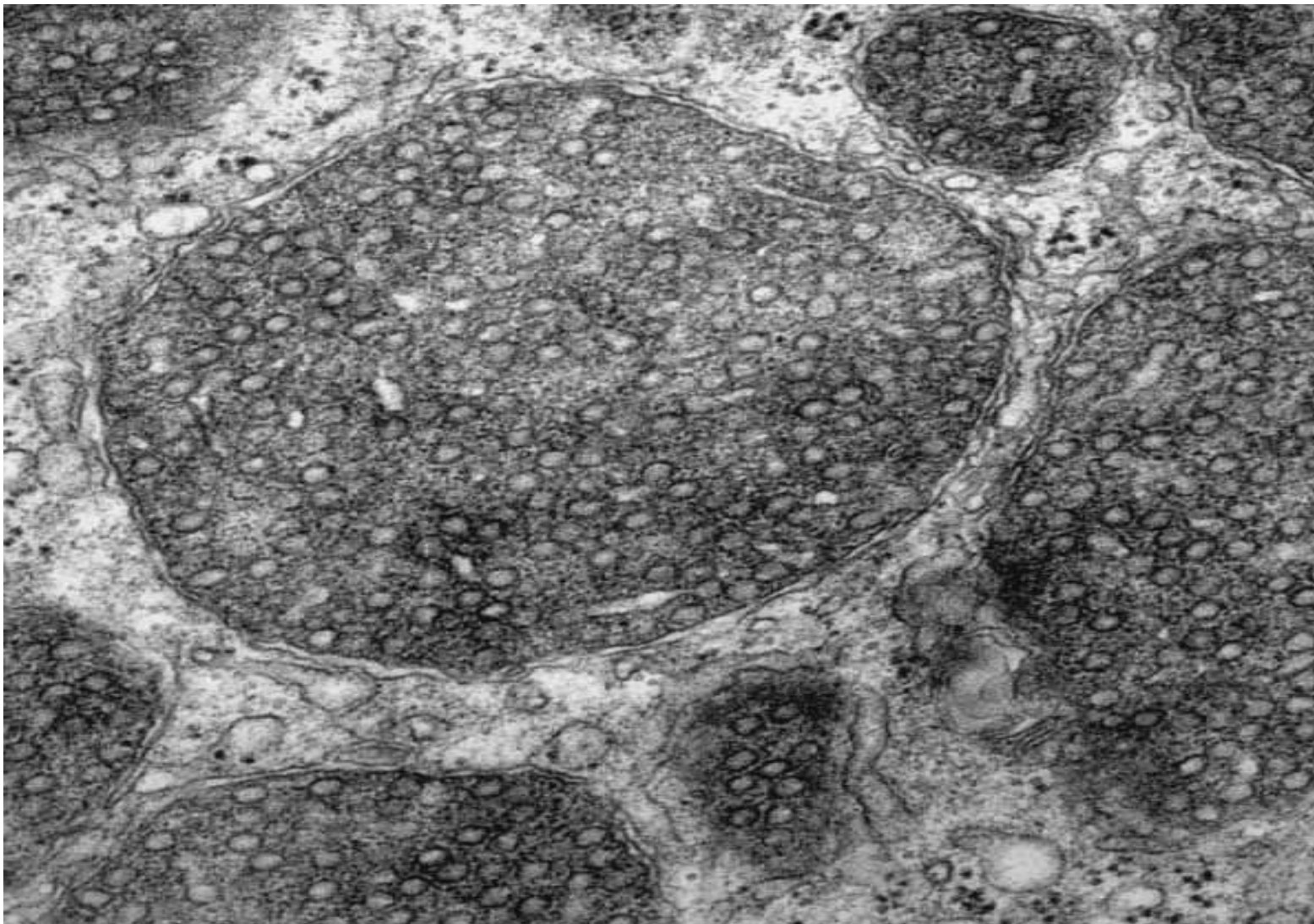
Buněčné organely

- **Mitochondrie** – syntéza energie v buňce, energie uložena v molekulách ATP, obsahují enzymy pro oxidaci mastných kyselin a enzymy Krebsova cyklu., oxidativní fosforylace.
- Mají vlastní DNA a ribosomy.
- Mitochondrie kristálního typu a tubulárního typu.
- **Golgiho komplex** – systém cisteren a vesikul a váčků – probíhá posttranslační úprava proteinů vyrobených v GER.
- **Lysosomy** – organely ohraničené membránou – obsahují mnoho hydrolytických enzymů k štěpení látek./ až 40 enzymů /,potřeba nízké pH.
- Buňky – **makrofágy** – obsahují velmi mnoho lysosomů / hlavní funkce – **fagocytóza** /.

Mitochondrie kristálního typu

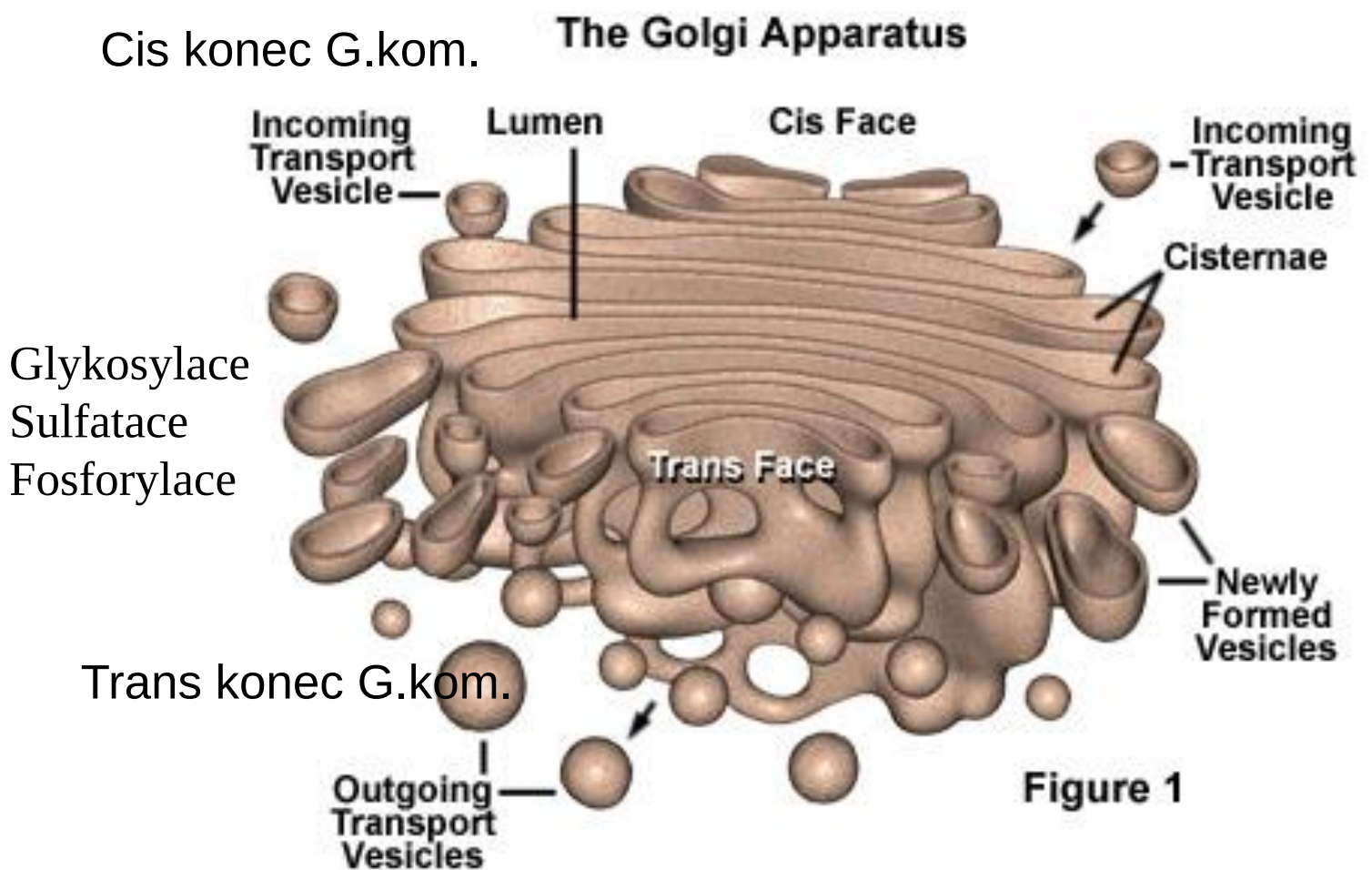


Mitochondrie tubulárního typu



Golgiho komplex

Postranslační úpravy proteinů



Fagocytóza

- Je to nástroj nespecifické imunity.
- Zahrnuje likvidaci choroboplodných mikroorganismů ale také odstranění a destrukci
- vlastních přestárých, odumřelých nebo pozměněných buněk včetně poškozených organel ve vlastní buňce.
- Buňky s vysokou fagocytární schopností :
- Makrofágy v různých orgánech a neutrofilní granulocyty.
- / monocyтомakrofágový systém /
- Důležité orgány pro tuto činnost :

Lysosomy

- Membránové buněčné organely. Zruba :
- 40 hydrolytických enzymů – hlavní marker :
- **Kyselá fosfatáza.**
- 3 základní stadia vyžívání lysosomů :
- 1) **Lysosomální transportní vesikula**
- / oddělí se od Golg. komplexu – enzymy jsou neaktivní – důvod : vysoký pH./
- 2) **Lysosomy** –zde probíhá degradace molekul.
- Nutno snížit pH na kyselé hodnoty – endosomální kompartment – **protonové pumpy.**

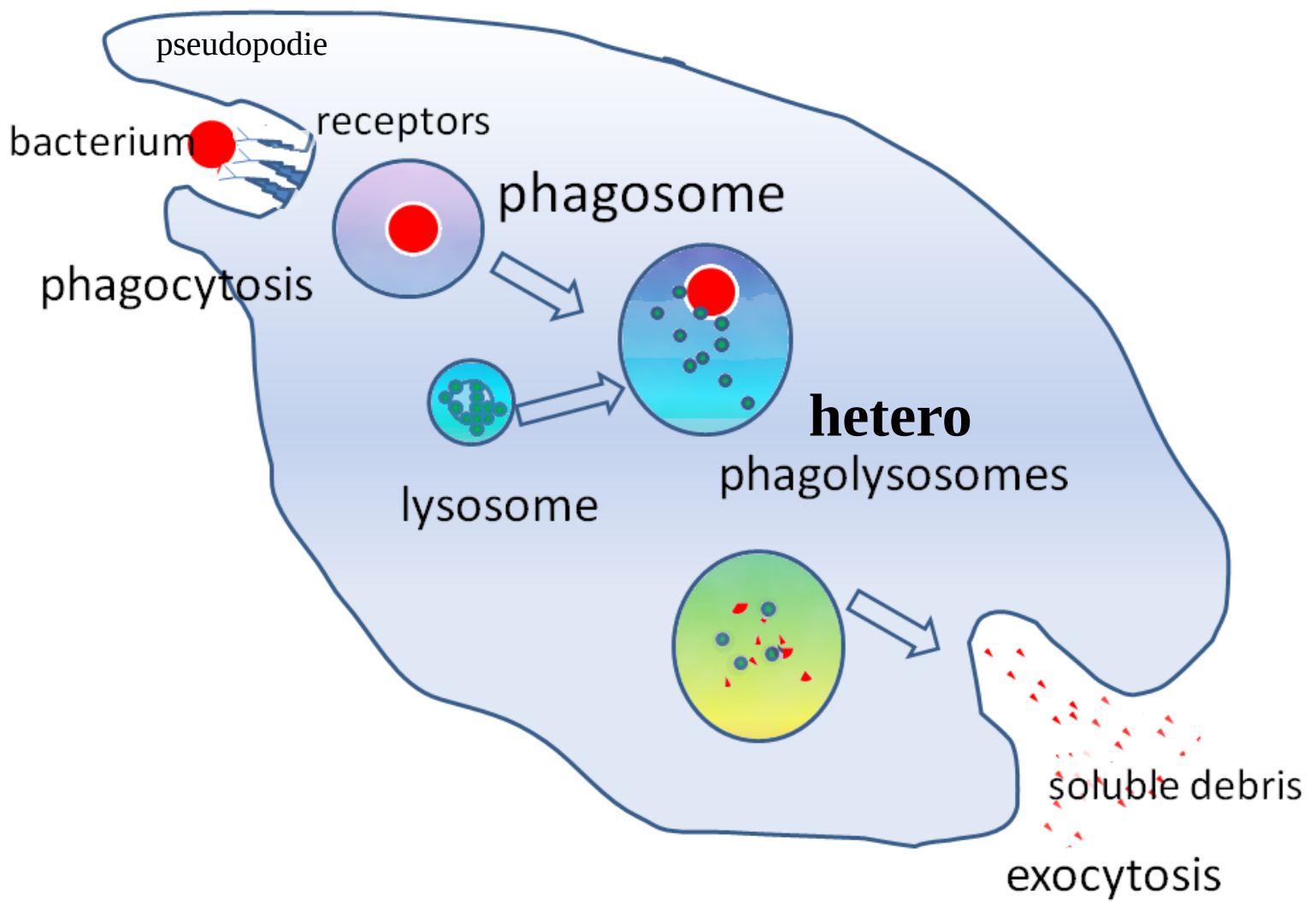
Lysosomy

- Lysosomální transport. vesikula musí splynout s endosomem – na pH kyselé – stanou se aktivní enzymy.
- Heterofagosom , autofagosom.
- 3) **Terminální lysosom / reziduální tělísko /**
- pH se zvyšuje – **enzymy opět neaktivní.**
- Hromadí se v dlouho žijících buňkách – kumulace reziduálních tělísek / pigment lipofuscin /
- Dobře vidět u neuronů a kardiomyocytů.

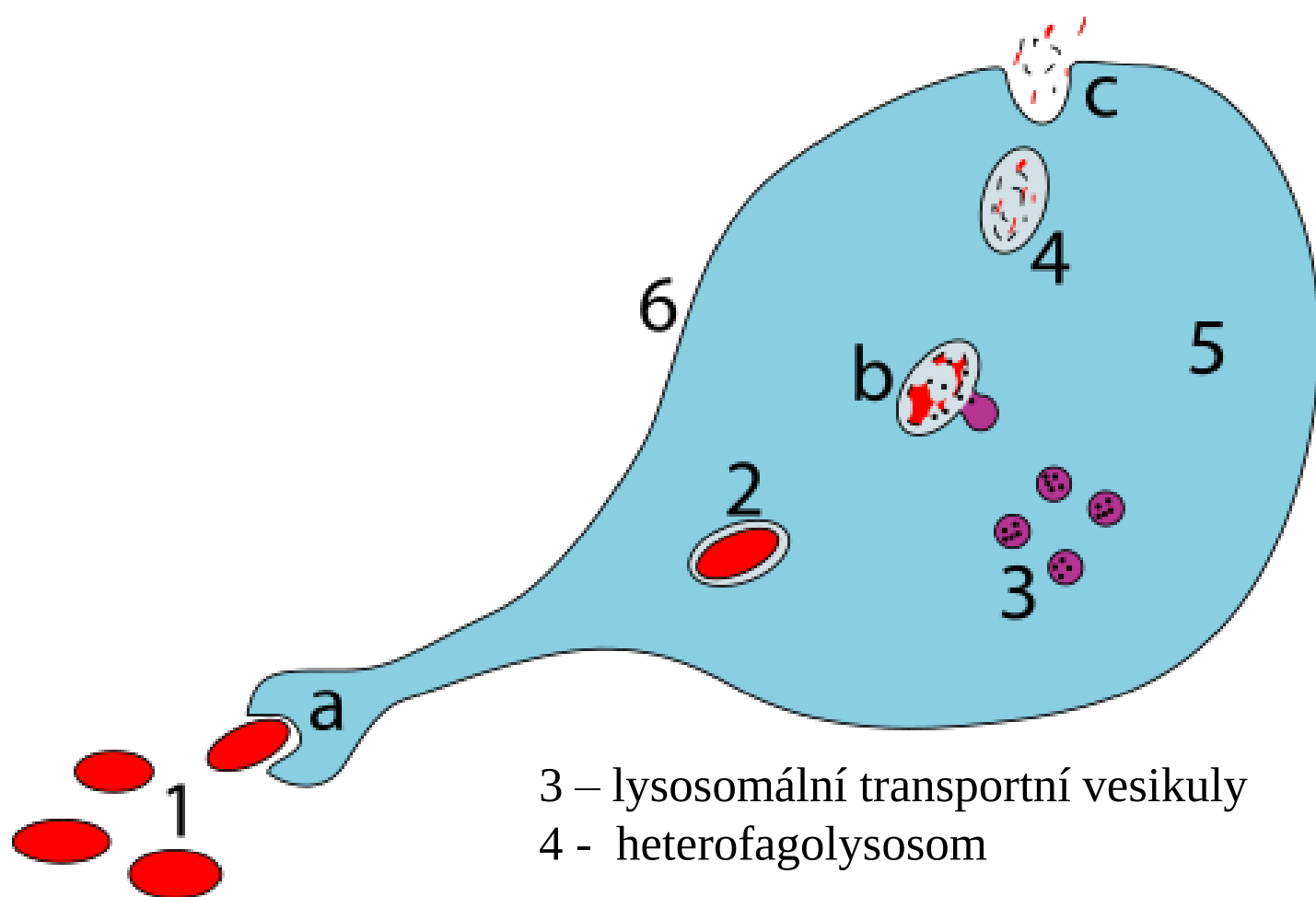
Fagocytóza

- Přesun buněk do místa fagocytózy : chemokiny
- **Opsoniny** – látky, které označí a zvýrazní buňku nebo bakterii k pohlcení.
- Makrofágy – mají specializované receptory.
- Nastane přeskupení cytoskeletu v makrofágu a vznikají výběžky, které obklopí bakterii / **pseudopodie** /.
- Vzniká heterofagosom , nebo jestli je to vlastní poškozená organela – autofagosom.
- Dále nastupují lysosomální transportní vesikuly...

Jednoduché schéma fagocytózy



Jednoduché schéma fagocytózy

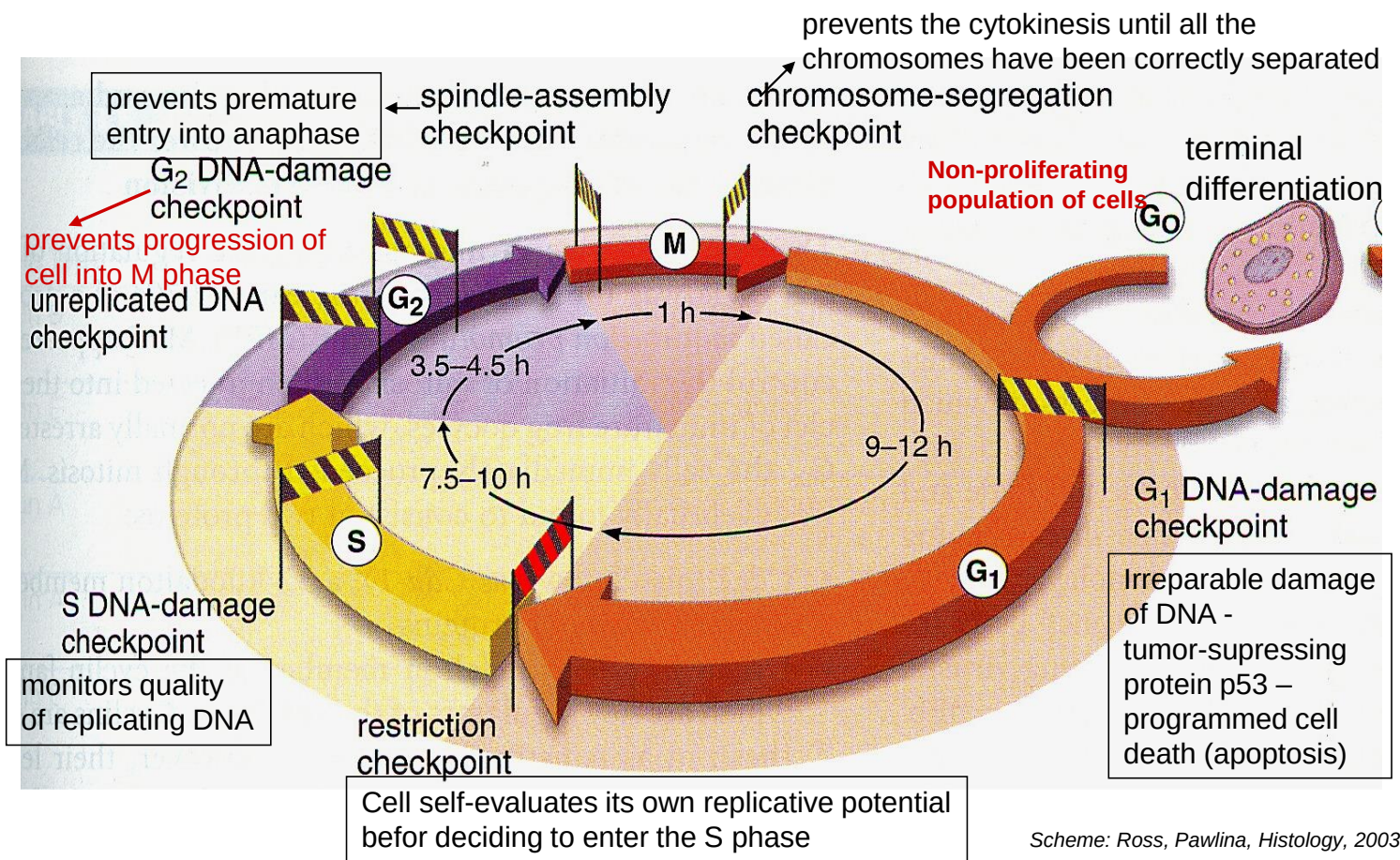


Buněčný cyklus se skládá :

- Ze 2 základních stádií :
- **A) buněčného dělení – mitosa**
- **B) interfáze**
- **Mitosa** : Profáze, Metafáze, Anafáze,
Telofáze
- **Interfáze** : má 3 fáze : G1 , S , G2 fázi.
- / G – ze slova Gap (mezera) , S – synthesis /

Buněčný cyklus a body vnitřní kontroly

G 0 fáze znamená terminální diferenciaci buňky , tato buňka se již nebude dělit.



Interfáze

- **G1 fáze** : fáze po mitose, syntéza RNA a proteinů v buňce, buňka doroste do velikosti jako před mitosou.
- **S fáze** : **replikace DNA** a centriolů – každý centriol se zdvojí.
- **G2 fáze** : akumulace energie pro mitosu, syntéza tubulinu pro výstavbu dělicího vřeténka / mikrotubuly z centriolů /

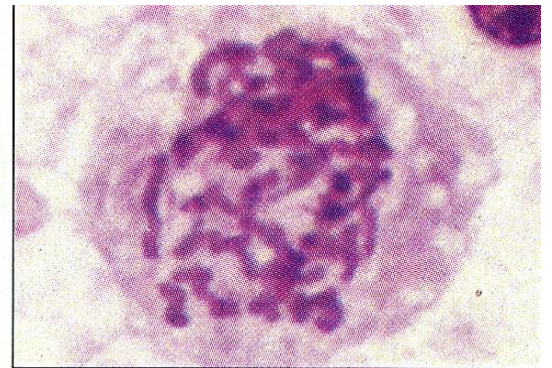
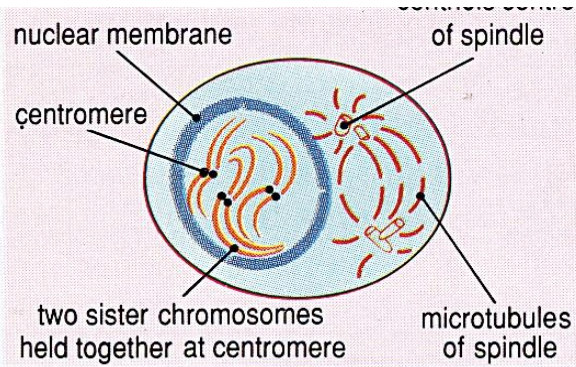
Profáze

- 1/ **kondenzace jaderného chromatinu** – chromosómy jsou tyčinkovité, sesterské chromatidy jsou spojené v oblasti centromery.
- 2/ jaderný obal : začíná se rozpadat
- 3/ **centrioly** – rozdělí se a každý pár putuje k opačnému pólu buňky – jsou organizačními centry dělicího vřeténka
- 4/ dorůstají **mikrotubuly** dělicího vřeténka
- 5/ zmizí jadérko

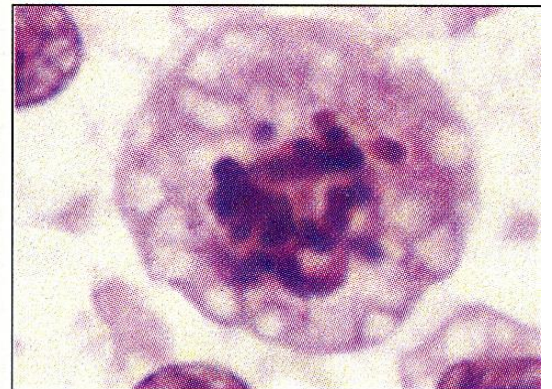
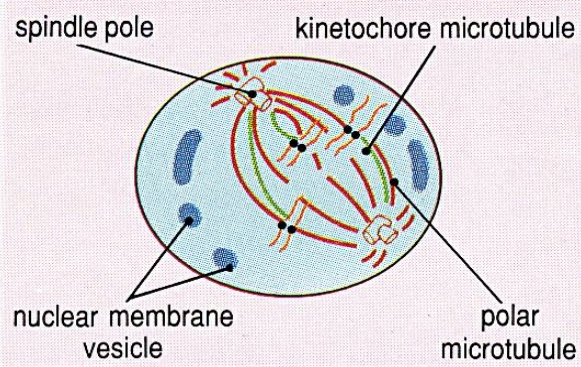
Metafáze

- 1/ Mizí jaderný obal
- 2/ Každý chromosóm se skládá ze 2 chromatid ,
přesun chromosómů do ekvatoriální roviny
- v buňce.
- 3/ Napojení chromosómů na mikrotubuly
dělicího vřeténka v oblasti kinetochory. /
kentron – střed, meros – část /
- Jsou to tzv. kinetochoriální mikrotubuly
- dělicího vřeténka.

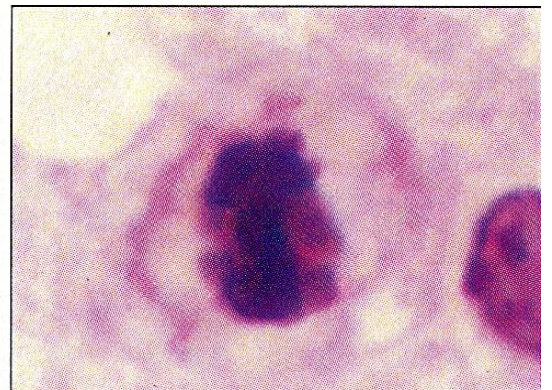
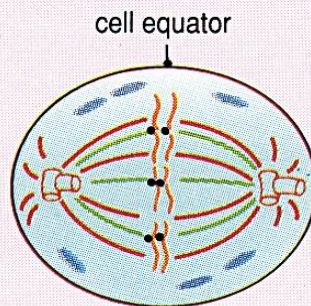
Prophase



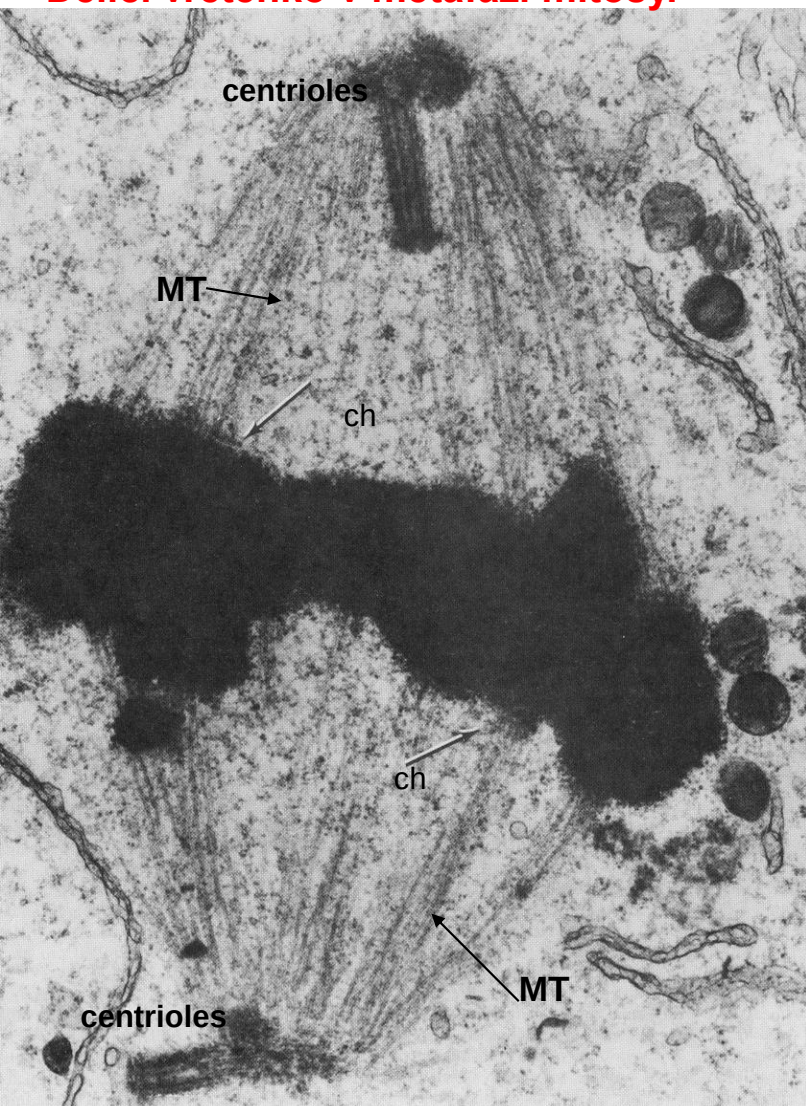
Prometaphase



Metaphase



Dělicí vřeténko v metafázi mitosy.

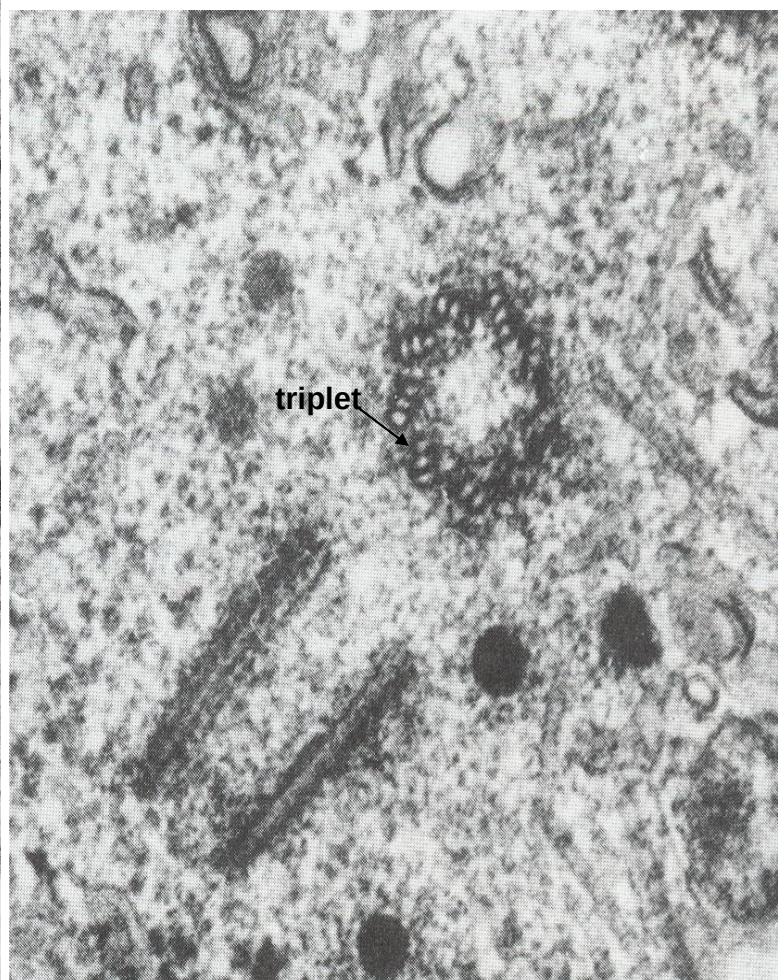


Junqueira, Carneiro and Kelly, Basic Histology, 1995

ch —chromosomy v ekvatoriální rovině

CENTRIOLY

Jsou cylindrické struktury , každý centriol se skládá z 9 trojic / tripletů / mikrotubulů



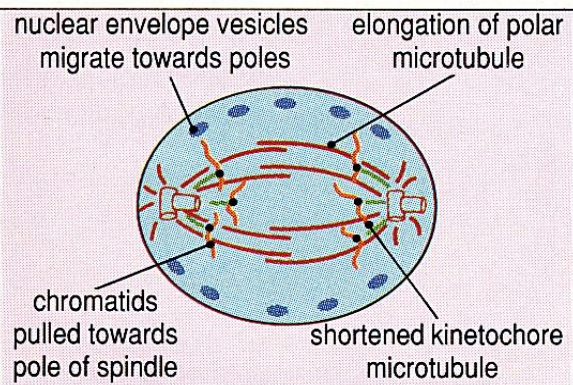
Anafáze

- 1/Z každého chromosómu se oddělí od sebe **sesterské chromatidy** a jsou taženy k opačným pólům buňky.
- 2/ začíná proces cytokineze – buňka se prodlužuje a objeví se dělicí
- / konstriční / rýha uprostřed mateřské buňky.

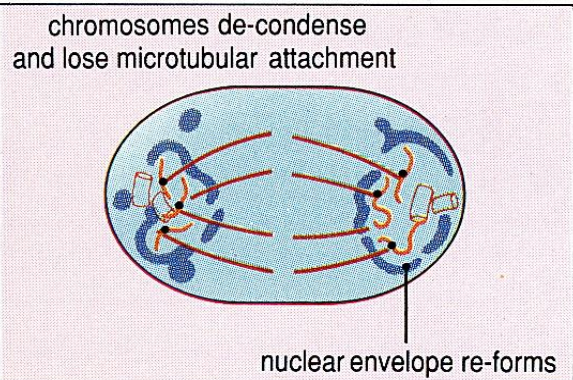
Telofáze

- 1/ V dceřiných buňkách se objevují jádra
- 2/ Formuje se jaderný obal , objevuje se
• jadérko
- 3/ Dokončení **cytokineze** : rozdělí se cytoplasma buněk a organely zhruba ve 2 stejné poloviny.

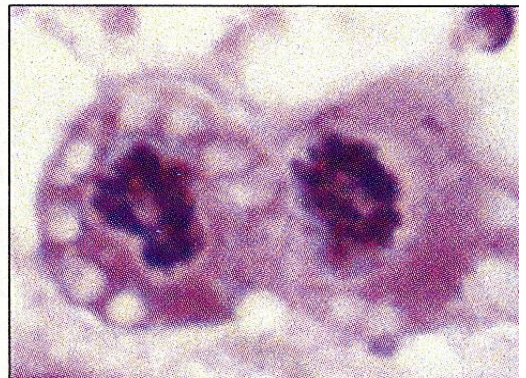
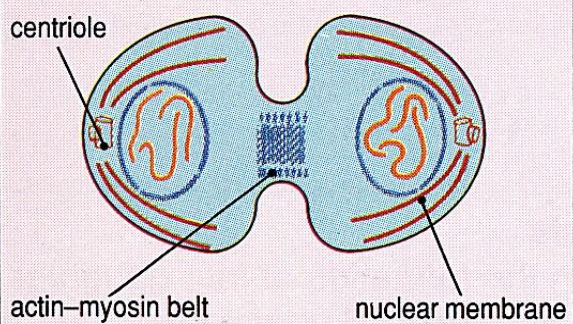
Anaphase



Telophase



Cytokinesis



Meiosa -redukční dělení

- **Účel** : redukce počtu chromosómů z diploidního počtu / 46 / tj. $2n$ na poloviční počet – haploidní / 23 / tj. $1n$.
- Výměna **genetické informace** mezi mateřskými a otcovskými chromosómy v průběhu 1. meiotického dělení.
- **Meiosa zahrnuje za sebou 2 dělení:**
 - 1 . meiotické dělení a
 - 2. meiotické dělení (= mitóza)
- Rozdíl mezi vývojem spermie (spermatogeneze) a vývojem vajíčka (oogeneze).