

# BUŇKA

*Nejmenší jednotka živého organismu  
schopná samostatné existence*

**Buňka je schopna uskutečňovat  
základní funkce organismu:**

- Výměnu látek
- Růst
- Pohyb
- Rozmnožování
- Dědičnost

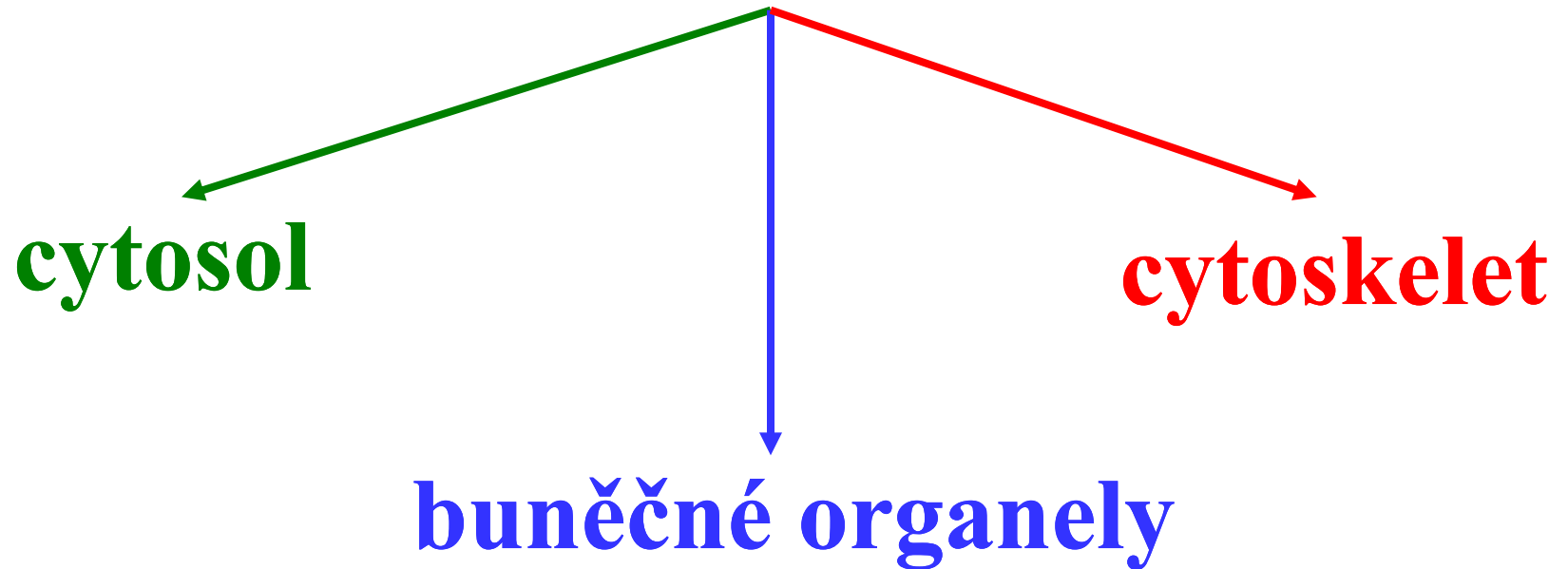
# BUŇKA

➤ **Buňka je *uzavřený systém*** – musí si udržet navzdory měnícímu se okolí konstantní vnitřní prostředí

➤ **Buňka je *otevřený systém*** – musí přijímat živiny a vylučovat zplodiny, vyměňovat teplo, dýchací plyny a informace s okolím

# BUŇKA

## CYTOPLAZMA



**mikrofilamenta**

**centriol**

**jádro**

**lysosom**

**hladké  
endoplazmatické  
retikulum**

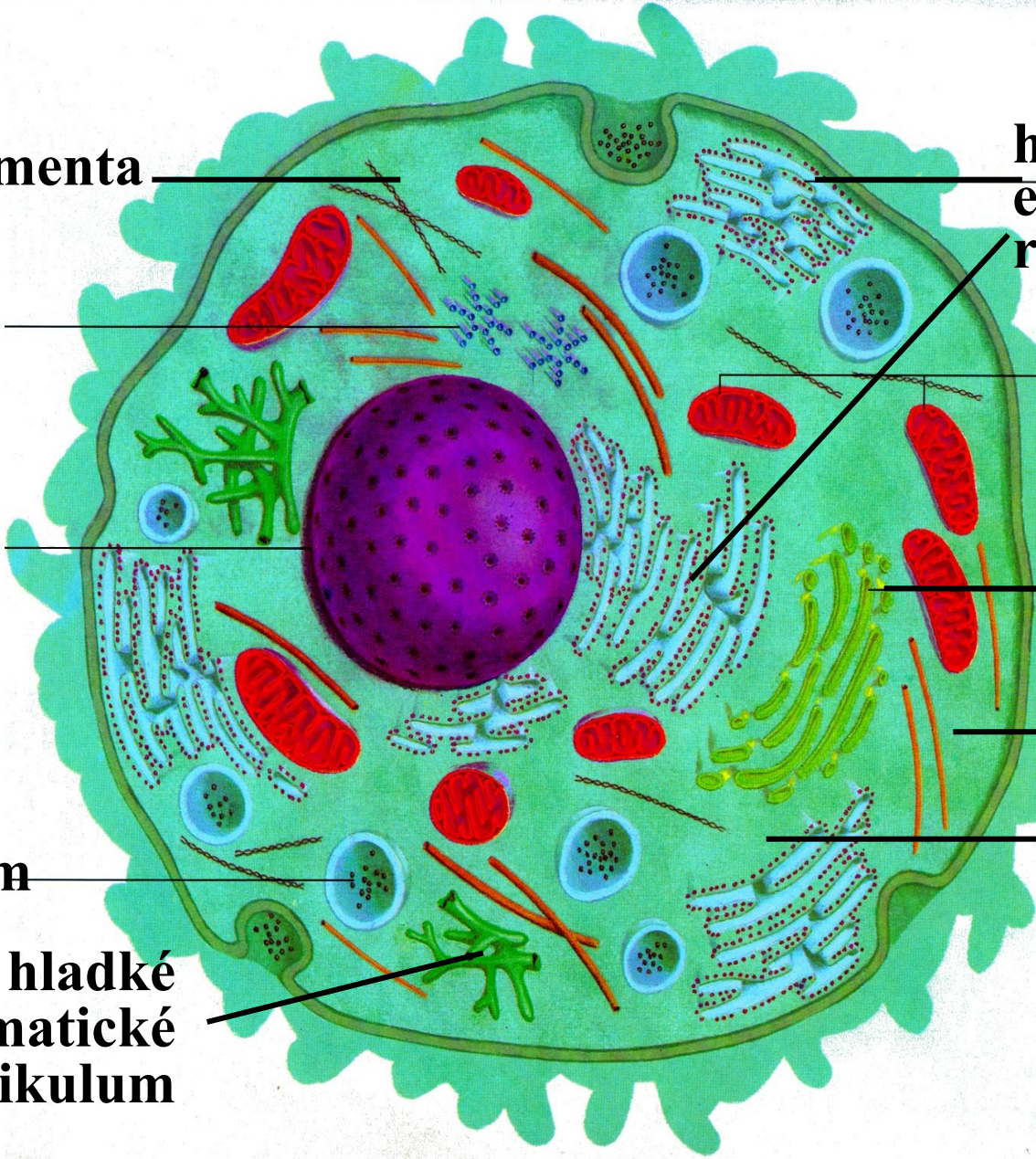
**hrubé  
endoplazmatické  
retikulum**

**mitochondrie**

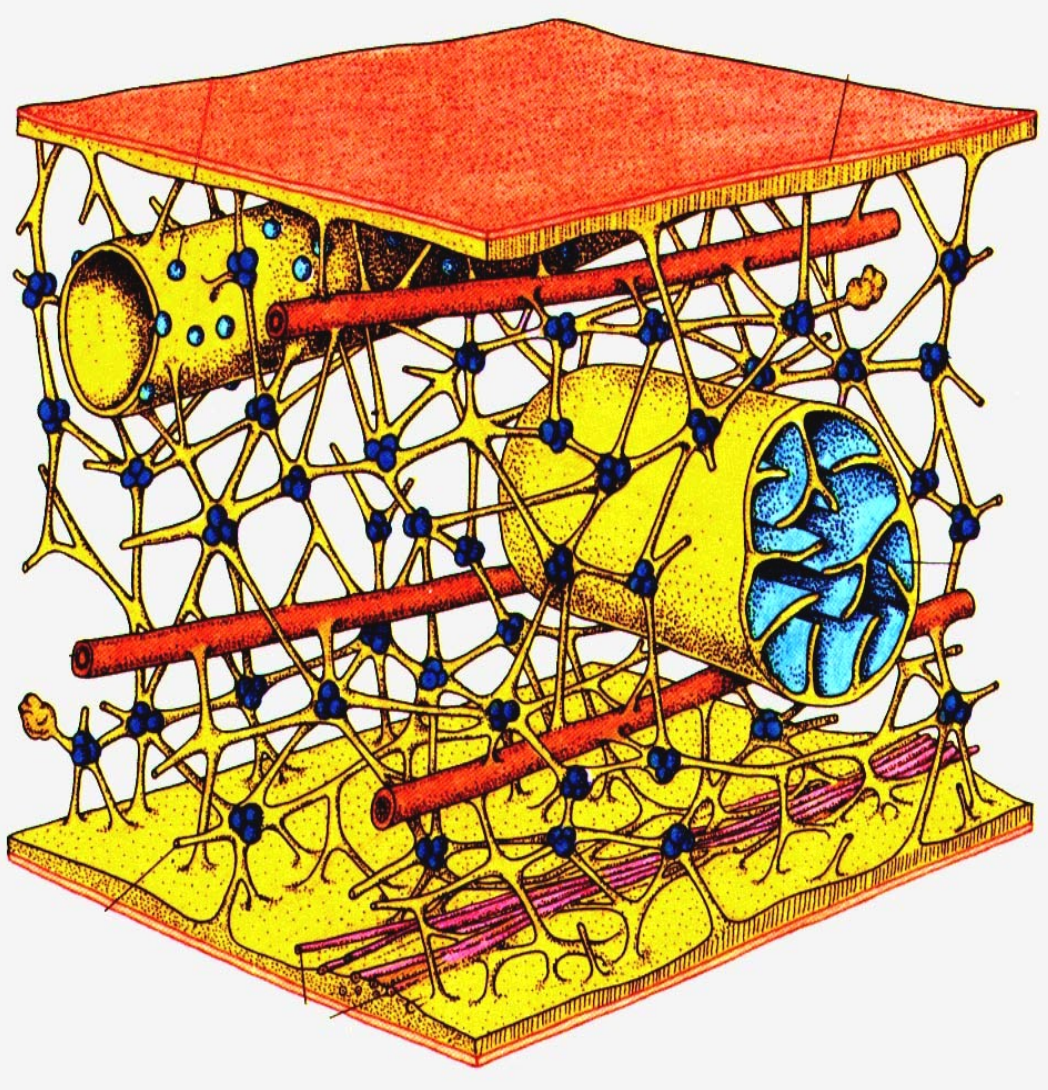
**Golgiho  
aparát**

**mikrotubuly**

**cytoplazma**

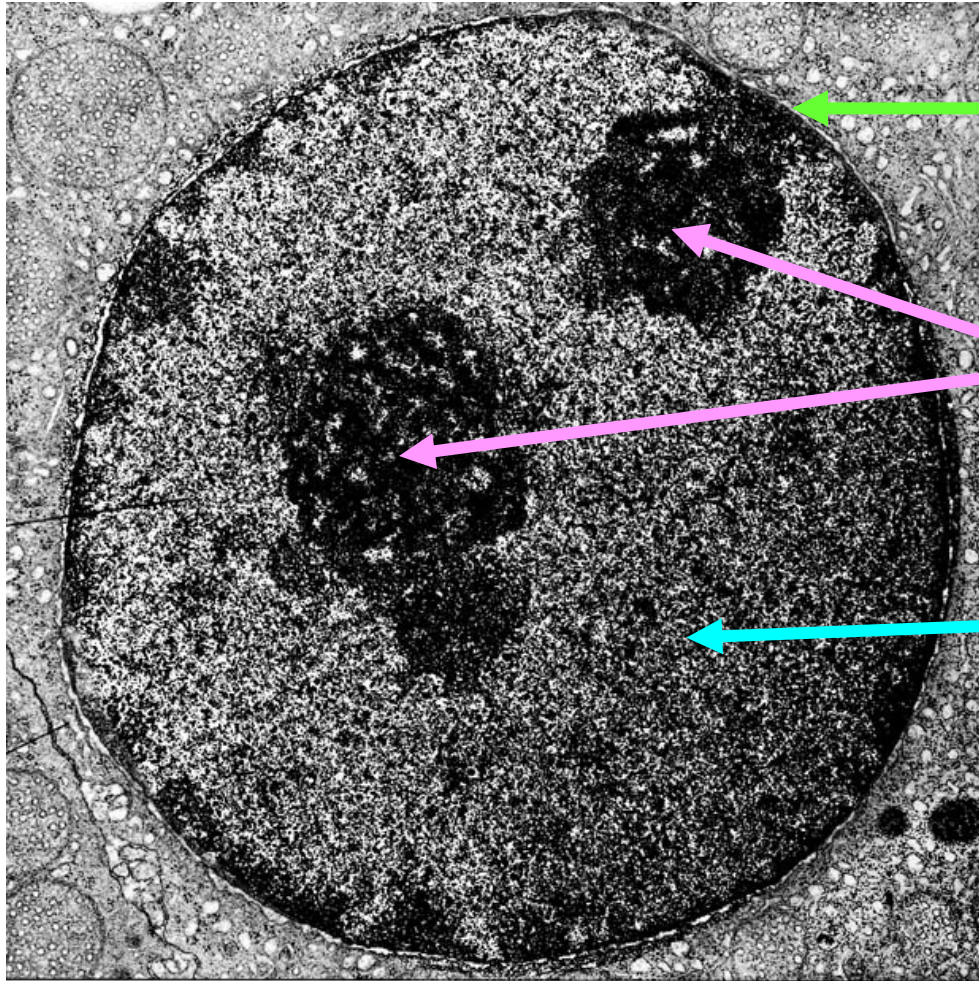


# CYTOSOL



- tekutá část cytoplasmy
- obsahuje rozpuštěné
  - *bílkoviny*
  - *glukózu*
  - *elektrolyty*
- strukturní element  
*mikrotrabekuly (?)*

# JÁDRO - *nucleus*



jaderná membrána

jadérko

chromatin

**DNA**

RNA

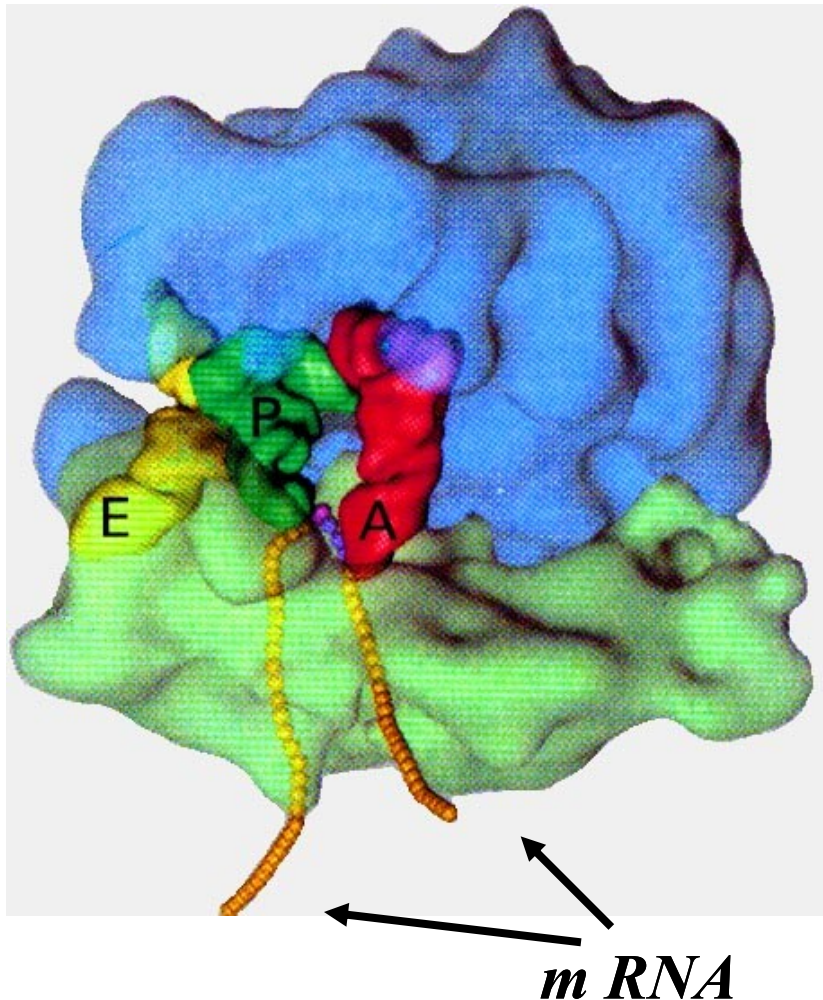
- mRNA
- rRNA
- tRNA

# RIBOZOMY

- denzní granula skládající se z:

- *bílkovin*
- *r RNA*

- posunují se po mRNA a podle zapsané informace *syntetizují* bílkovinný řetězec



## **Volné ribozomy**

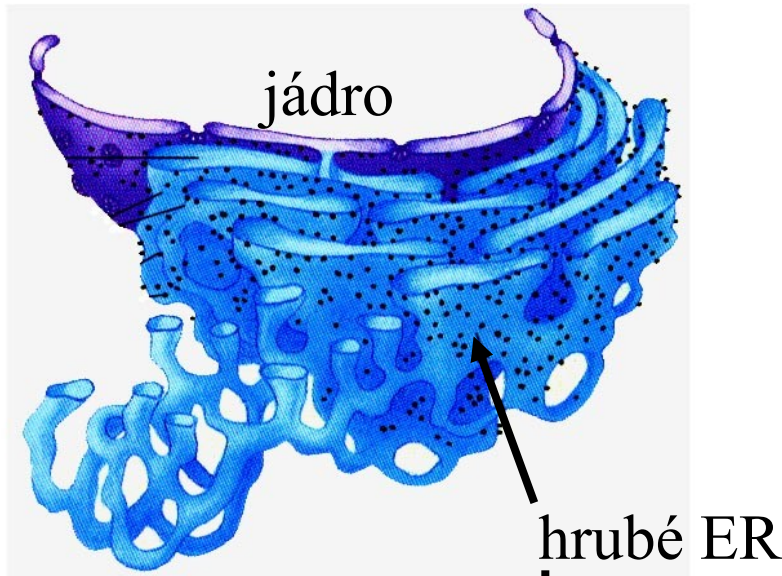
- syntéza cytoplasmatických bílkovin

## **Ribozomy vázané na endoplasmatické retikulum**

- syntéza bílkovin pro export
- syntéza bílkovin vázaných v membráně

# ENDOPLAZMATICKÉ RETIKULUM

*membránová organela tvořena soustavou cisteren, lamel a váčků*



hladké ER

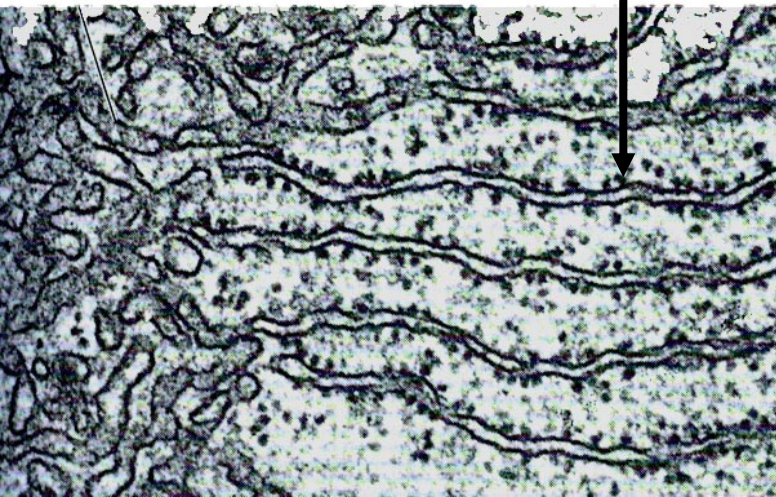
hrubé ER

## Hrubé endoplazmatické retikulum

- syntéza bílkovin pro export nebo vázaných v membránách

## Hladké endoplazmatické retikulum

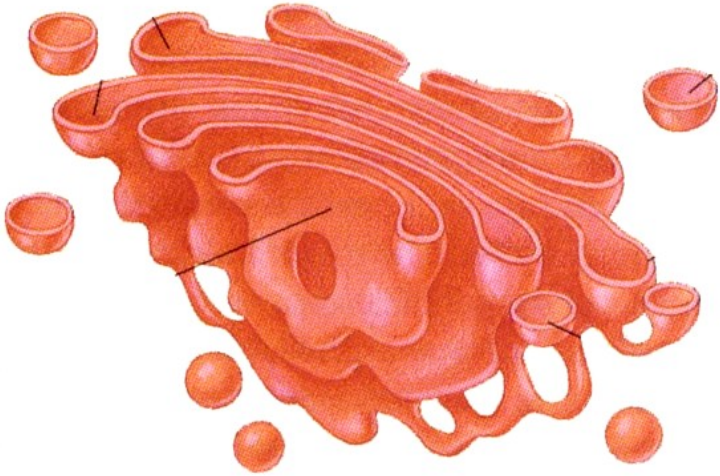
- syntéza lipidů (*fosfolipidy a cholesterol*)
- ve svalových buňkách koncentruje VÁPŇÍK





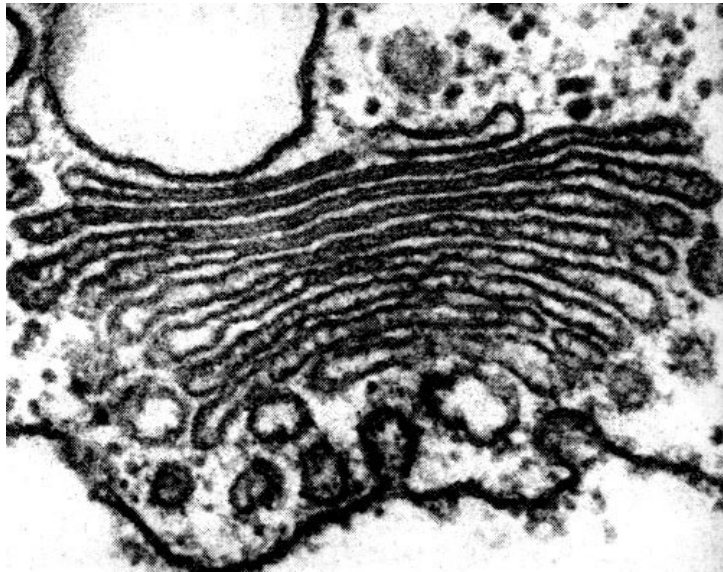
# GOLGIHO APARÁT

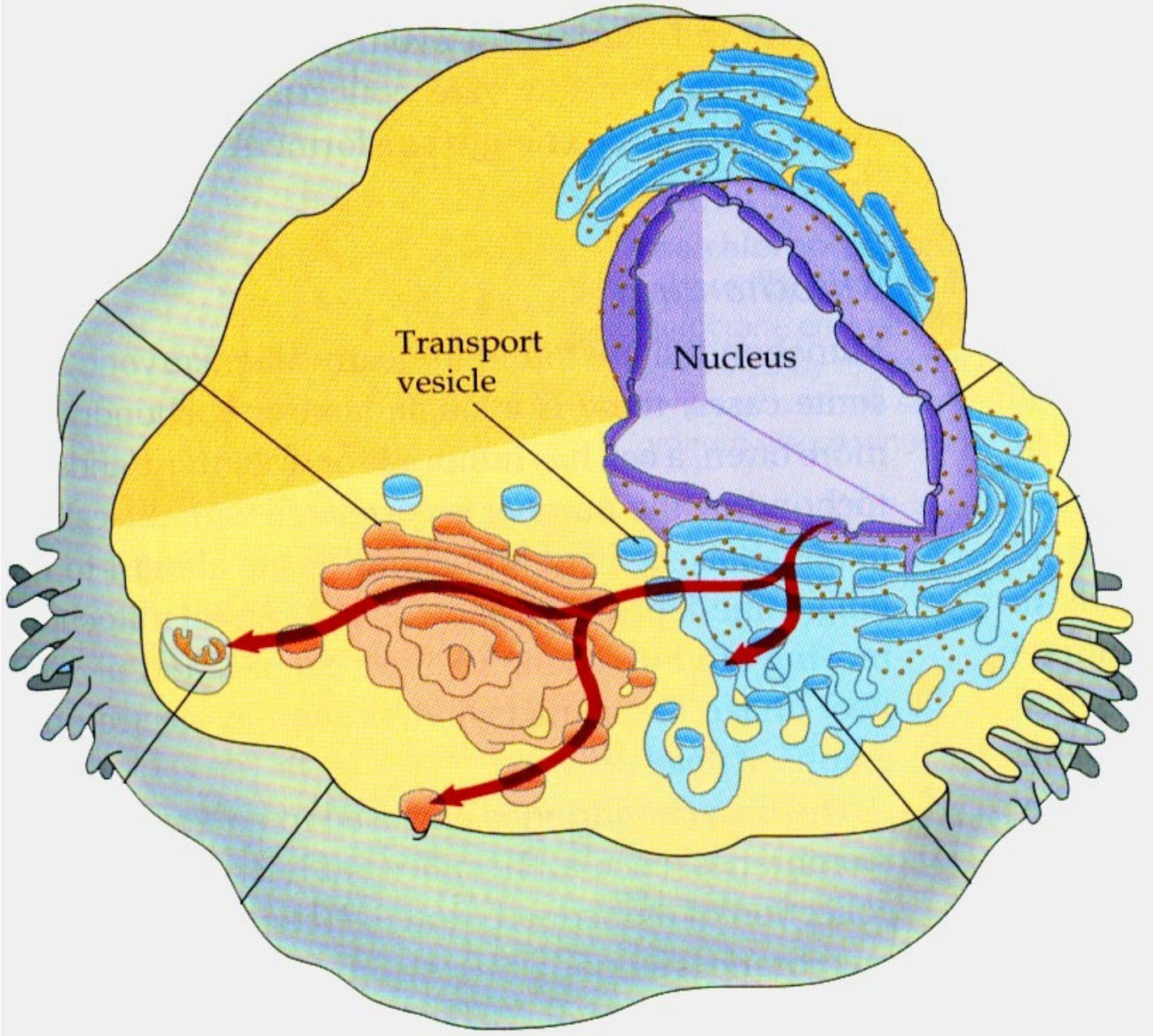
*soubor membránou uzavřených váček*



- chemická úprava bílkovin

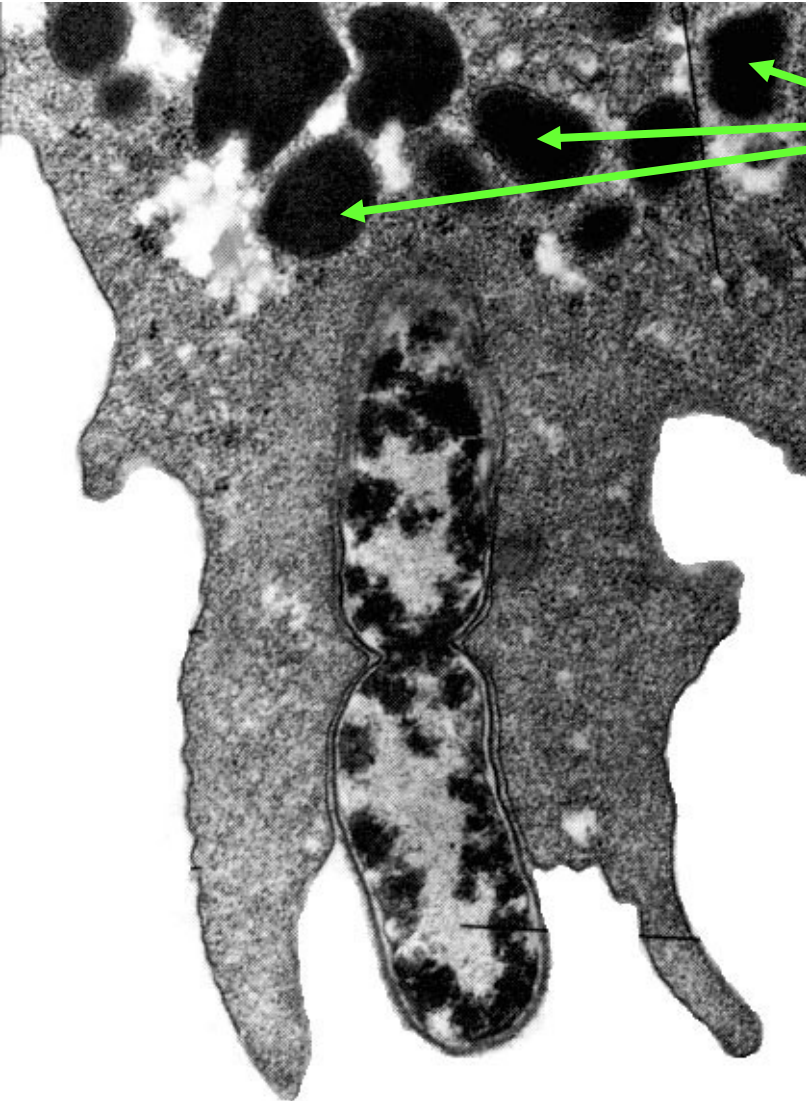
- třídění bílkovin





# LYZOSOMY A PEROXISOMY

*sférické membránové organely obsahující nebezpečné látky*



## LYZOSOMY

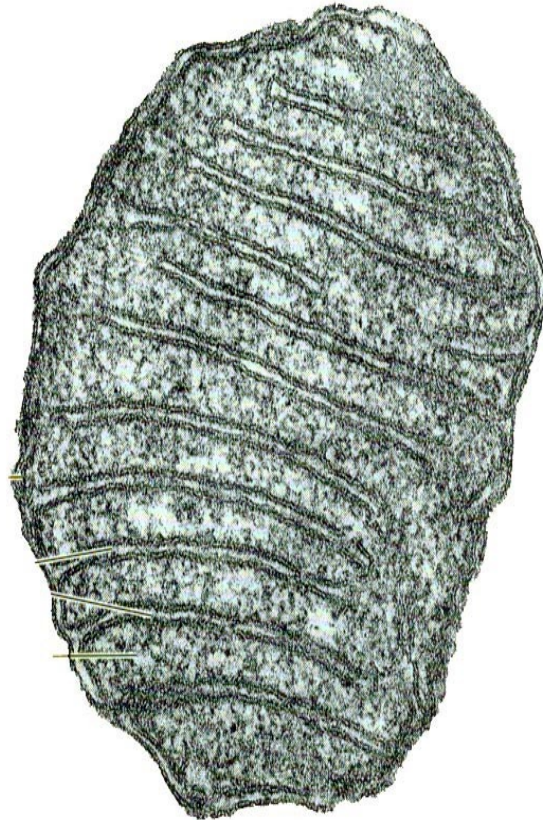
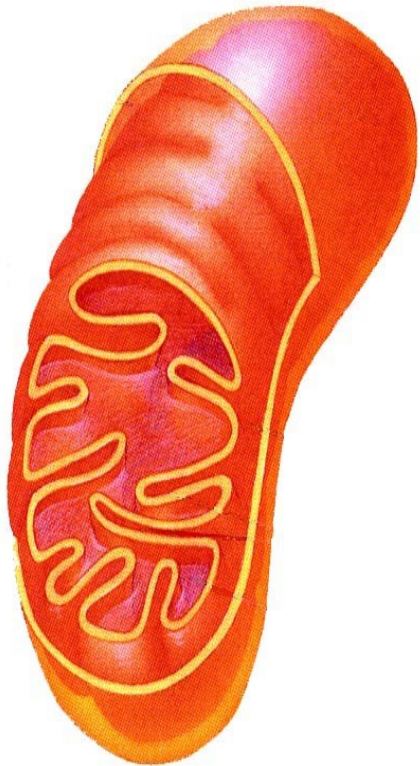
- trávicí aparát buňky – odbourávají bílkoviny, nukleové kyseliny, polysacharidy, lipidy...
- obsahují baktericidní látky

## PEROXISOMY

- odbourávají lipidy a toxické látky
- probíhají zde reakce, kdy se odbourává *PEROXID VODÍKU* ( $H_2O_2$ )

# MITOCHONDRIE

*produkce energie pro buňku*



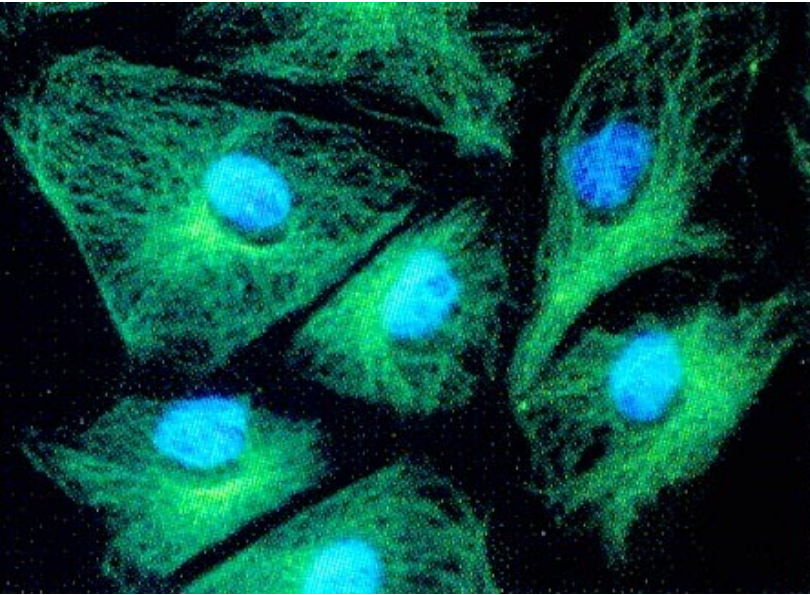
- ohraničena *dvojitou* membránou
- vnitřní membrána zvrásněná do *krist*
- enzymy pro *aerobní fosforylaci*
- obsahuje mitochondriální *DNA*

# CYTOSKELET

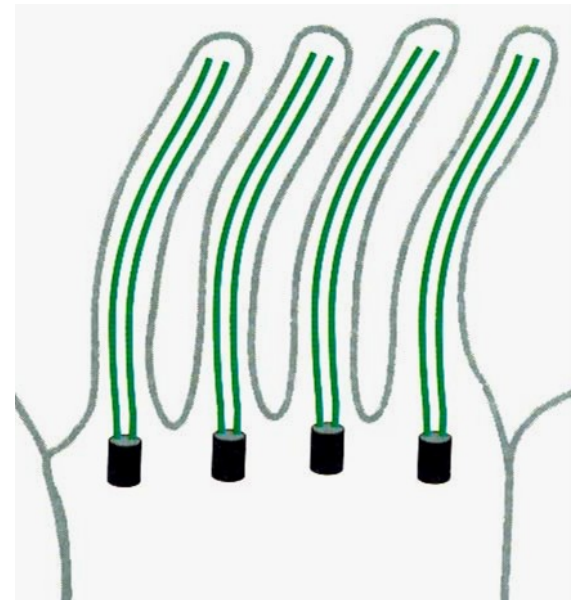
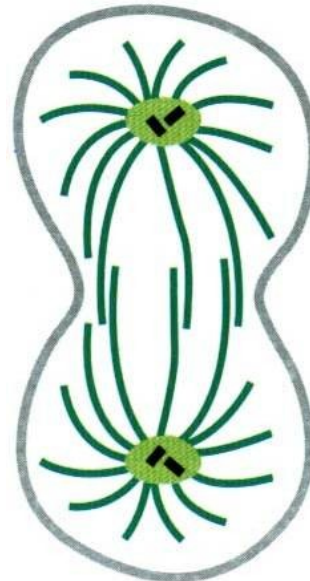
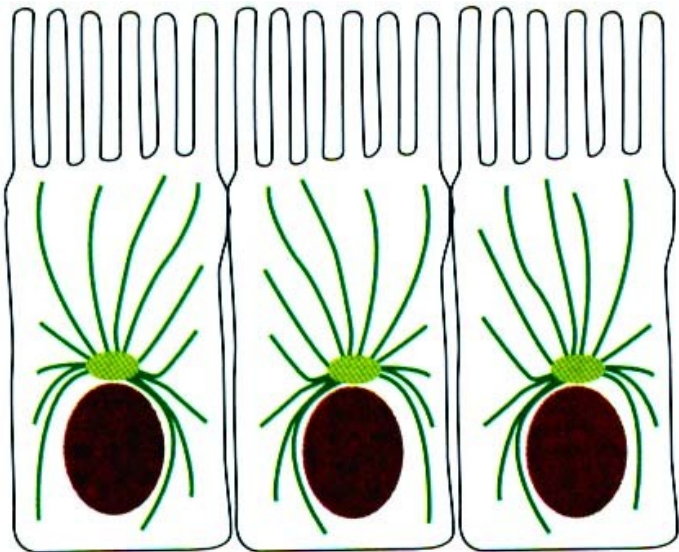
- ***sít'*** proteinových vláken rozprostírající se v cytoplasmě
- ***uspořádává*** součástí buněčných těl
- dává schopnost buňkám zaujímat ***nejrůznější tvary***
- vykonává koordinované ***pohyby***

- **mikrotubuly** 23 nm
- **střední filamenta** 10 nm
- **mikrofilamenta** 7 nm
- ***mikrotrabekuly*** 3 nm

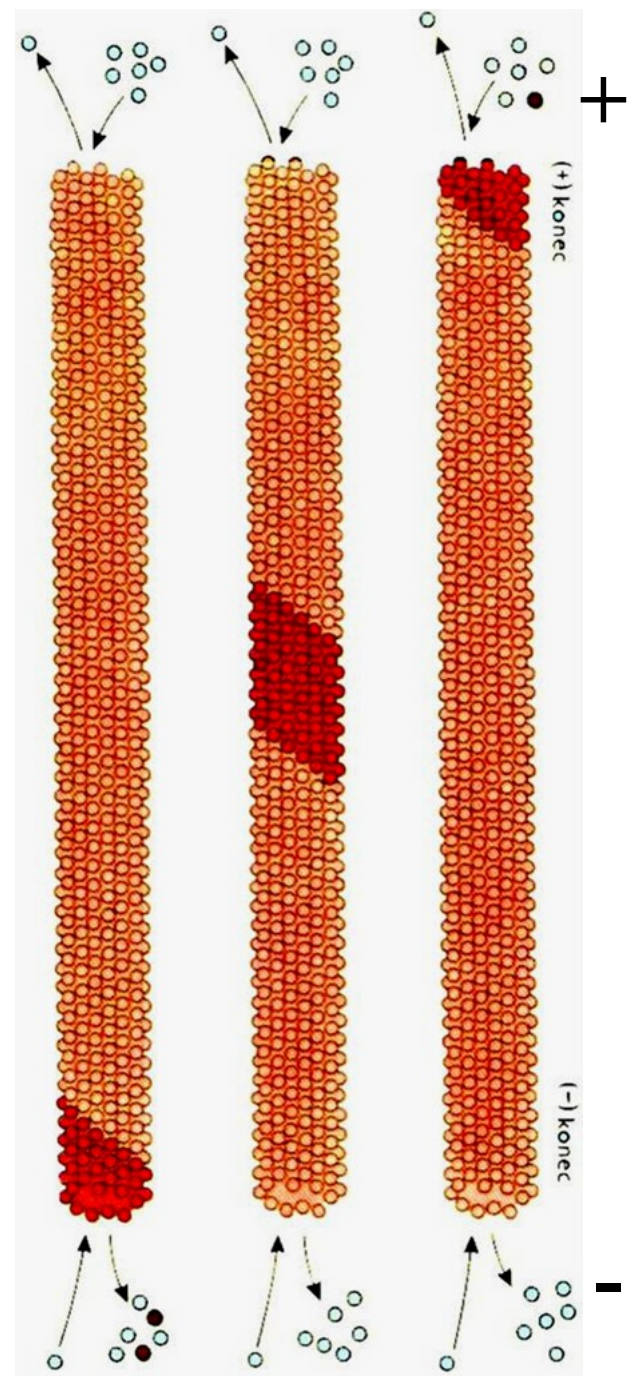
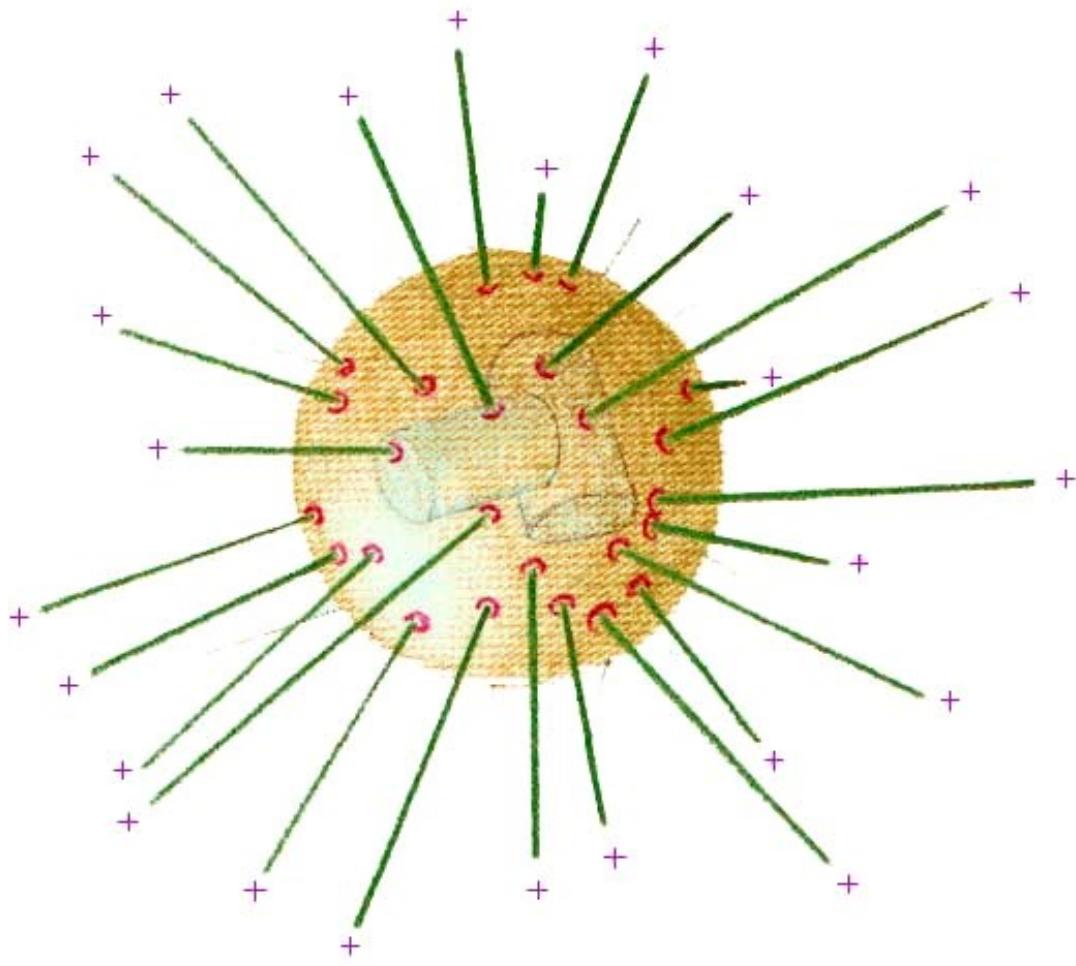
# MIKROTUBULY



- *organizující* funkce v buňkách
- *transport* buněčných komponent
- účastní se *dělení* buňky
- *kostra* buněčných struktur
- zajišťují *pohyb buněk* nebo *pohyb tekutiny* nad buňkami



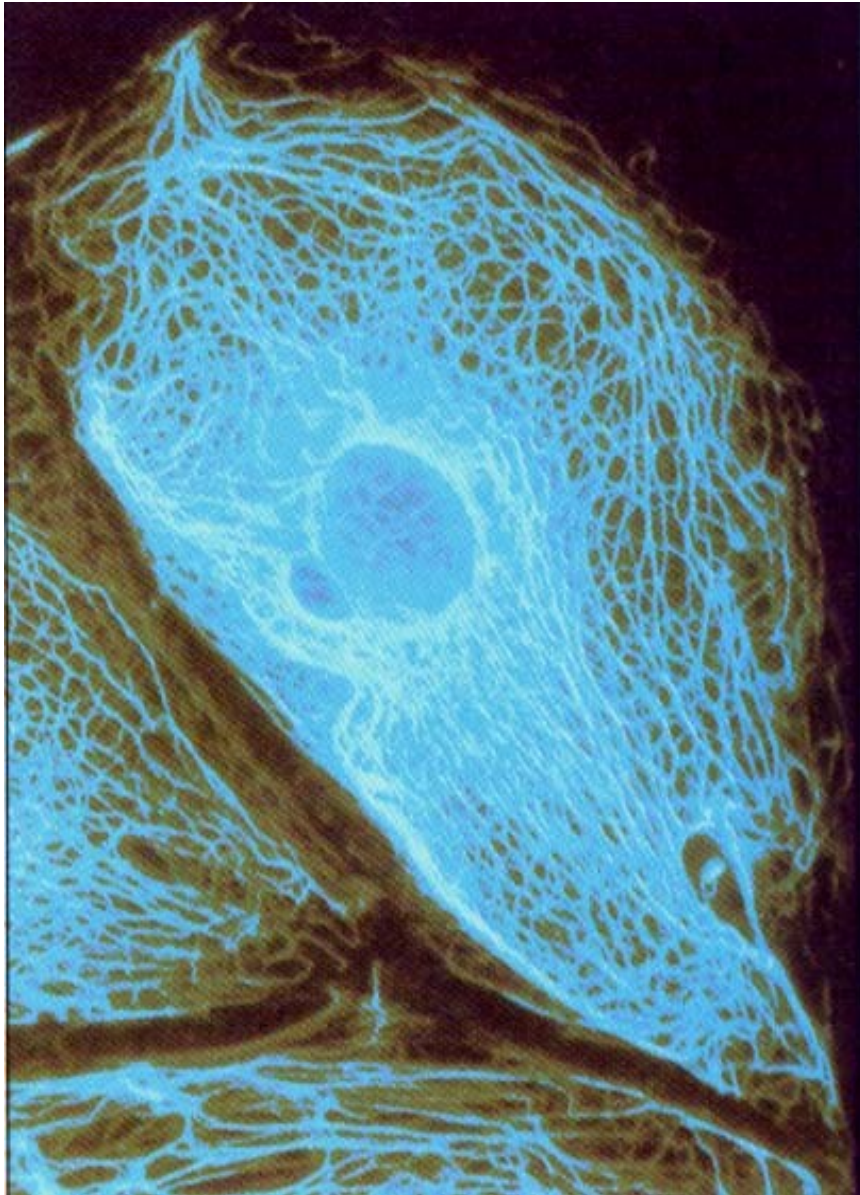
# MIKROTUBULY



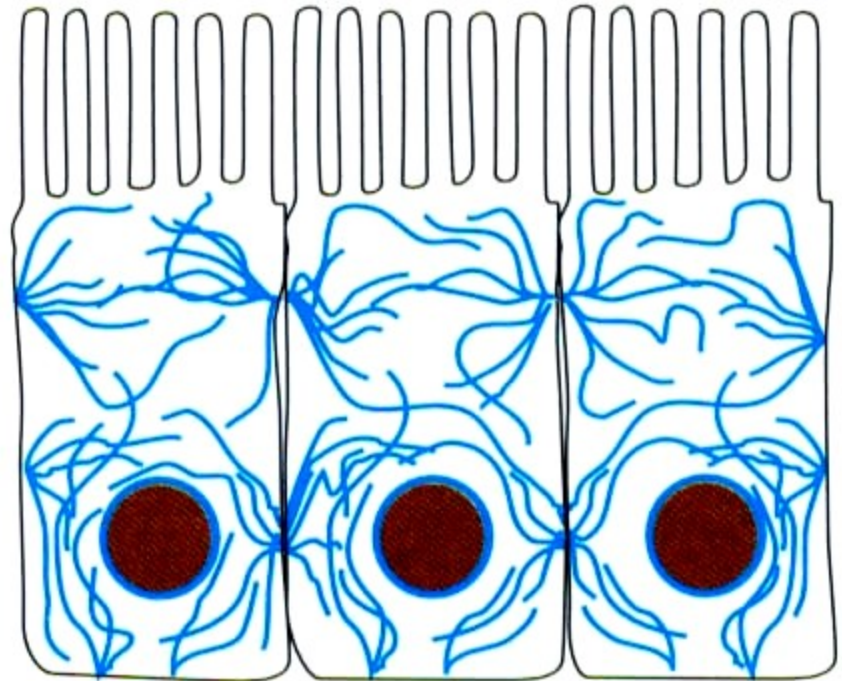




# STŘEDNÍ FILAMENTA



- velká pevnost v tahu
- umožňují buňkám vydržet *mechanický stres* při natažení buněk



# STŘEDNÍ FILAMENTA

## cytoplazmatická

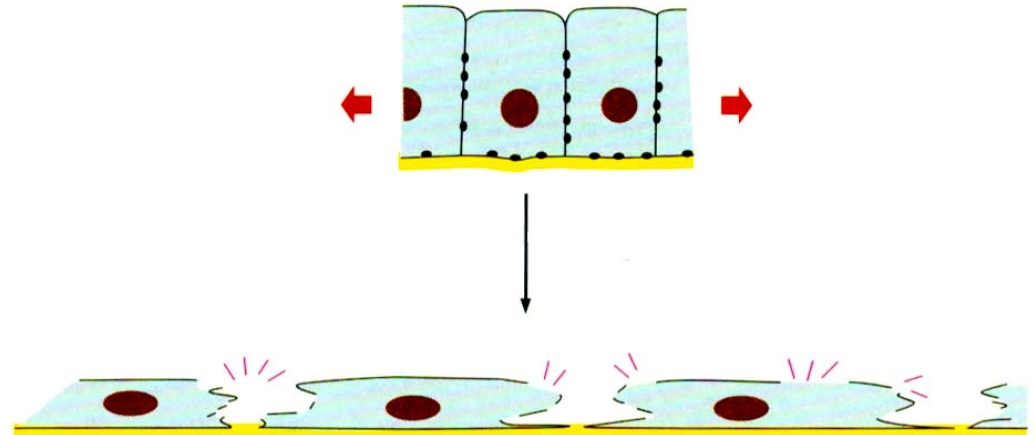
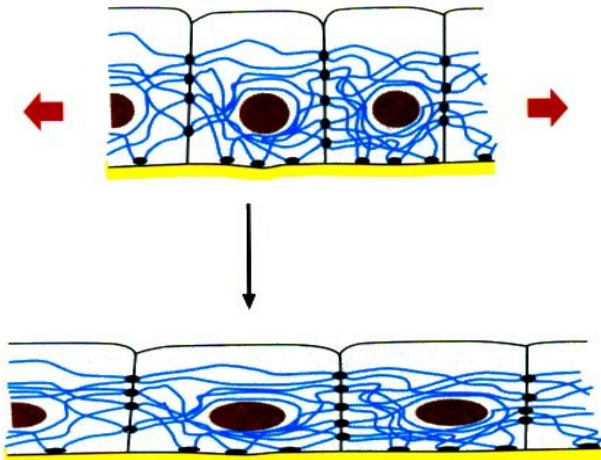
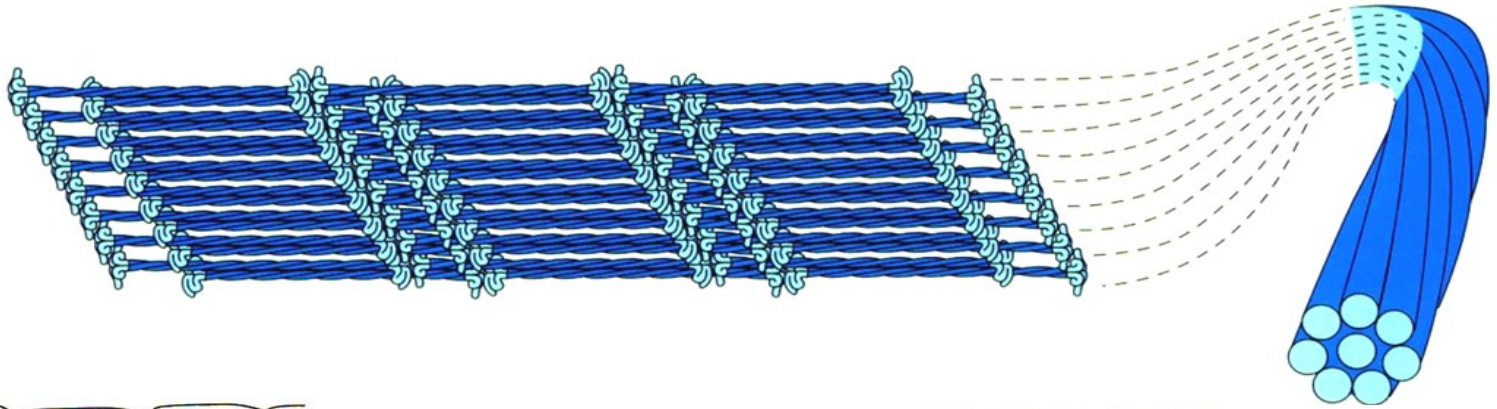
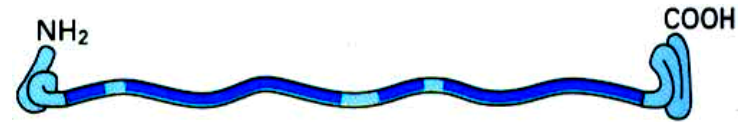
keratiny (*epitely*)

vimentiny (*pojiva, svaly, neuroglie*)

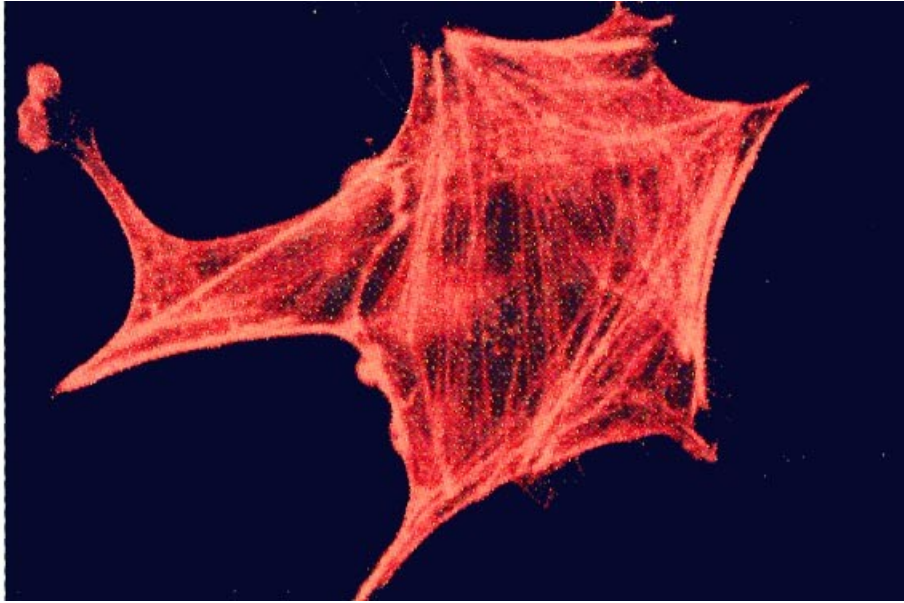
neurofilaminy (*nervové buňky*)

## jaderná

jaderná lamina (*jaderné buňky*)



# MIKROFILAMENTA (*aktinová vlákna*)

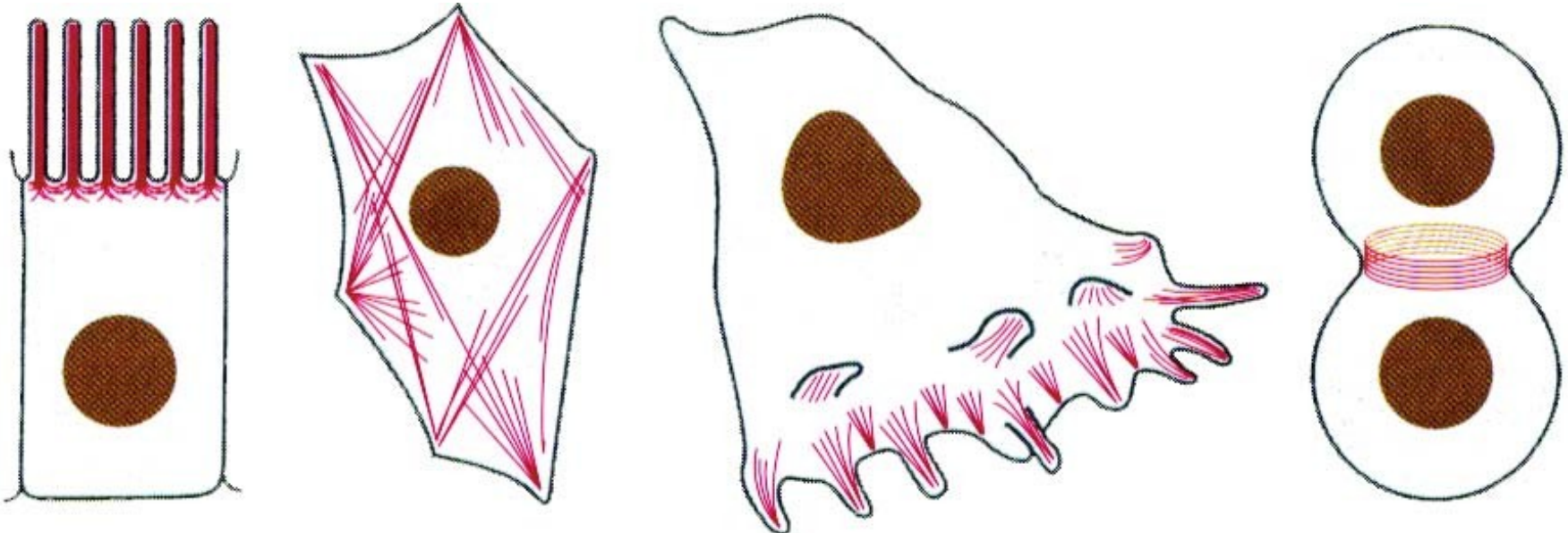


## funkce strukturální

- stabilní základ výběžků buňky
- základ nestabilních senzitivních výběžků buňky

## funkce kinetická

- svaly buňky
- dělení buňky (*kontraktilní prstenec*)



# TKÁNĚ

- **Komplex tvarově podobných buněk specializovaných k výkonu určité funkce**
- *Histologie* – nauka o stavbě tkání  
(histos=tkáň, logia=nauka)
- Za embryonálního vývoje *se tkáně diferencují* ze tří zárodečných listů (ektoderm, mezoderm, endoderm) *procesem histogeneze*

# TKÁNĚ

## - EPITELY

✓ Podle uspořádání: plošný, trámčitý, retikulární (retikulum=řídka síť)

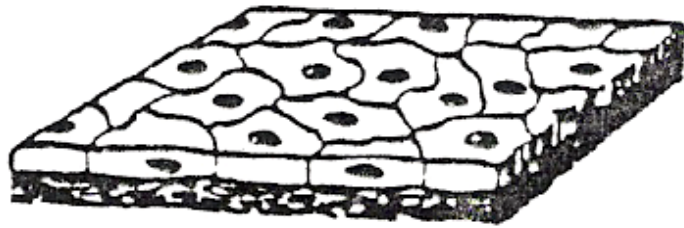
✓ Podle funkce: krycí, žláznový, resorpční (resorpce=vstřebávání), smyslový, zárodečný

- POJIVO - pojivové tkáně (**vazivo, chrupavka, kost**)

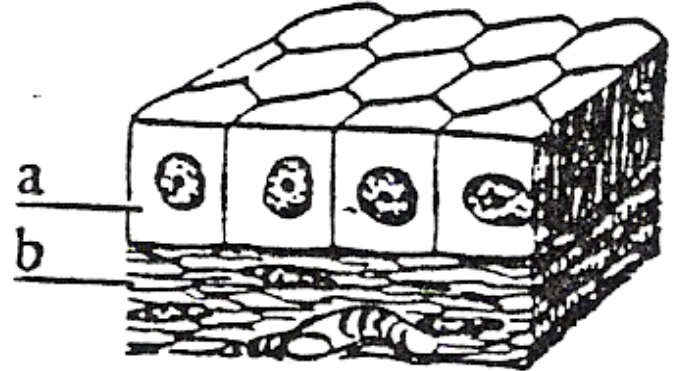
- SVAL - svalová tkáň (**hladká, srdeční, kosterní**)

- NERV - nervová tkáň

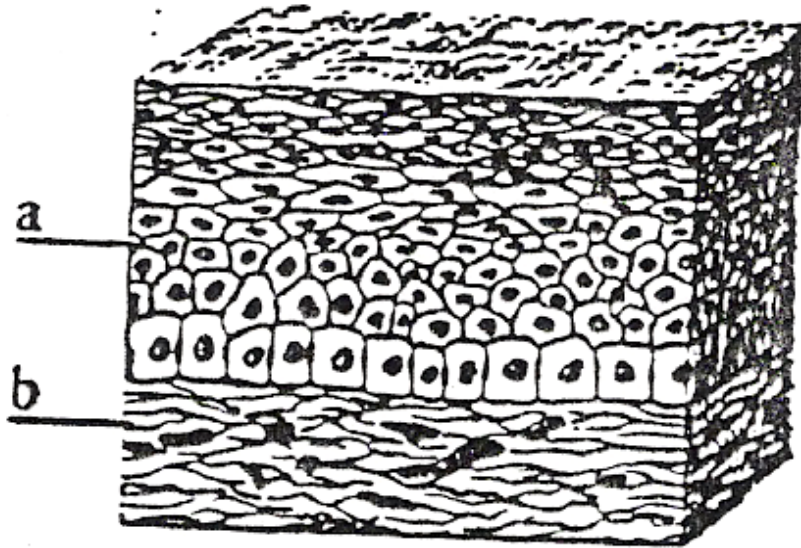
- Krev – „tekutá“ tkáň



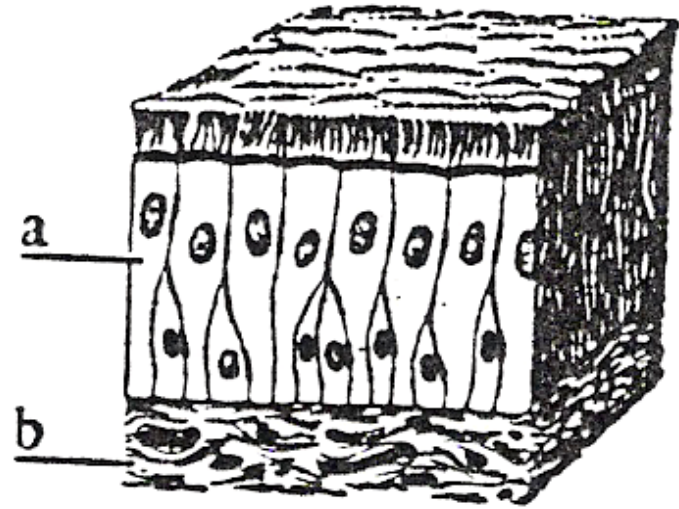
A



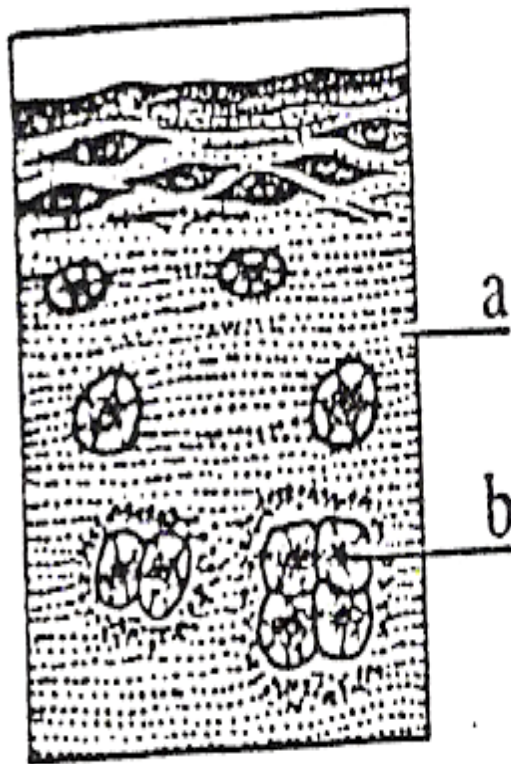
B



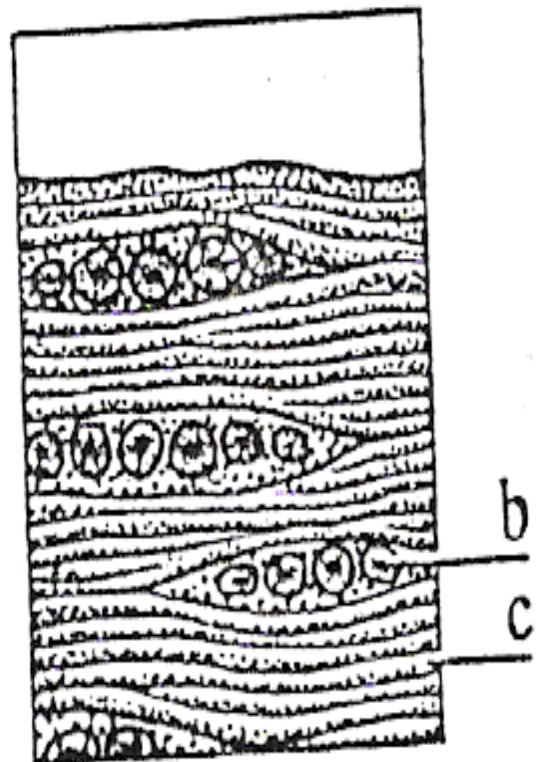
C



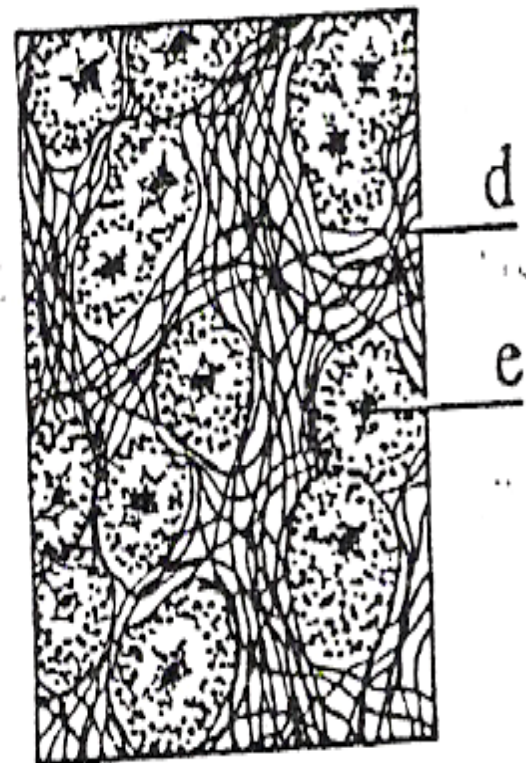
D



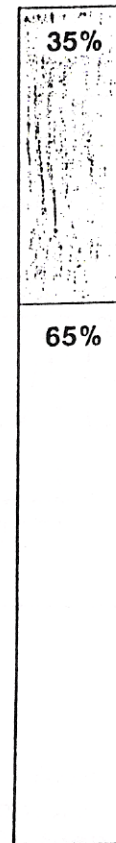
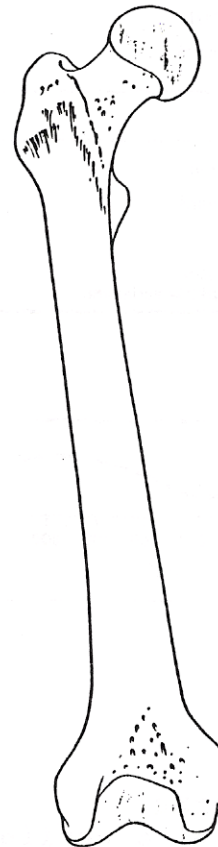
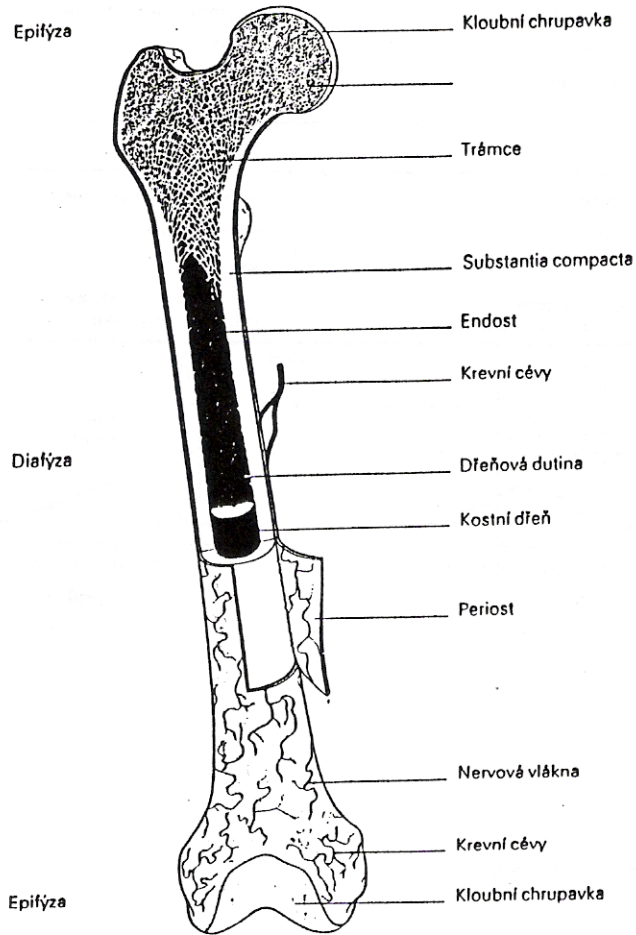
A



B



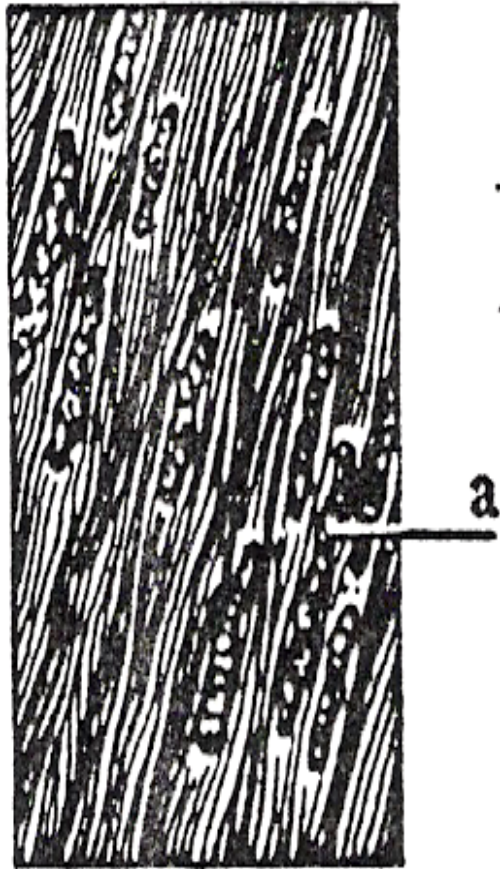
C



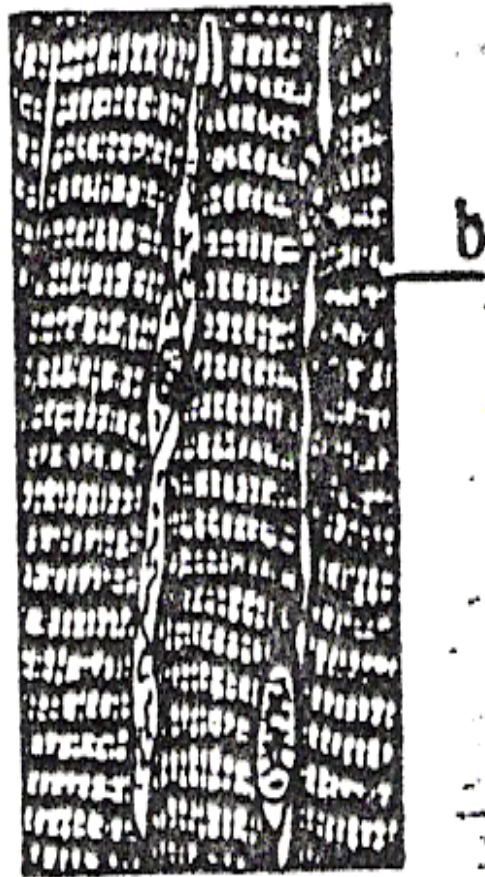
**Osteoid (matrice)**  
Organická látka, pružná  
95% kolagenních vláken (protein)  
základní hmota  
(mukopolysacharidy)

**Minerální soli**  
Anorganická látka, křehká  
85% kalciumfosfát  
 $(Ca_3(PO_4)_2, Ca(OH)_2)$   
10% kalciumkarbonát  
0,3% kalciumfluorid  
0,2% kalciumchlorid  
1,5% magnesiumfosfát  
2% alkalické soli

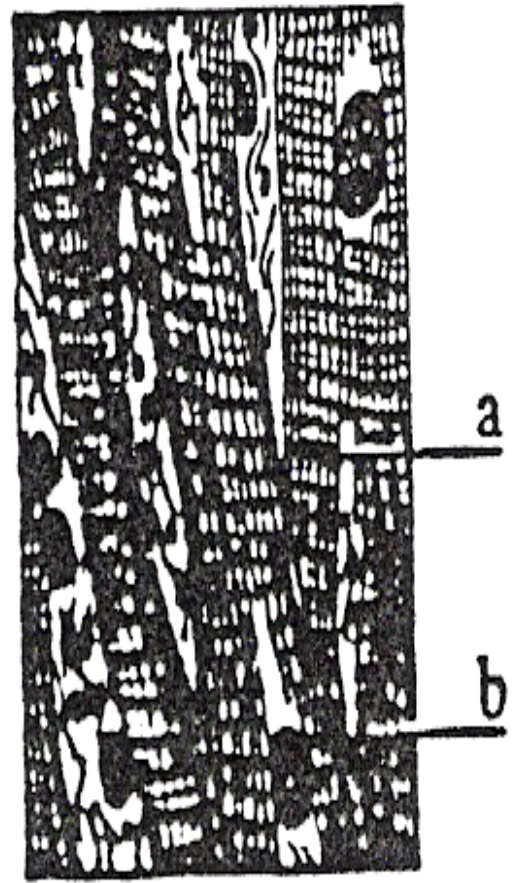




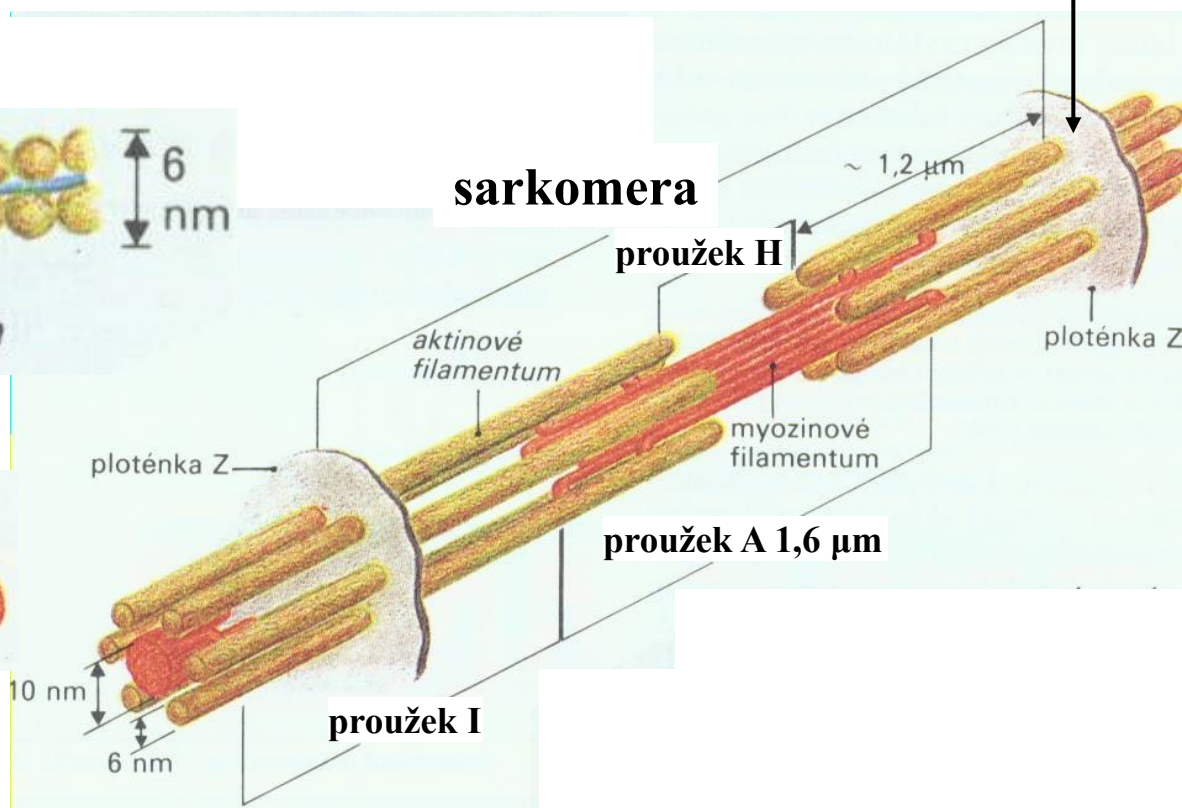
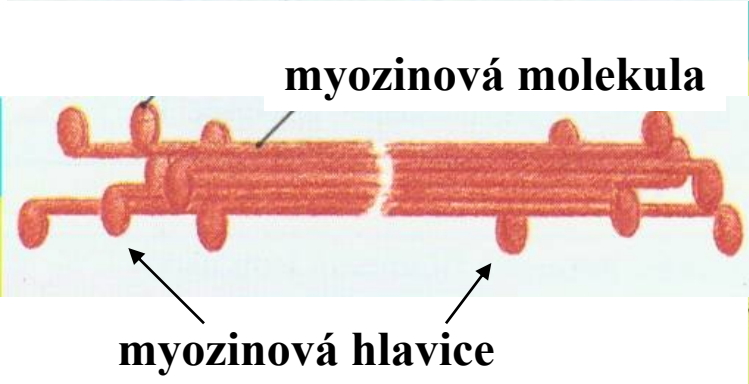
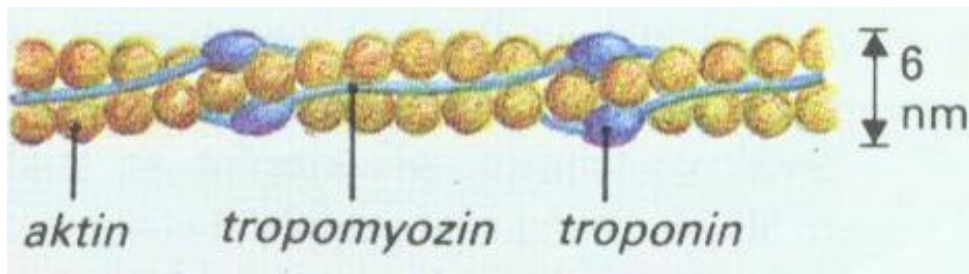
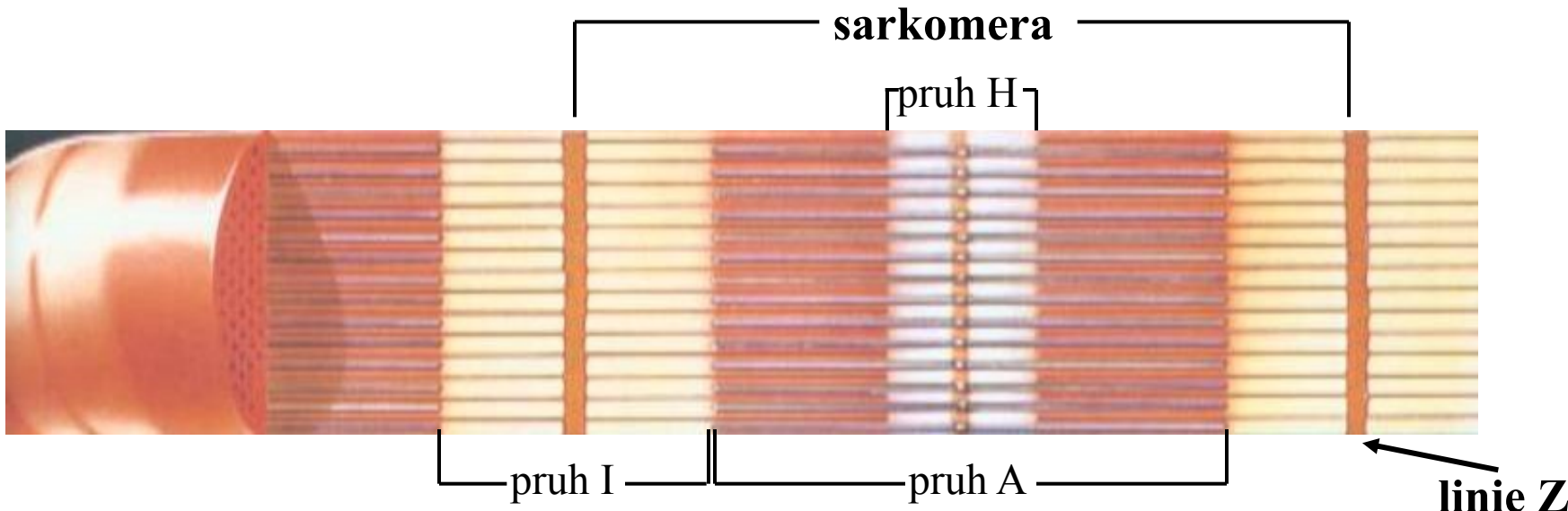
A



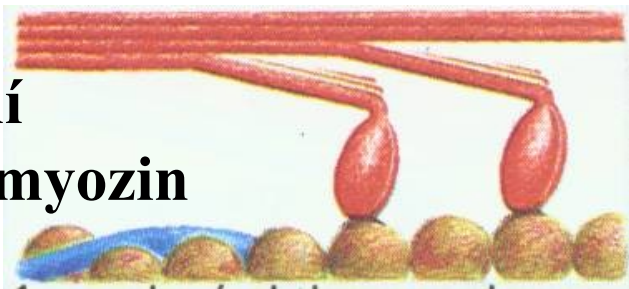
B



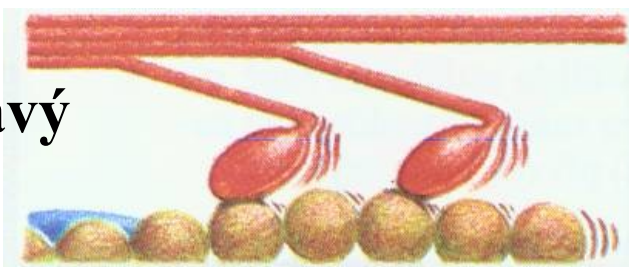
C



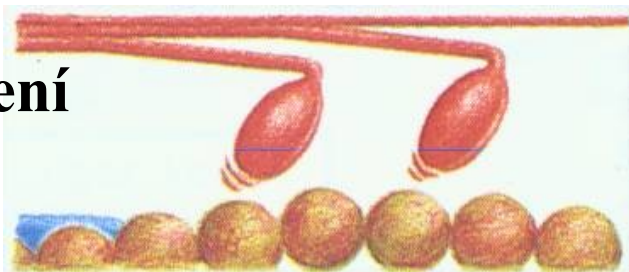
# spojení aktin-myozin



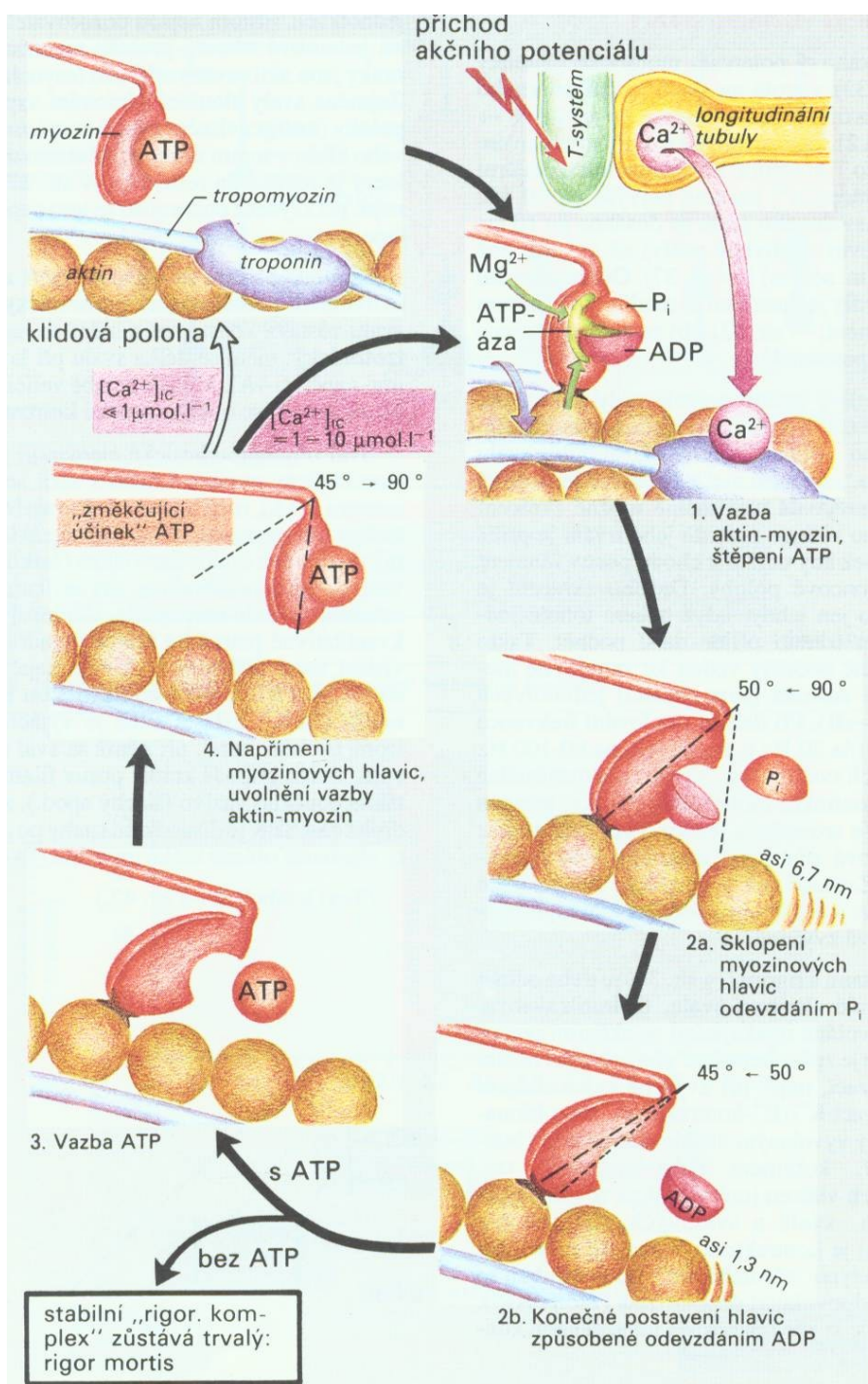
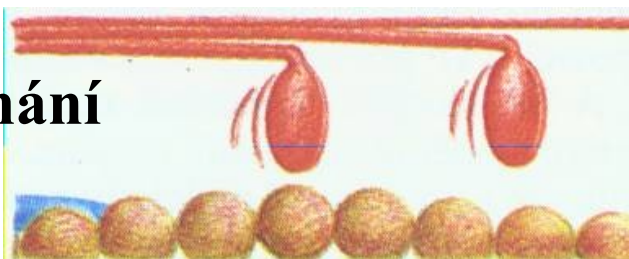
# klouzavý pohyb



# odpojení hlavic



# narovnání hlavic

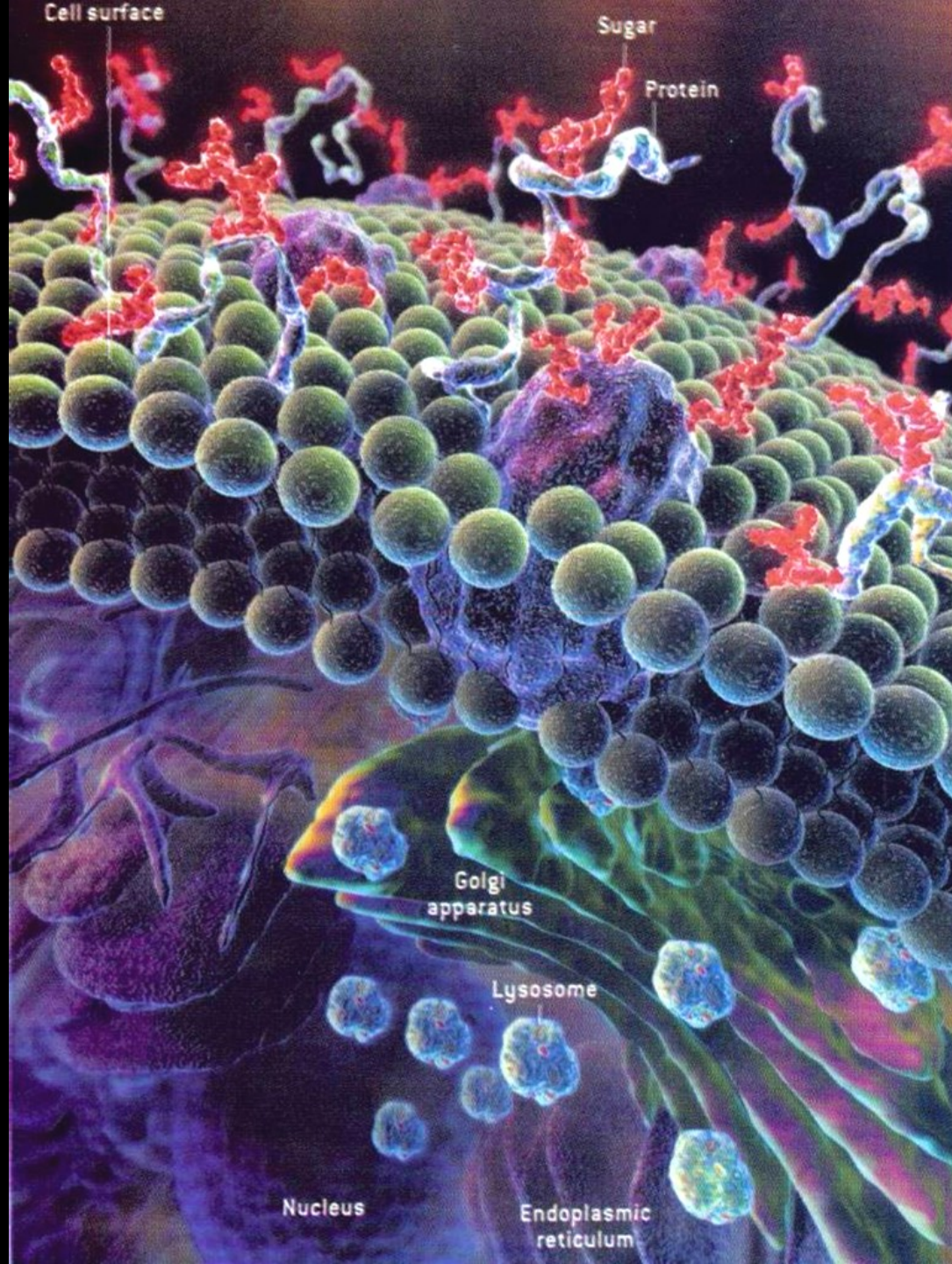




# BIOMEMBRÁNY

## Hlavní funkce buňečných membrán:

- 1) Ohraničují buňky a buňečné organely
- 2) Udržují koncentrační a elektrochemické gradienty
- 3) Zajišťují transport živin a produktů metabolismu
- 4) Jsou nositeli antigenů buněk
- 5) Izolují v ohraničených vezikulách biologicky silně účinné látky
- 6) Umožňují vznik vzruchu a jeho vedení (svalová a nervová buňka)



Cell surface

Sugar

Protein

Golgi apparatus

Lysosome

Nucleus

Endoplasmic reticulum

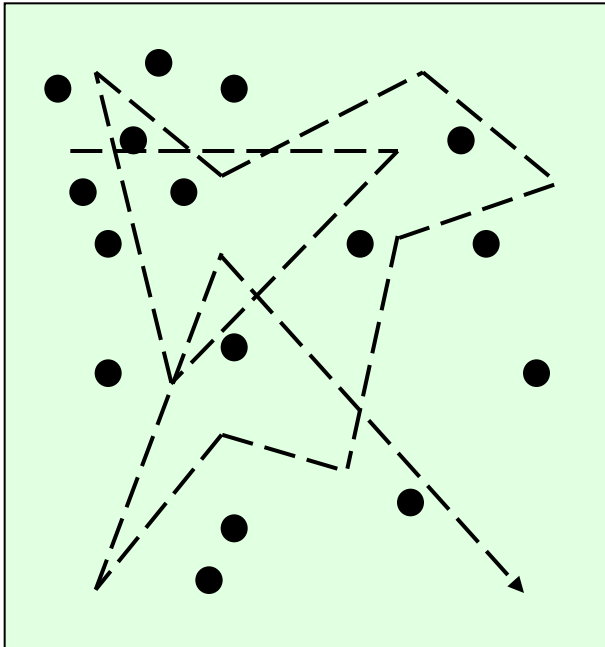
# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

## Plazmatická membrána

- odděluje dvě kapalně fáze, které obsahují různé složky
- není pro všechny složky stejně propustná, je polopropustná



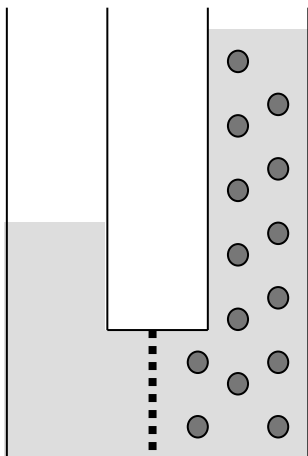
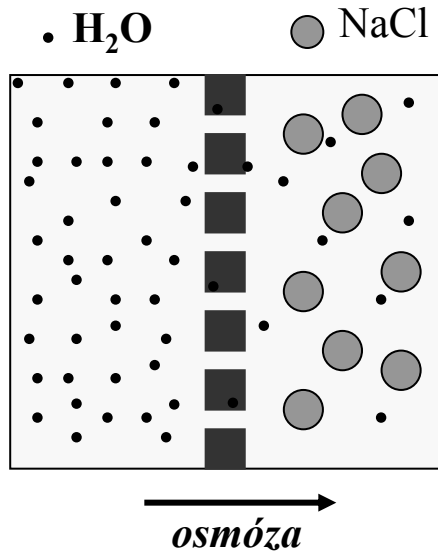
## DIFUZE



- **Proces**, při kterém se částice v důsledku svého stálého neuspořádaného pohybu *snaží vyplnit celý dostupný prostor*.
- **Pohybují se** z oblasti o *vysoké* koncentraci do míst s *nízkou* koncentrací částic.
- **Rychlost difúze** závisí na transportní *vzdálenosti*, na výměnné *ploše*, na *povaze* difúzní látky a prostředí

# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

## OSMÓZA



- Difúze molekul rozpouštědla přes *semipermeabilní membránu* z oblasti o *nízké* koncentraci *rozpuštěné látky* do oblasti s *vyšší* koncentrací *rozpuštěné látky*.

OSMOTICKÝ TLAK – tlak vyvinutý na koncentrovanější roztok potřebný k tomu, aby se zamezilo pohybu rozpouštědla

ONKOTICKÝ TLAK – osmotický tlak vytvářený bílkovinami krevní plazmy

OSMOLALITA – koncentrace osmoticky aktivních látek; *plasma = 290 mosm/kg H<sub>2</sub>O*

TONICITA – osmotický tlak v relaci ke krevní plazmě

- *Izotonický* (0.9% roztok NaCl, 5% glukóza)
- *Hypertonický*
- *Hypotonický*



# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT-pasivní

## Prostá difuze

- **látky rozpustné v tucích**
  - endogenní: *prostaglandiny, steroidy, steroidní hormony*
  - exogenní: *aspirin, lokální anestetika, alkohol*
- **malé neutrální molekuly** –  $O_2$ ,  $CO_2$ , částečně  $H_2O$

## Usnadněná (facilitovaná) difuze

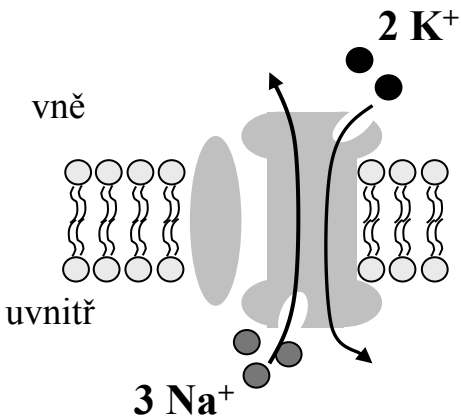
Transport zprostředkovaný proteiny plazmatické membrány

Nevyžaduje energii

Probíhá ve směru koncentračního gradientu

# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT -aktivní

## Primárně aktivní transport



Transport látek **proti** jejich elektrickému nebo chemickému gradientu, což vyžaduje *přísun energie* (ATP  $\longrightarrow$  ADP + P)

- ***Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPáza*** – v každé membráně
  - elektrogenní účinek
  - důležitá pro stabilní klidové napětí
- ***Ca<sup>2+</sup>-ATPáza*** – ve svalových a střevních buňkách (vápník se transportuje ven z buňky, ve které je jeho koncentrace volné frakce 10 000krát nižší než v intersticiální tekutině)
- ***H<sup>+</sup>-ATPáza*** – v buňkách žaludku

# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT- aktivní

## Sekundárně aktivní transport

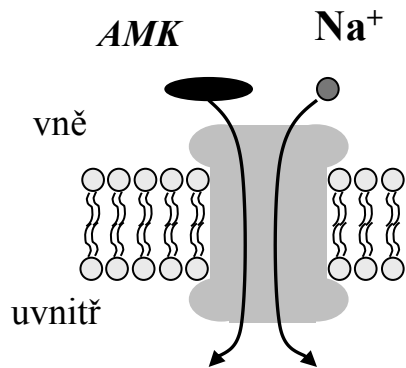
Vazebná afinita proteinu na vnitřní a vnější straně membrány se nemění fosforylací ale navázáním iontů (nejčastěji sodíkových).

Transportní proteiny mají 2 vazebná místa – jedno pro transportovanou látku, jedno pro iont.

Protože sodík má vysokou koncentraci extracelulárně, váže se dobře na vnější straně membrány a na vnitřní straně se dobře uvolňuje

# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT-aktivní

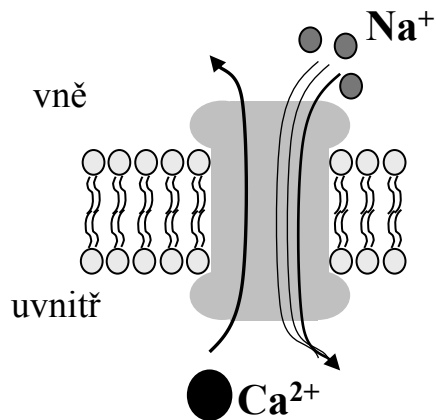
## Sekundárně aktivní transport



### *kontransport*

– transport látek stejným směrem jako směr iontů Na<sup>+</sup>

• *Např.* Transport aminokyselin (AMK) do buňky, kde je jejich koncentrace 2-20krát vyšší než v extracelulární tekutině



### *Kontratransport (antiport)*

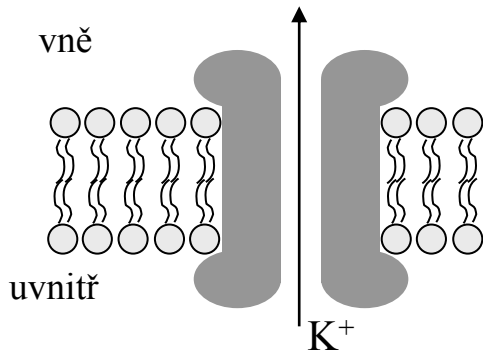
– spřažený transport látek opačným směrem

• *přenos Ca<sup>2+</sup> ven z buňky* Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> výměníkem (*Antiport iontu Ca<sup>2+</sup> a 3 iontů Na<sup>+</sup>*)

• *transport glukózy ven z buňky při současném transportu Na<sup>+</sup> do buňky*

# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT-další mechanismy

## Přestup iontovými kanály



V lipidové dvojvrstvě plazmatické membráně plavou **transportní proteiny** – *iontové kanály*

- kanál je uvnitř naplněný vodou
- mohou jím difundovat jen molekuly o určitých rozměrech - především *malé anorganické ionty*:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  a voda

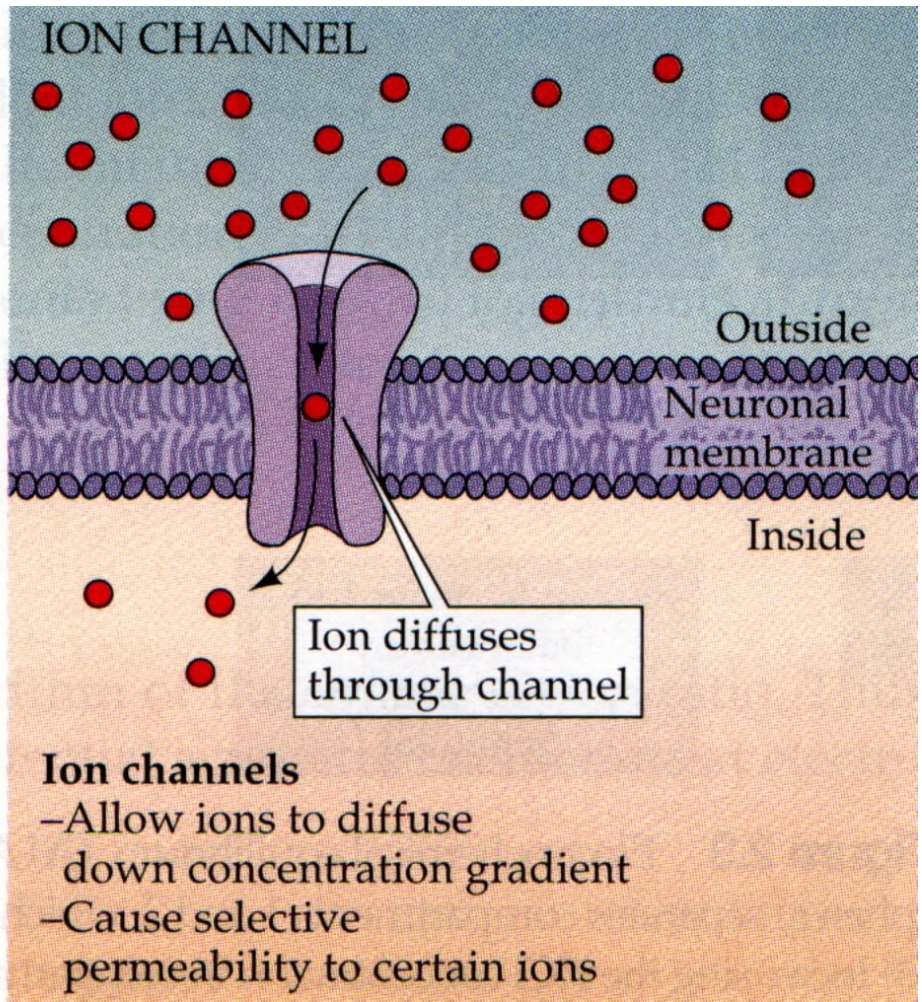
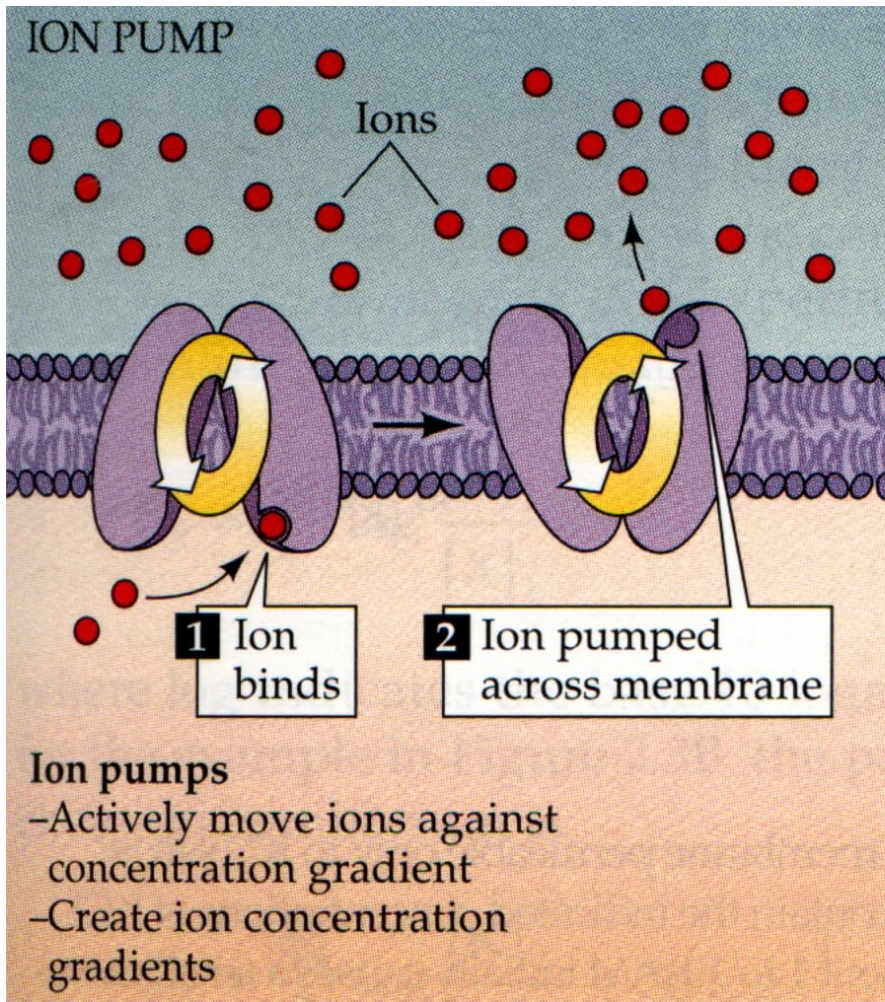
Iontové kanály – stále otevřené versus vrátkovací

◆ stále otevřené

◆ řízené napětím

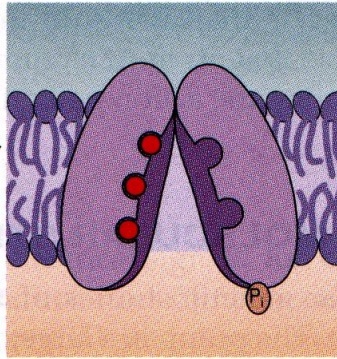
◆ řízené chemicky

◆ řízené fyzikálními impulzy

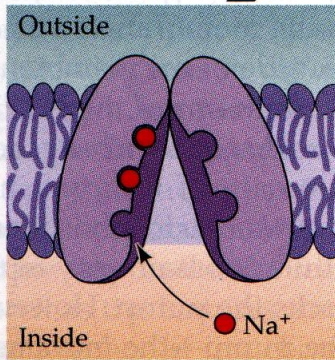


3)

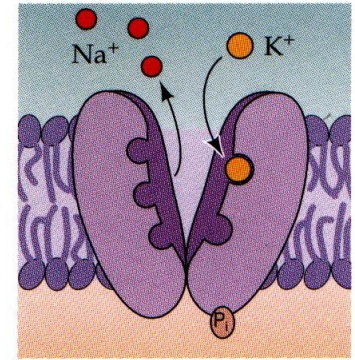
## 2. Phosphorylation



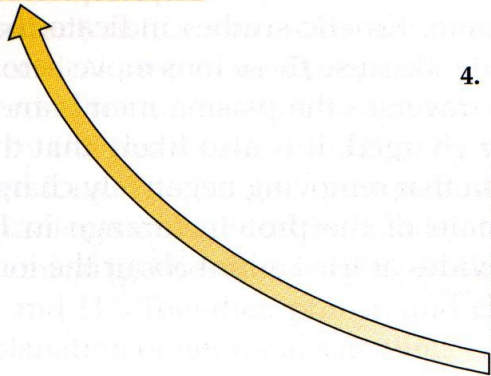
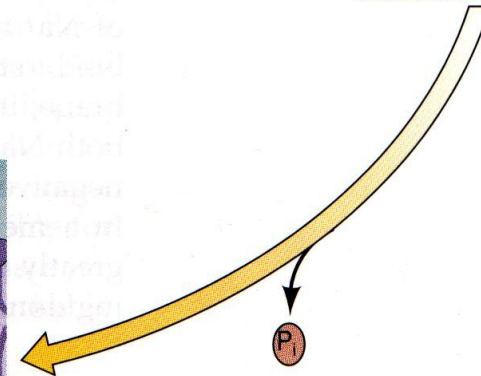
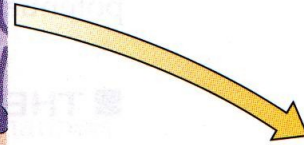
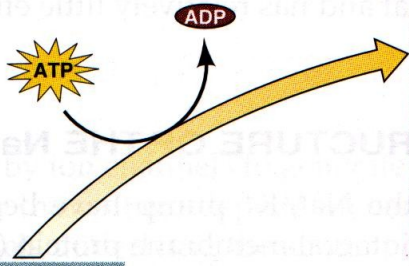
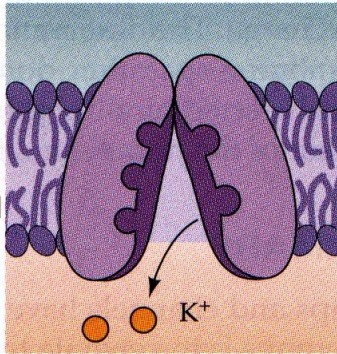
## 1. Na<sup>+</sup> binding



## 3. Conformational change causes Na<sup>+</sup> release and K<sup>+</sup> binding



## 4. Dephosphorylation-induced conformational change leads to K<sup>+</sup> release



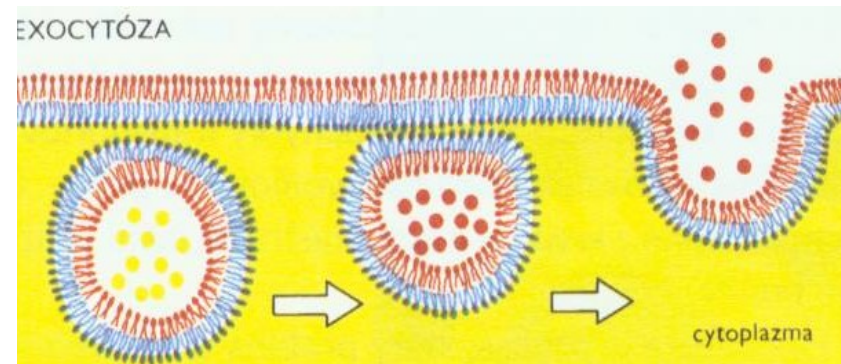
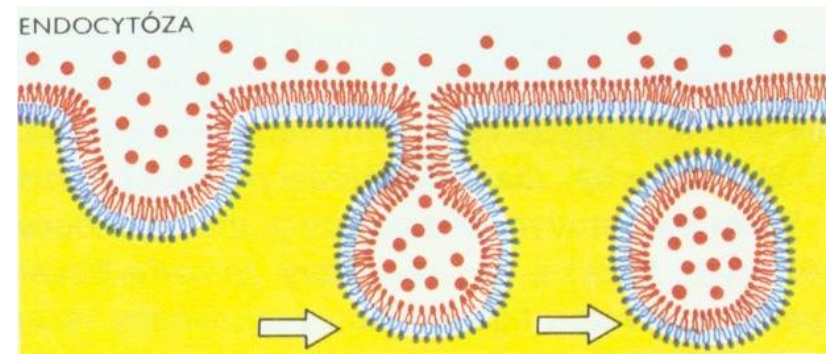
# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

## 5. Endocytóza a exocytóza

Mnoho látek (*proteiny, cholesterol*) nemůže pronikat ani lipidovou dvojvrstvou, ani procházet transportními kanály. Mohou však prostupovat plazmatickou membránou uzavřeny do **transportních váčků**:

**Endocytóza** membrána se vchlípí dovnitř (*invaginuje*) a přitom uzavře obsah mimobuněčné tekutiny (proteiny) do nitra buňky

**Exocytóza** – při kontaktu buněčné transportní vezikuly s plazmatickou membránou obě membrány vzájemně splynou a plazmatická membrána se otevře do extracelulárního prostoru





# KLIDOVÝ MEMBRÁNOVÝ POTENCIÁL

**Je výsledkem:**

- ✓ nerovnoměrného rozložení iontů intracelulární a extracelulární tekutiny, které je dáno přítomností **sodíko-draslíkové pumpy v buněčných membránách**
- ✓ rozdílné propustnosti buněčné membrány pro ionty sodíku ( $\text{Na}^+$ ) a draslíku ( $\text{K}^+$ )

# Fenomény uplatňující se při klidovém membránovém potenciálu

- ✓ Aktivní transport  $\text{Na}^+$  ven z buňky a  $\text{K}^+$  do buňky (dáno přítomností  $\text{Na}^+-\text{K}^+$  ATPázy)
- ✓ Malá propustnost (permeabilita) membrány pro  $\text{Na}^+$
- ✓ Vysoká permeabilita membrány pro  $\text{K}^+$
- ✓ Uvnitř buňky zůstávají anionty bílkovin a fosfátů

Vzniká: ELEKTROCHEMICKÝ GRADIENT

(měříme elektrické napětí mezi vnějškem a vnitřkem buňky)

- Nakonec se ustaví **ROVNOVÁŽNÝ potenciál**
- **V této souvislosti se nejvíce mluví o draslíku,** protože jeho rovnovážný potenciál se nejvíce blíží hodnotě klidového membránového potenciálu (-70mV)
- $E_k$  – rovnovážný potenciál draslíku znamená, že síla pohánějící difuzi  $K^+$  ven (chemický gradient) je právě tak velká jako síla potenciálu působícího v opačném směru (elektrický gradient)
- Rovnovážné potenciály pro jednotlivé ionty se počítají podle **NERNSTOVY ROVNICE**

uzavíráme, že :

**Buněčná membrána je v klidu**

**POLARIZOVÁNA**

# Fyziologický význam klidového membránového napětí

- Buňky jej užívají k regulaci svých fyziologických funkcí k nimž patří:
  - ✓ propustnost membrán svalových a nervových buněk pro ionty
  - ✓ intracelulární uvolňování vápníku pro svalovou kontrakci
  - ✓ uvolňování nervových přenašečů v nervovém systému

# AKČNÍ POTENCIÁL (AP)

- Podrážděním vzrušivých buněk (svalových nebo nervových) se klidové membránové napětí může změnit v AKČNÍ napětí
- AP vzniká podle **zákona: „vše nebo nic“**
  - k jeho vzniku je potřeba dostatečně silného podnětu (tzv. **nadprahový** podnět)
  - jeho další **šíření** probíhá **bez ztráty** jeho velikosti

# Fyziologický význam akčního potenciálu

- změnou klidového membránového potenciálu v akční potenciál se:
  - ✓ kódují a přenášejí informace v živých systémech (nervová soustava)
  - ✓ spouští se svalová kontrakce (svalstvo)