

A detailed illustration of a cell's internal structure, showing various organelles like the nucleus, mitochondria, and endoplasmic reticulum. A red-bordered white box is superimposed on the center, containing the text 'II PREDAVANJE'. A white arrow with a red outline points from the left towards the box. The background is a blue-tinted microscopic view.

**II
PREDAVANJE**

CITOPLAZMA

➤ Citoplazmu čini cjelokupan sadržaj ćelije koji ispunjava prostor između jedrove opne i plazmaleme.

➤ Komponente citoplazme su:

- **citoskelet**

- **organele**

- **inkluzije**

- **citosol**



Citosol

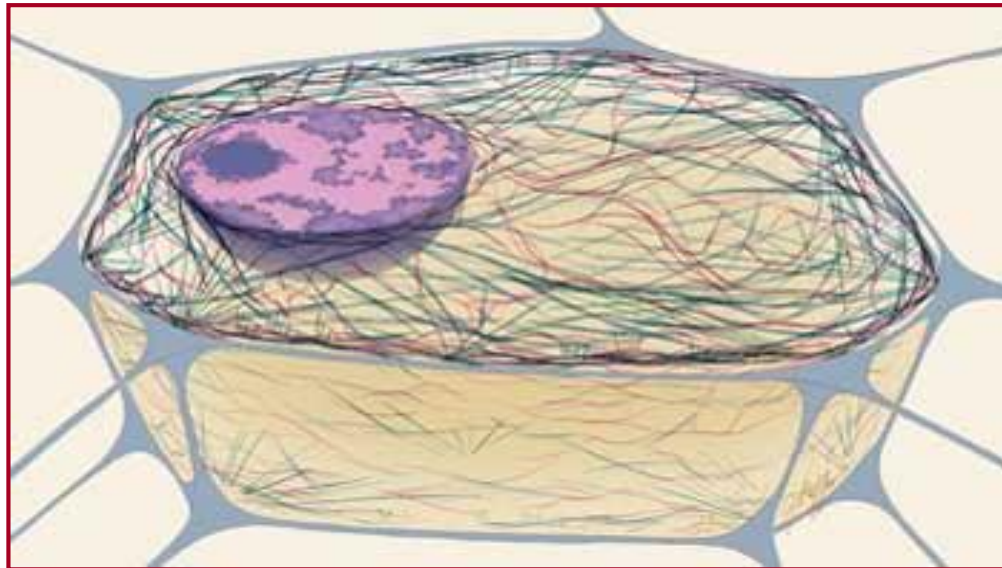
➤ Osnovna supstanca citoplazme (unutrašnja sredina ćelije)

➤ **90% vode**; organska i neorganska rastvorena jedinjenja; joni; enzimi...

➤ Osobine: viskozitet, elastičnost; pokretljivost...

CITOSKELET

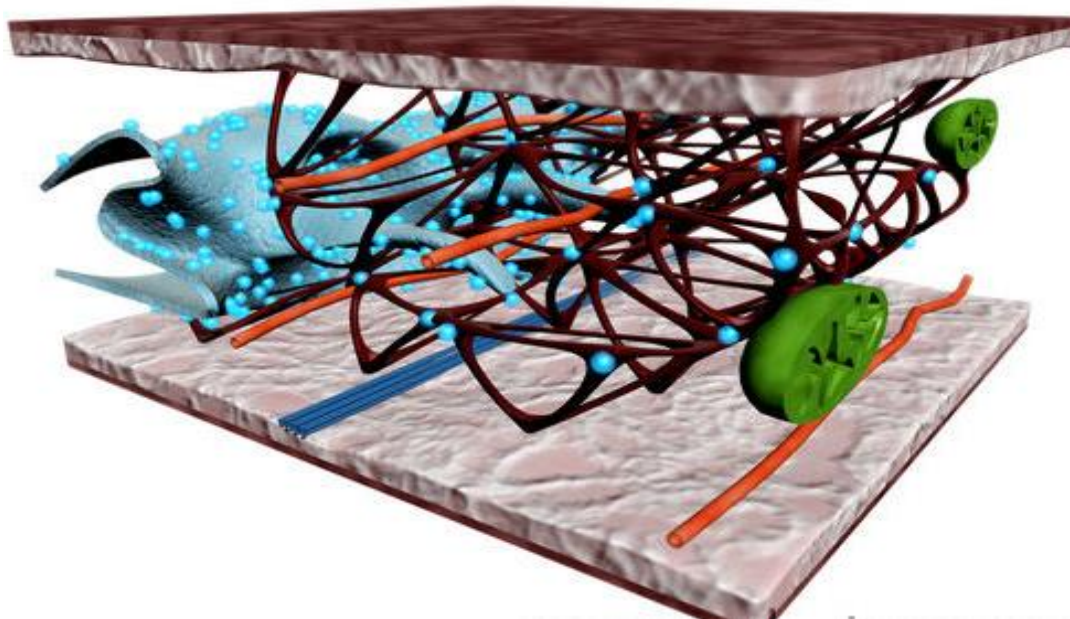
- **Citoskelet** je ćelijski unutrašnji skelet i smješten je između organela
- Izgrađen od **proteinskih filamenata i cjevčica**, koji obrazuju mrežu.
- Prostire se između organela po čitavoj citoplazmi, **i u vezi je sa organelama i ćelijskom membranom.**



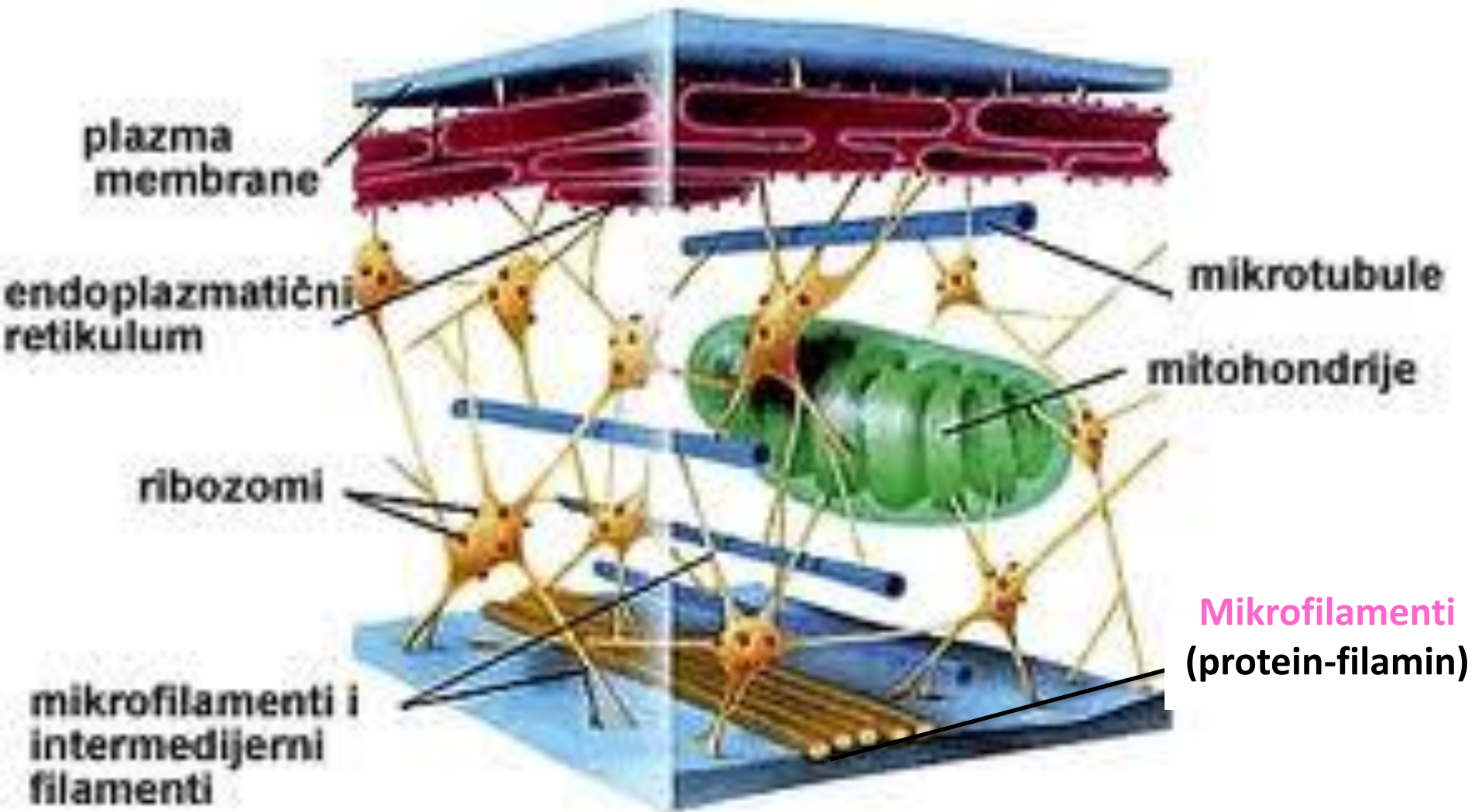
CITOSKELET

Uloga

- ✓ kretanje ćelijskih organela,
- ✓ održavanje i promjena oblika ćelije,
- ✓ kretanje ćelije,
- ✓ dioba ćelije (kretanje hromozoma i dioba citoplazme).

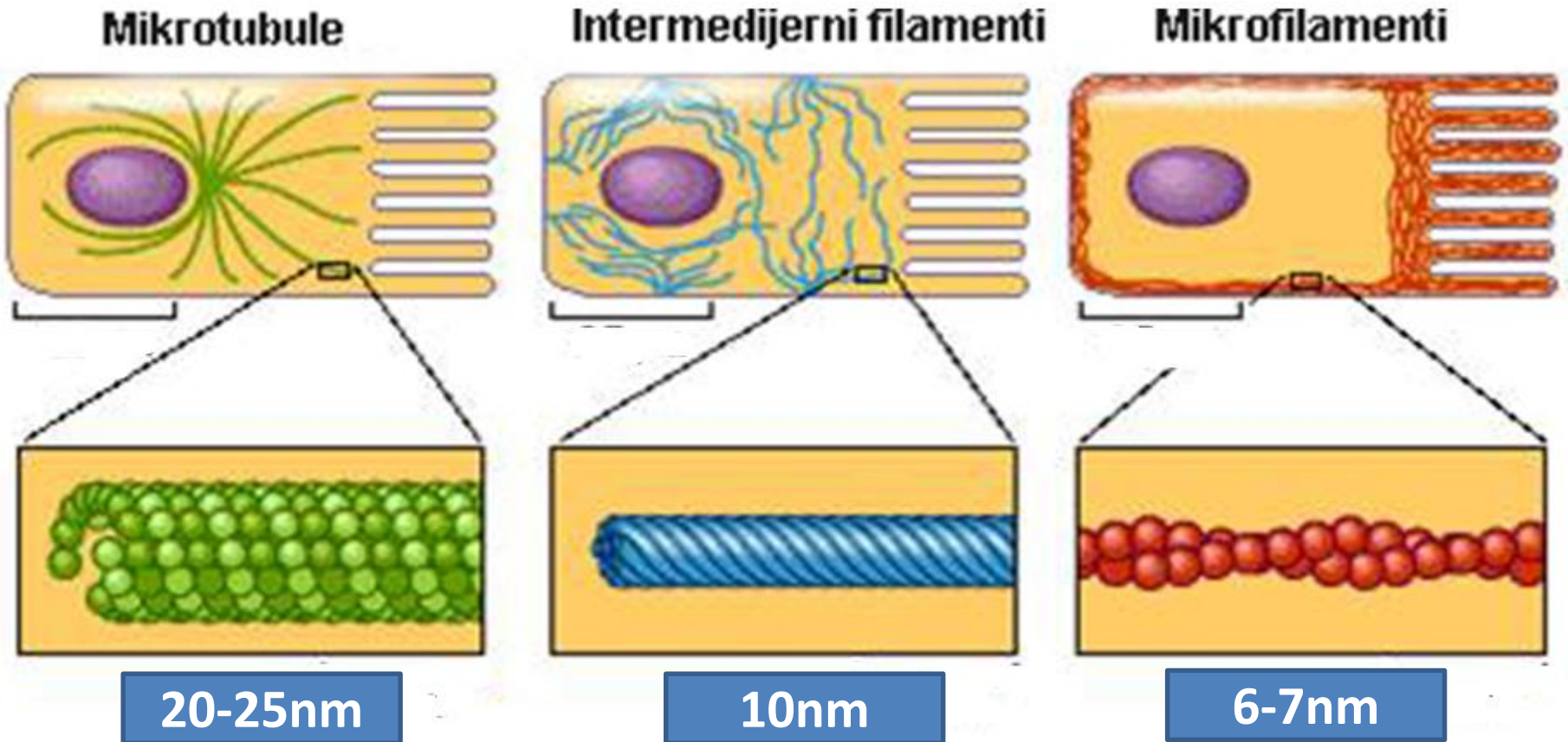


CITOSKELET

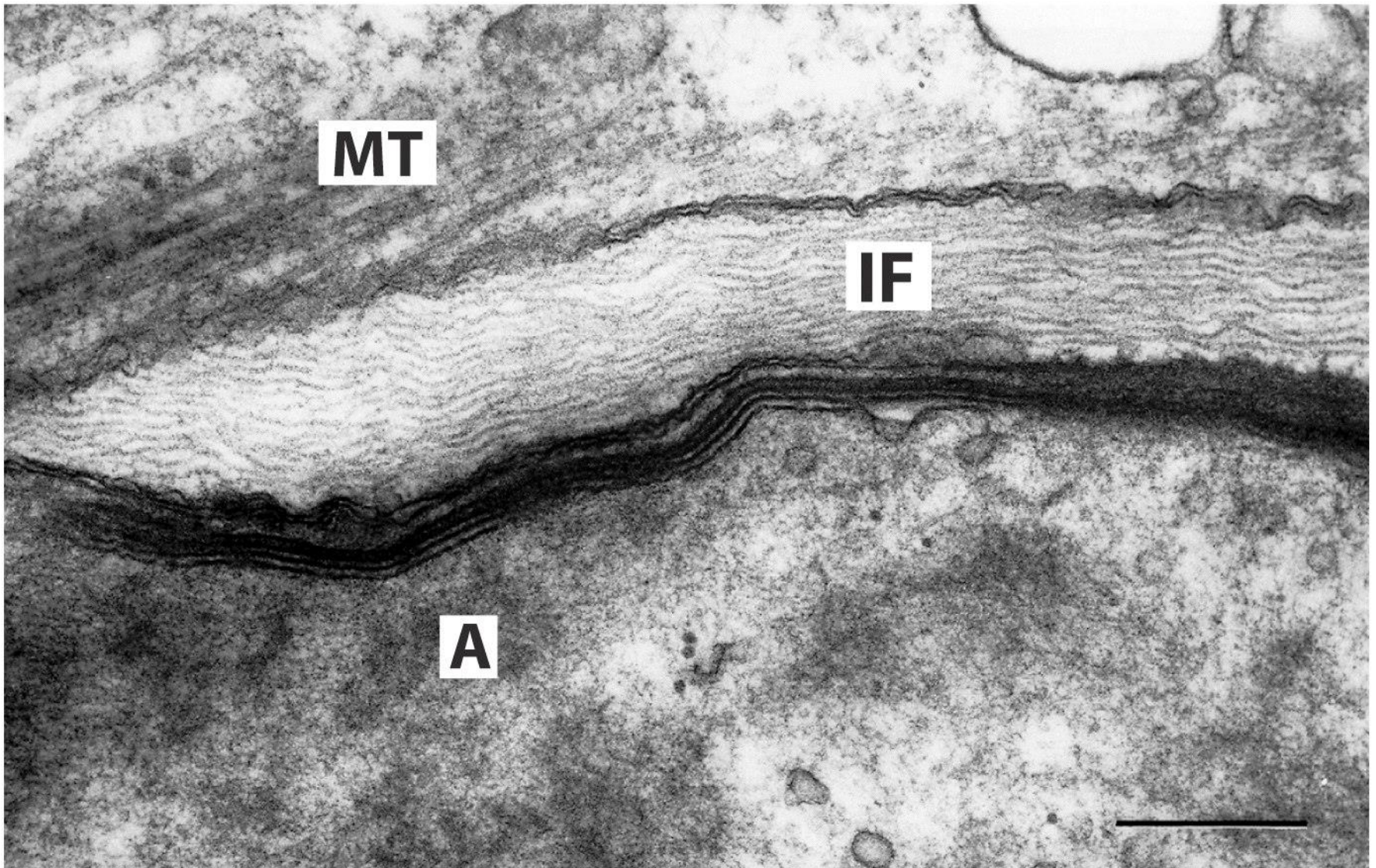


CITOSKELET

❖ Osnovni elementi citoskeleta su:



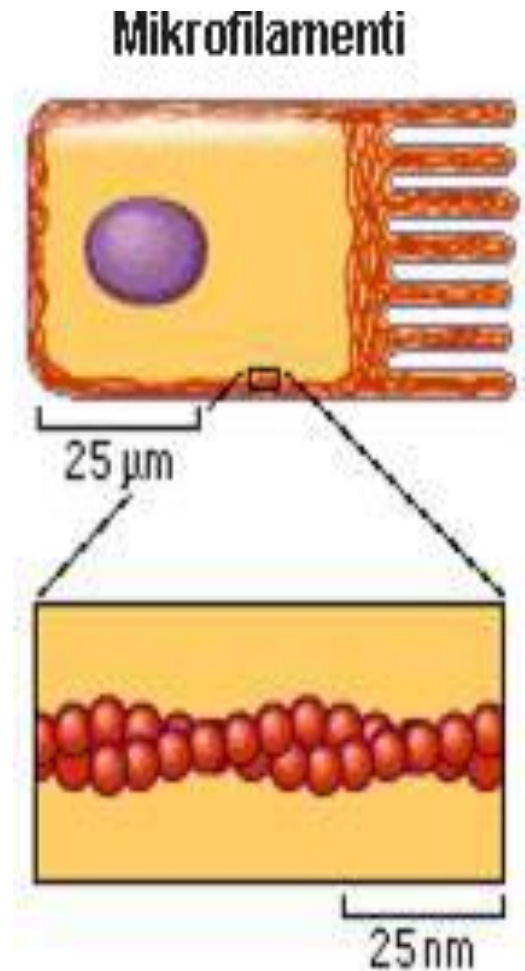
CITOSKELET



A = aktin, IF = intermedijerni filamenti, MT = mikrotubule

❖ Aktinski filamenti

- Postoje u svim ćelijama eukariota
- Vlknaste strukture proteina **aktina**
- Aktinski monomer je **globularan (G)**
- Monomeri se polimerizuju u **filamente (F)**
- Polimerizacija je **reverzibilan proces** tako da **u ćeliji istovremeno postoje i G i F aktin**
- Neposredno **ispod plazmine membrane** (umreženi pomoću **proteina-filamina**)
- Aktinski filament u mišićnim ćelijama-**kontraktilni filamenti**

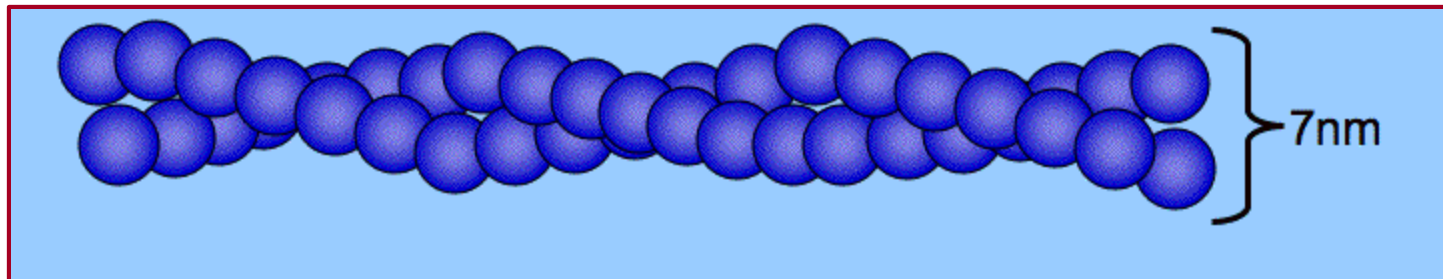


❖ Aktinski filamenti

Uloga

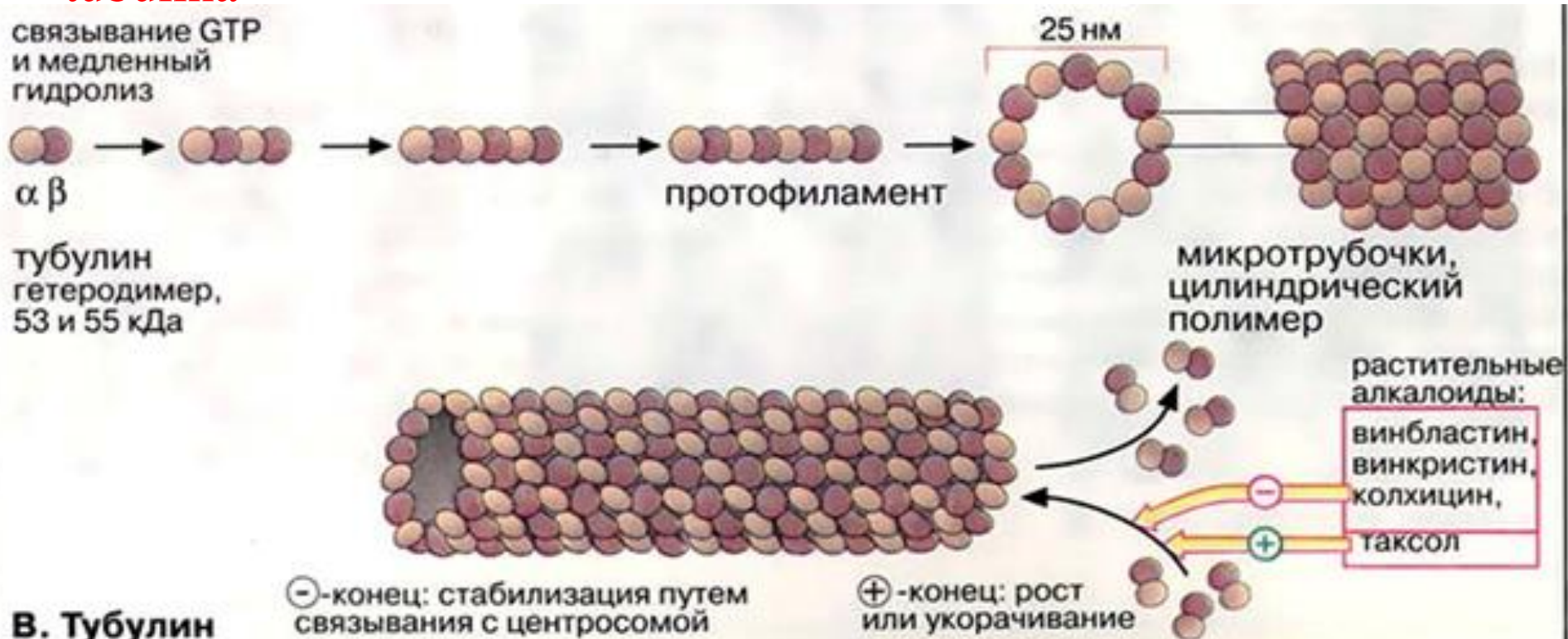
- ✓ **Određuju oblik ćelije**
- ✓ **Učestvuju u formiranju adhezionih pojaseva,**
- ✓ **Pružaju mehaničku potporu ćeliji i njenim izraštajima – mikrovilima i sterocilijama**
- ✓ **Učestvuju u procesima fagocitoze i pokretima ćelije**

Mikrofilamenti su tanji od mikrotubula



❖ Mikrotubule

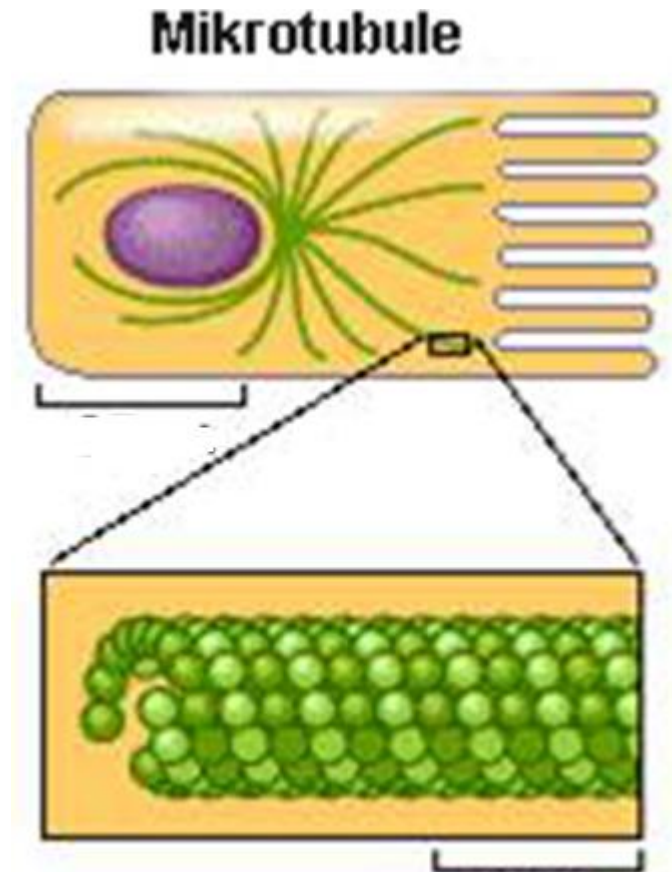
- Cjevčice izgrađene od proteina **tubulina** (heterodimer)
- **Sastoje se od 13 u krug poređanih protofilamenata**
- Protofilamenti nastaju **polimerizacijom dimera alfa i beta tubulina**

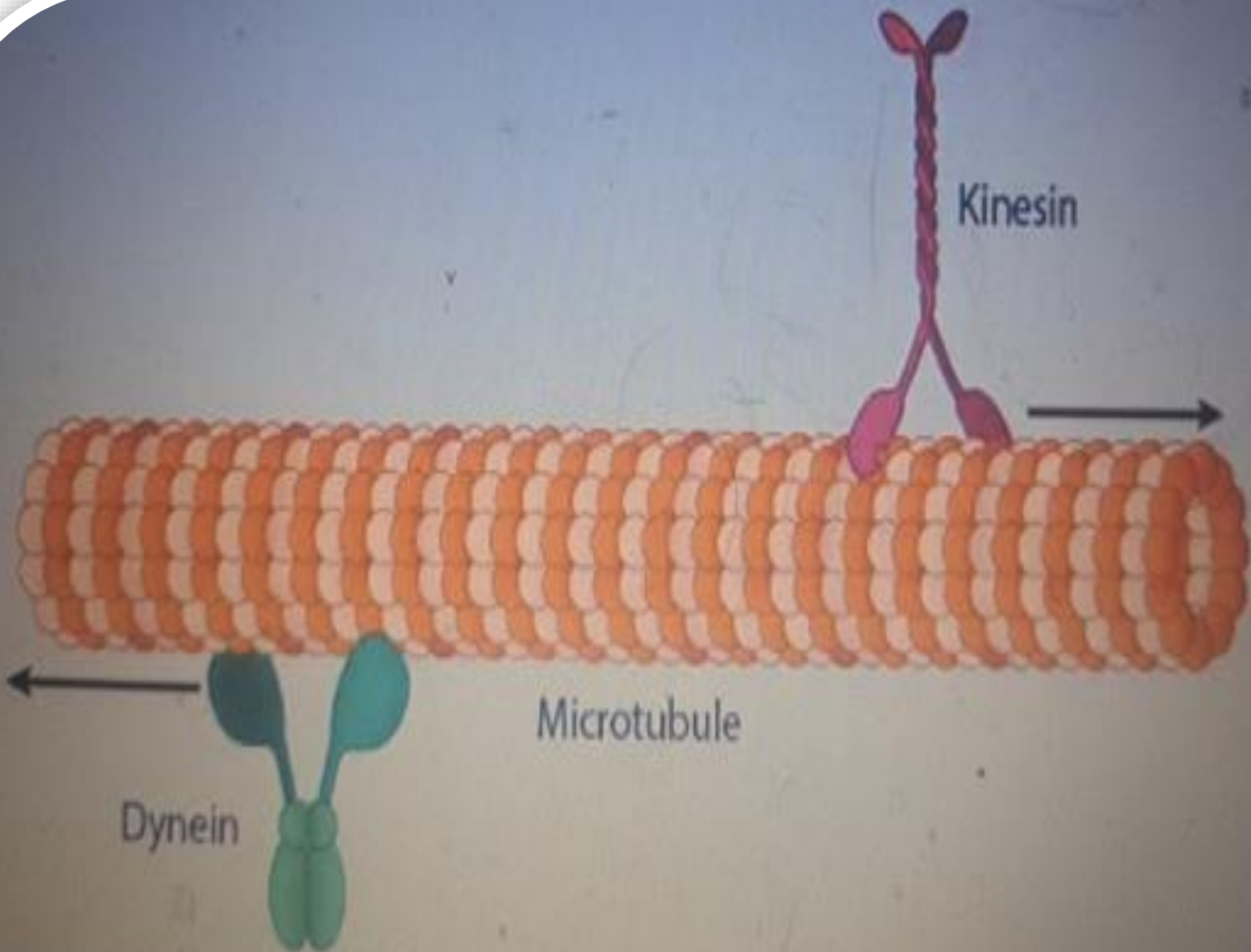


❖ Mikrotubule

Uloga

- ✓ **Određuju oblik ćelije**
- ✓ Učestvuju u lokomociji,
- ✓ **Obezbjeđuju intracelularni transport organela**
- ✓ Formiraju diobno vreteno tokom ćelijske diobe i učestvuju u razdvajanju hromozoma
- ✓ **Učestvuju u izgradnji centriola, treplji, bičeva**





Kinesin

Microtubule

Dynein

+

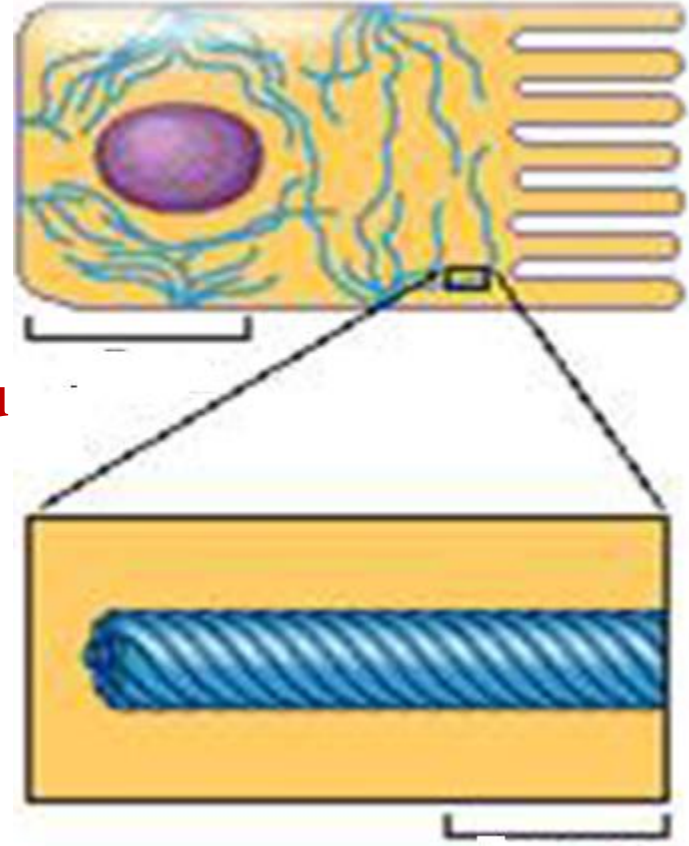
-

karakteristike	Mikrofilamenti	Mikrotubule
struktura	Dvostruka spiralna struktura	Struktura spiralne rešetke
veličina	6-7 nm u prečniku	20-25 nm u prečniku
sastav	Uglavnom se sastoji od kontraktilnog proteina- aktina.	Sastoji se od dimera-tubulina
snaga	Fleksibilan i jak	Krut i otporan na savijanje
funkcija	Mikrofilamenti određuju oblik i daju potporu ćeliji	Pomažu u ćelijskim funkcijama kao što su mitozu i različite funkcije ćelijskog transporta

❖ Intermedijerni filamenti

- Po dimenzijama između mikrofilamenata i mikrotubula (10 nm)
- Izgrađeni su različitim vrstama proteina (zavisno od ćelije)
- **Način formiranja:** dimeri, tetrameri, protofilamenti; **8 protofilamenata formiraju finalni IF**
- **Uloga:** daju mehaničku čvrstinu ćelije

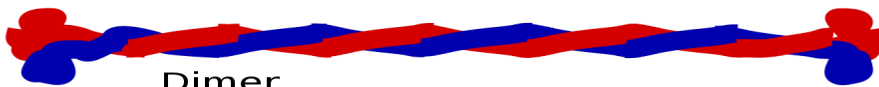
Intermedijerni filamenti



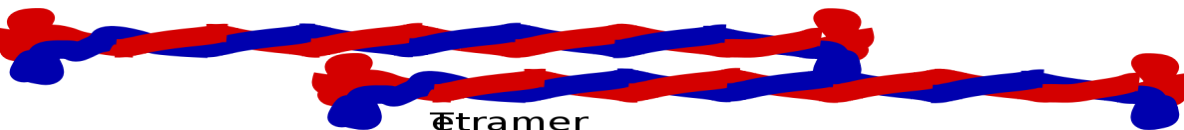
Monomer



Dimer

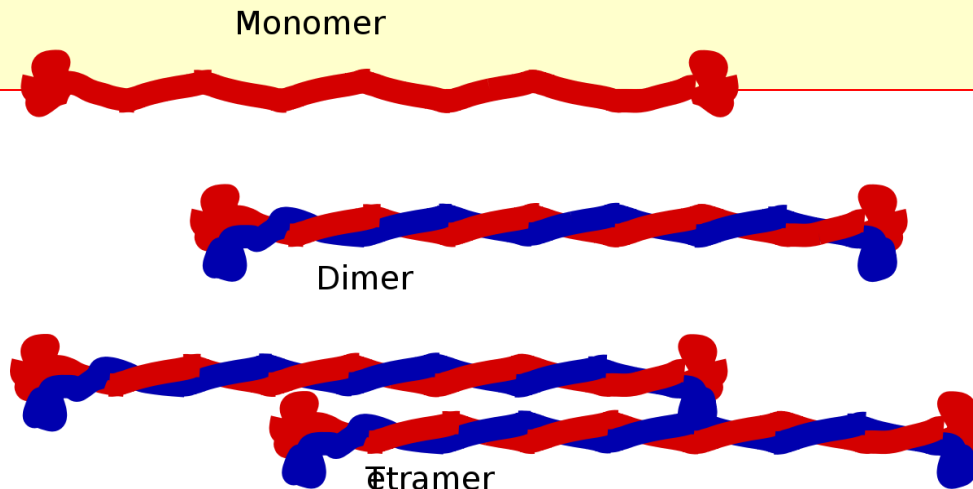


Tetramer



❖ Intermedijerni filamenti

- Keratinski filamenti (epitelne ćelije)
- Dezminski filament (mišićne ćelije)
- Vimentinski filament (fibroblasti, leukociti)
- Neurofilamenti
- Glijalni filamenti



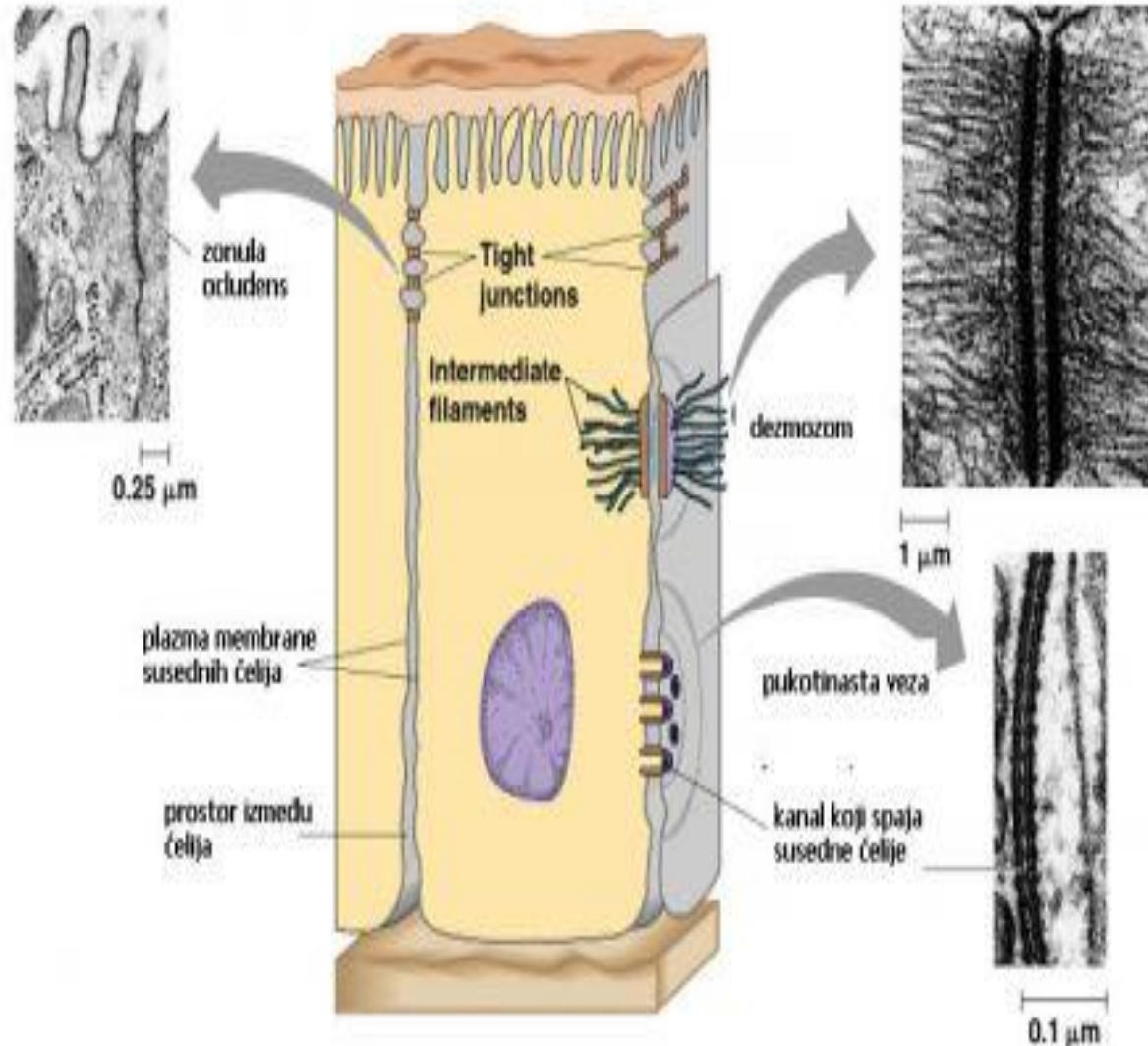


Veze između ćelija

1. Okludentne veze-
koje predstavljaju
svojevrsnu
difuzionu barijeru

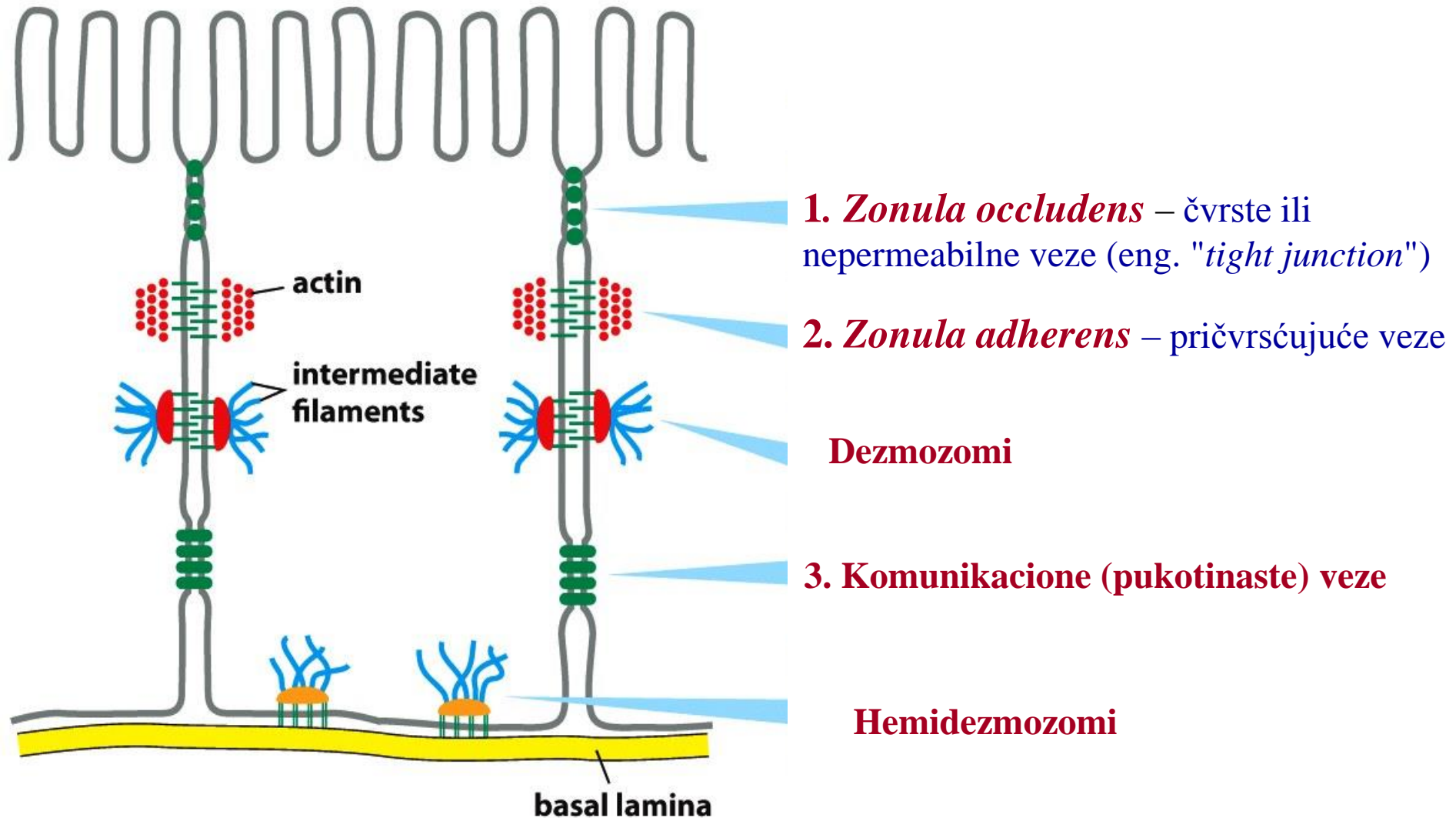
2. Adherentne veze
–pojasne veze

3. Komunikatne
veze-kojima se
ostvaruje
komunikacija
među ćelijama



❖ Veze između ćelija

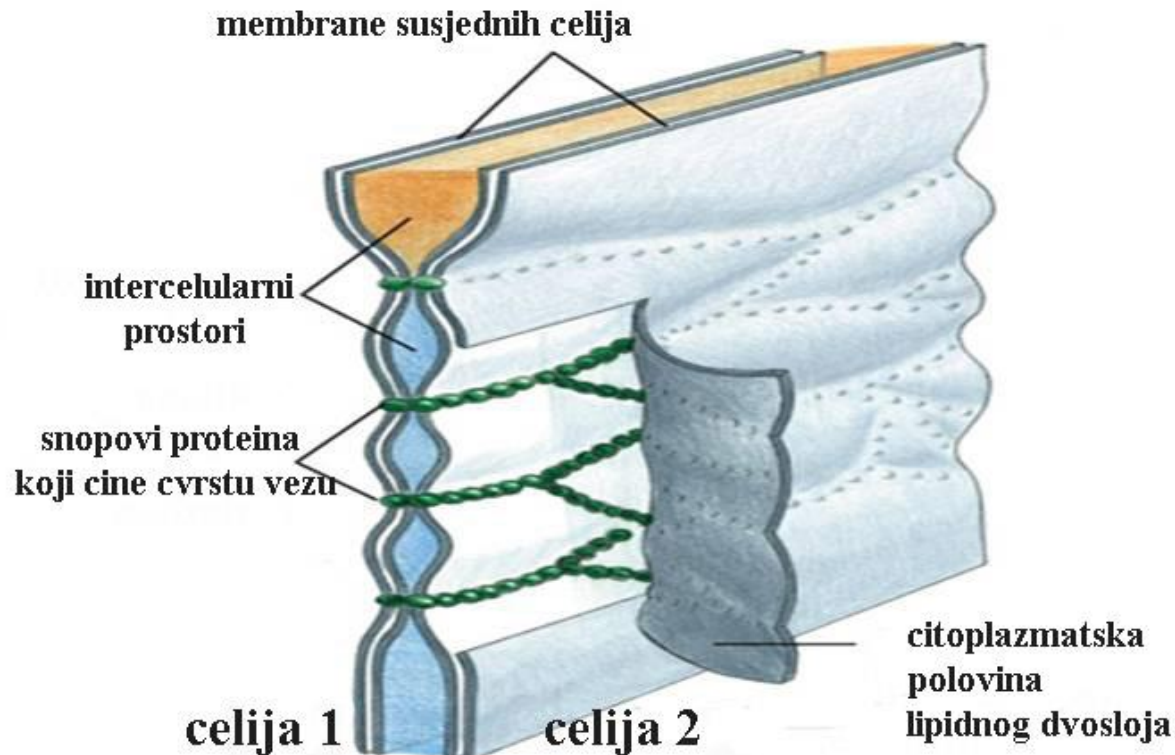
Klasifikacija (funkcionalna)



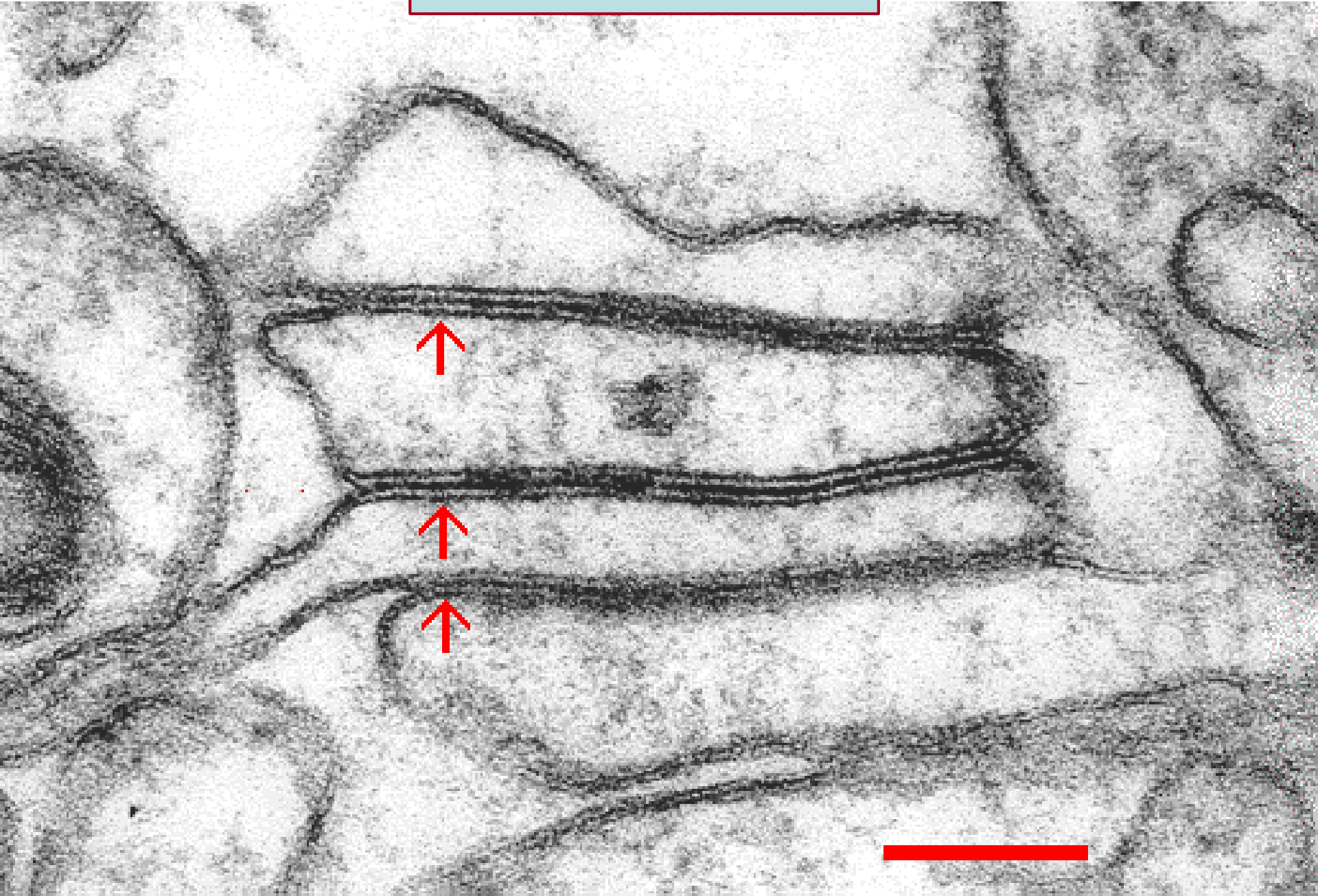
Zonula occludens

- Čelijska veza koja sprečava bilo kakvu vrstu razmjene između susjednih ćelija
- Najači mogući kontakt između susjednih ćelija
- Građa: mreža proteinskih lanaca transmembranskog proteina **okludina**

Primjer: apsorpcioni epitel crijeva

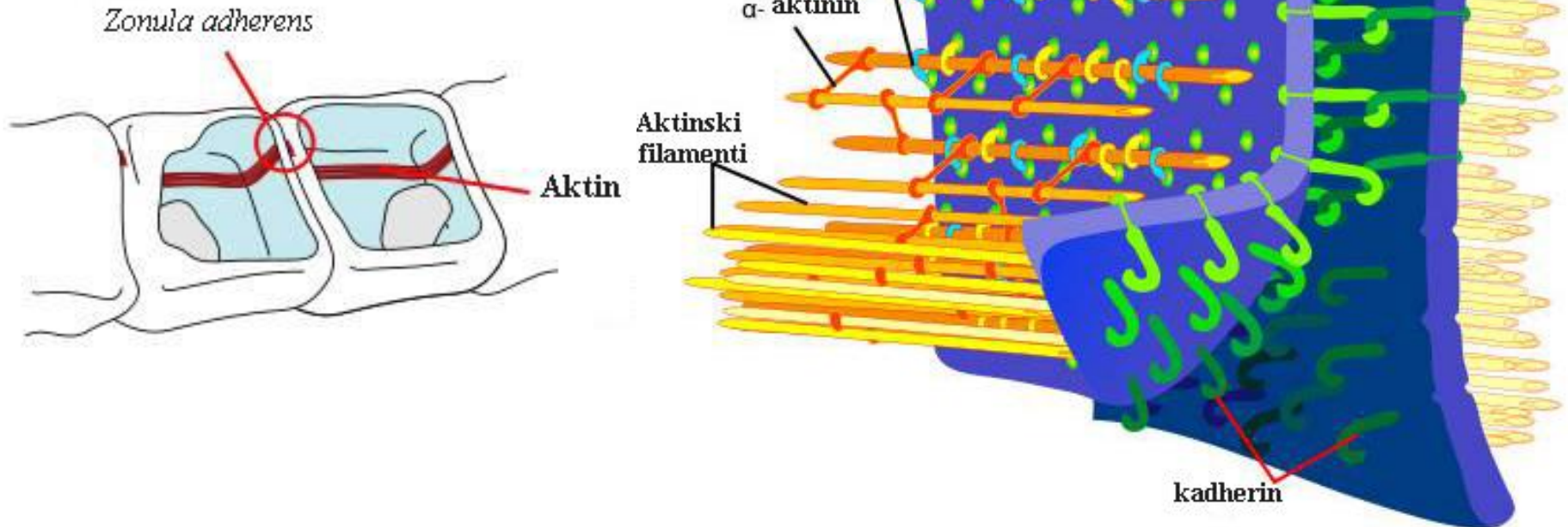


Zonula occludens



Zonula adherens

- Prijanjajuće veze
- Ni na jednom mjestu ne dolazi do direktnog dodira susjednih plazminih membrane
- **Kadherini** – adhezivni ćelijski molekuli koji omogućavaju morfološko povezivanje susjednih ćelija
- Sa citosolne strane nalaze se proteini: **Vinkulini**, **α aktinin**

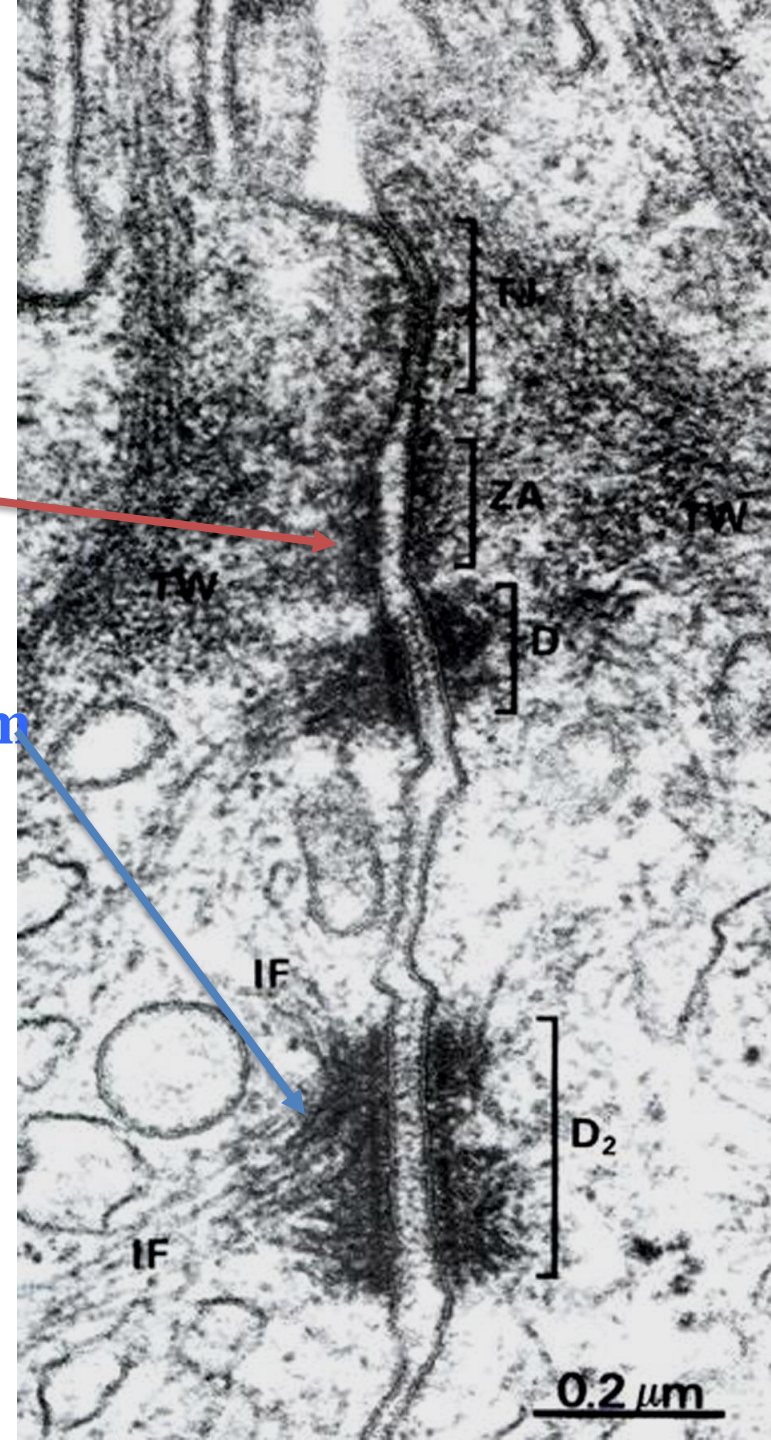


Zonula adherens

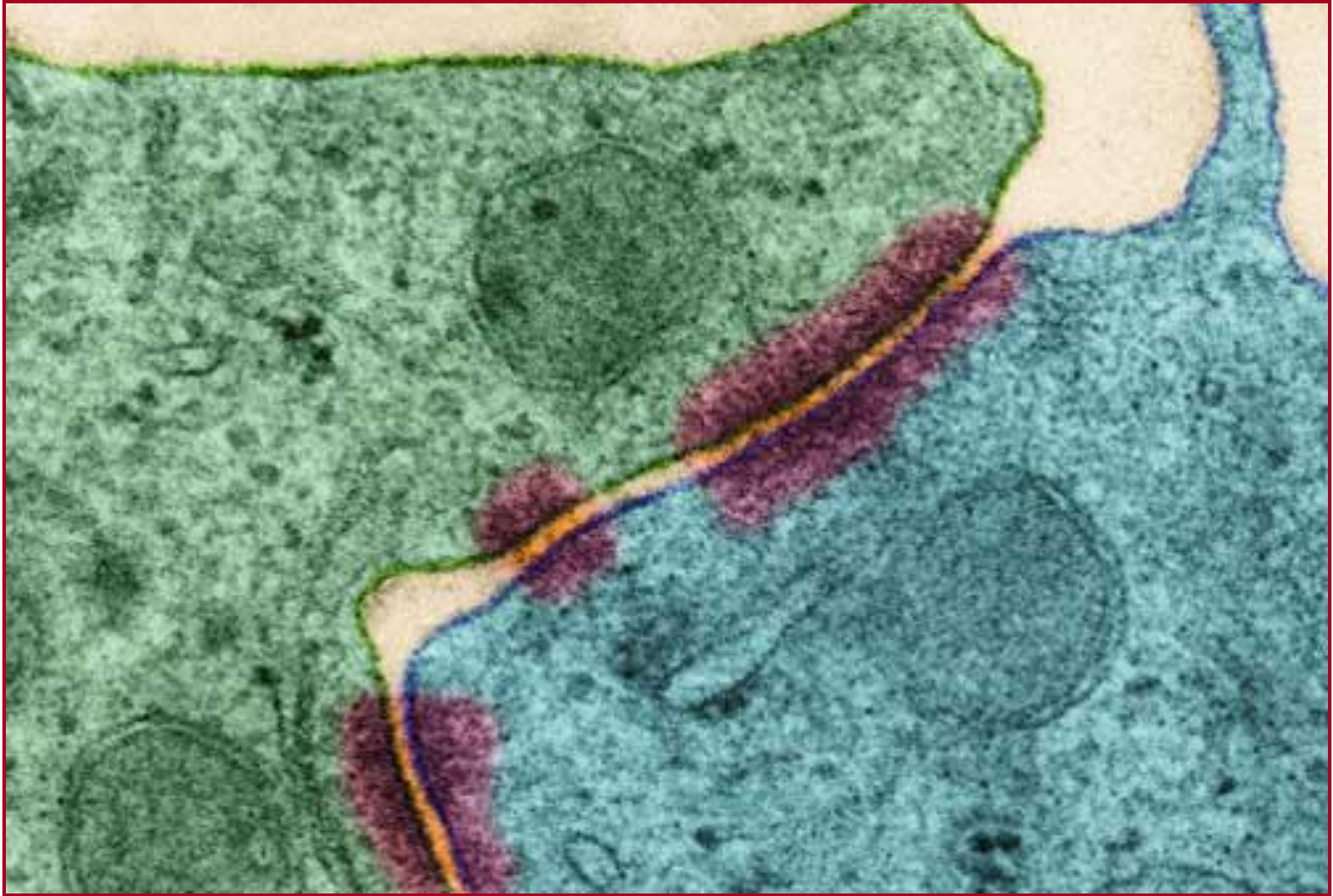
Adhezioni pojasevi (veze ostvarene posredstvom aktinskih filamenata)

Dezmozomi (veze ostvarene posredstvom intermedijernih filamenata)

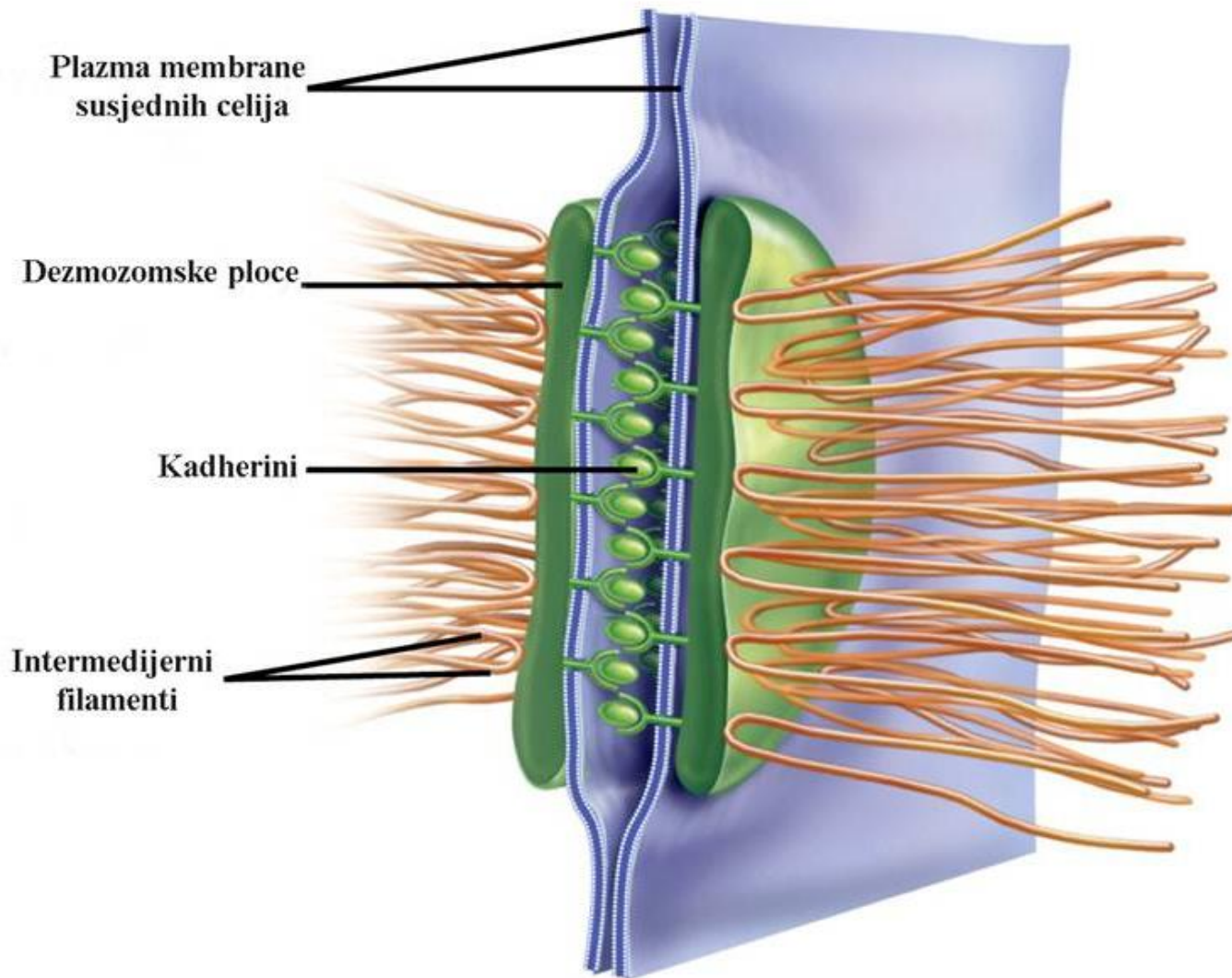
Hemidezmozomi (povezuju ćelije sa matriksom)



Adhezioni pojasevi



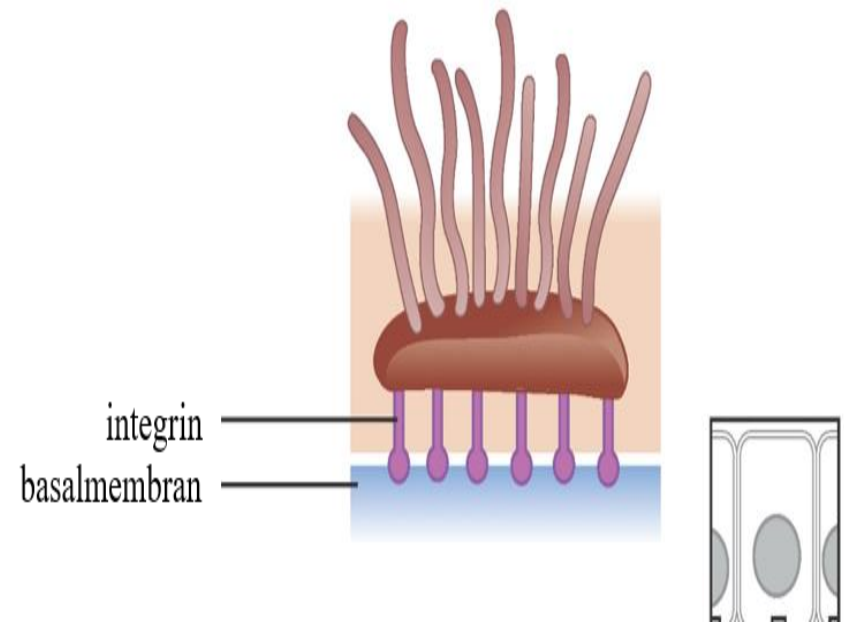
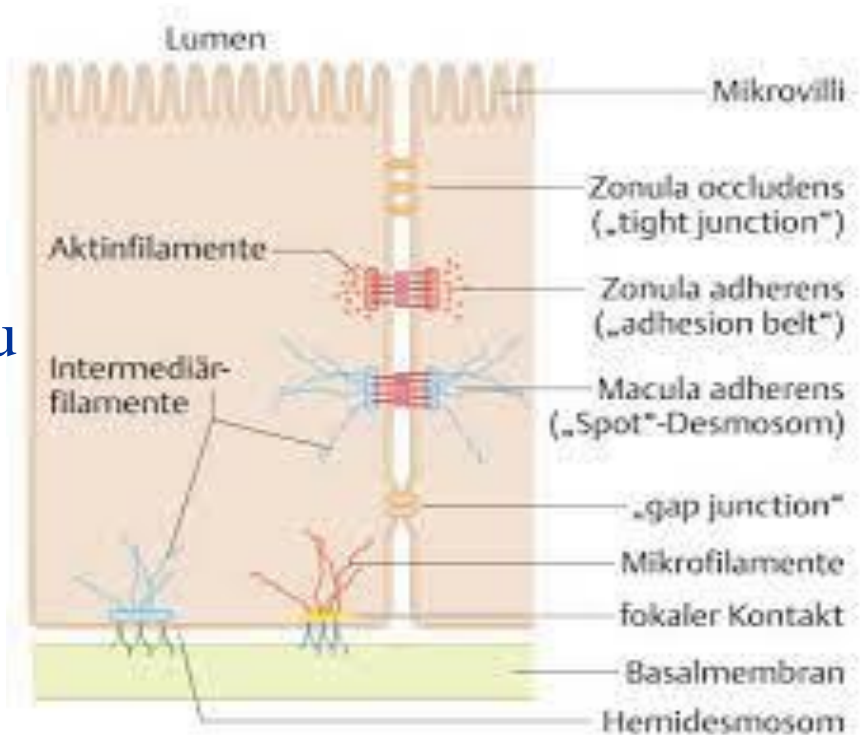
Dezmozomi



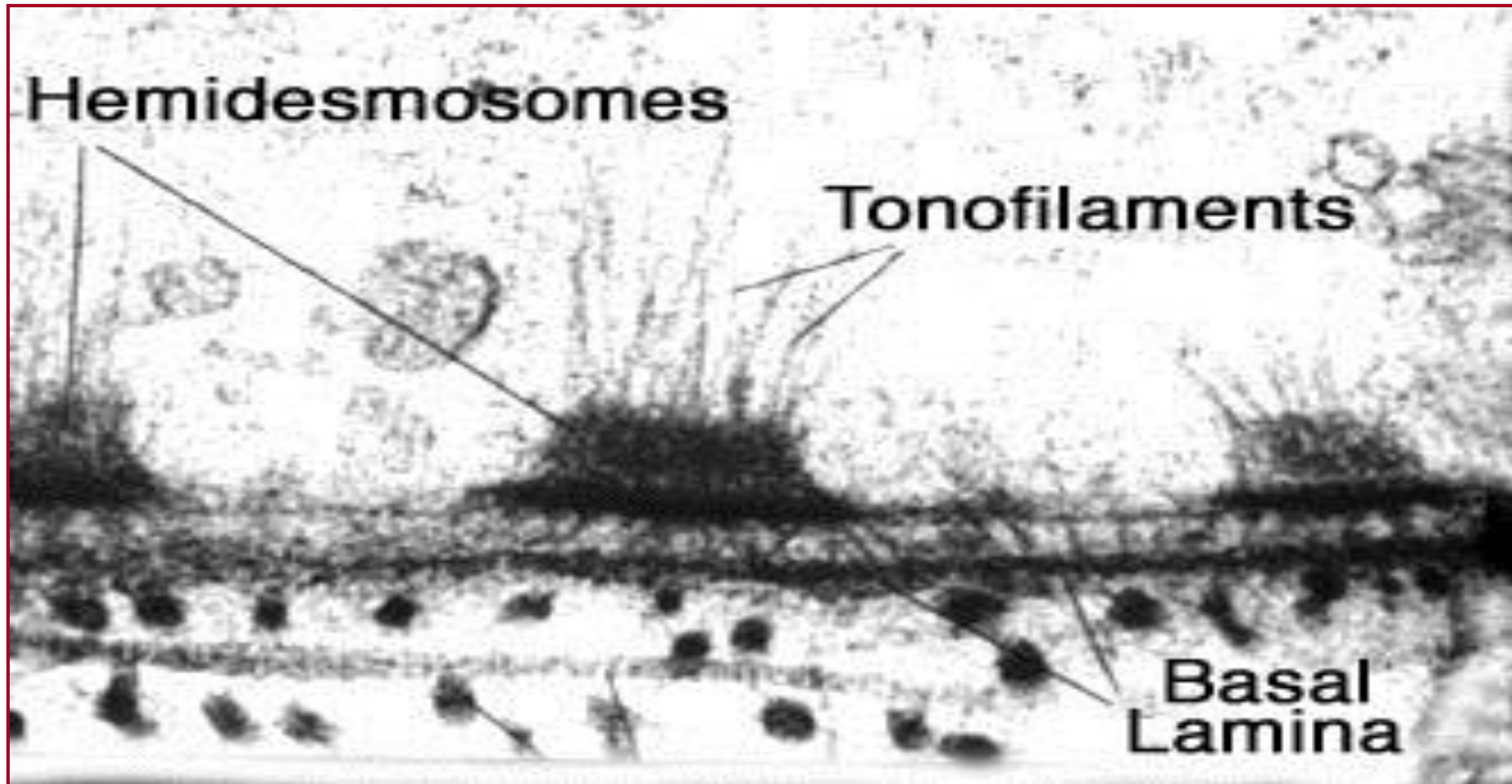
Hemidezmozomi

- Doprinosu čvršćem priljubljanju epitela za podepitelske strukture
- Izgrađeni su iz dezmozomske kružne ploče postavljene paralelno sa osnovom ćelije

Hemidezmozomi (povezuju ćelije sa matriksom- preko proteina integrina!



Hemidezmozomi



Komunikacione (pukotinaste) veze

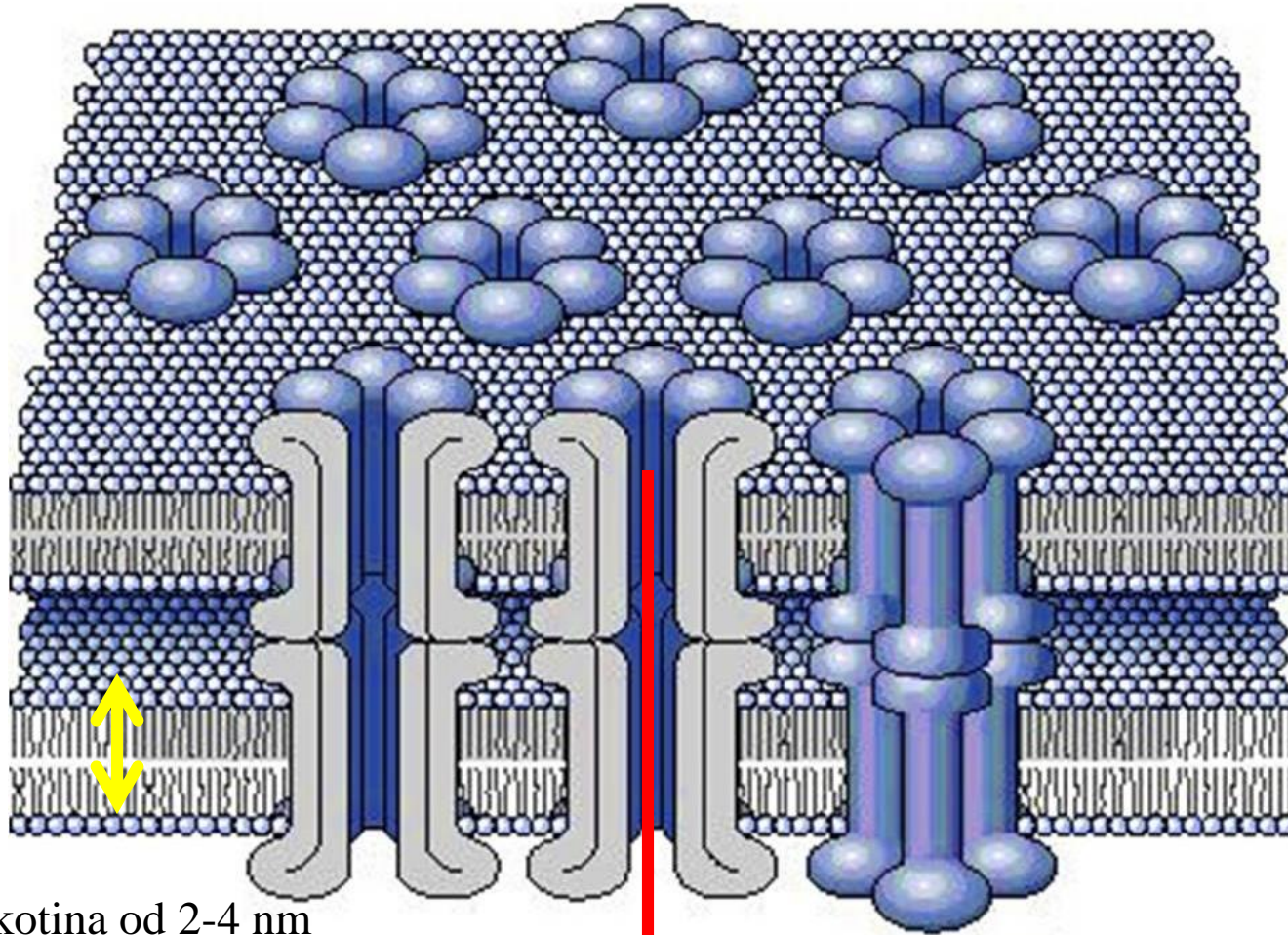


➤ Omogućavaju direktnu vezu između citoplazmi susjednih ćelija

Tipovi:

- **Neksusi ili gap veze** (*gap*, eng. procjep, pukotina)
- **Hemijske sinapse** (između nervnih ćelije, između nervnih i mišićnih, između nervnih i žljezdanih ćelija)
- **Plazmodezme** (kod biljnih ćelija)

Neksusi ili *gap* veze



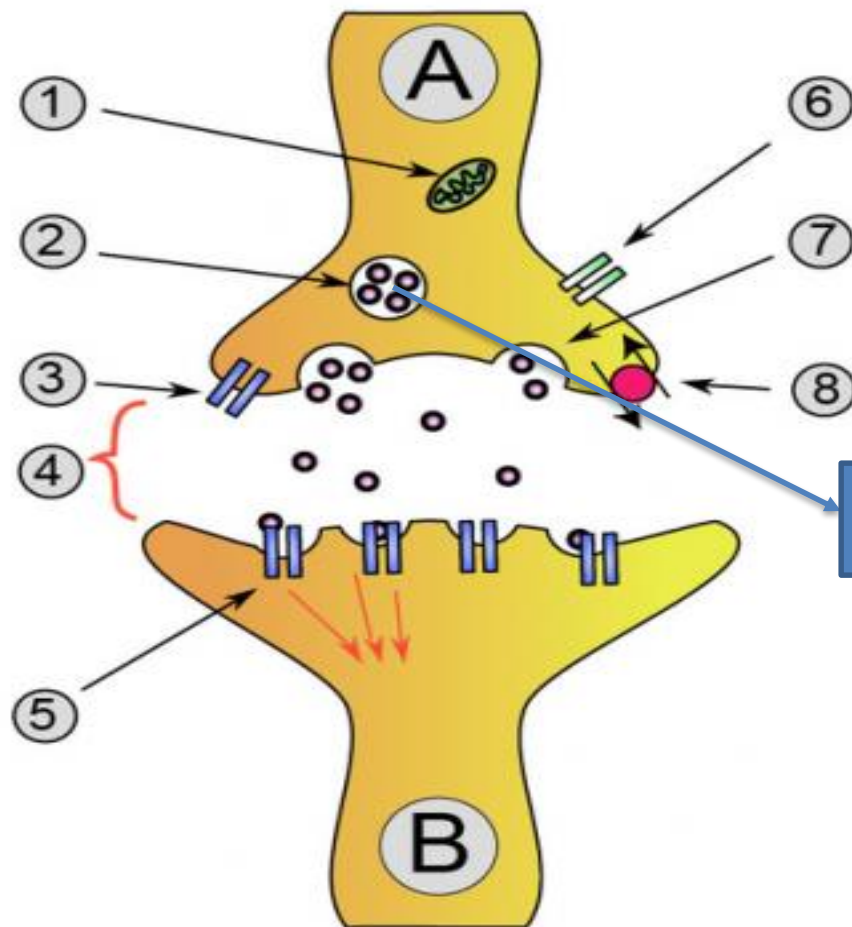
GAP pukotina od 2-4 nm

Dva koneksiona formiraju kanal između susjednih ćelija za prolaz jona, molekula itd.

Koneksioni sastavljeni od 6 subjedinica

Hemijske sinapse

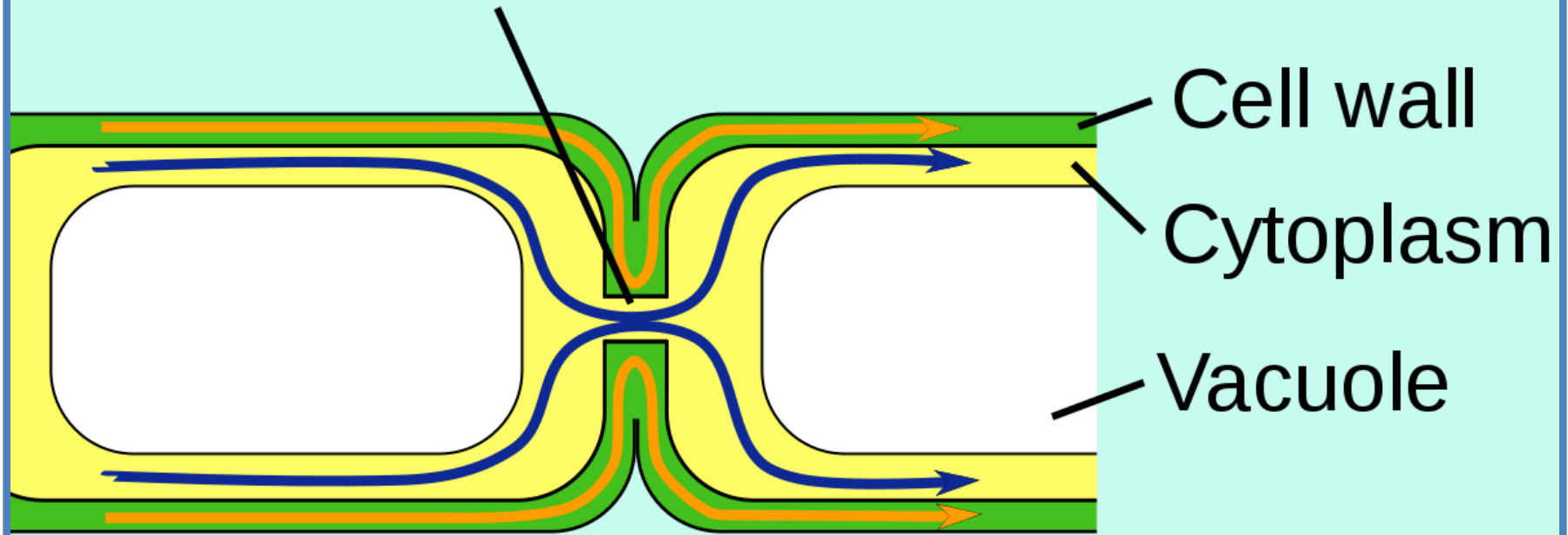
Presinaptički neuron



Sinaptičke vezikule sa hemijskim transmiterima

Postsinaptički neuron

Plasmodesma



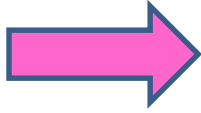
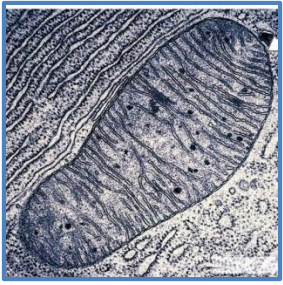
Cell wall

Cytoplasm

Vacuole

— Apoplastic pathway (through cell wall)

— Symplastic pathway (through cytoplasm)



Ćelijske organele



➤ U zavisnosti od procesa koji se u njima odigravaju, razlikuju se:

1. **Organele za procese sinteze proteina i lipida** - GER i AER i Goldžijev aparat
2. **Organele za procese razlaganja različitih materija** - lizozomi i vakuole
3. **Organele za sintezu ATP-a** - mitohondrije

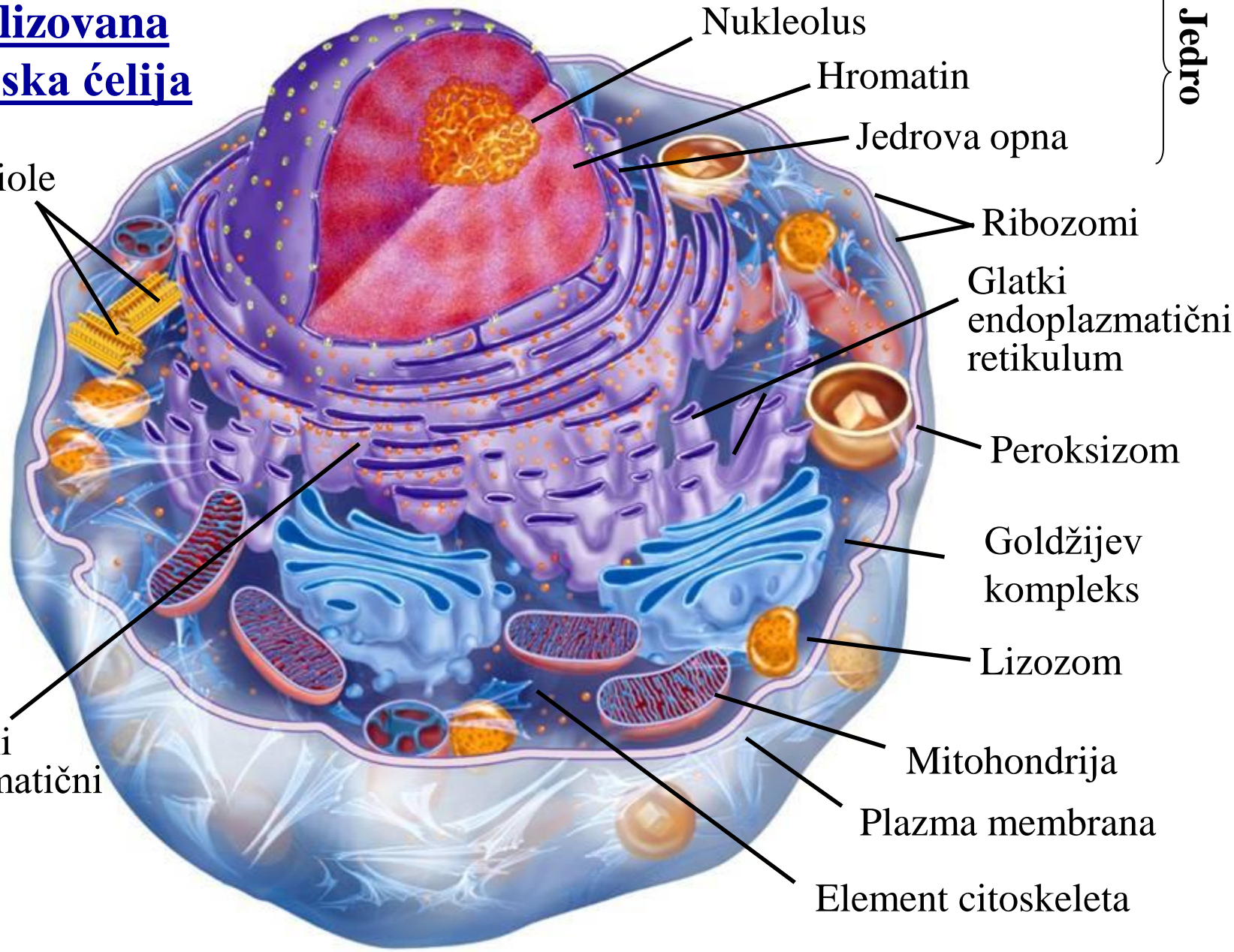
A microscopic image of a cell, likely a liver cell, showing various organelles. A large pink arrow points downwards from the top center of the image towards a white text box with a pink border. The text box contains information about the classification of organelles based on the presence of a membrane.

U zavisnosti od toga da li sadrže membranu organele se dijele na:

➤ **NEMEMBRANSKE** (CENTRIOLI I RIBOZOMI)

➤ **MEMBRANSKE** (ENDOPLAZMATSKI RETIKULUM, GOLDŽIJEV APARAT, LIZOZOMI, PEROKSIZOMI I MITOHONDRIJE)

Generalizovana
životinjska ćelija



Jedro

Centriole

Nukleolus

Hromatin

Jedrova opna

Ribozomi

Glatki
endoplazmatski
retikulum

Peroksizom

Goldžijev
kompleks

Lizozom

Mitohondrija

Plazma membrana

Element citoskeleta

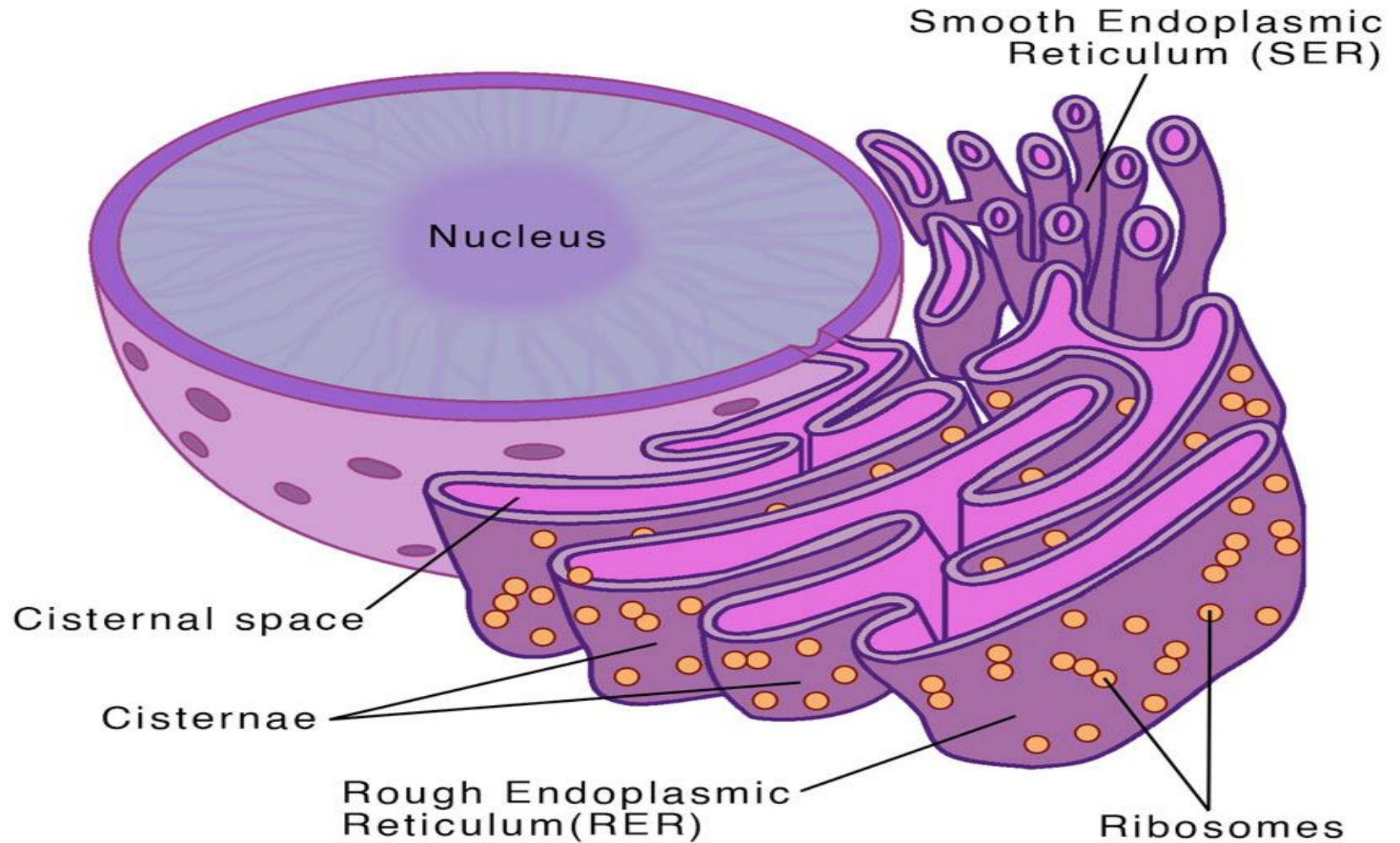
Granularni
endoplazmatski
retikulum



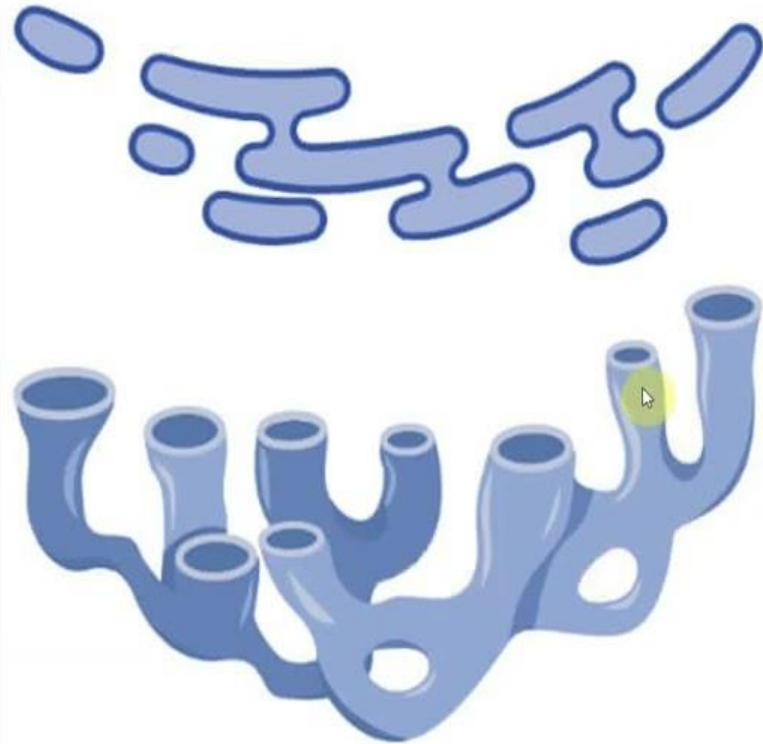
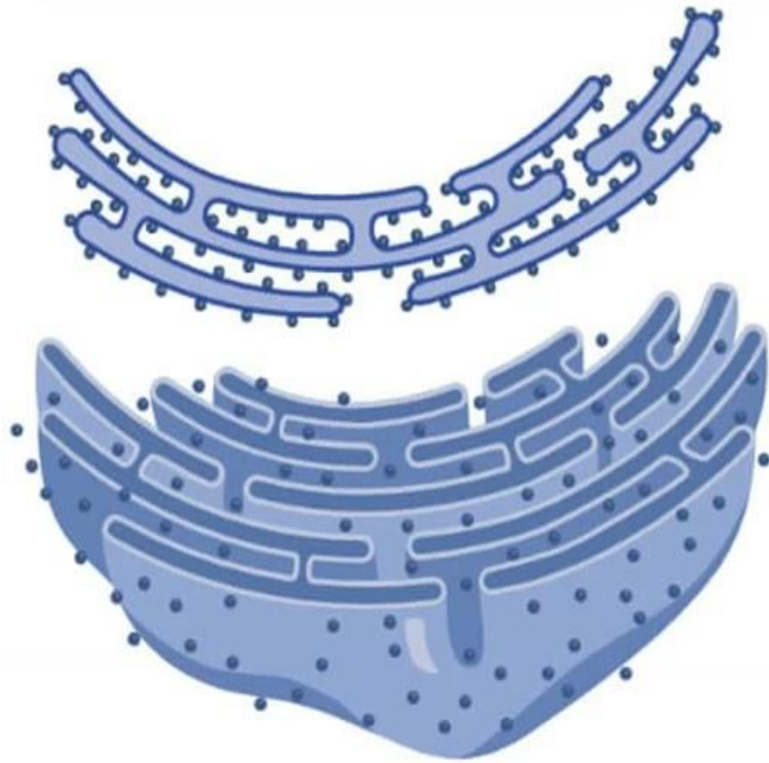
ENDOPLAZMATIČNI RETIKULUM

- Prisutan u svim eukariotskim ćelijama (izuzev eritrocita); ubraja se u najveće org. Čine ga mreža **cistijerni, vezikula i tubula**
- **Morfološki i funkcionalno postoje 3 regiona ER:**
- **Granulisani ER (GER) ili hrapavi,**
- **Agranulisani ili glatki ER (AER)**
- **Prelazni region koji ih povezuje**
- ❑ Forma, količina i raspored elemenata ER zavisi od stepena diferencijacije i metaboličke aktivnosti ćelije

Endoplasmic Reticulum

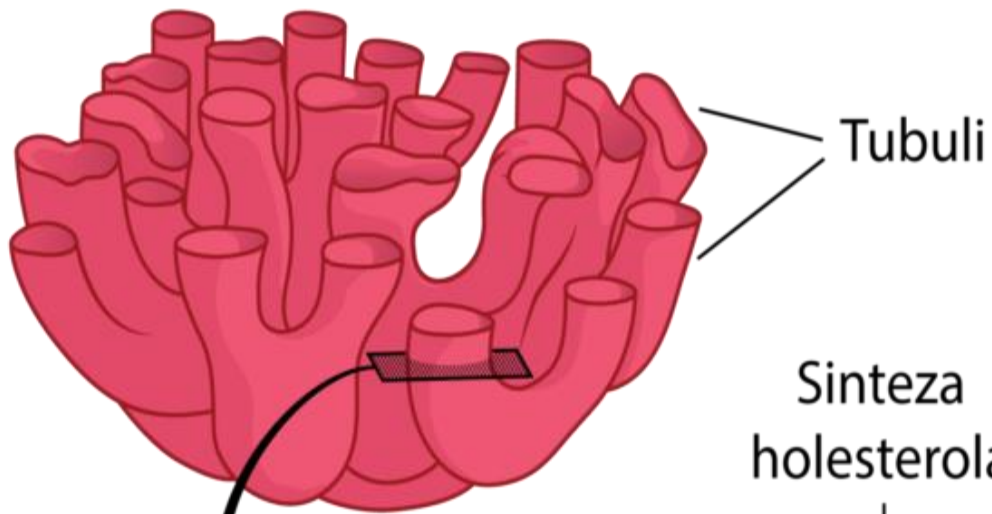


Differences Between Rough and Smooth Endoplasmic Reticulum



GER

AER

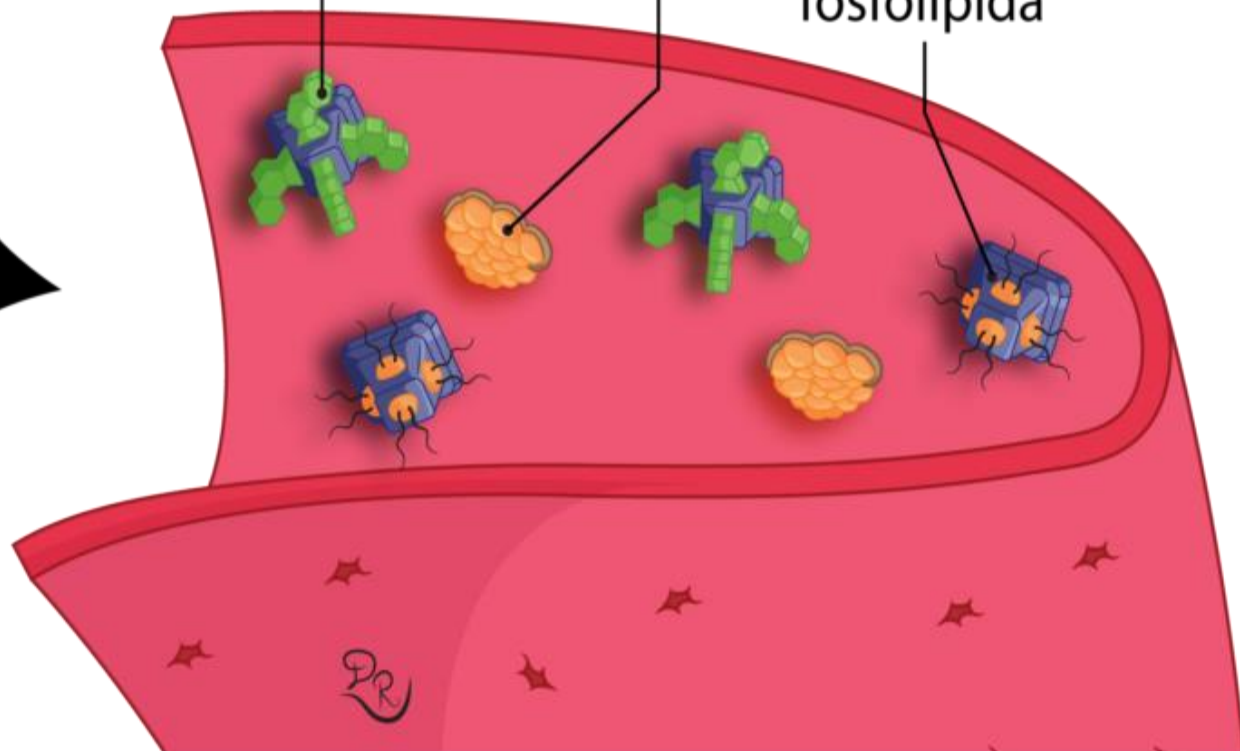


AER

Sinteza
holesterola

Citohohrom
P450

Sinteza
fosfolipida



Dva oblika ER – a

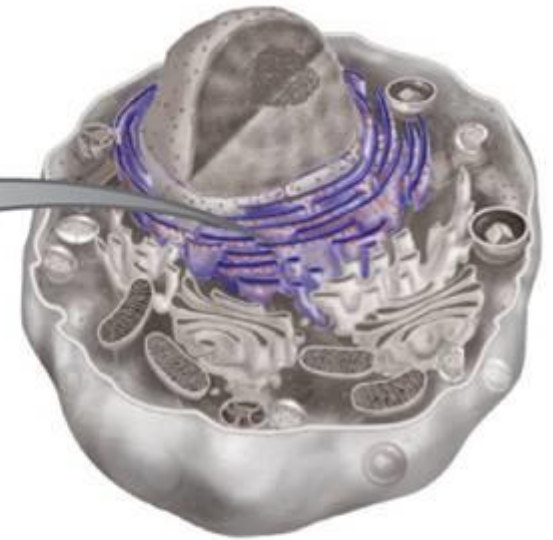
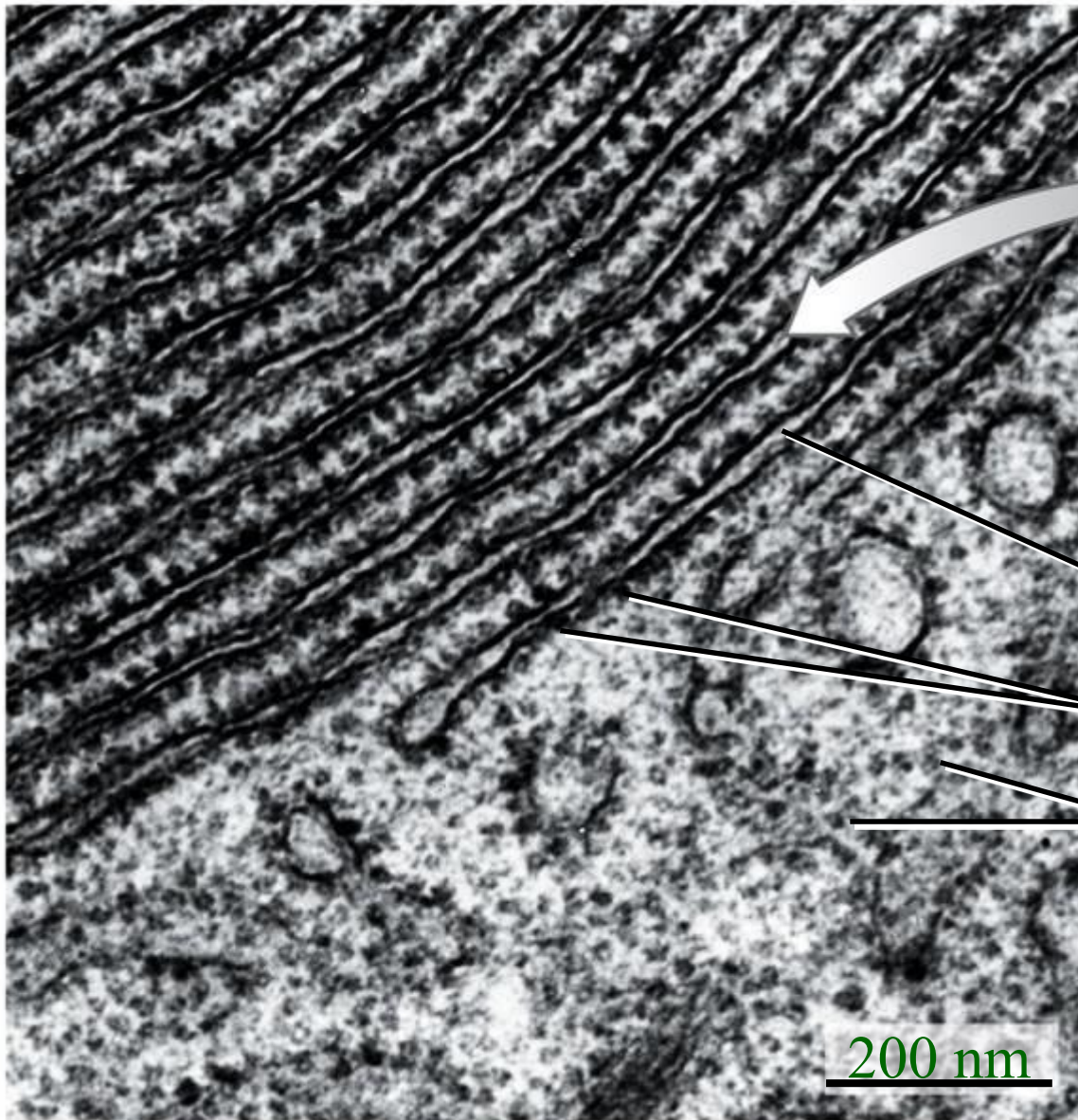
(koji su međusobno povezani)

1. Granularni ER (hrapavi)

- Hrapavi endoplazmatičnu mrežu čini međusobno povezane cistjerne.
- Na spoljašnjoj površini membrana nalaze se ribozomi!
- Spoljašna membrana jedrovog omotača pripada GER-u
- **Uloga:** sinteza proteina i njihov transport kroz ćeliju.

2. Agranularni ER (glatki)

- Glatku endoplazminu mrežu formiraju međusobno povezane razgranate cjevčice
- **Nikada ne sadrže ribozome!**
- **Uloga:** sinteza lipida ćelijske membrane (fosfolipida) i membrana ćelijskih organela; holesterol; steroidni hormoni



Lumen granulisanog
endoplazmatičnog
retikuluma (cisterne)

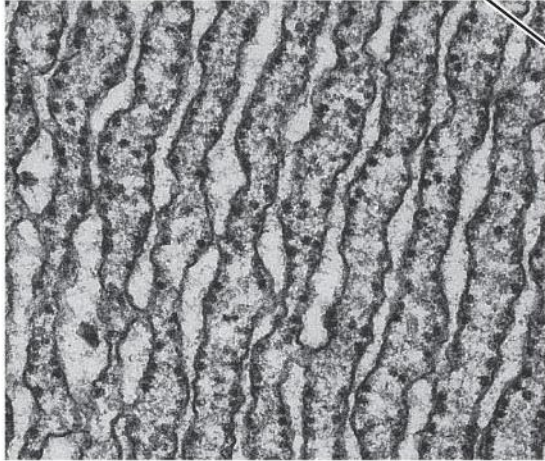
Ribozomi

Slobodni ribozomi u
citoplazmi

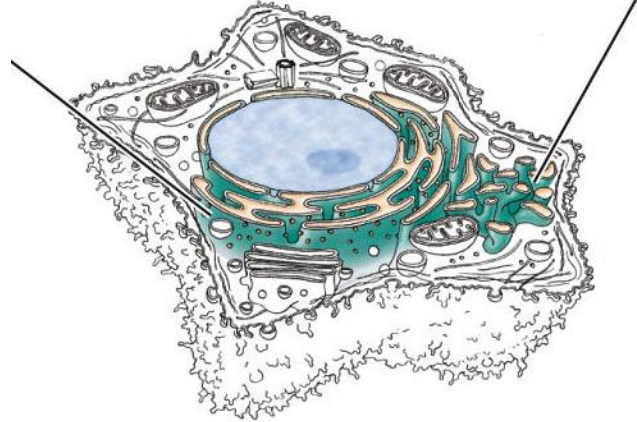
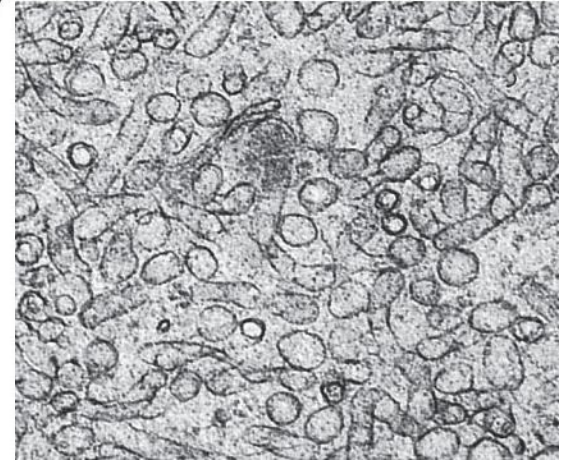
200 nm

ENDOPLAZMATIČNI RETIKULUM

Rapavi endoplazmatični
retikulum



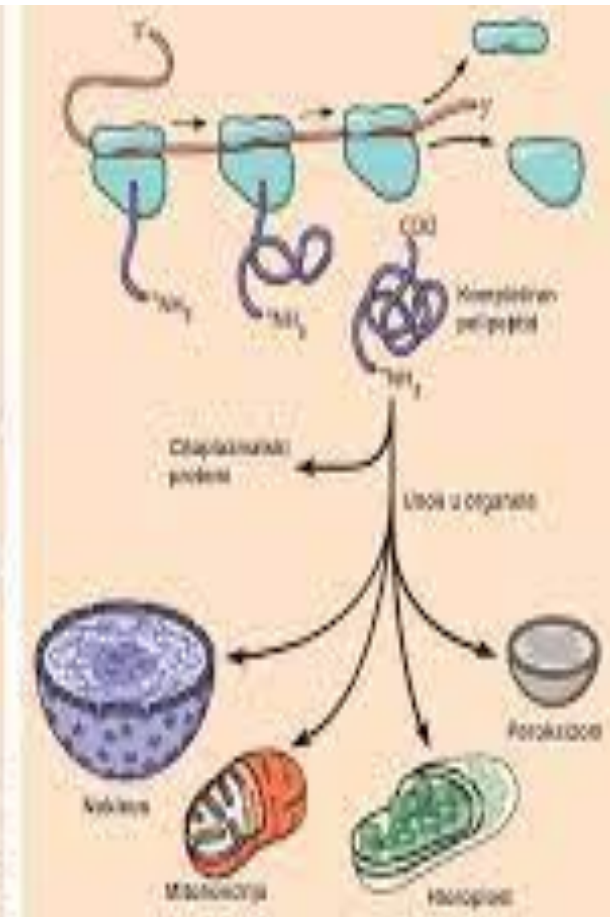
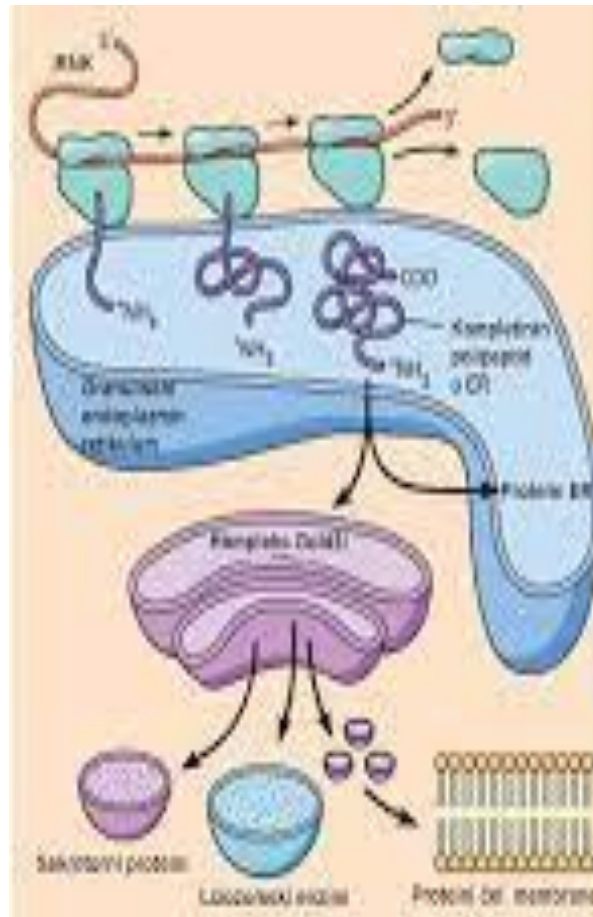
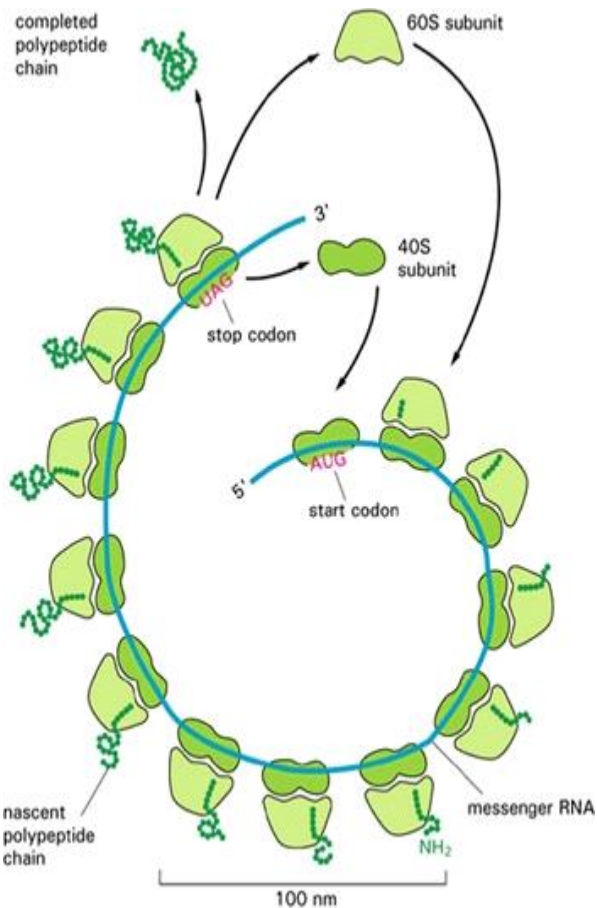
Glatki endoplazmatični
retikulum

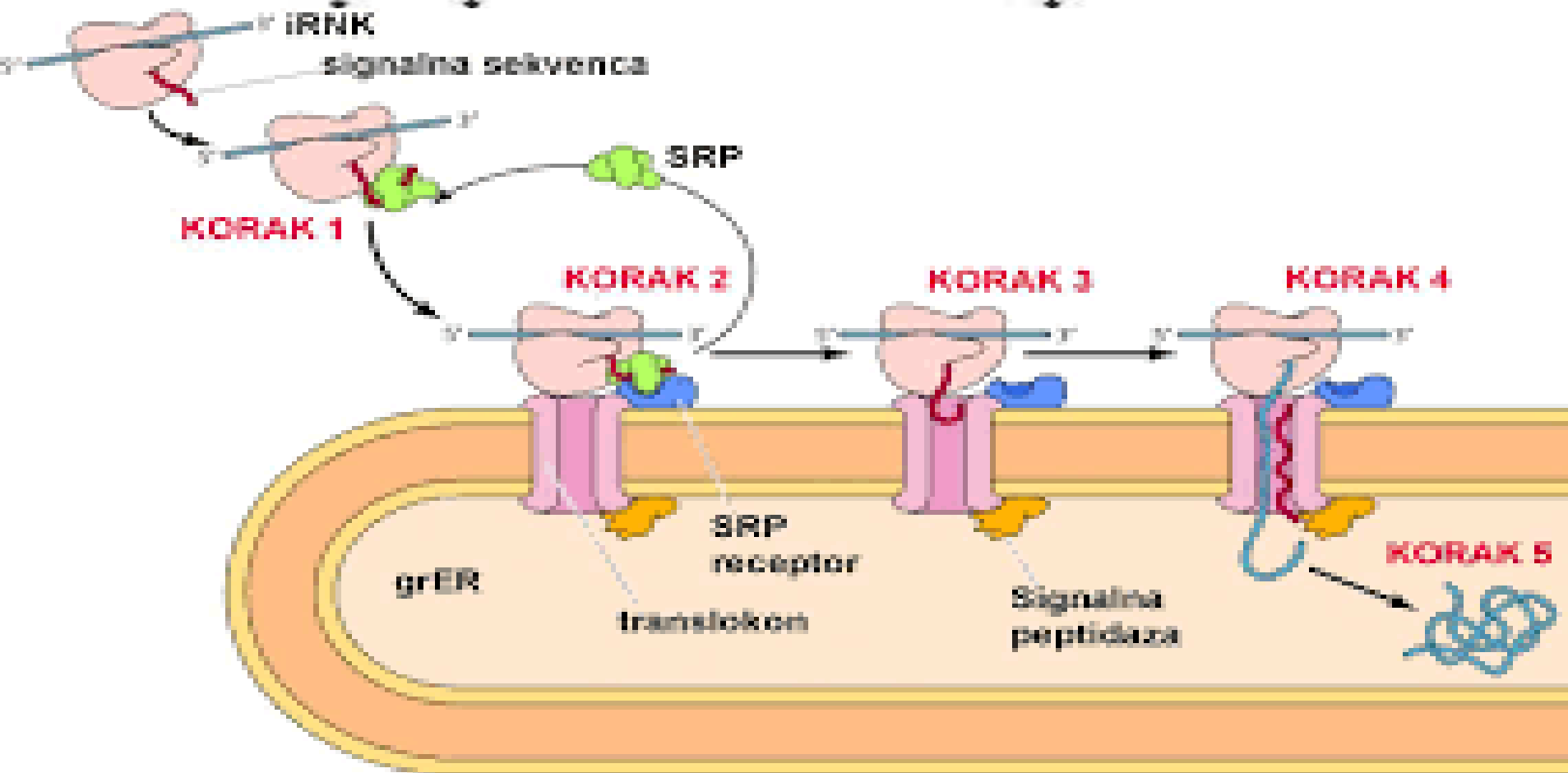
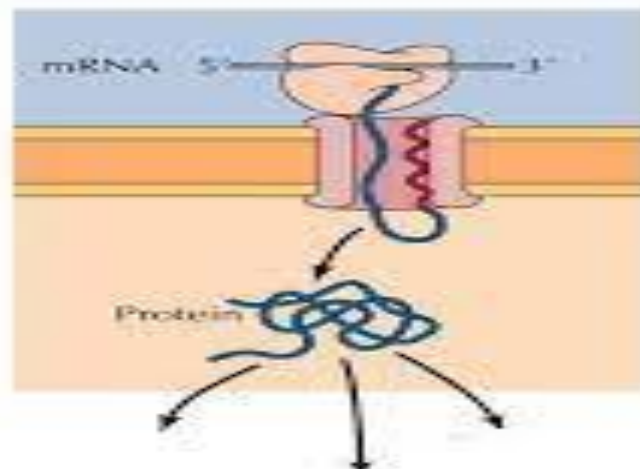
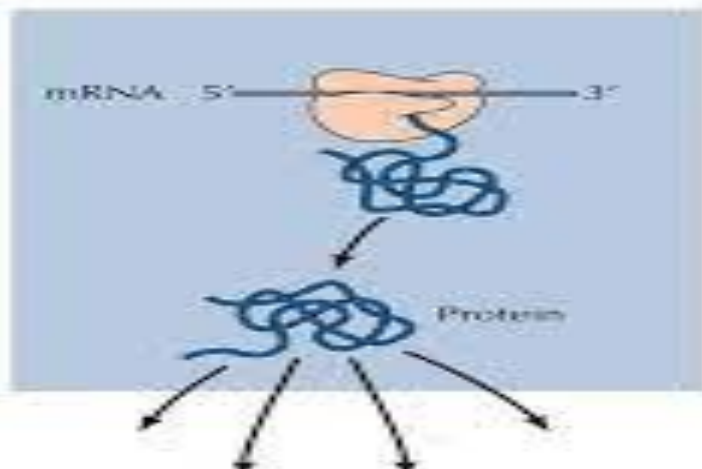


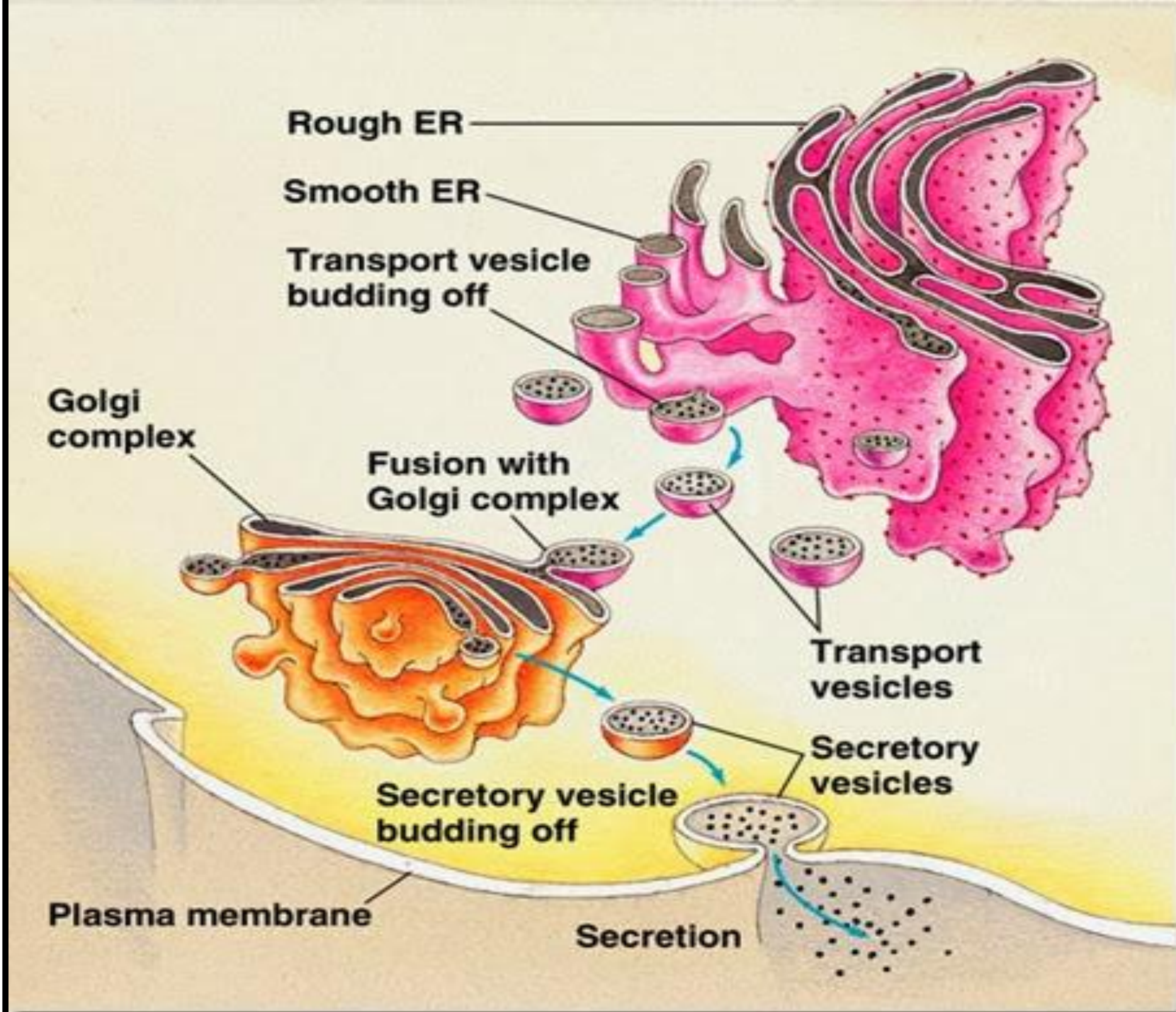
- Između GER i AER nema oštre granice
- Po potrebi prelaze jedan u drugi
- Smatra se da AER nastaje sekundarno od GER gubitkom granula

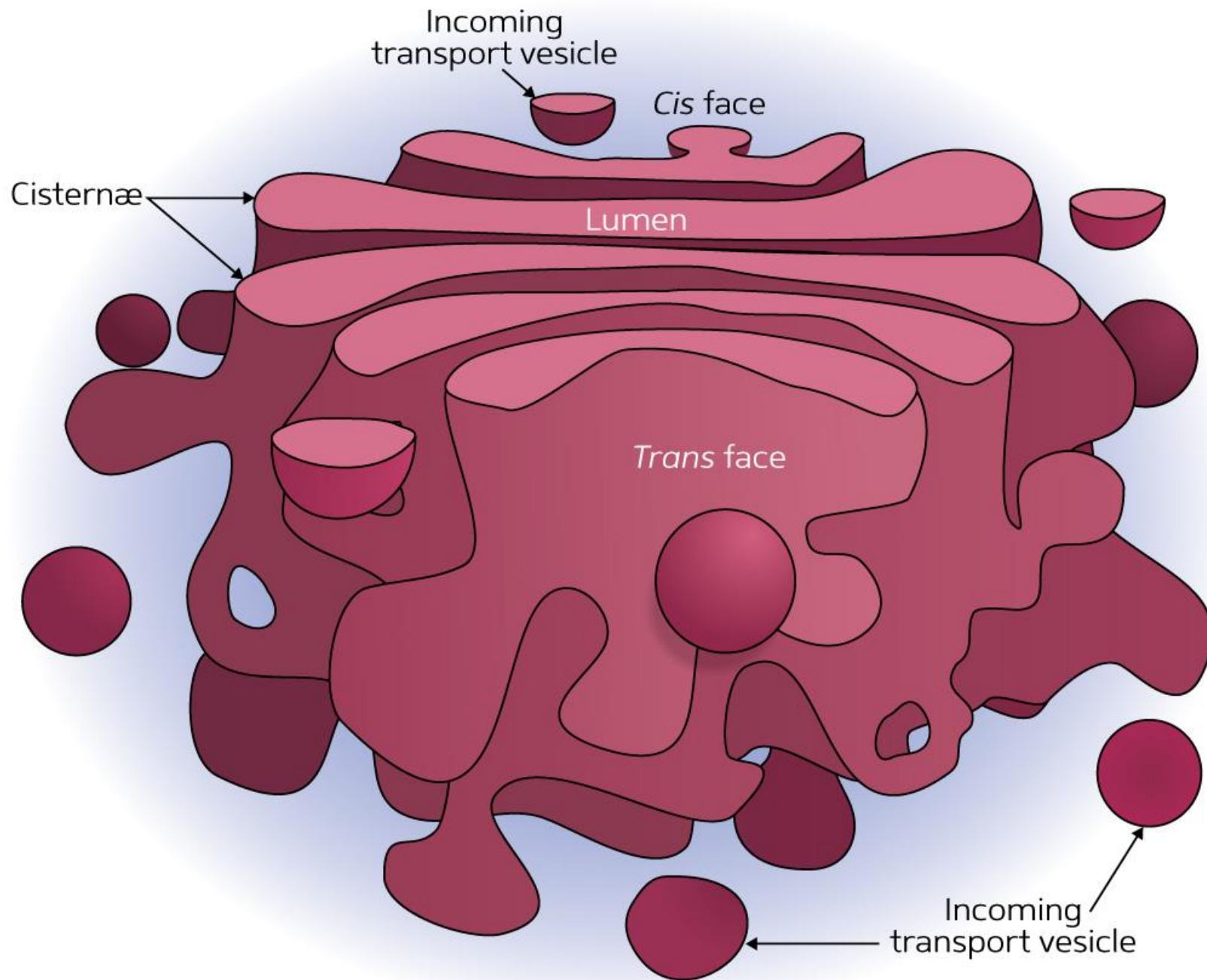
ENDOPLAZMATIČNI RETIKULUM

➤ Sekretorni put materija sintetisanih u ER









ENDOPLAZMATIČNI RETIKULUM

Uloga

- Sistemom ER se **povećava površina citoplazme** (površina metaboličke aktivnosti)
- GER je mjesto **sinteza proteina**
- AER učestvuje u **sintezi masti i njima srodnih jedinjenja**
- ER ima ulogu **magacina** budući da se u njemu sakupljaju supstance nastale u citoplazmi
- ER ima ulogu **transportnog sistema** za prenošenje materija iz jednog dijela ćelije u drugi
- ER ima ulogu u **provođenju impulsa** u ćeliji (sarkoplazmatični retikulum)

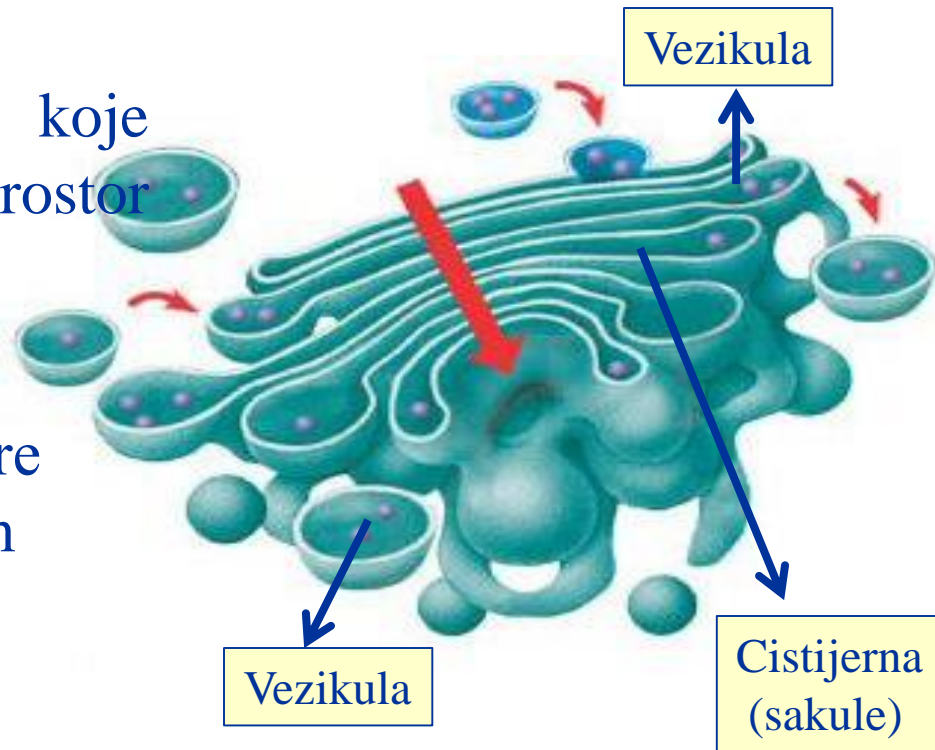
GOLDŽIJEV APARAT

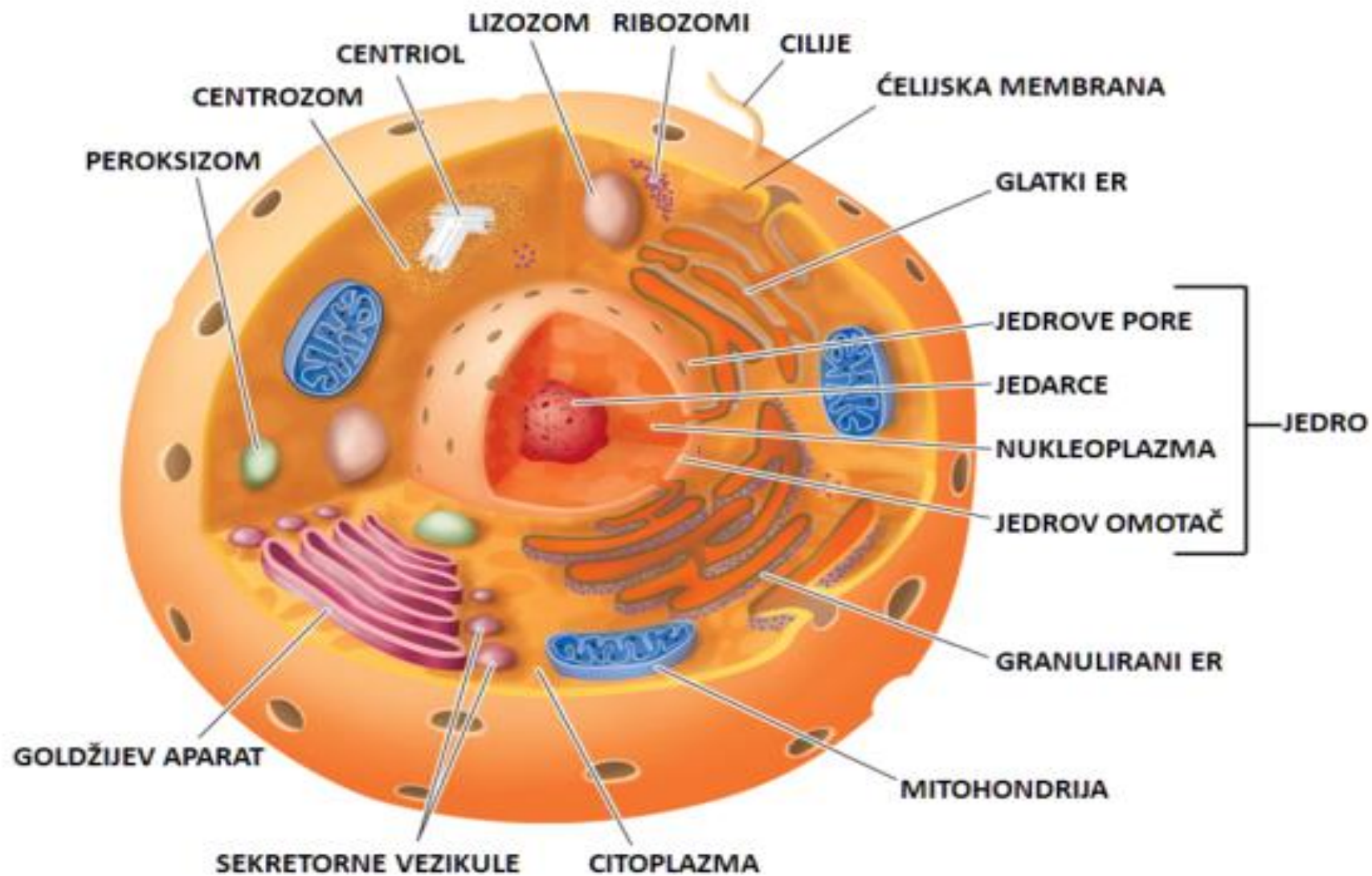
➤ **Položaj:** u blizini jedra i ER-a.

➤ **Građa:** čine ga **membrane** koje ograničavaju unutrašnji prostor (**cistijerna**); 4-6 cistijerni

➤ Membrane ograničavaju prostore diskoidnog oblika sa proširenim prostorom cistijerne na obodu (**vezikule - kesice**).

➤ Dobro je razvijen u žljezdanim i nervnim ćelijama

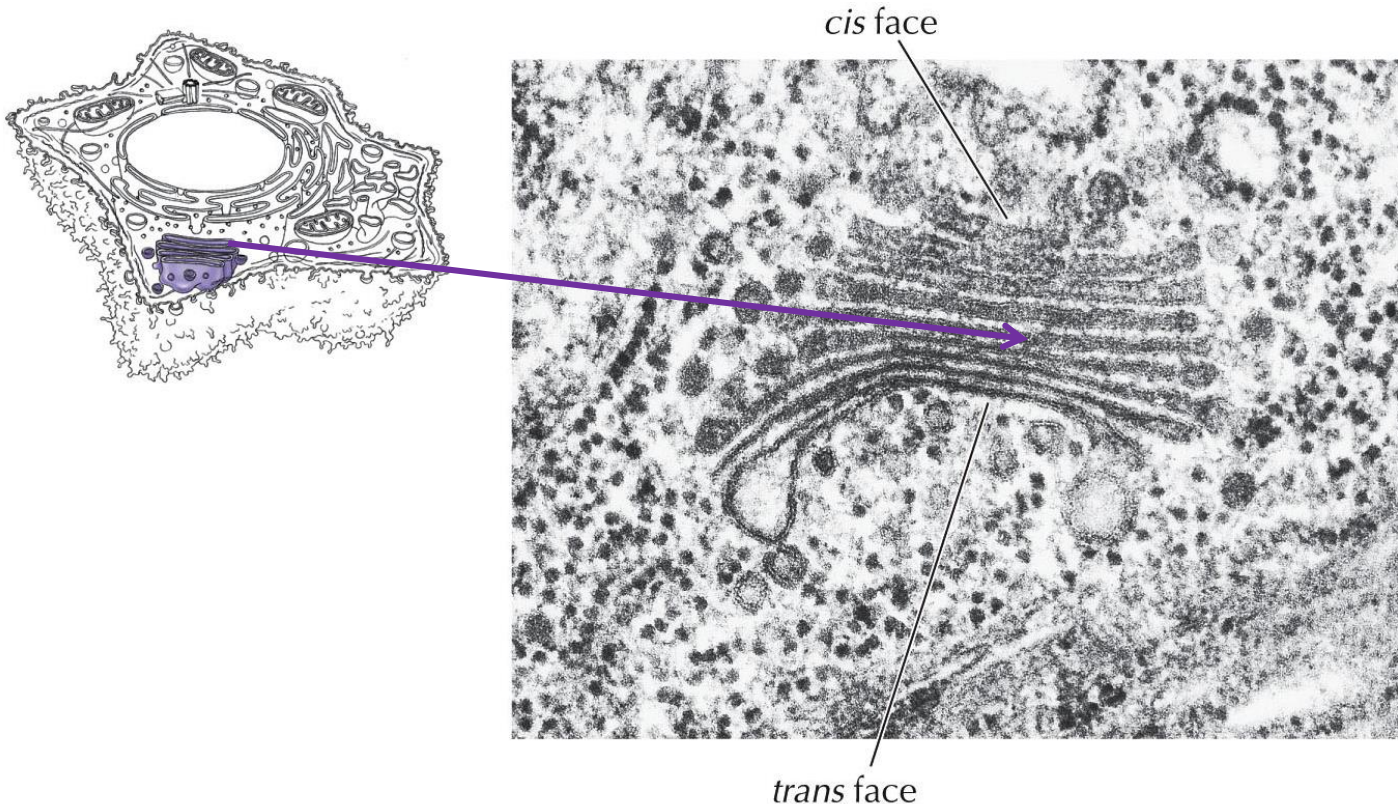




GOLDŽIJEV APARAT

➤ Polarnost GA:

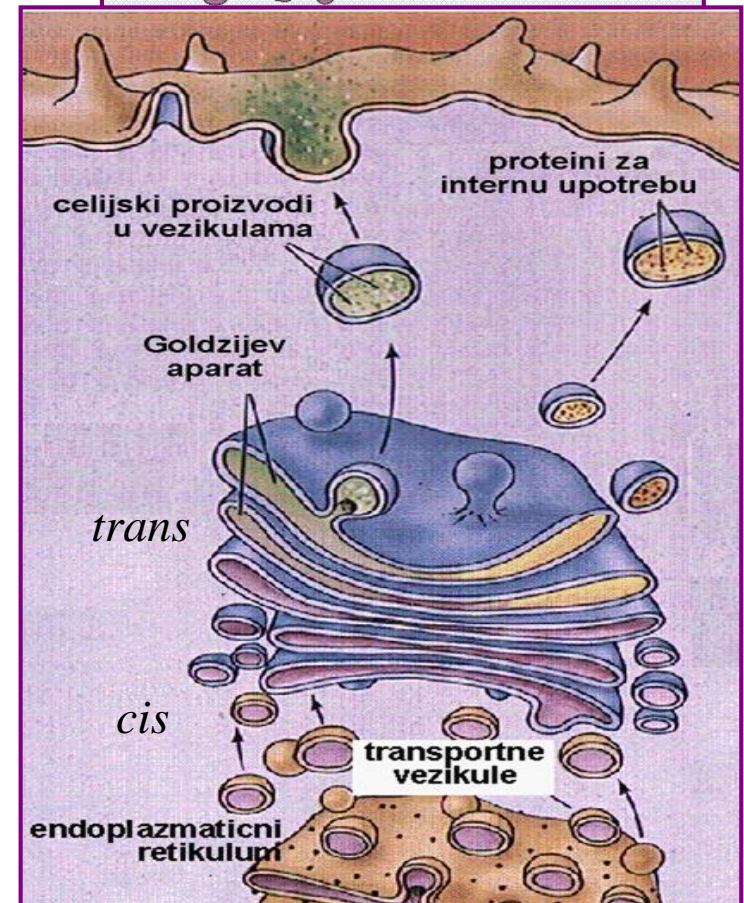
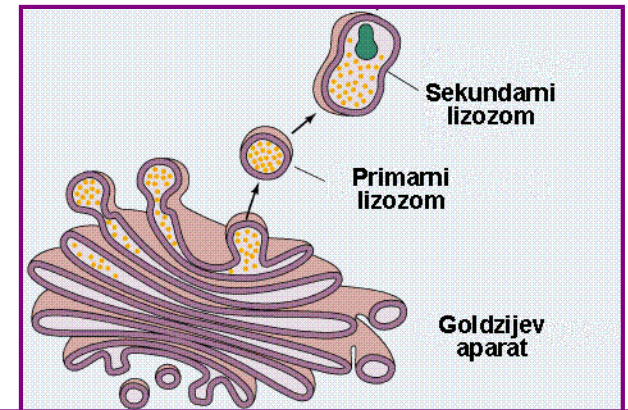
- ✓ Ulazna, "spoljašnja" (*cis*) strana, konveksna i okrenuta ka jedru
 - na njoj nastaju nove cistijerne fuzijom vezikula sa ER-a
- ✓ Izlazna, "unutrašnja" (*trans*) strana, konkavna
 - na njoj se razlažu cistijerne na vezikule



GOLDŽIJEV APARAT

Uloga

- Prijem proteina iz ER
- **Modifikuje, pakuje i razvrstava proteine** za sekreciju, lizosome ili plazminu membranu
- Sinteza glikolipida i sfingomijelina od prekursora sintetisanih u ER
- Učeštuje u izgradnji membrana lizozoma
- Regeneracija oštećenih membrana
- Stvaranje membrana novih ćelija tokom mitoze



Mitochondrije

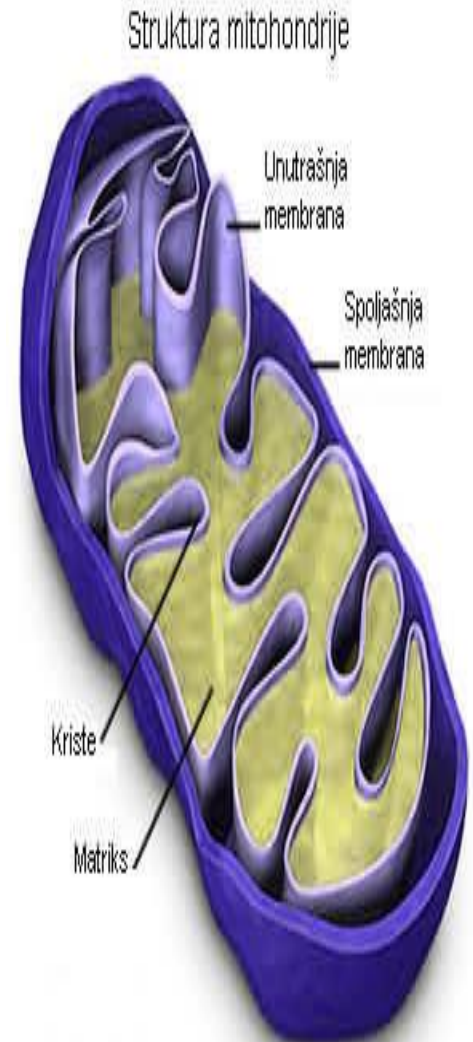


- *mitos*, grč – končić i *hondros* – zrno
- Prisutne u svim ćelijama izuzev eritrocita
- Oblik zavisi od vrste ćelije i fizioloških uslova

Mitochondrije

Uloga

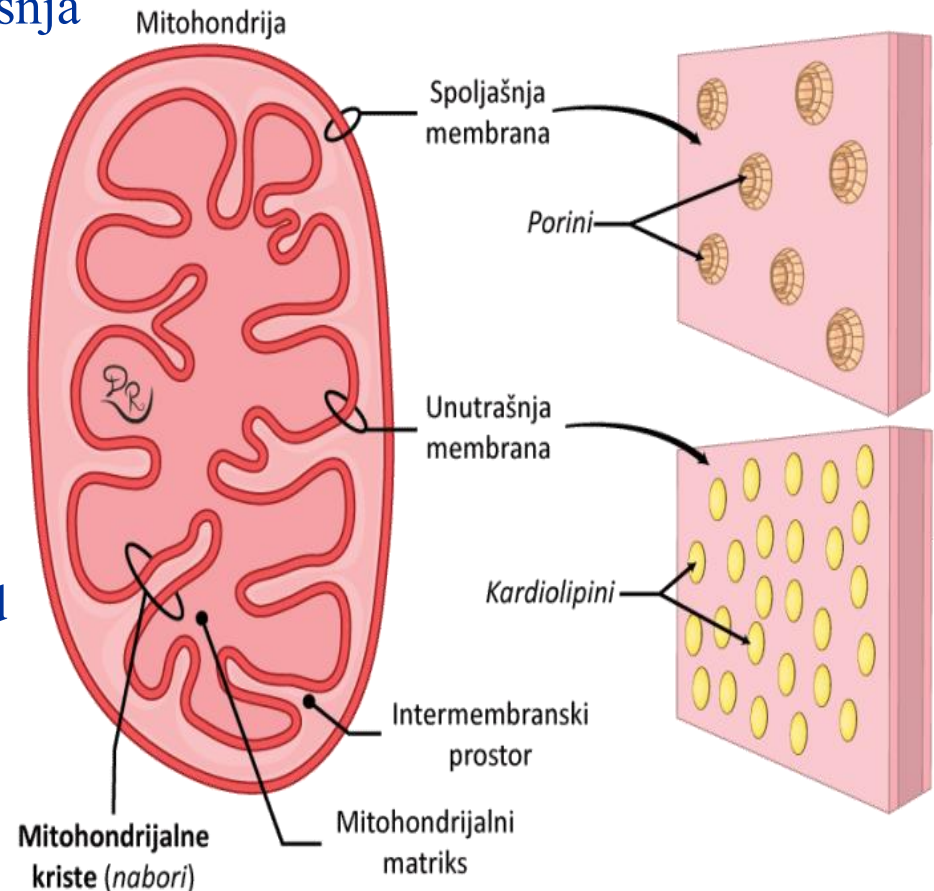
- Centri ćelijskog disanja (Krebsov ciklus)
- Izvor energije (energetski depo)
- U njima se odvija *oksidativna fosforilacija*, kojom nastaje ATP
- to su “**energetske baterije**” u kojima se i stvara i skladišti energija

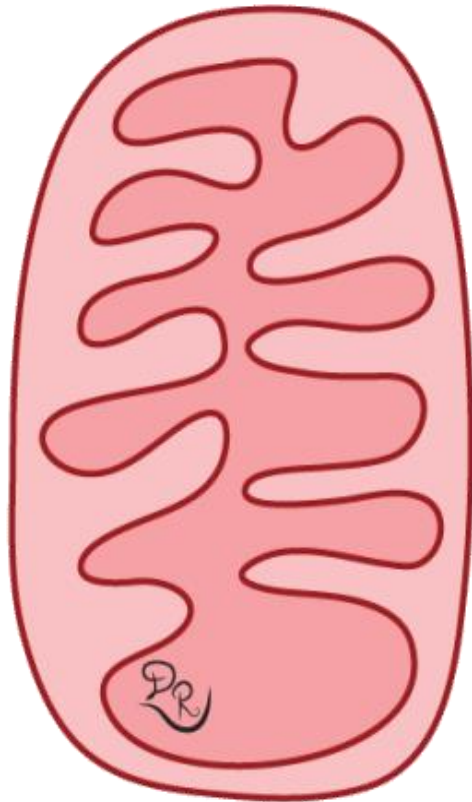


Mitochondrije

Građa

- Obavijene su **dvojnóm membranóm**. Spoljašnja membrana je glatka, a unutrašnja naborana (**kriste**)
- **Imaju sopstvenu DNK**
- Unutrašnjost organele ispunjava mitohondrijalni matriks
- **Broj zavisi od tipa ćelije i stepena aktivnosti**
- Labilne organele koje se mijenjaju pod uticajem spoljašnjih i unutrašnjih faktora
- Životni vijek 5-10 dana
- Sposobne su za autoreprodukciju

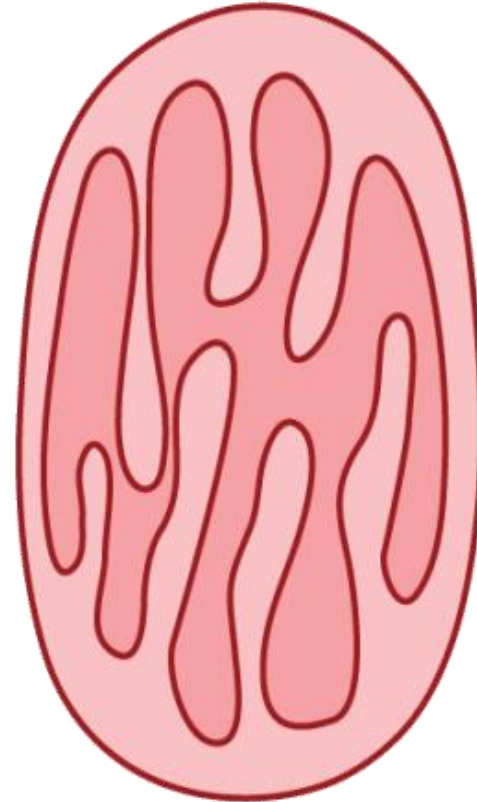




Poprečno postavljene
kriste



Longitudinalna
(uzdužna) **osa**
mitohondrija

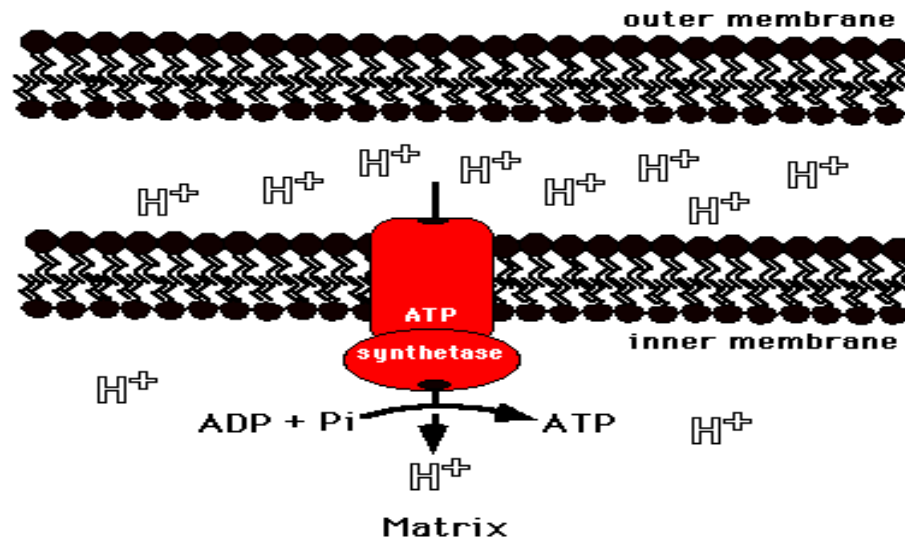


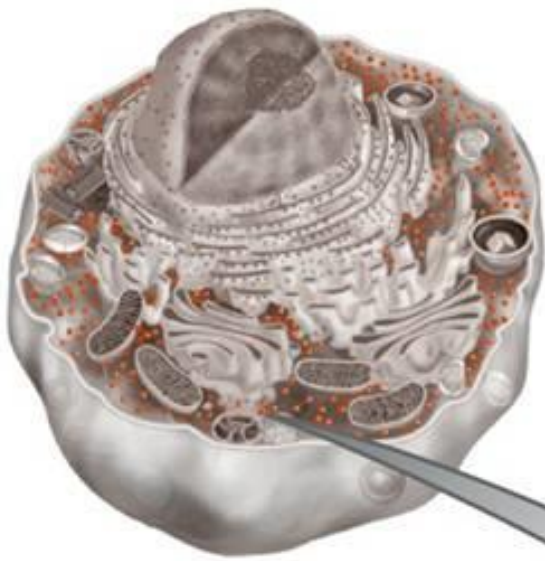
Paralelno postavljene
kriste

Mitochondrije

➤ Unutrašnja membrana sadrži sledeće grupe proteina:

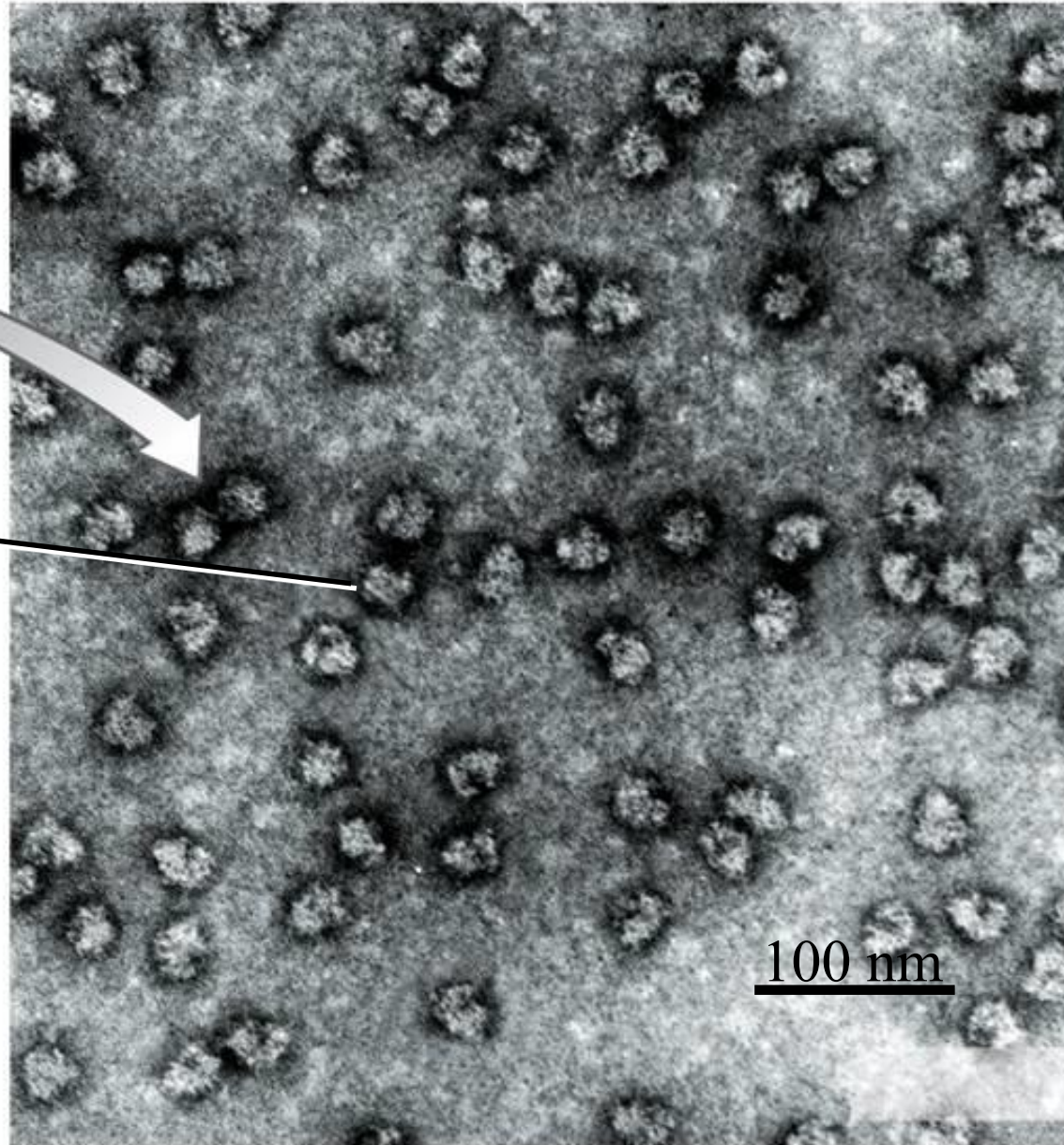
1. enzime koji obavljaju **reakcije oksidacije u respiratornom lancu** (lanac transporta elektrona)
2. **kompleks enzima ATP sintetaze** koji grade ATP
3. **Transportni proteini** koji regulišu prolaz metabolite u matriks i iz matriksa





RIBOZOMI

- Prisutni u svim ćelijama prokariota i eukariota
- Nastaju u jedarcetu (*nucleolus*)



100 nm

RIBOZOMI

- **Položaj:** nalaze se u citosolu prokariotskih i eukariotskih ćelija, kao i u unutrašnjosti mitohondrija i hloroplasta.
- Sitni su (15 do 30 nm).
- Čine ih mala i velika podjedinica (od proteina i rRNK u odnosu 1:1).
- Slobodni ili u grupama (**poliribozomi- 3-15 ribozoma povezanih iRNK**)

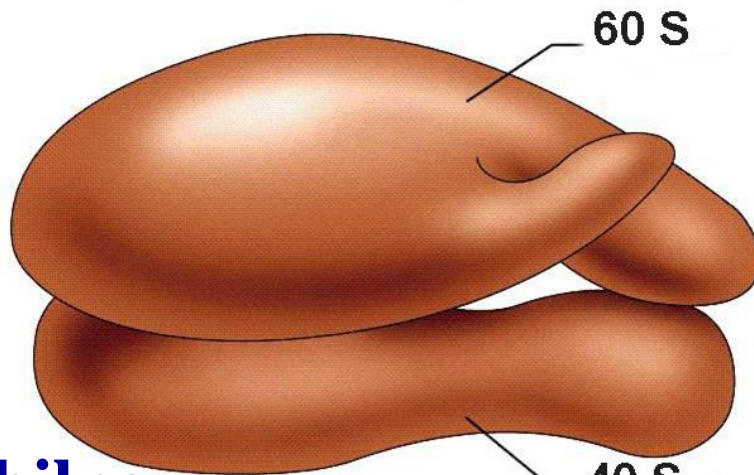


RIBOZOMI

Građa i uloga

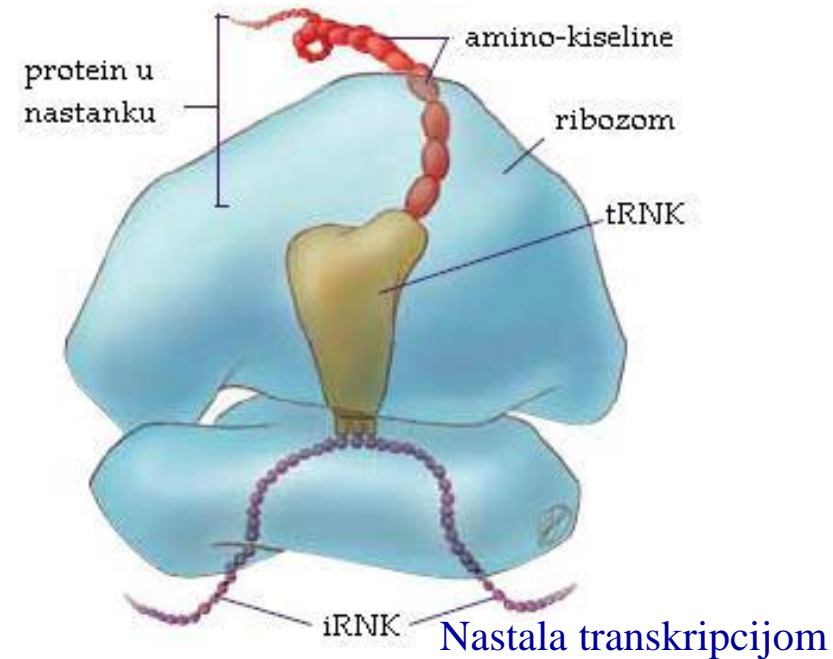
Eukariotski ribozom

Oblik i struktura



Stalna

Varijabilna

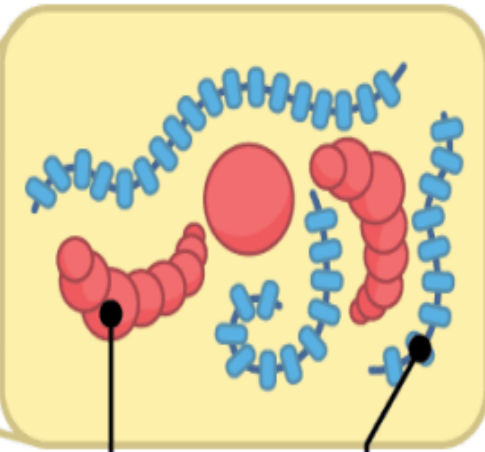


➤ **Sinteza proteina
(translacija)**

Mala subjedinica
(40S)

Velika subjedinica
(60S)

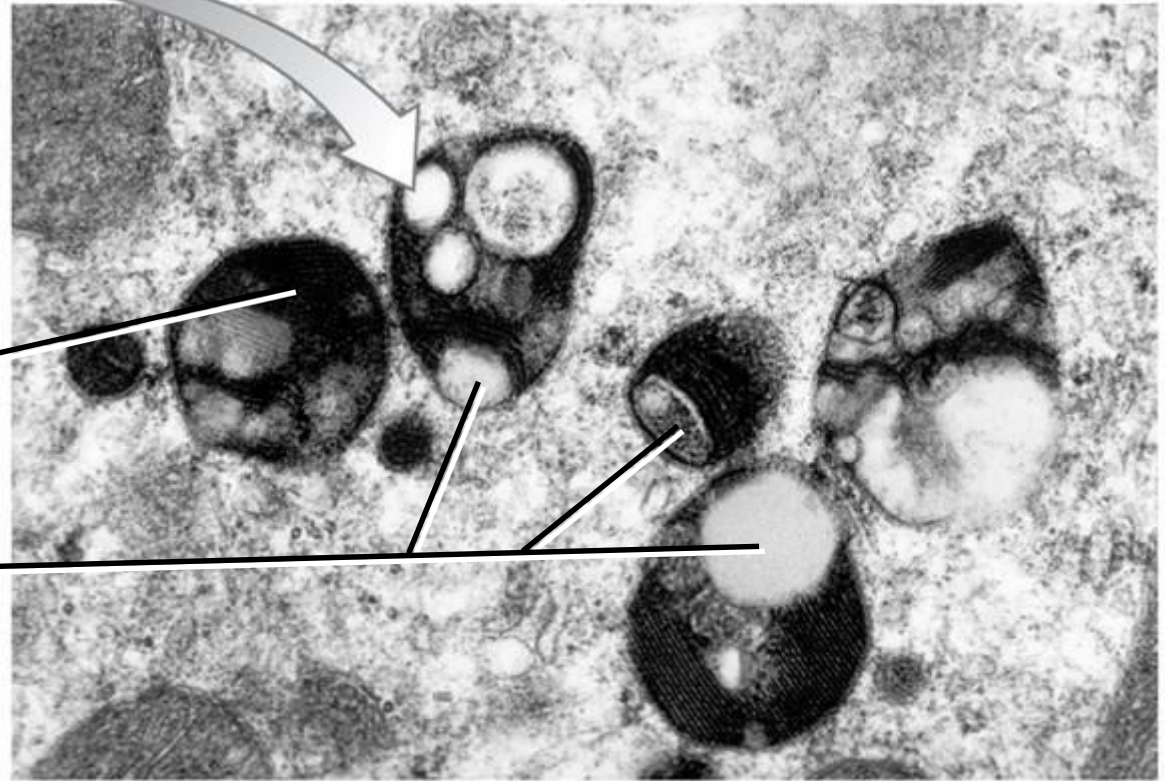
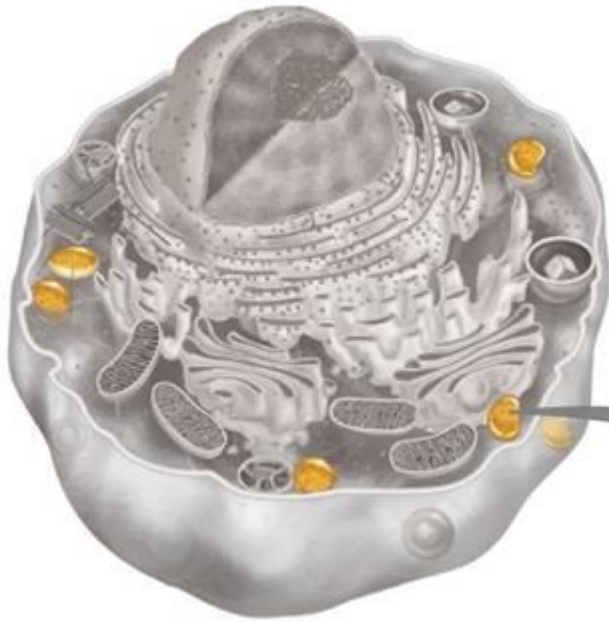
Ribozom



Proteini

Ribozomalna
RNK (rRNK)

LIZOZOMI



Lizozom

Materijal
koji se razlaže

LIZOZOMI



- *Lisis*, grč-rastvaranje, razaranje; *soma*-tijelo
- Digestivne organele prisutne u svim eukariotskim ćelijama osim eritrocita.
- Obavijeni su jednom membranom i **sadrže hidrolitičke enzime (oko 50 vrsta) za razgradnju proteina, masti, šećera i nukleinskih kiselina.**
- Sinteza enzima lizozoma se obavlja na polizomima ER, a u GA dobijaju svoj konačni izgled (**primarni lizozom – neaktivan lizozom**)

LIZOZOMI

Fagocitoza

Autofagija

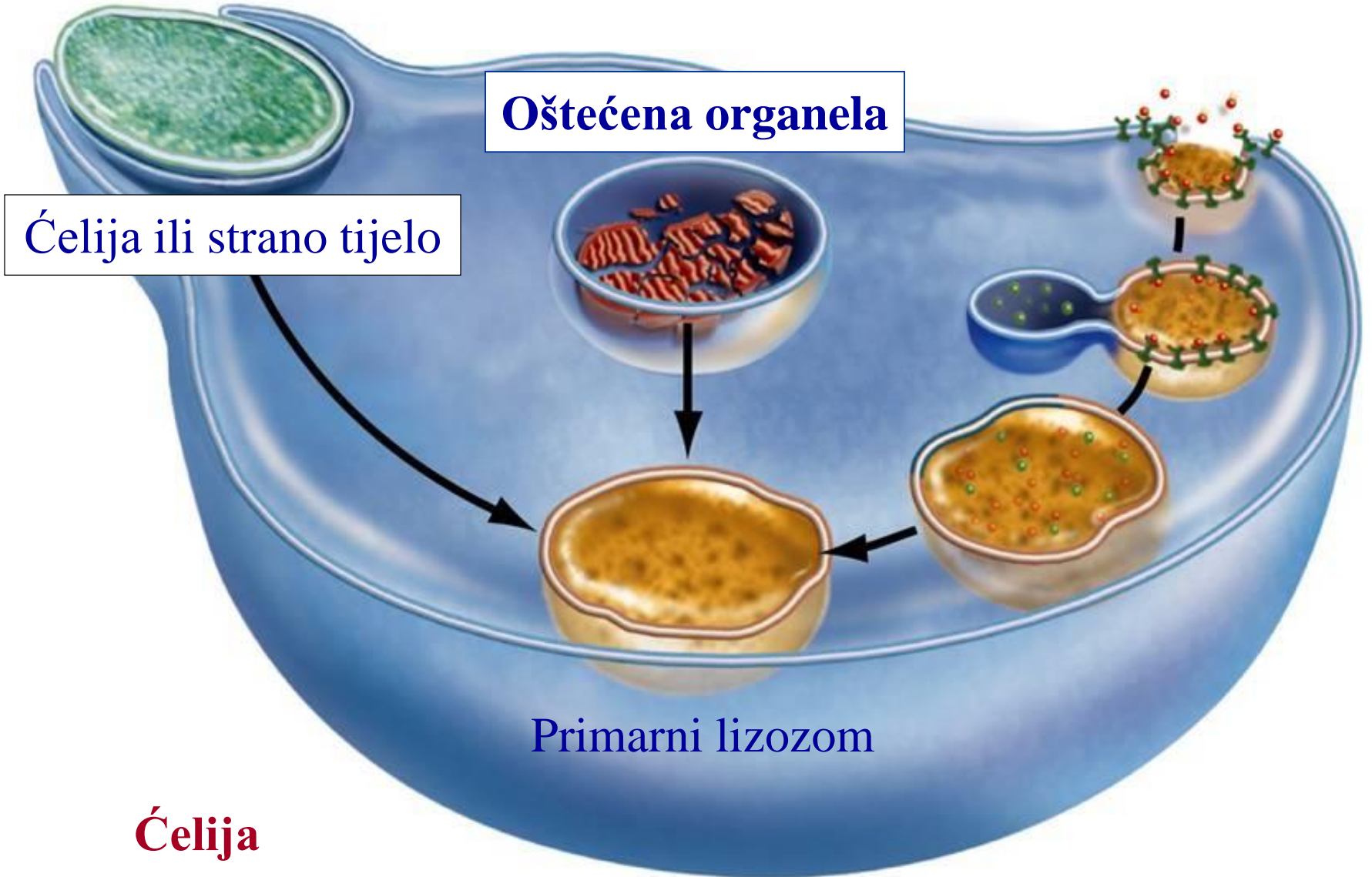
Pinocitoza

Oštećena organela

Ćelija ili strano tijelo

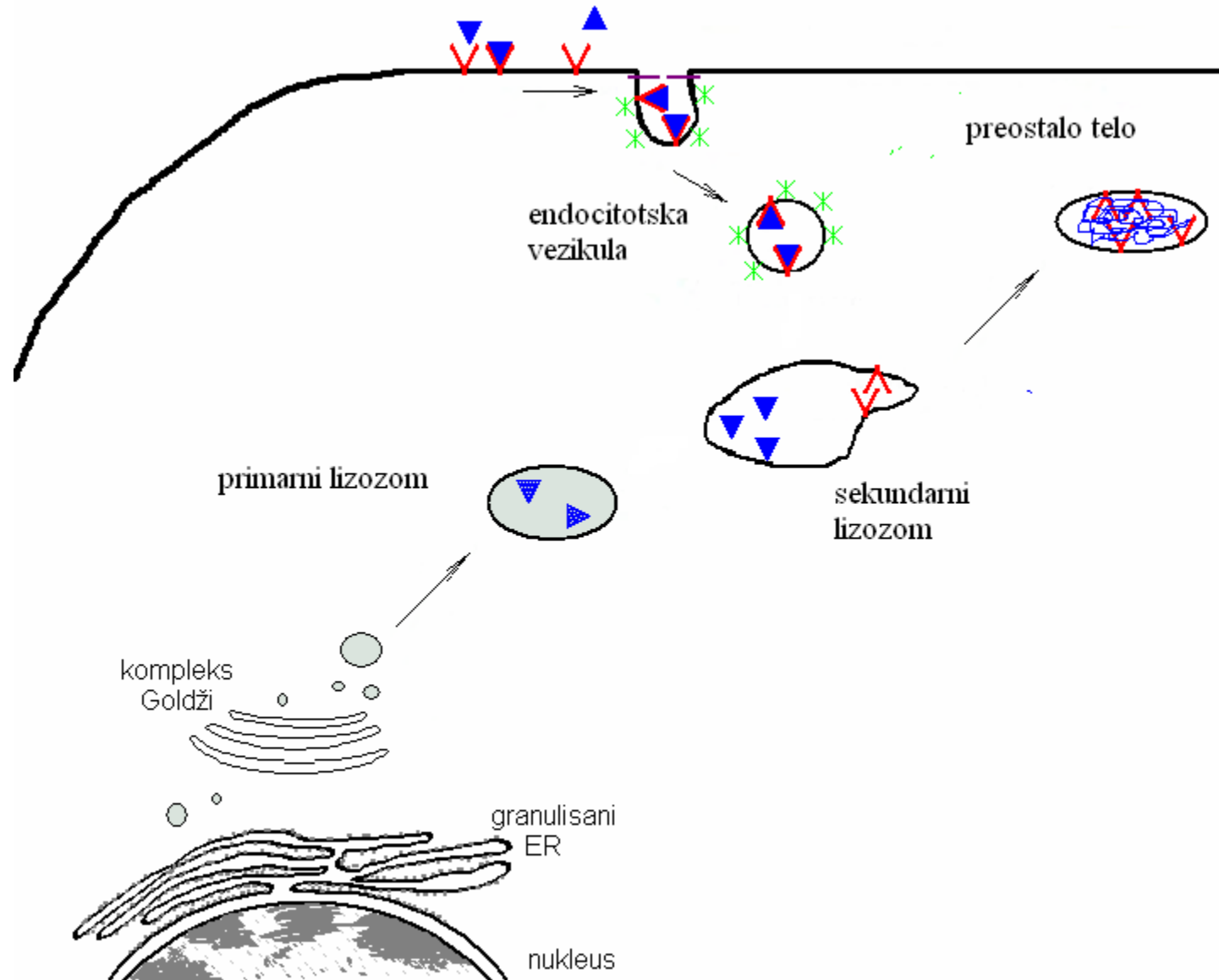
Primarni lizozom

Ćelija

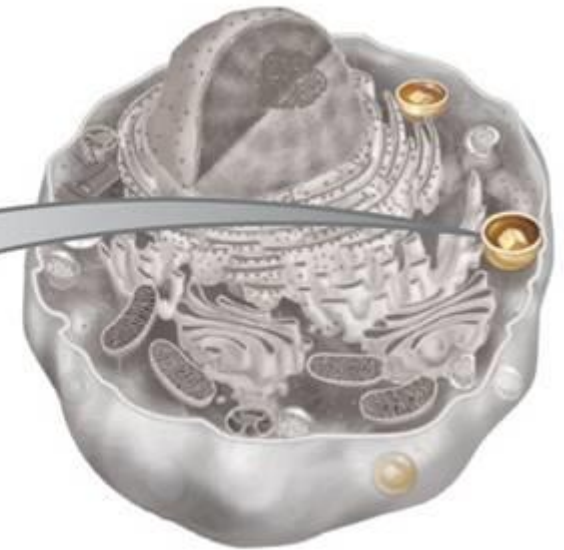
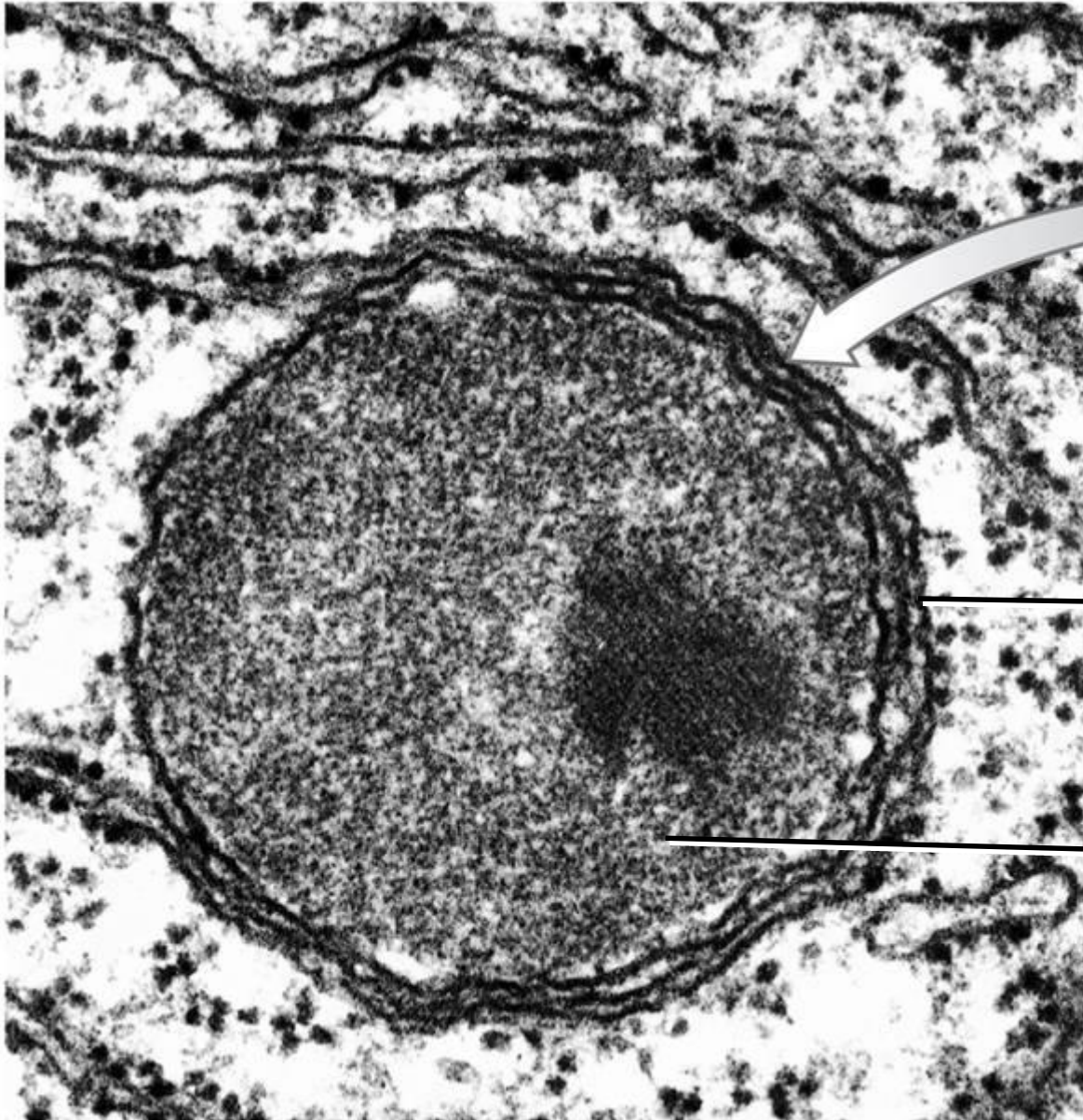


- **Primarni** lizozomi sadrže hidrolitičke enzime ali ne i materiju koju treba razložiti.
- **Sekundarni** lizozomi (**aktivni** lizozom) su spojeni sa endocitotskom vezikulom (fagozom) koja je unijela neku materiju koju treba razgraditi pomoću hidrolitičkih enzima.
- Razlažu se i dotrajali djelovi same ćelije.
- **Uloga:** to su "organele za unutarćelijsko varenje"- razlažu strane čestice (npr. mikroorganizme), sopstvene dotrajale organelle..

LIZOZOMI



PEROKSIZOMI



Membrana
peroksizoma

Lumen
(unutrašnjost)
peroksizoma



PEROKSIZOMI

- Male, kesaste organele prisutne u biljnim i životinjskim ćelijama.
- Morfološki podsjećaju na lizosome
- **Nastaju od proteina sintetisanih na slobodnim ribozomima**
- Sadrže enzime (**40 različitih, katalazu, peroksidazu, enzime koji učestvuju u β -oksidaciji masnih kiselina**) uključene u metaboličke procese
- Za razliku od lizozoma ne sdrže kisele hidrolaze
- **Uloga: oksidacija organskih molekula** (masne kiseline i aminokiseline), **proizvode vodonik peroksid** ali ga uz pomoć katalaze razgrađuju do vode i kiseonika, uz oslobađanje toplote; sinteza lipida (holesterol, dijelom fosfolipidi)



ĆELIJSKE INKLUZIJE

➤ Inkluzije su produkti ćelijskog metabolizma koji se deponuju u citoplazmi u formi: **granula, kapljica i kristala**

➤ Najveći značaj među inkluzijama imaju:

- **Glikogen**
- **Masne kapi**
- **Pigmenti**

egzogeni

endogeni

- melanin
- hemoglobin
- bilirubin