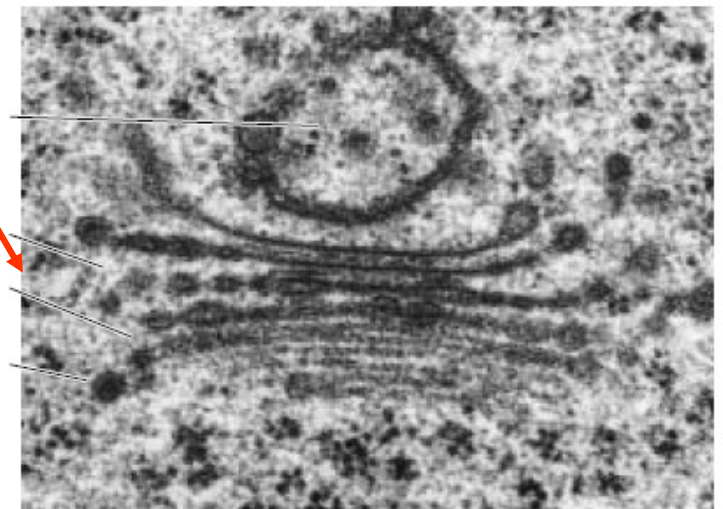
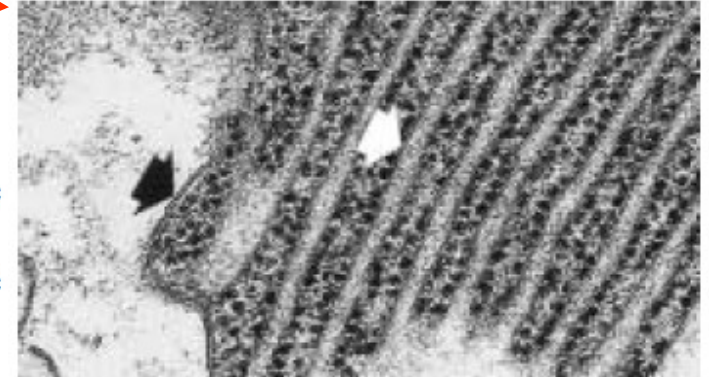
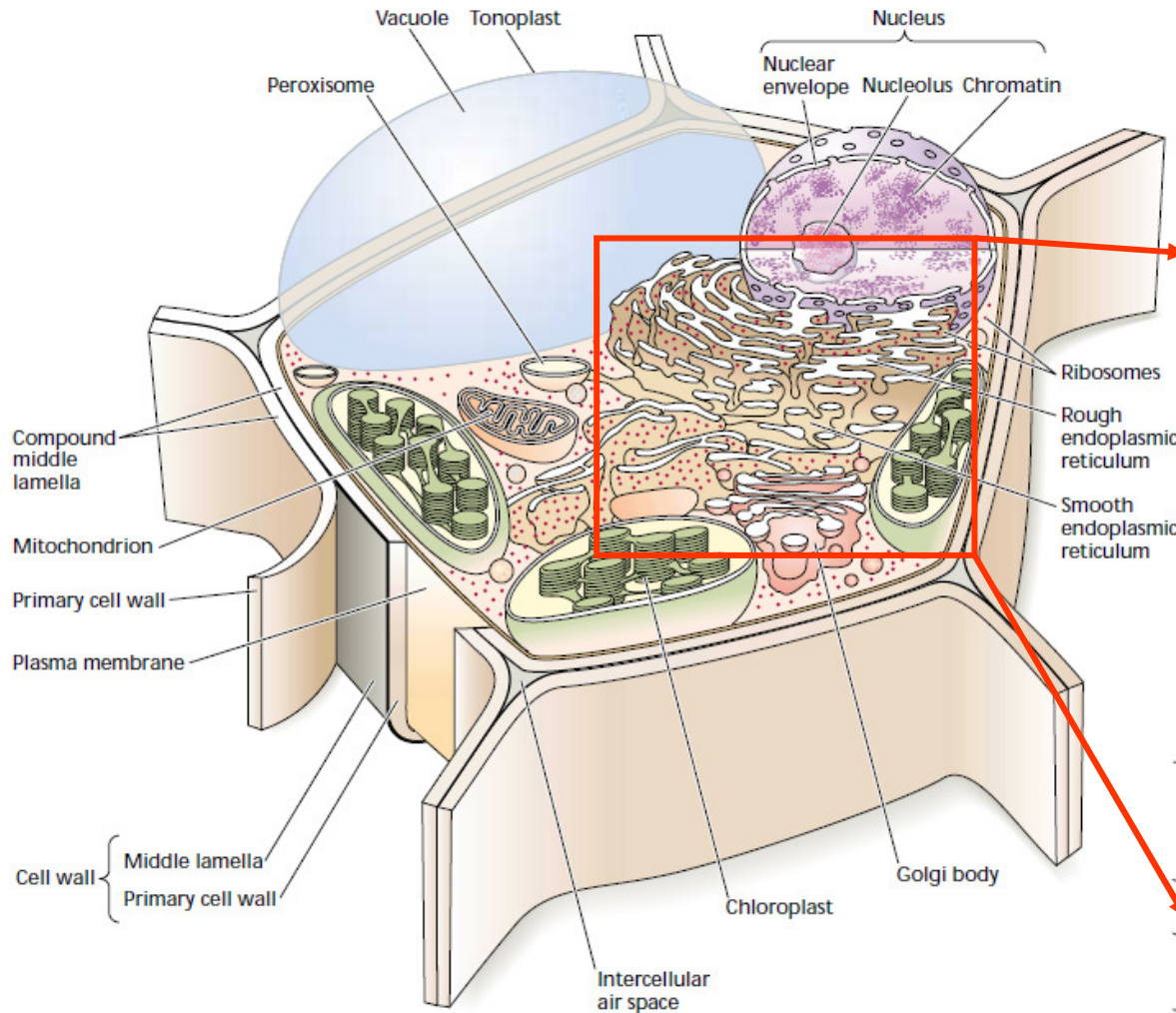
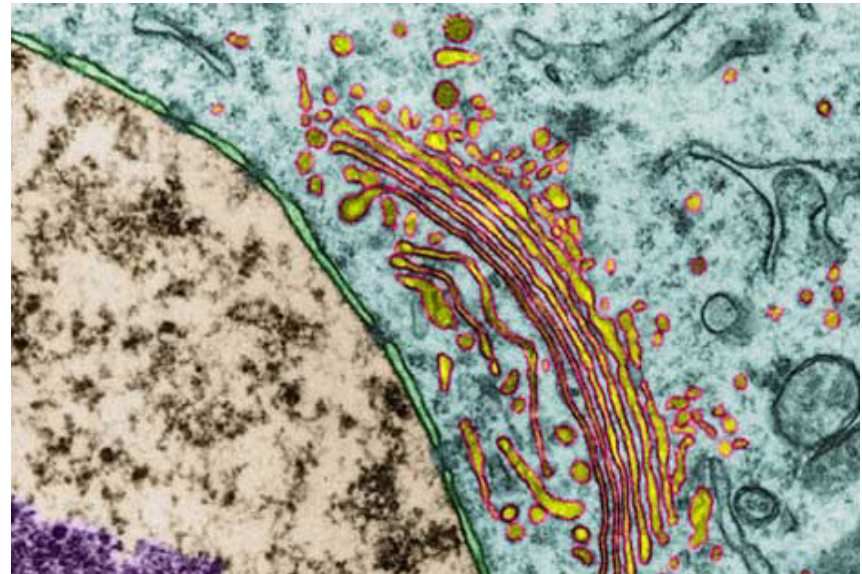
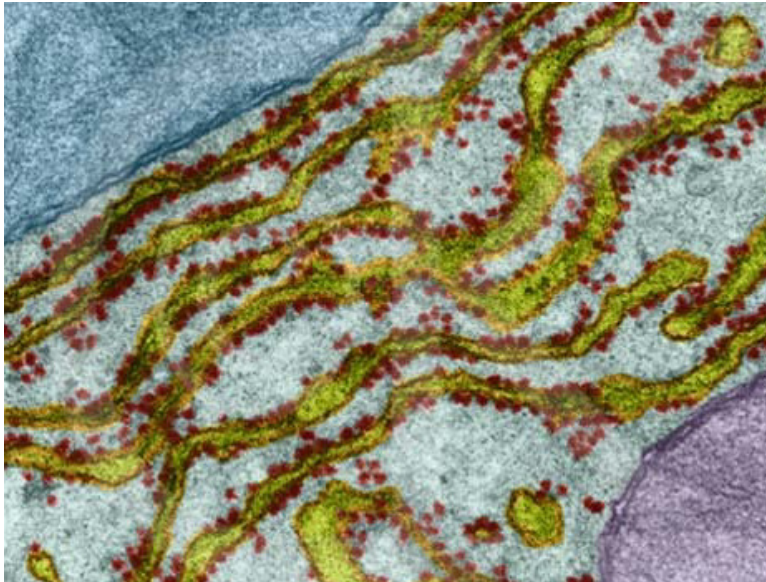


Biológia bunky – endomembránový systém



Čo tvorí endomembránový systém eukaryotickej bunky?

- Endoplazmatické retikulum – drsné a hladké
- Golgiho aparát
- Endomembránový systém je dynamickým systémom: tá istá membrána môže byť raz súčasťou jadra, endoplazmatického retikula, Golgiho aparátu, endozómu, vakuoly, lyzozómu alebo plazmatickej membrány.
- Nezahŕňa membrány mitochondrií a plastidov.





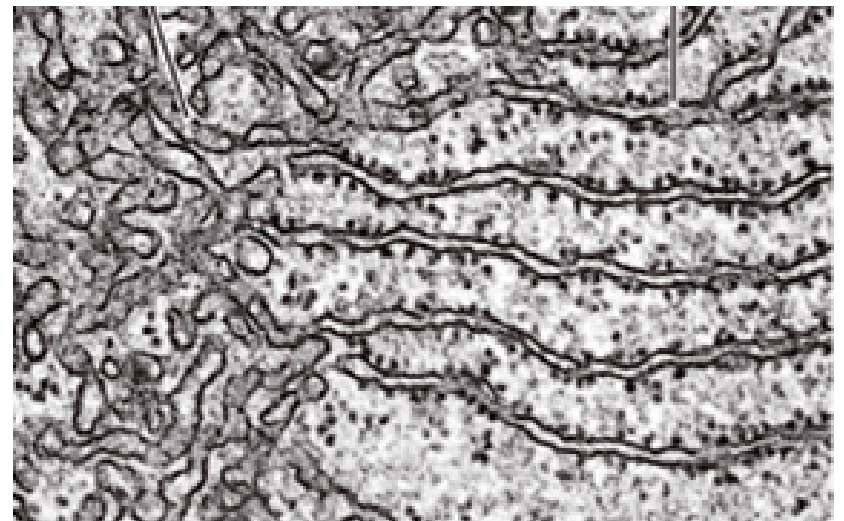
Endoplazmatické retikulum

Golgiho
aparát

vakuola

Endoplazmatické retikulum

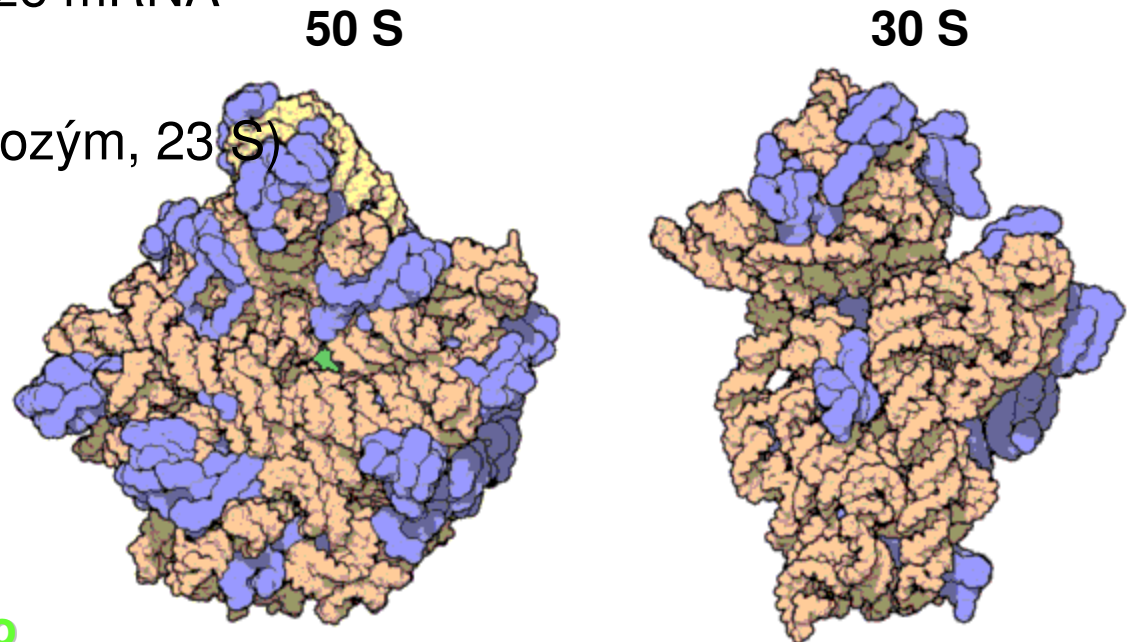
- Sieť membrán vytvárajúcich **cisterny**, tubuly a vezikuly.
- Priestor vymedzený membránami ER označujeme ako „**lumen** endoplazmatického retikula“.
- **Podľa morfológie a funkcie rozlišujeme**
- Drsnú formu ER („***rough endoplasmic reticulum***“, RER)
- Hladkú formu ER („***smooth endoplasmic reticulum***“, SER)
- Sarkoplazmatické retikulum („***sarcoplasmic reticulum***“, SR)
- Zastúpenie RER a SER sa môže v bunke dynamicky meniť v závislosti od metabolického stavu bunky.

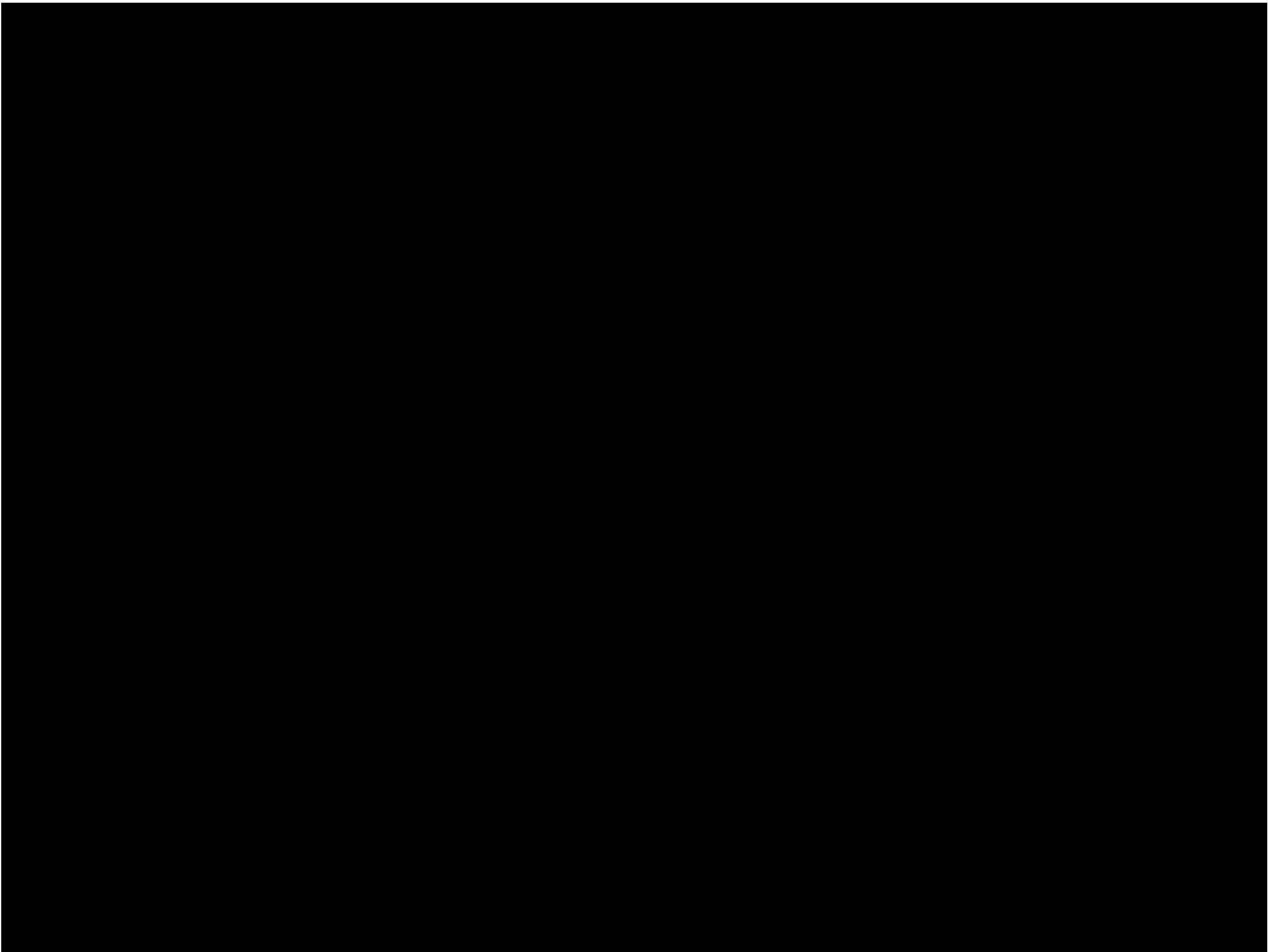


Ribozómy

- 20 - 30 nm, tvorba v jadierku
- Zúčastňujú sa translácie mRNA, sú zložené z rRNA a proteínov.
- Prokaryoty, plastidy, mitochondrie – **70 S** (v stróme plastidov, v matrix mitochondrií) dve podjednotky 50 S (rRNA: 23 S, 5 S), 30 S (rRNA: 16 S)
- Eukaryotické bunky – **80 S** (voľné v cytoplazme; asociované s ER), dve podjednotky 60 S (rRNA: 28 S; 5,8 S; 5 S), 40 S (rRNA: 18 S),
- Malá podjednotka: viaže mRNA
- Veľká podjednotka:
katalytická funkcia (ribozým, 23 S)
interakcia s ER

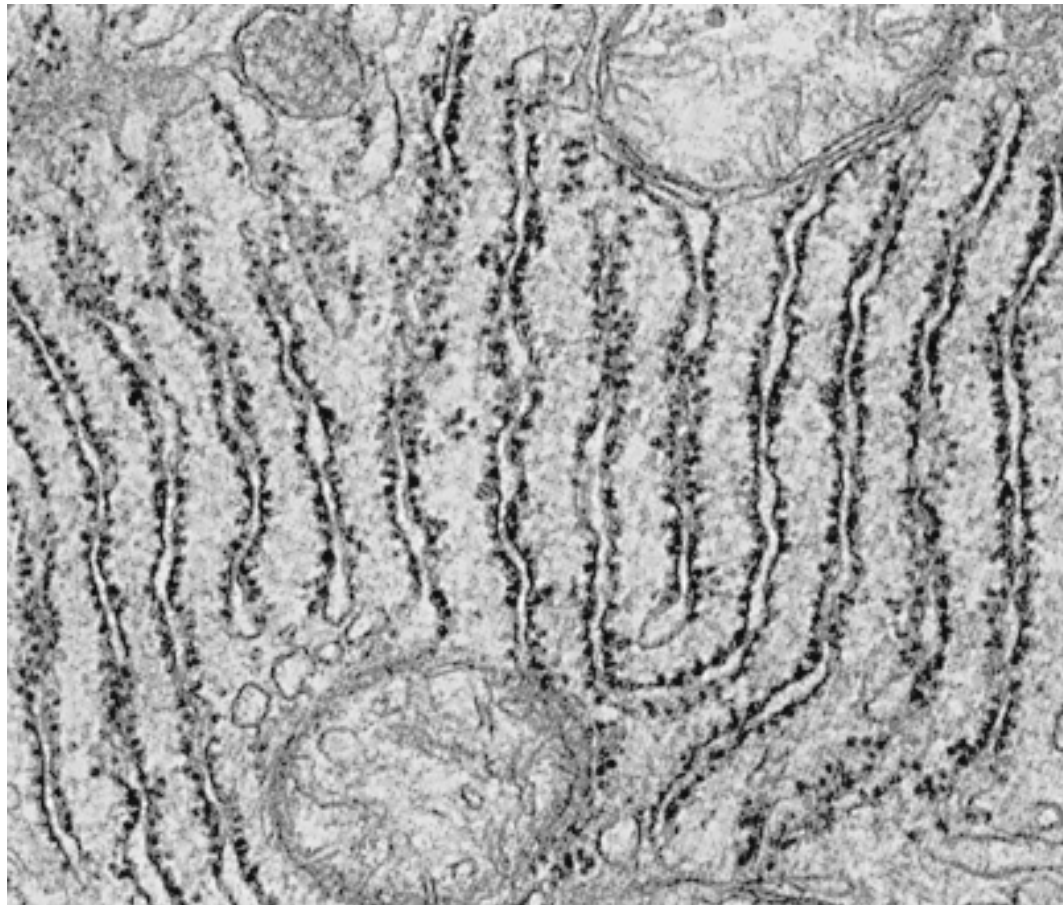
Proteíny
rRNA
Aktívne miesto



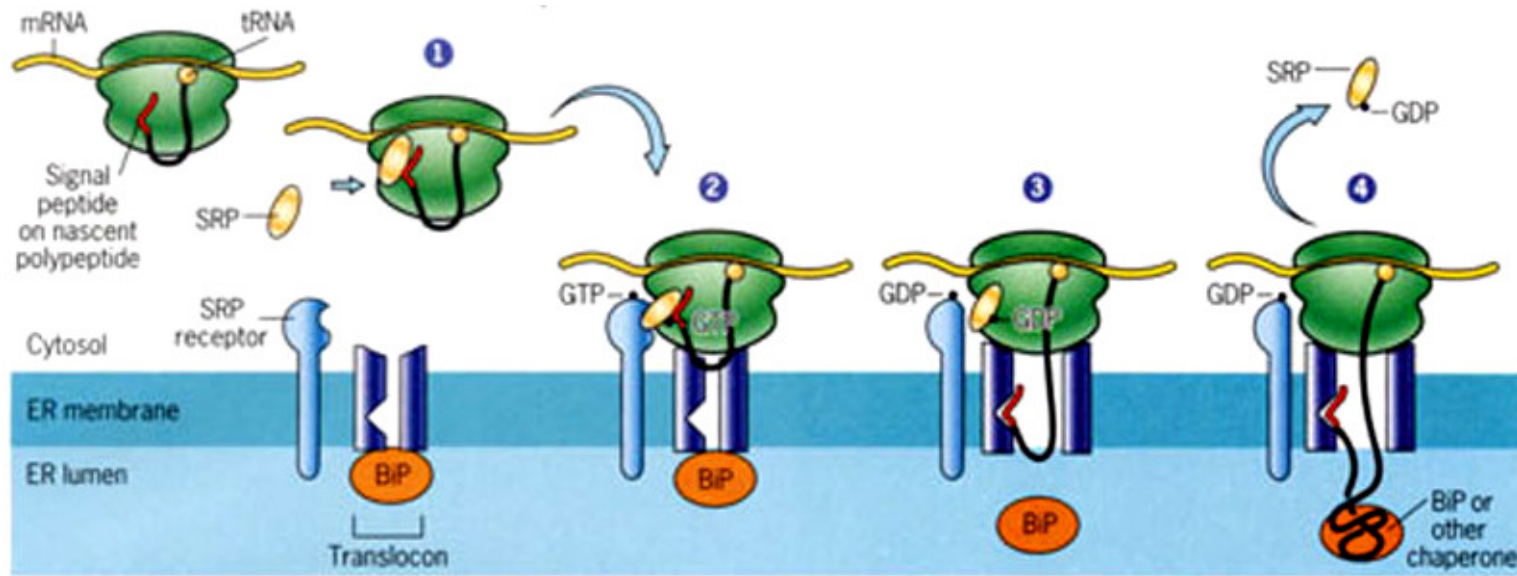


Drsná forma endoplazmatického retikula

- Membrány endoplazmatického retikula asociujú s ribozómami, prebieha proteosyntéza.



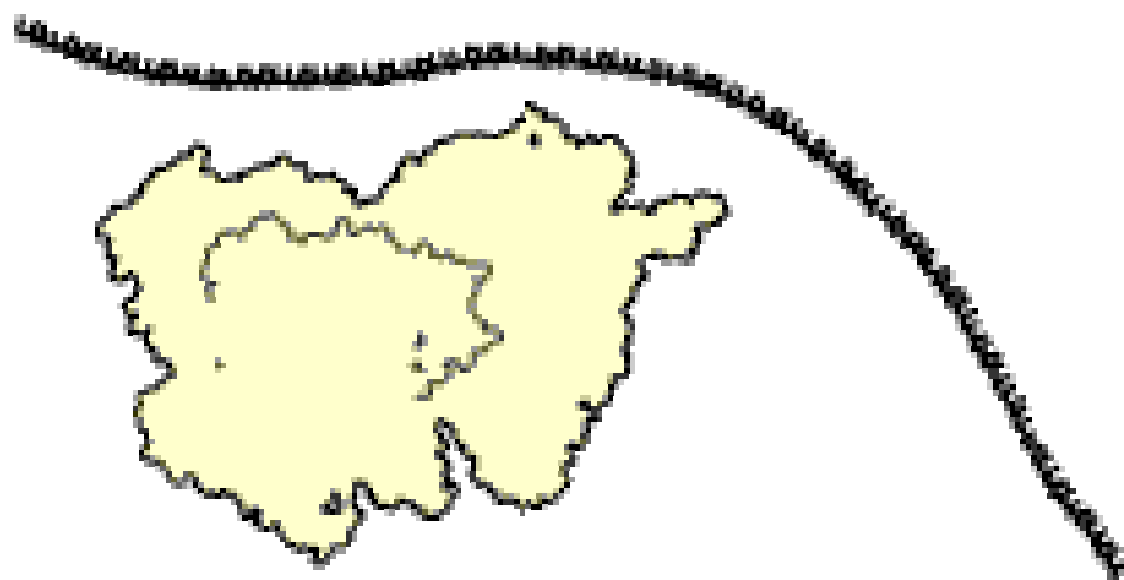
Drsná forma endoplazmatického retikula



Kotranslačná translokácia: predlžujúci sa (**nascentný**) polypeptid obsahuje na svojom začiatku krátky úsek, ktorý slúži ako signál pre transport daného polypeptidu do ER.

Táto **signálna sekvencia** aminokyselín je rozpoznaná proteínom (**SRP**), ktorý sa s ňou spojí. V membráne ER sa nachádza **SRP receptor** – proteín, ktorý sa viaže s SRP.

Po spojení SRP s SRP receptorom je nascentný polypeptid prenášaný (translokovaný) do ER cez kanál (**translokón**).



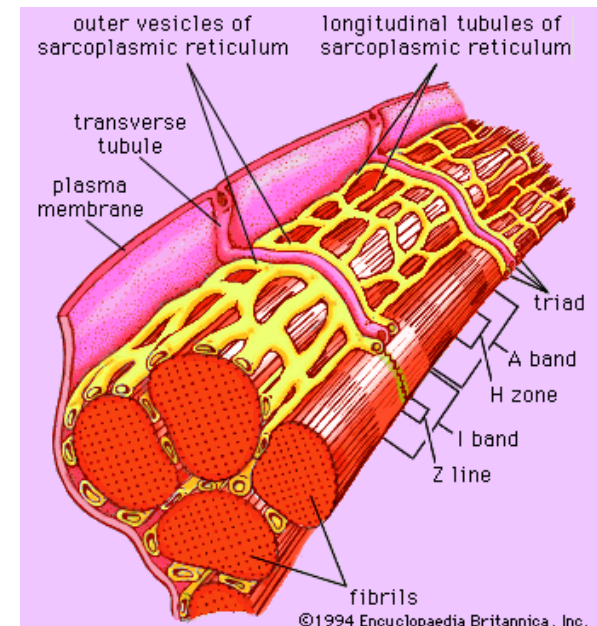
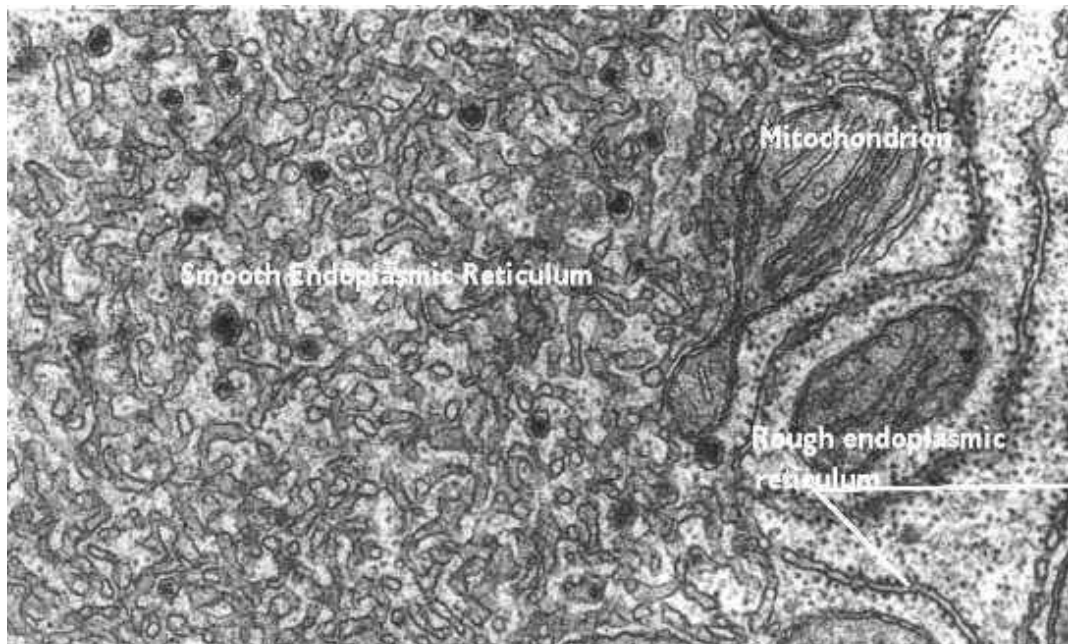
Drsná forma endoplazmatického retikula

- V ER sa syntetizované proteíny upravujú - modifikujú:
- Proteíny sa skladajú do správneho tvaru (konformácie) – „**protein folding**“ - chaperóny
- V ER sa uplatňujú kontrolné mechanizmy, ktoré zabraňujú hromadeniu nesprávne zložených proteínov.
- K mnohým proteínom sú pripájané sacharidové reťazce (**glykozylácia**). Glykozylované proteíny označujeme ako **glykoproteíny**.
- Kovalentná modifikácia proteínov (fosforylácia, metylácia, acetylácia, tvorba disulfidických mostíkov)
- Syntéza hydrolytických enzýmov pre lyzozómy.
- Proteíny syntetizované na ER a upravované v lumene ER sú často transportované prostredníctvom vezikulárneho transportu do Golgiho aparátu a následne do vakuol, lyzozómov, peroxizómov, cytoplazmatickej membrány, alebo sú sekretované do extra-celulárneho priestoru **exocytózou** (enzýmy tráviaceho traktu, sérové bielkoviny).
- “Fabrika” na výrobu membrán bunky, vzťah k: jadrová membrána, golgiho aparát, plazmalema, lytický aparát, vakuoly, proteínové telieska, peroxizómy.

Hladká forma endoplazmatického retikula

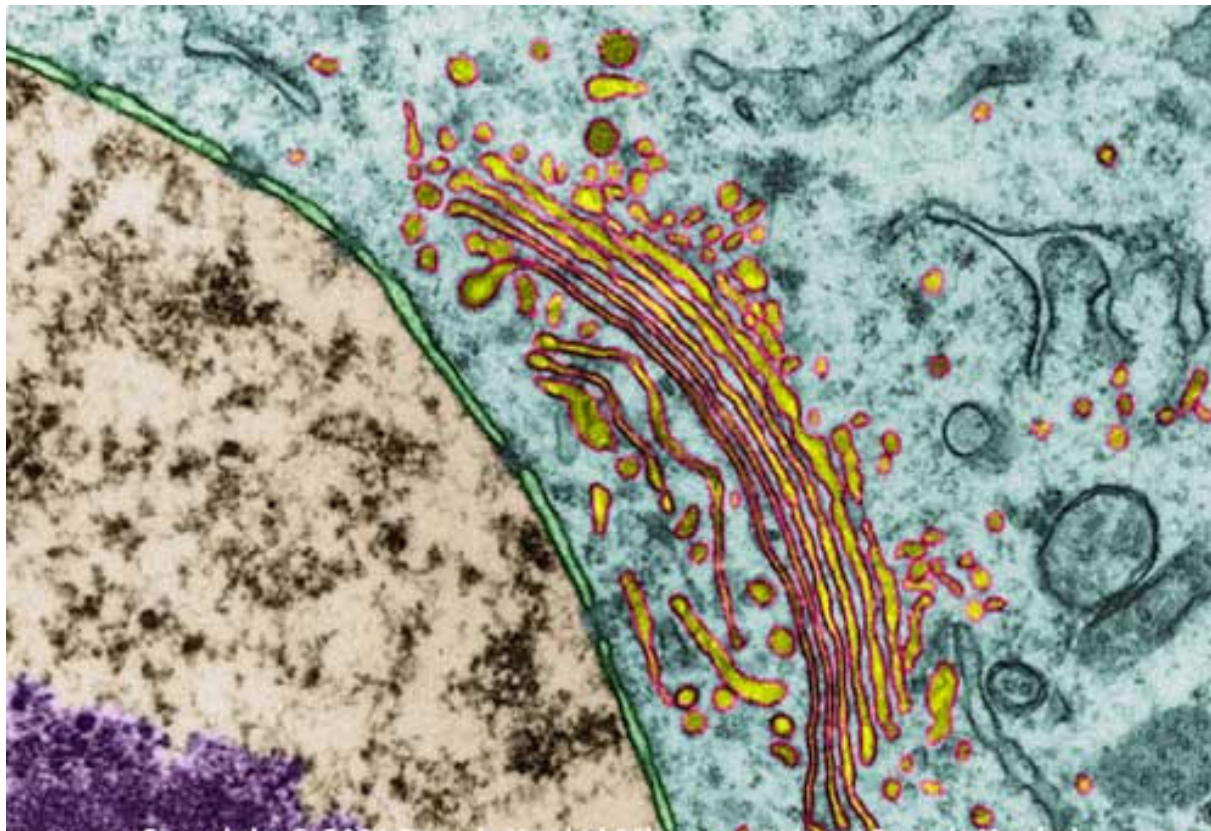
- Bez ribozómov
- Význam v metabolizme bunky:
- Syntéza lipidov, steroidov (v bunkách vaječníkov), rôznych enzýmov
- Metabolizmus cukrov (glukóza-6-fosfatáza, metabolizmus glykogénu)
- Regulácia koncentrácie Ca^{2+} (sarkoplazmatické retikulum)
- Detoxifikácia toxických látok v pečňových bunkách

Hladká a drsná forma endoplazmatického retikula môžu do seba plynulo prechádzať v závislosti od požiadavky bunky.



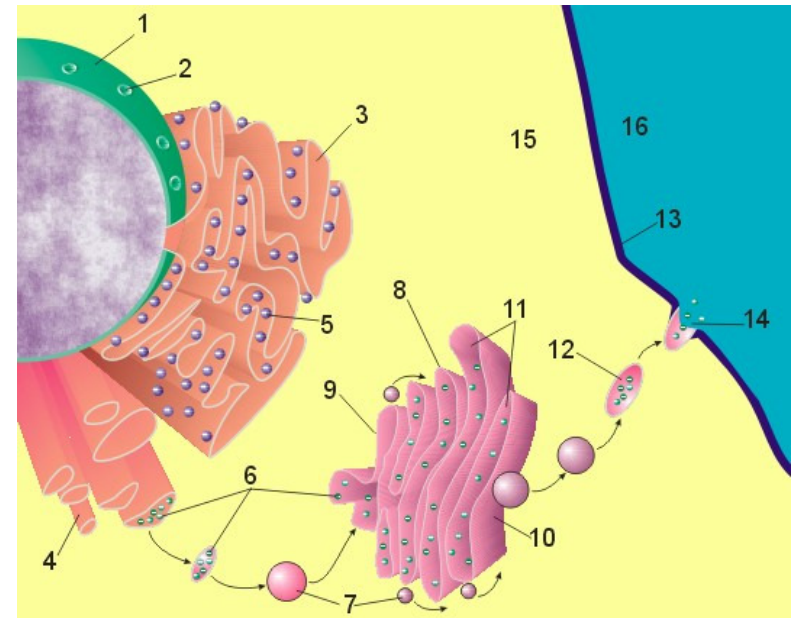
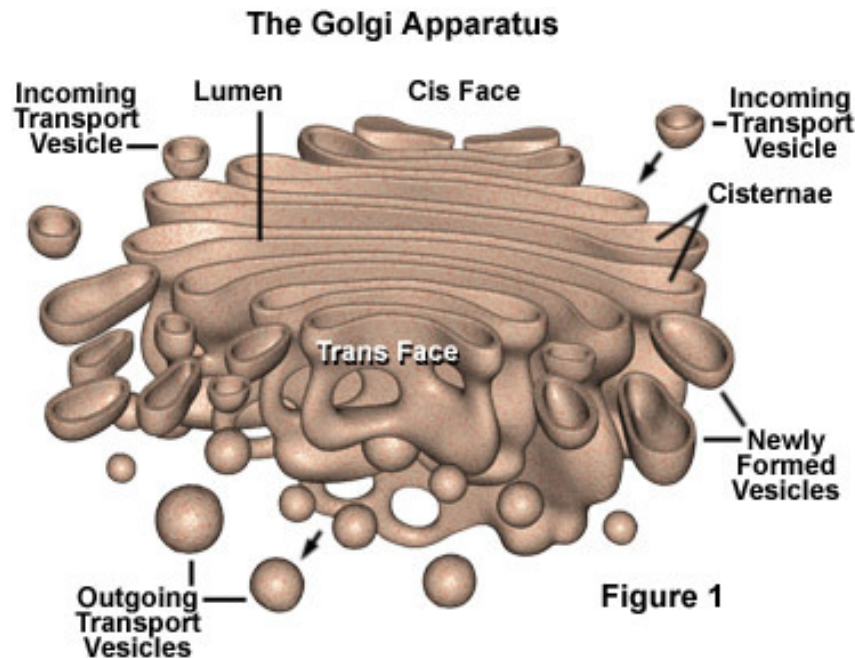
Golgiho aparát

- Popísaný talianskym vedcom Camillo Golgi v 1898
- Vyskytuje sa v eukaryotických bunkách. Bohato zastúpený v sekreторických bunkách
- Je významnou súčasťou endomembránového systému a pozostáva z cisterien, tubúl a vezikúl. Tie vytvárajú špecifické útvary – diktyozómy
- **GA je funkčne prepojený s endoplazmatickým retikulom**



Golgiho aparát

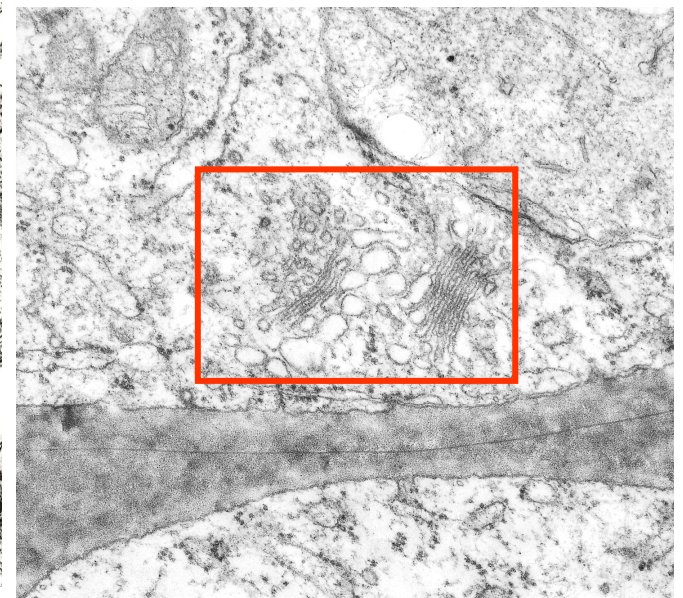
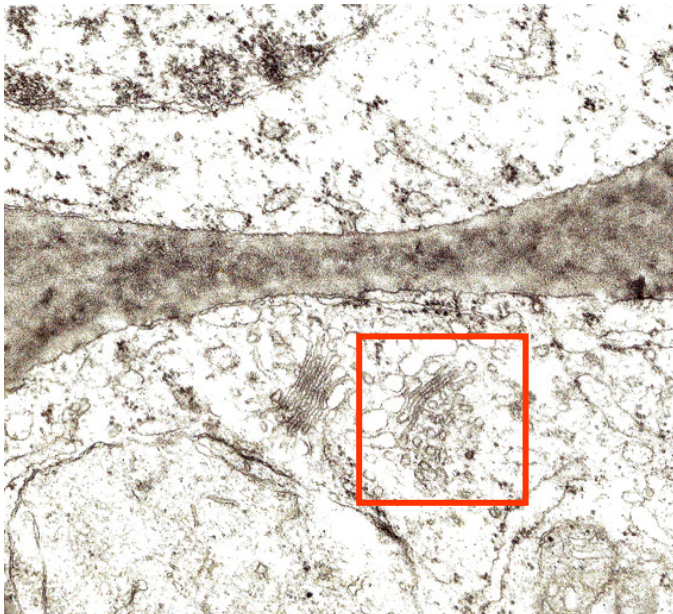
- Vezikuly a cisterny GA sú usporiadané polárne.
- Vezikuly odštepované z ER sú „nasmerované“ k svojmu cieľu, napr. GA, prostredníctvom špecifických proteínov v membráne vezikuly. Vezikuly pochádzajúce z ER sa spájajú (fúzia vezikúl) na **cis**-póle GA. Následne sa tvoria cisterny GA, kde dochádza k modifikáciám ich obsahu (**medial-GA**). Na **trans**-póle GA sa vezikuly s upraveným obsahom odštepujú a sú ďalej transportované k svojmu cieľu (CM, lyzozóm, vakuola, extraceluárne, etc.)
- Transport a následné fúzie vezikúl ER a GA nie sú náhodné!



Golgiho aparát

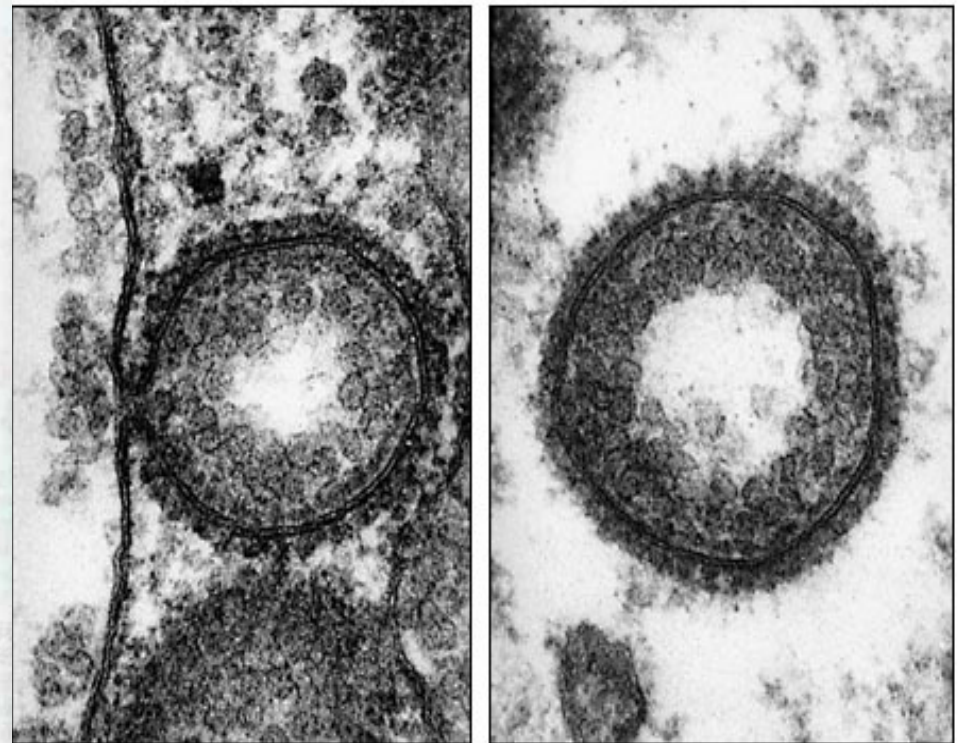
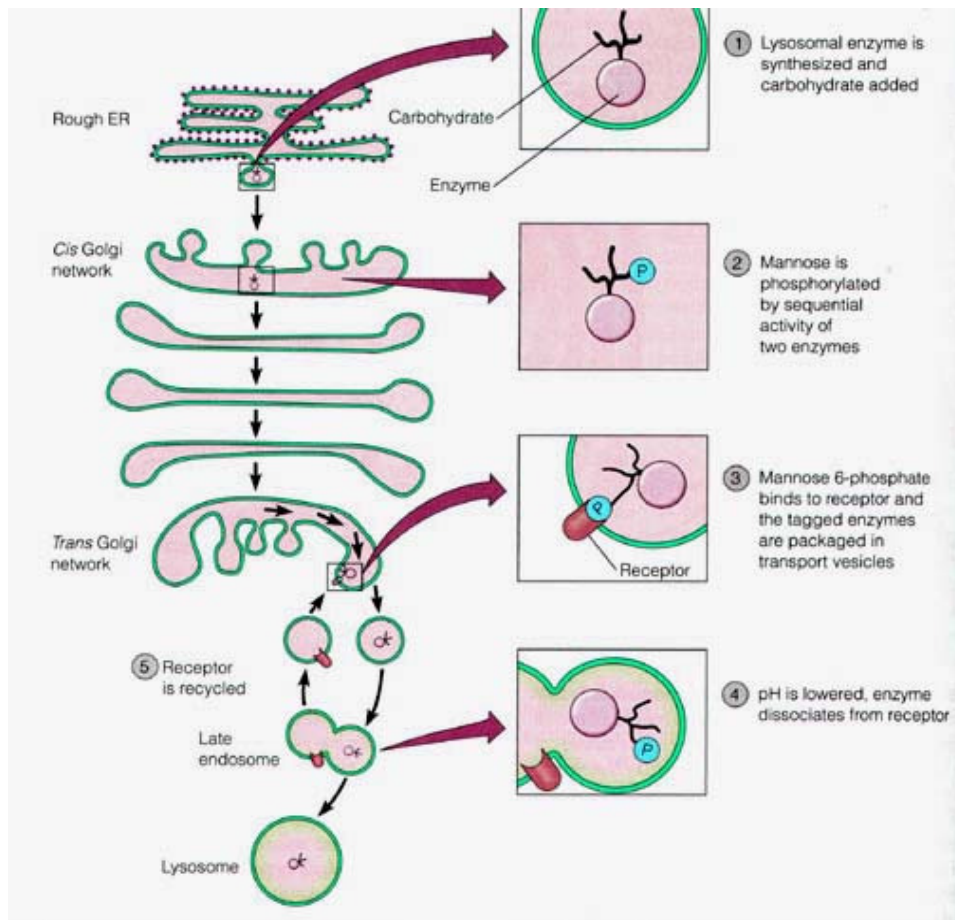
V bunke sa podieľa najmä na:

- Úpravách proteínov (pochádzajúcich z ER), napr. úprava enzýmov lyzozómov.
- Dochádza ku koncentrovaniu exportného materiálu.
- Vezikulárny transport
- Tvorba glykoproteínov
- Sekrécii proteínov, peptidoglykánov, lipidov a ďalších látok (bohato zastúpené v sekreторických bunkách)
- Biogenéze cytoplazmatickej membrány, bunkovej steny (fragmoplast), lytického kompartmentu, vakuol – membránový tok.



Formovanie a transport vezikúl

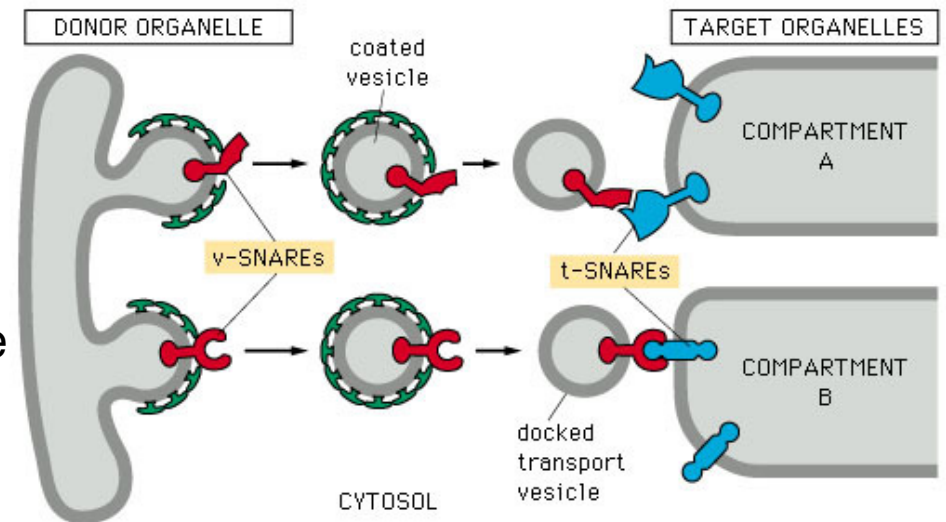
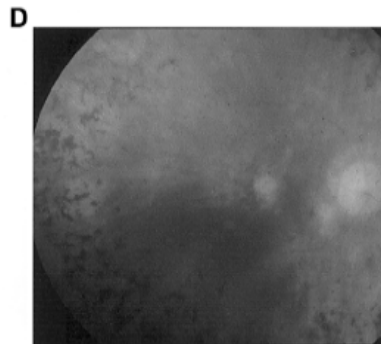
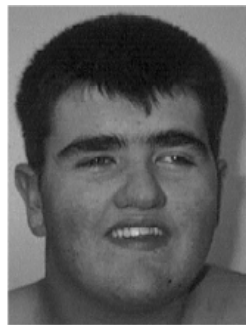
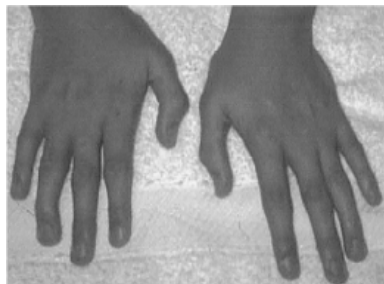
- 2 hlavné problémy: ako zabezpečiť uniformný obsah transportovanej vezikuly a ako zabezpečiť jej transport k správnejmu cieľu.
- “Coat protein” – cargo receptor, adaptín, dynamin, clathrin



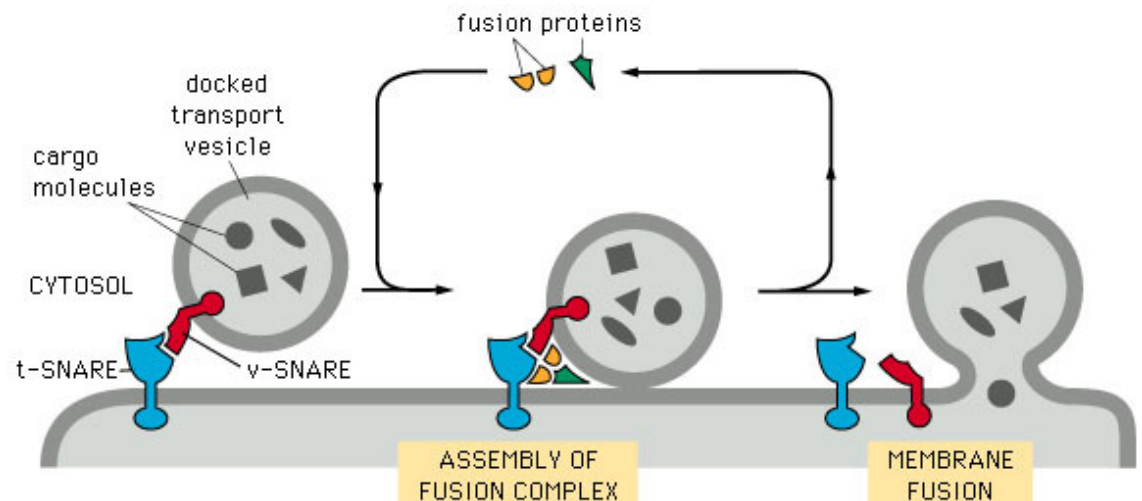
0.1 μm

Formovanie a transport vezikúl

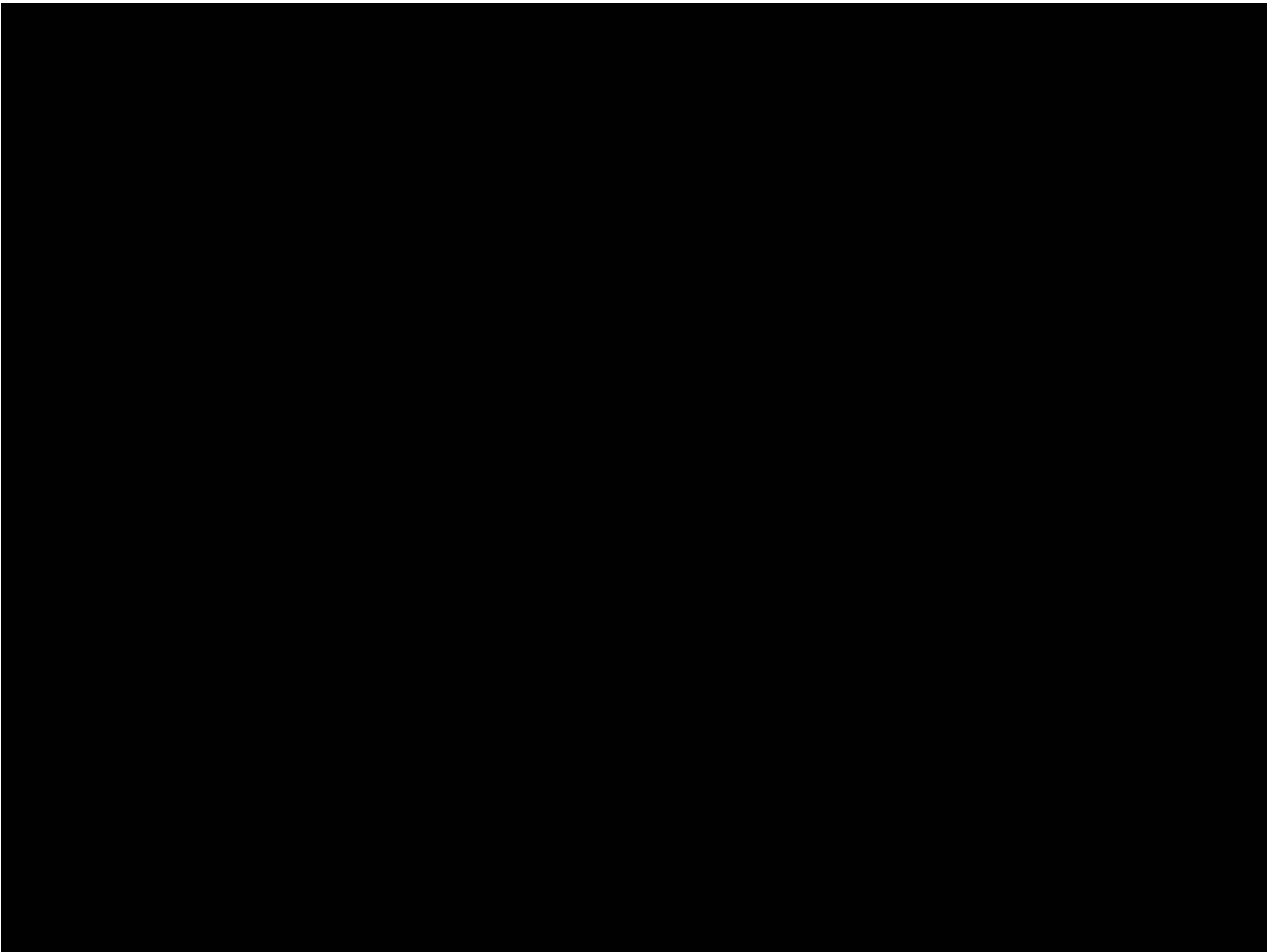
- SNARE protein: vSNARE (vesicle)
tSNARE (target)
- interakcia vSNARE a tSNARE zabezpečí správne zacielenie proteínu
- poruchy v distribúcii vezikúl môžu spôsobiť vážne vývinové malformácie (Cohenov syndróm)

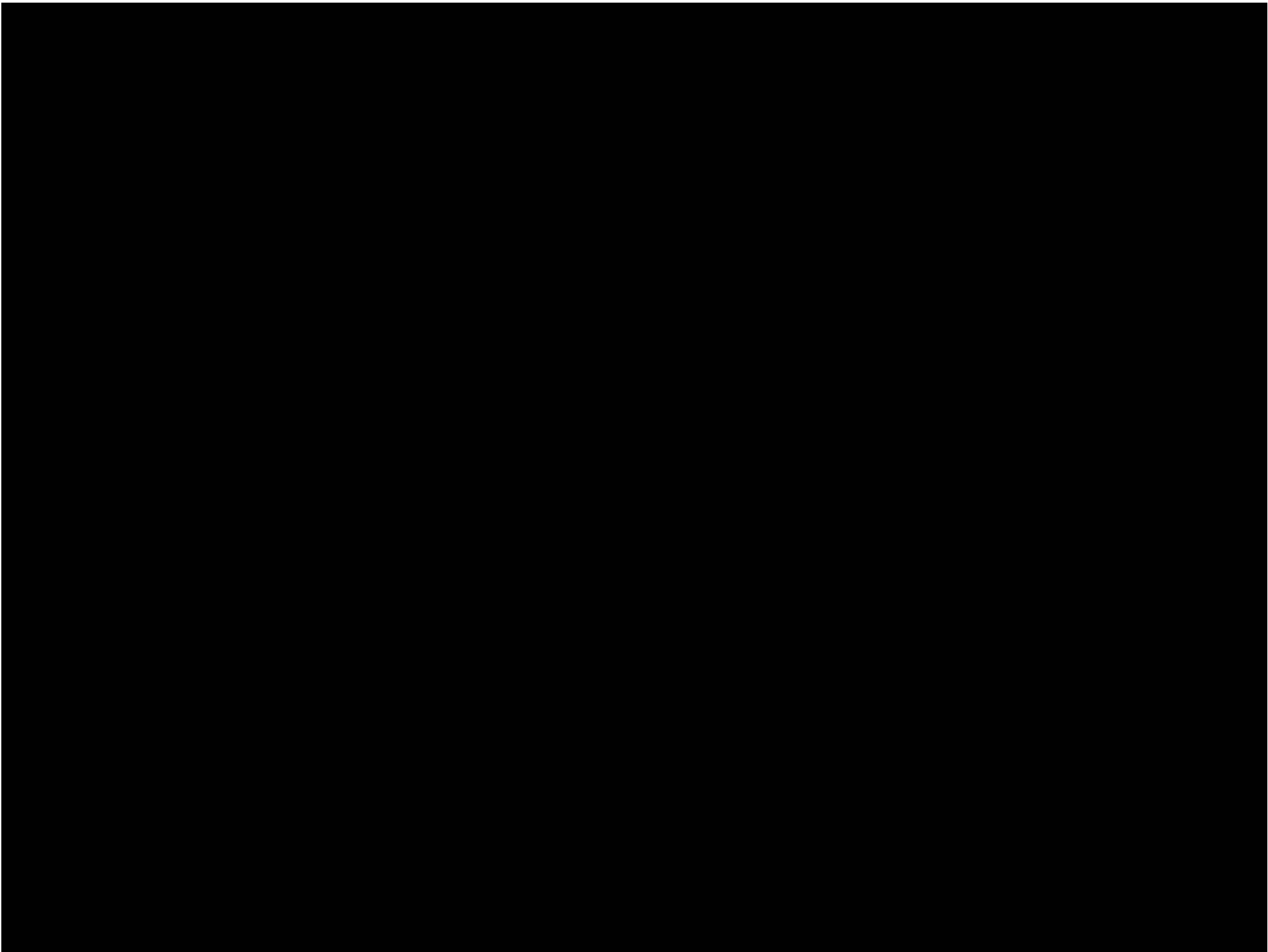


©1998 GARLAND PUBLISHING



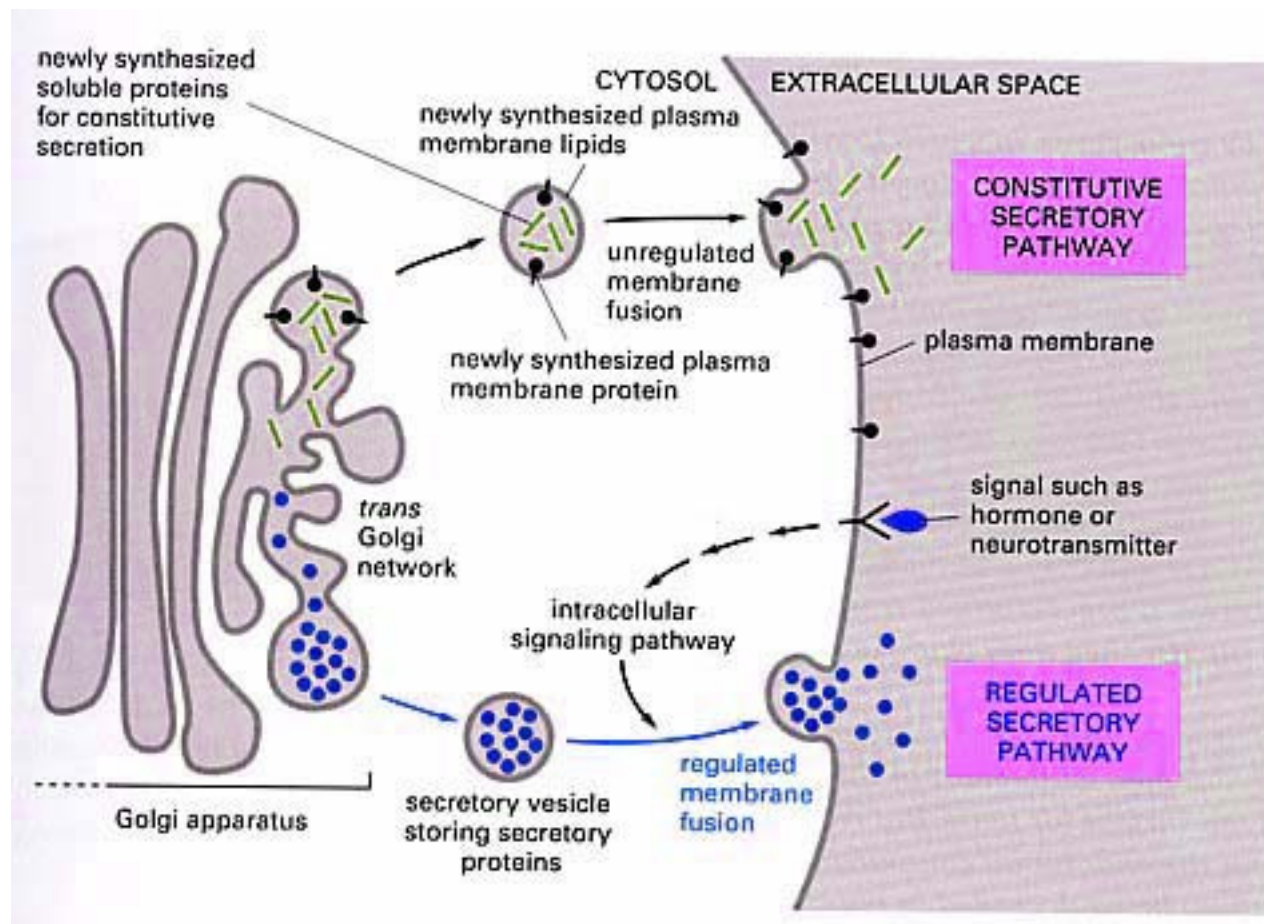
©1998 GARLAND PUBLISHING

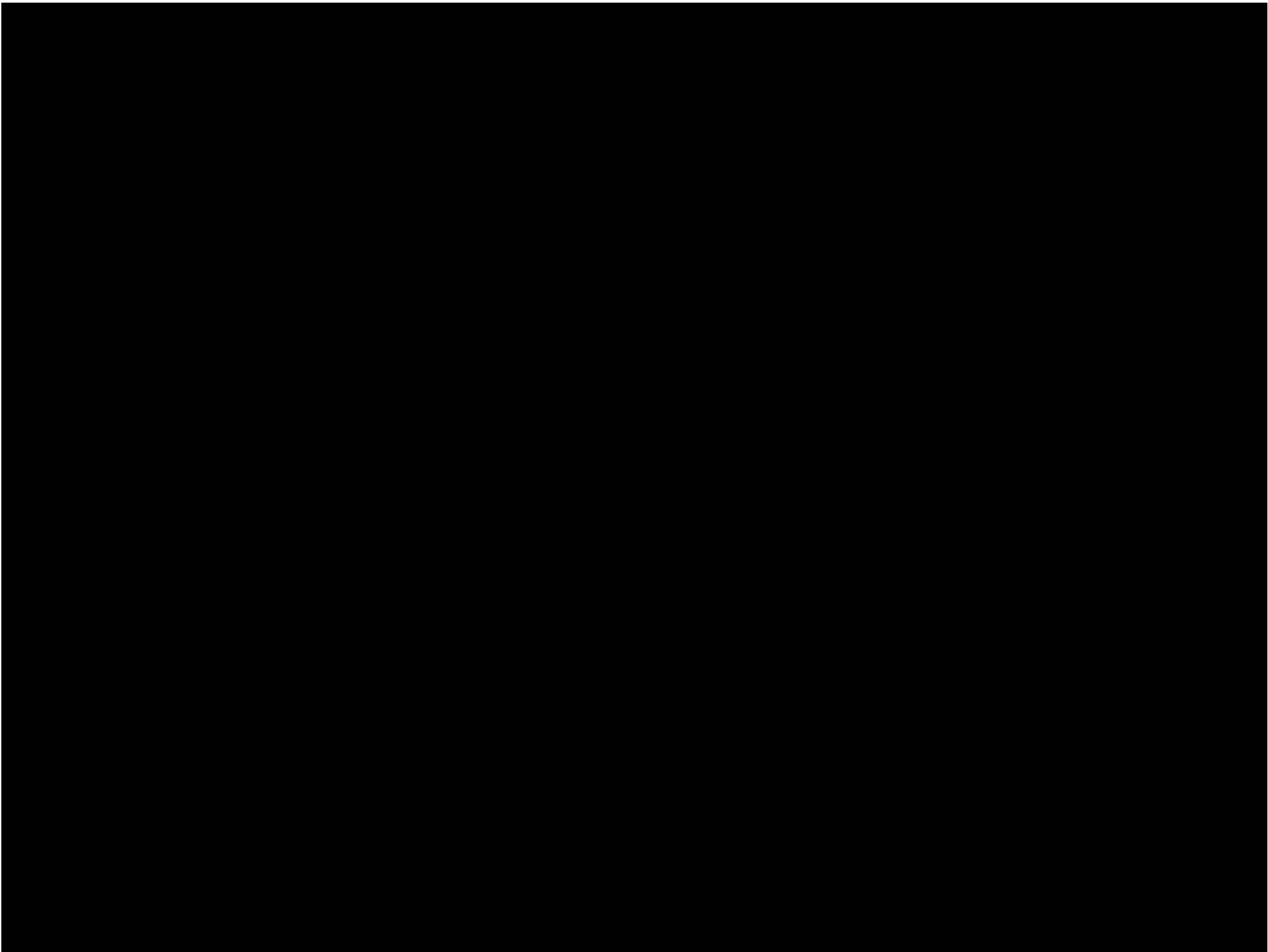




Formovanie a transport vezikúl

- **Konštitutívna sekrécia** – prebieha stále, nepotrebuje spúšťací faktor, bežné vezikuly napr. s materiálom potrebným na tvorbu bunkovej steny.
- **Regulovaná sekrécia** – neprebieha stále, potrebuje spúšťací faktor, napr. beta bunky pankreasu produkujúcich inzulín.

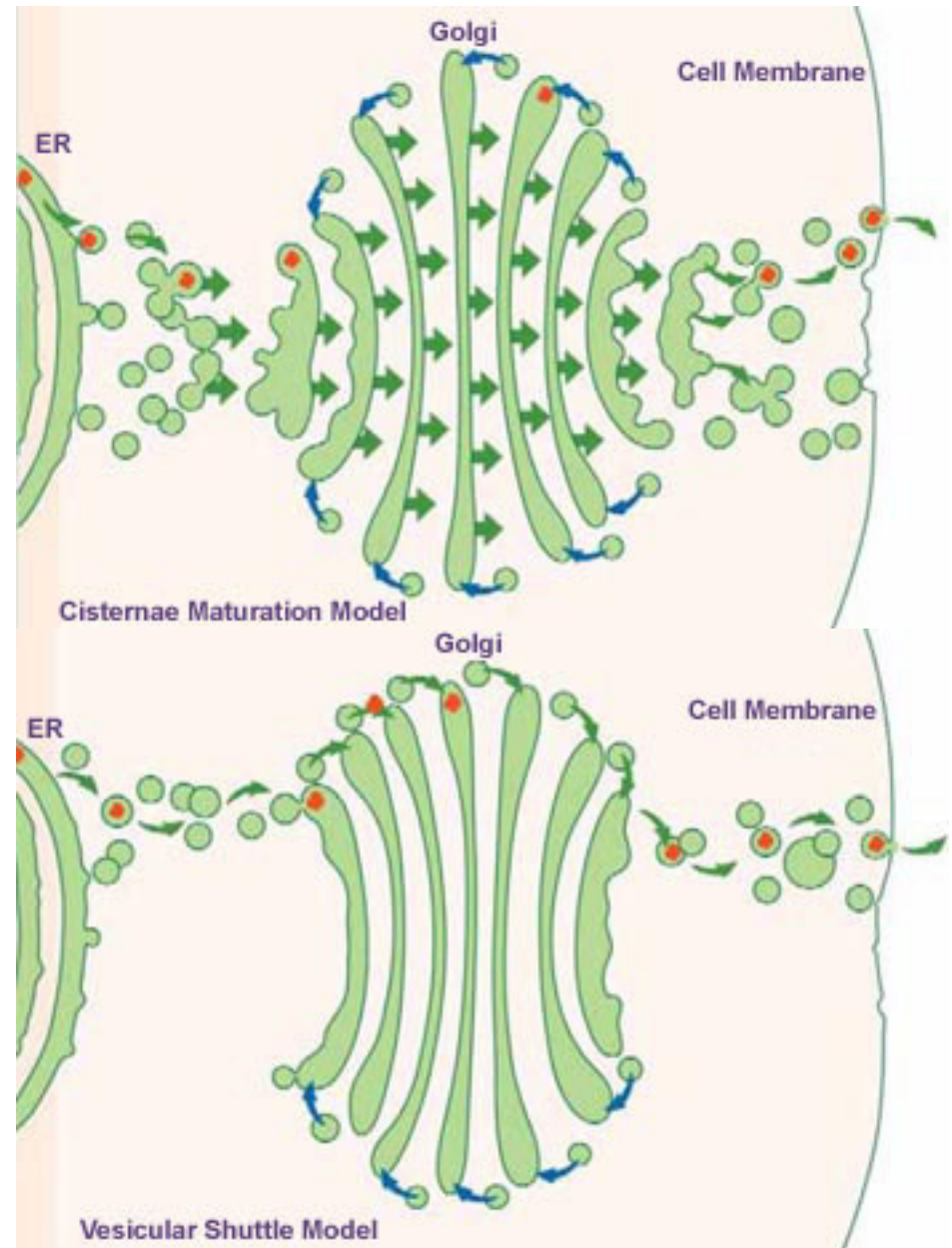




Mechanizmus transportu

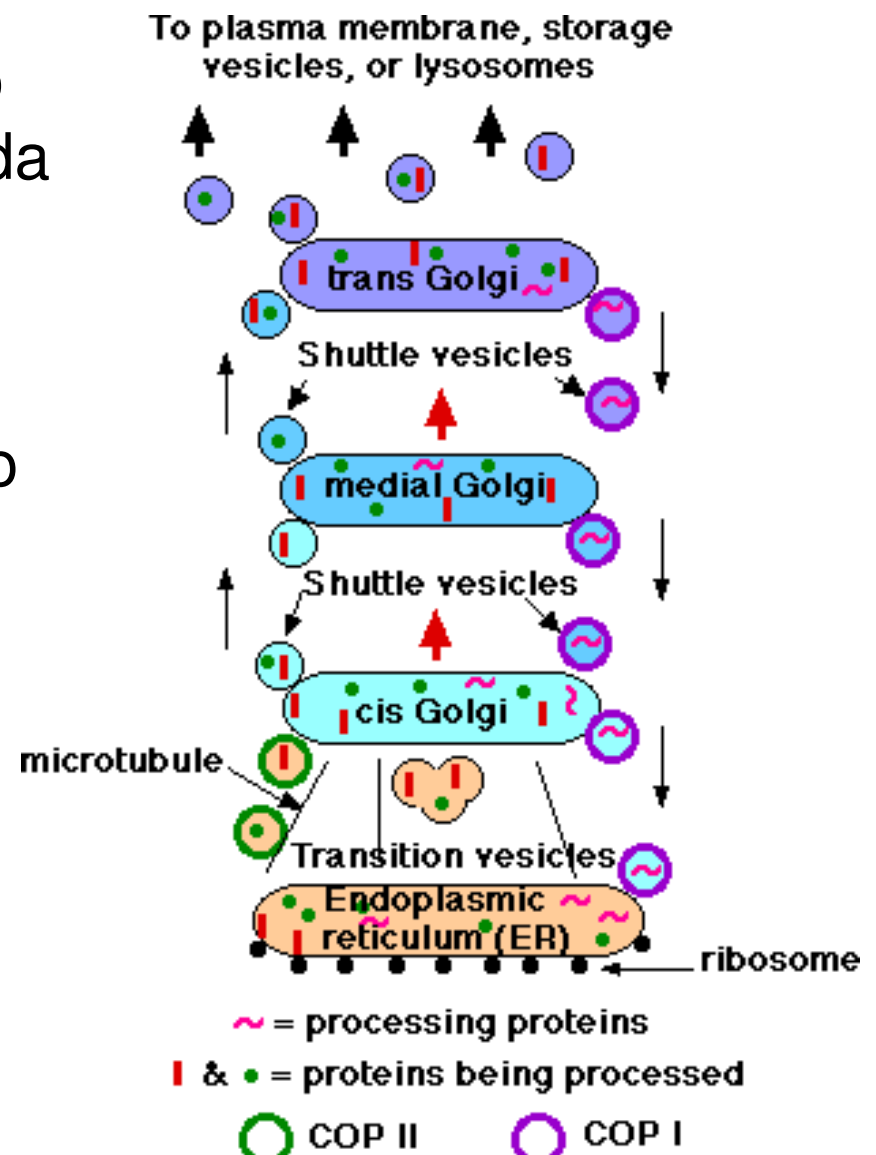
- **Cisternae maturation model:**
nové cisterny sa tvoria na *cis* strane, na *trans* strane zanikajú. Cisterna sa automaticky posunie ak na *cis* strane vznikne nová cisterna.
- **Vesicular transport model:**
cis a *trans* strana sú fixne dané, materiál sa premiestňuje vezikulami.

Existujú dôkazy pre oba modely.



Transport vezikúl prebieha oboma smermi

- **anterográdny pohyb** – z *cis* do *trans*, tento typ transportu prevláda pri sekrécii.
- *cisternae maturation model*
- **retrográdny pohyb** – z *trans* do *cis*, napr. receptor KDEL na endoplazmatickom retikule
- *vesicular transport model*



Golgiho aparát je dynamický systém

