

# 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

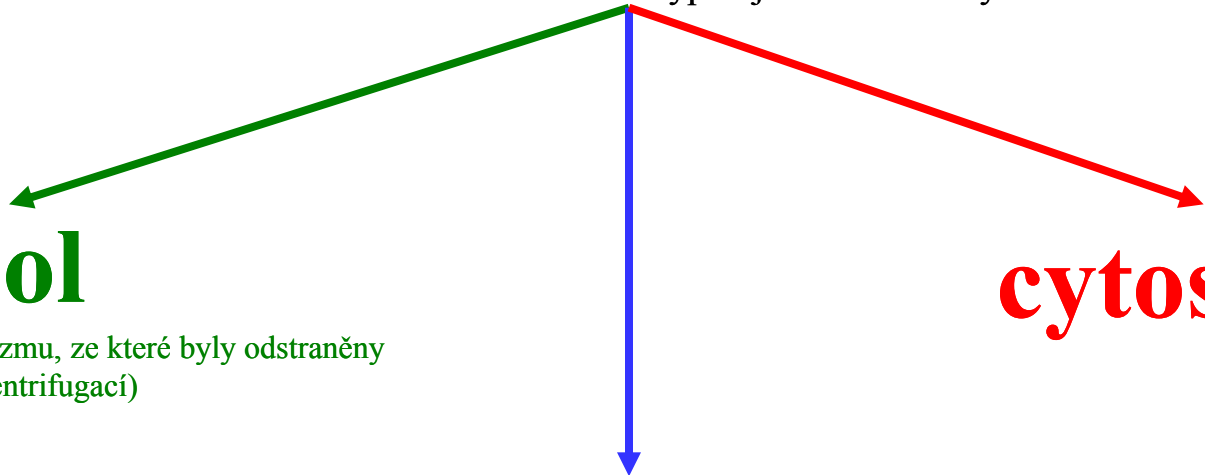
vyplňuje vnitřek buňky

**cytosol**

název pro cytoplazmu, ze které byly odstraněny organely (např. centrifugací)

**cytoskelet**

**buněčné organely**



**mikrofilamenta**

**centriol**

**jádro**

**lysosom**

**hladké  
endoplazmatické  
retikulum**

**hrubé  
endoplazmatické  
retikulum**

**mitochondrie**

**Golgiho  
aparát**

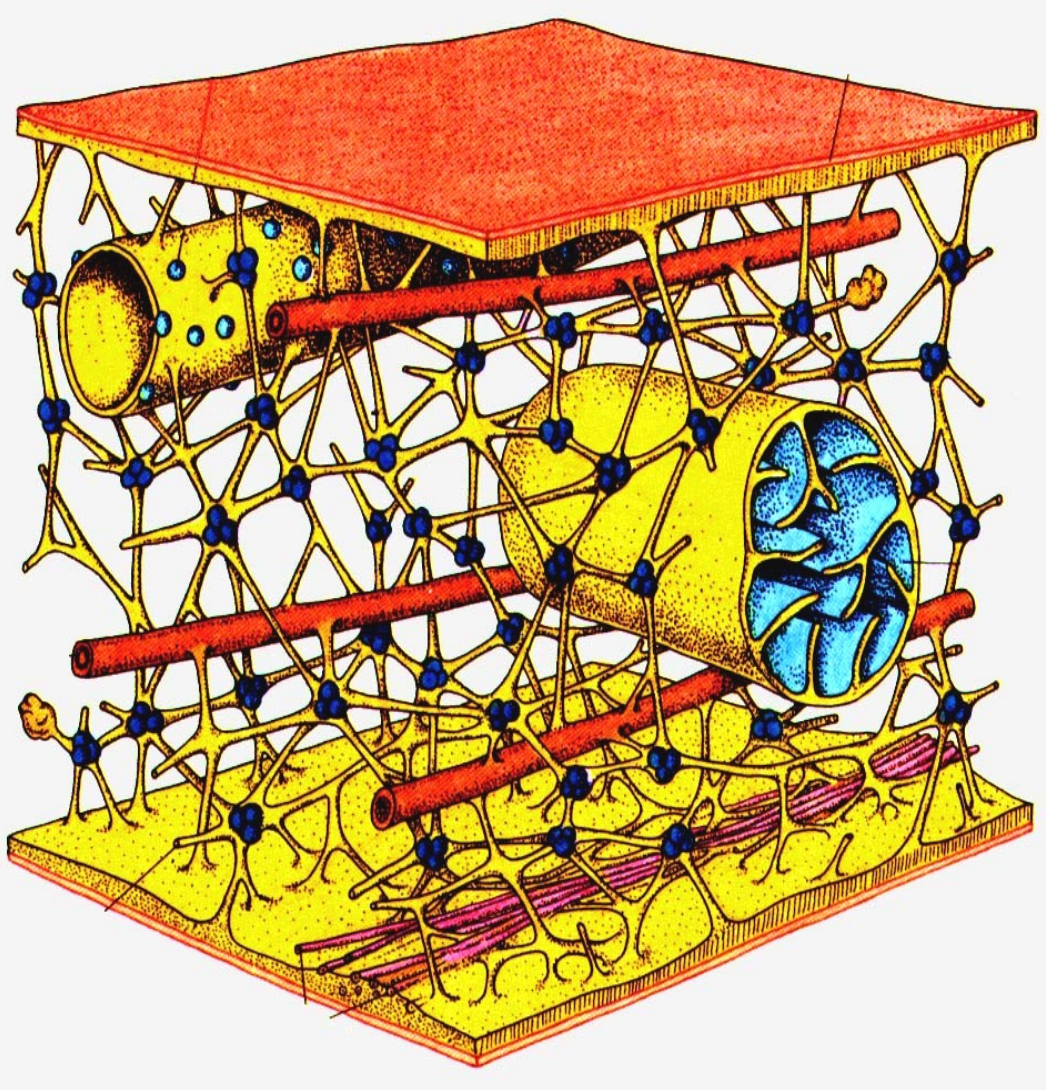
**mikrotubuly**

**cytoplazma**





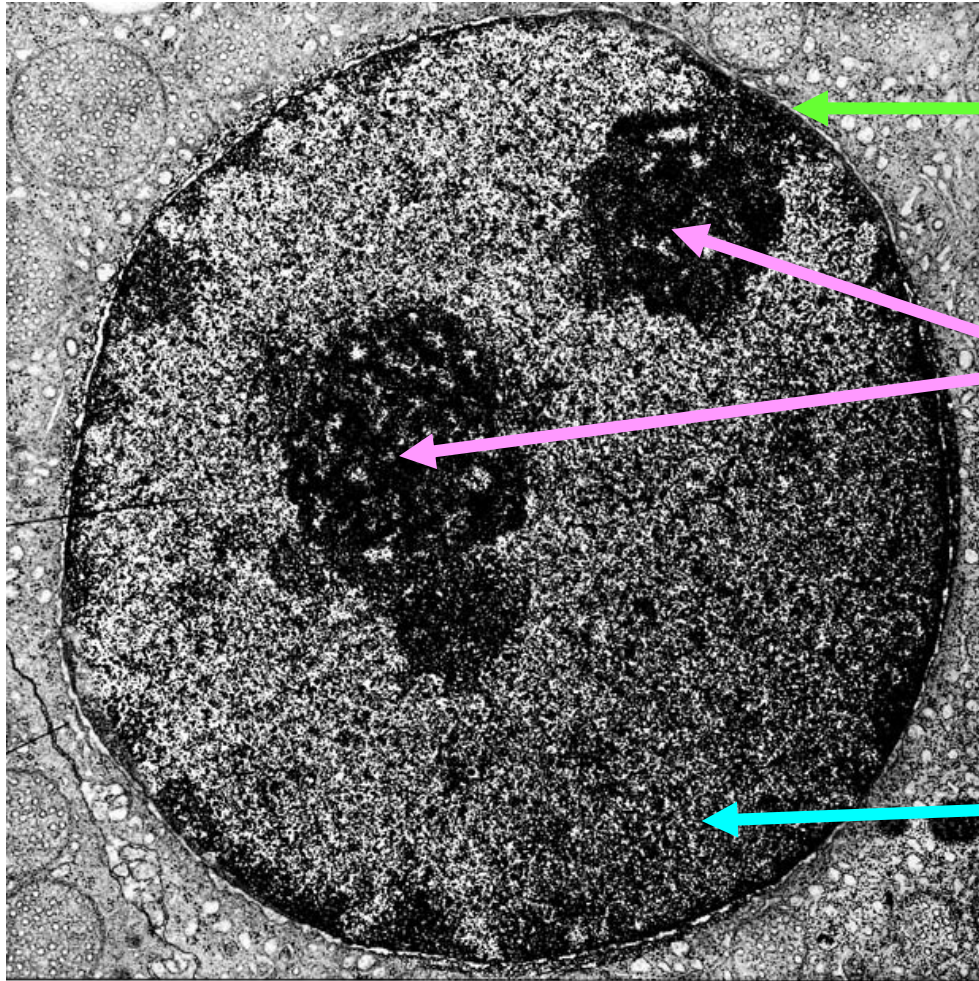
# CYTOSOL



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

# JÁDRO – *nukleus*

*přenos a exprese genetické informace*



## jaderná membrána

s póry umožňující výměnu velkých molekul – např. RNA  
– tzn. informaci mezi jádrem a cytoplazmou

## Jadérko (nucleolus)

obsahuje DNA, RNA a proteiny  
syntetizuje se v něm ribozomální RNA

## Chromatin

je tvořen: DNA + bílkoviny  
je součástí chromozómů



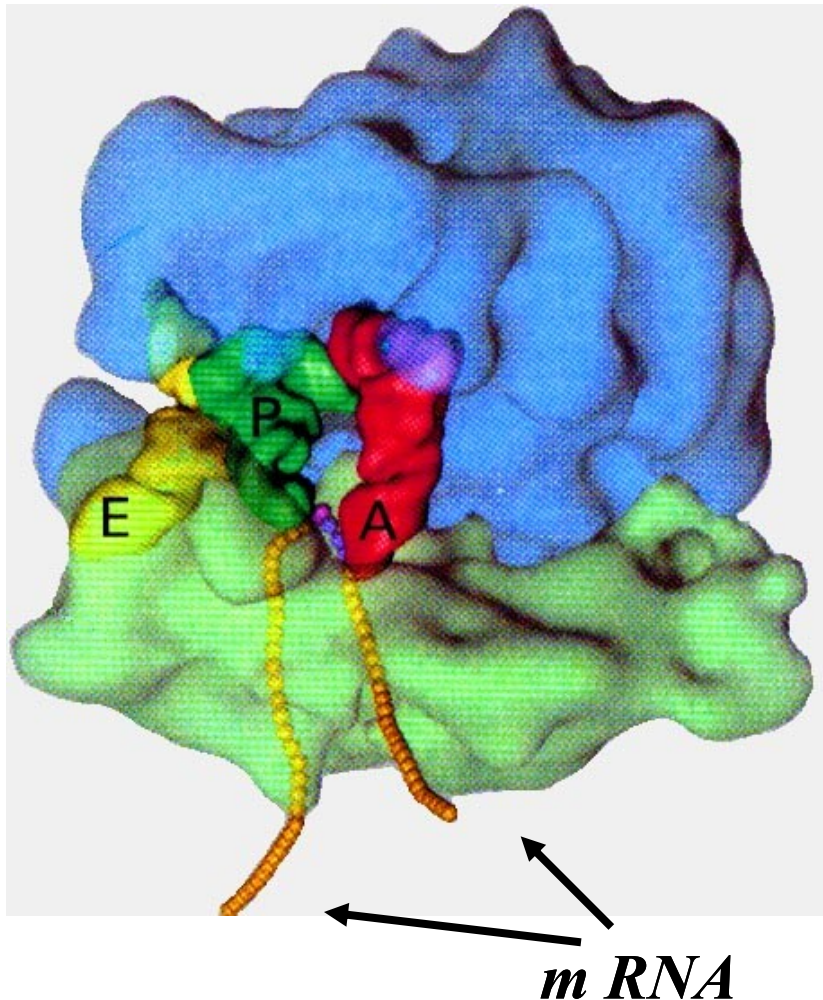
# RIBOZOMY

- denzní granula skládající se z:

- **bílkovin (35%)**
- **r RNA (65%)**

- posunují se po mRNA a podle zapsané informace

*syntetizují bílkovinný řetězec*



## **Volné ribozomy**

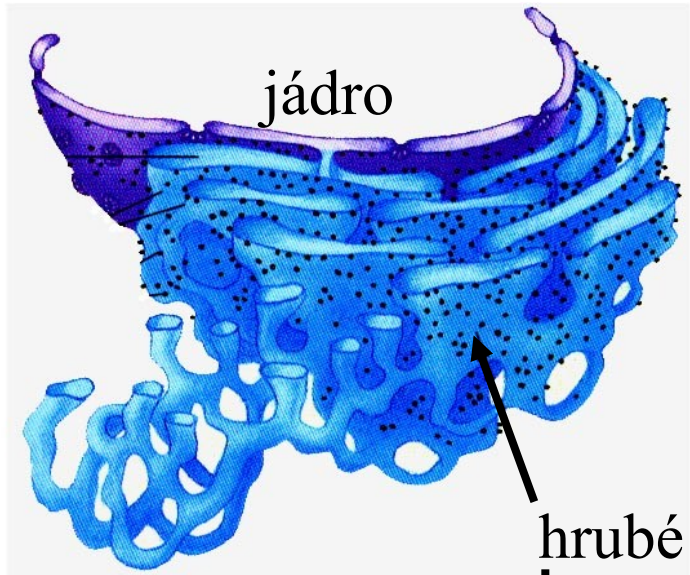
- syntéza cytoplasmatických bílkovin

## **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

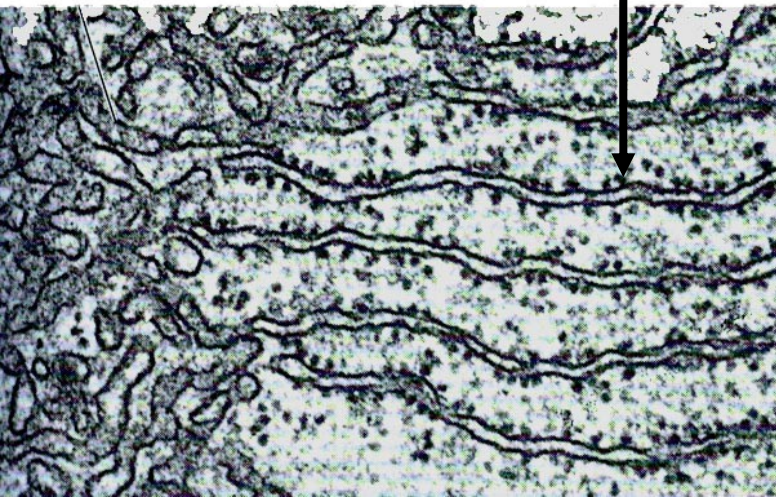
hrubé ER

## Hrubé endoplazmatické retikulum

- syntéza bílkovin pro export nebo vázaných v membránách

## Hladké endoplazmatické retikulum

- syntéza např. steroidních látek (*cholesterol*)
- probíhají zde detoxikační procesy
- ve svalových buňkách zde dochází ke koncentraci **VÁPŇÍKU** (*sarkoplazmatické retikulum*)

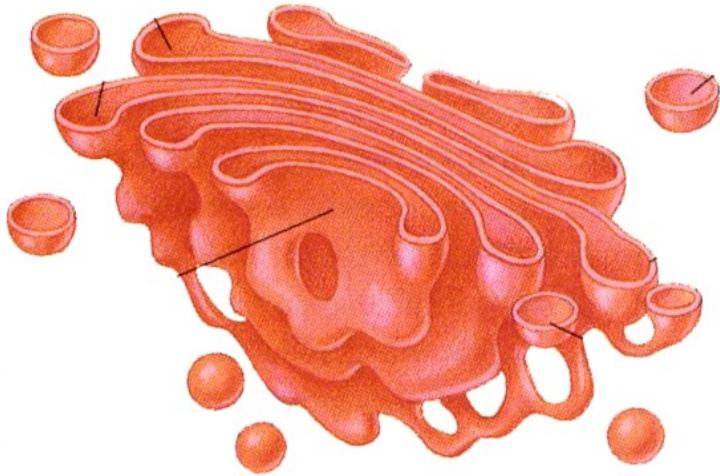




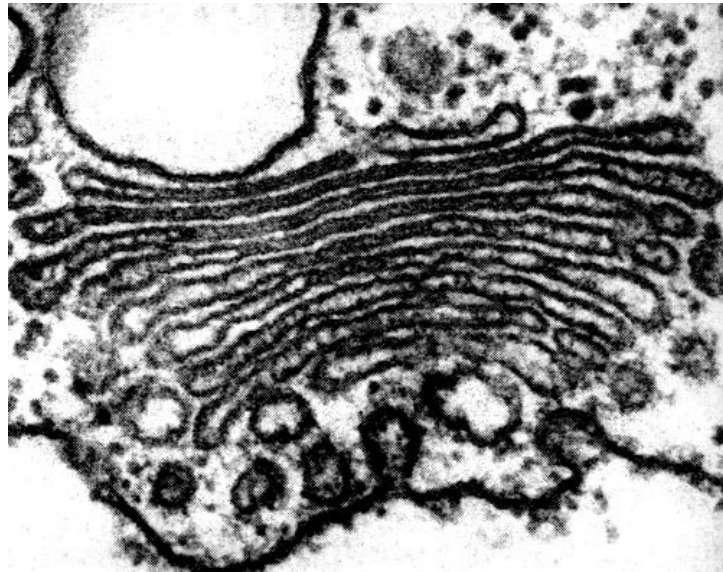
# GOLGIHO APARÁT

*soubor membránou uzavřených váček*

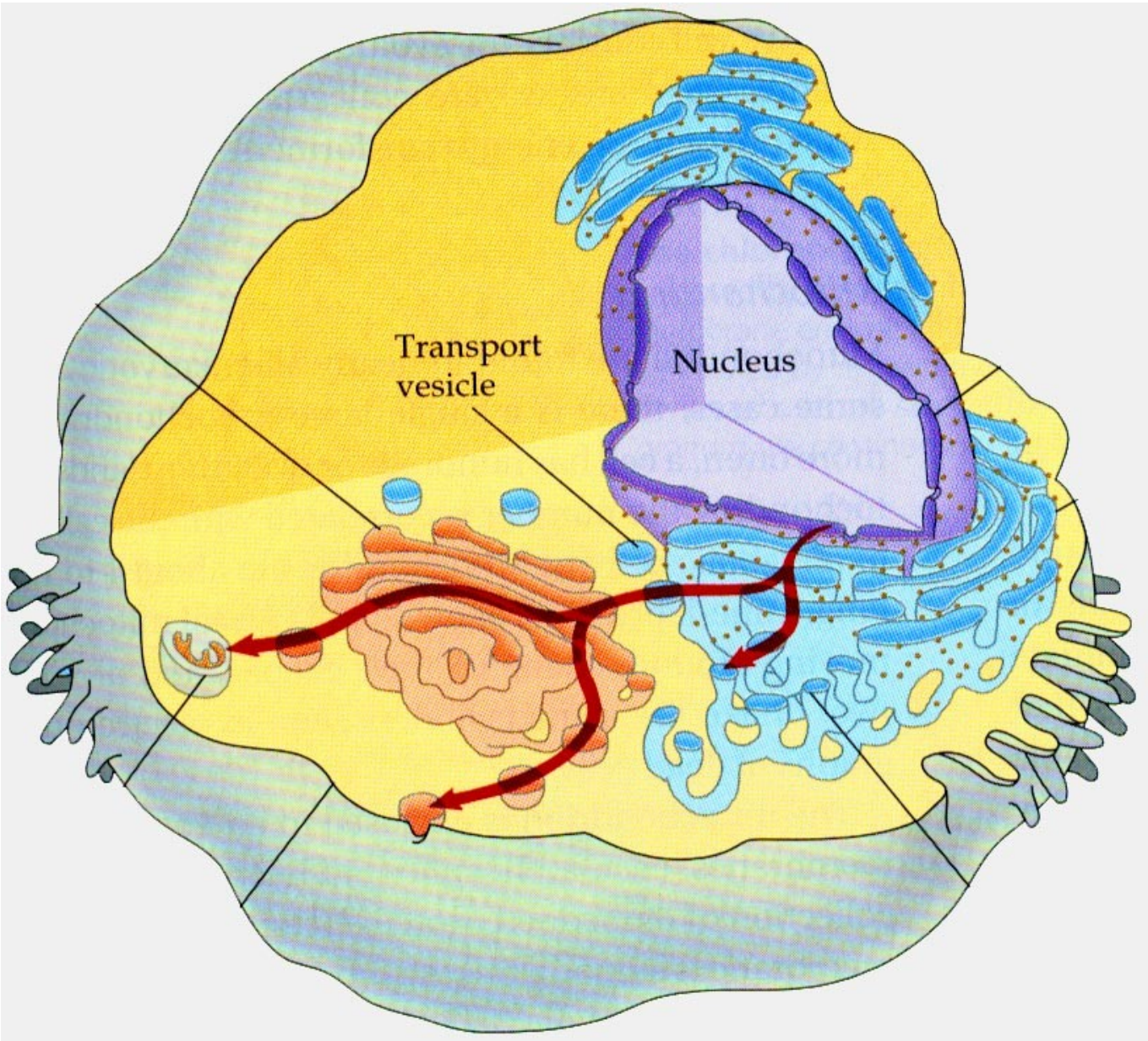
oploštělých, uložených na sebe, počet 6 a více



chemická úprava nově syntetizovaných  
bílkovin z endoplazmatického  
retikula



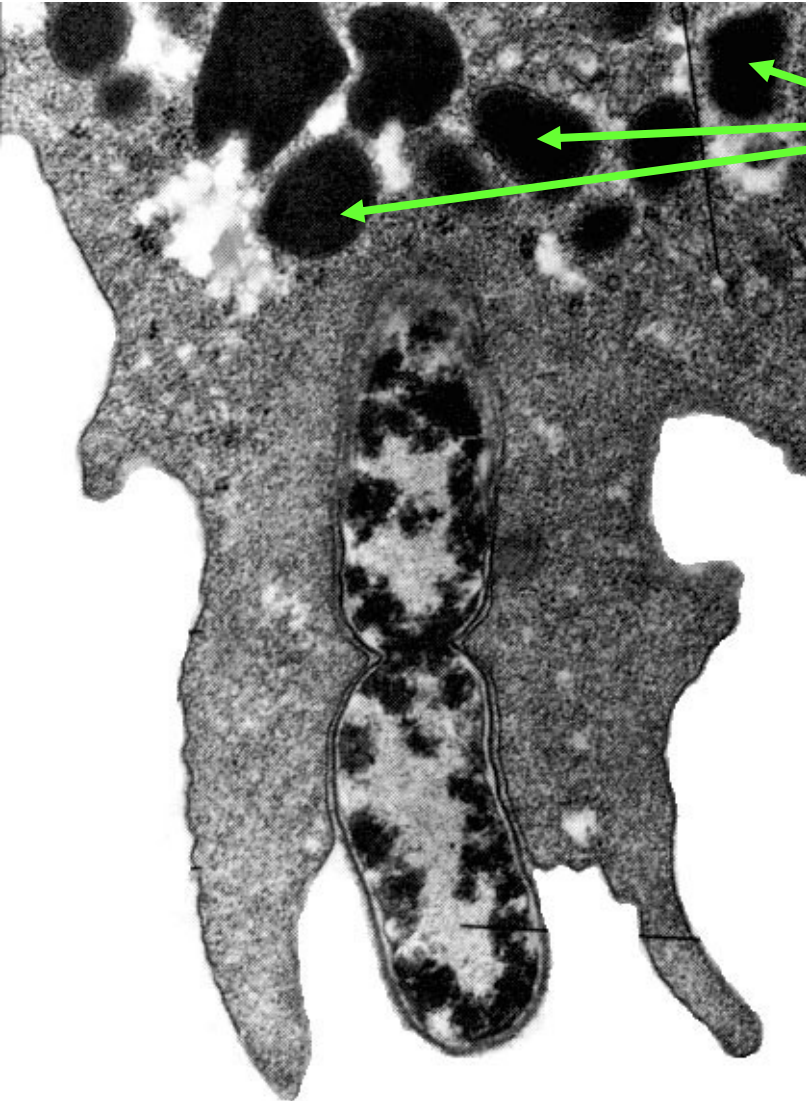
bílkoviny získají svou konečnou podobu,  
obalují se membránou a uvolňují se do  
cytoplazmy ve formě měchýřků (váček)





# LYZOSOMY A PEROXISOMY

*sféricky nepravidelné membránové organely obsahující enzymy*



## LYZOSOMY

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

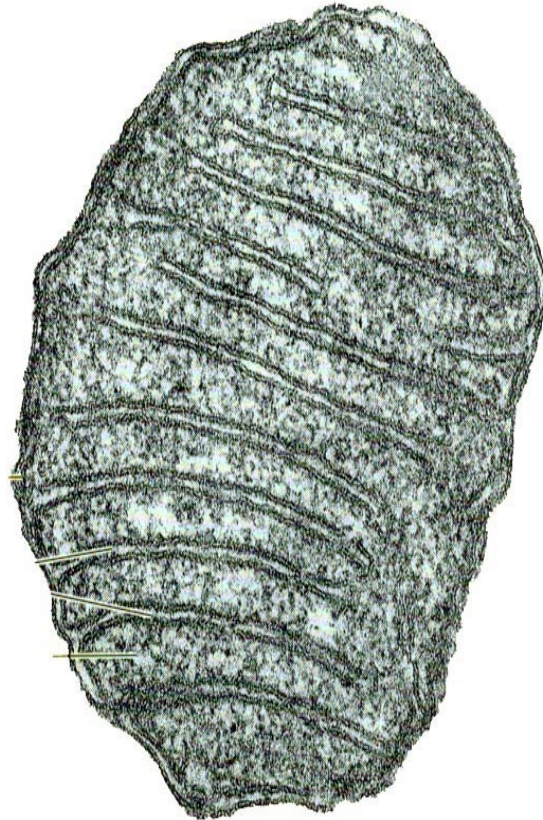
## PEROXISOMY

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



# MITOCHONDRIE

*produkce energie pro buňku*



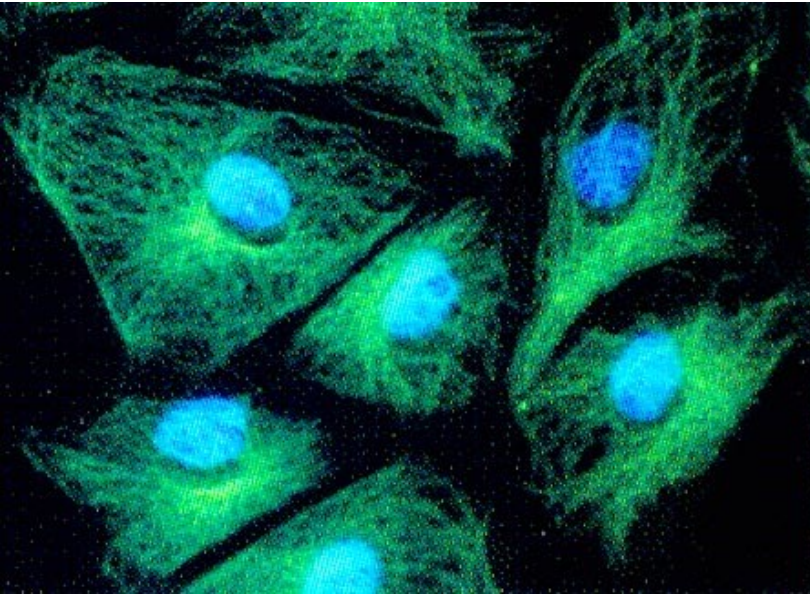
- ohraničena *dvojitou* membránou
- vnitřní membrána zvrásněná do *krist*
- enzymy pro *aerobní fosforylaci*
- obsahuje mitochondriální *DNA*

# CYTOSKELET

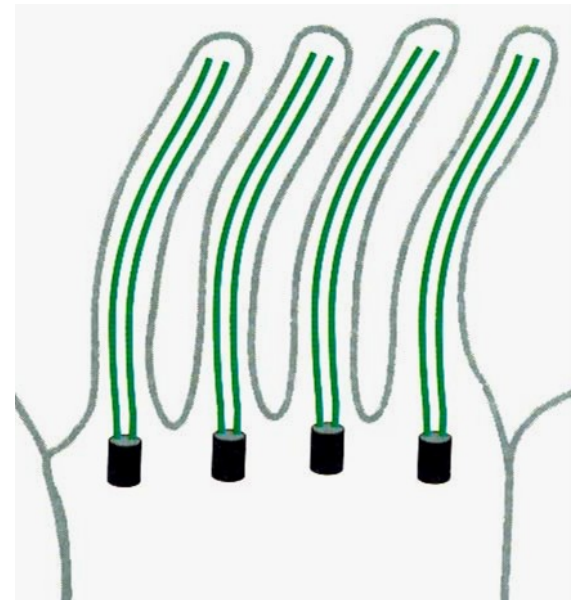
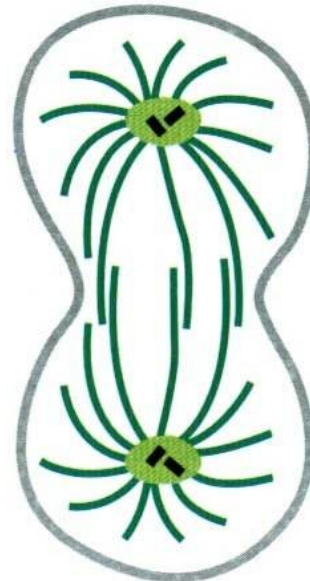
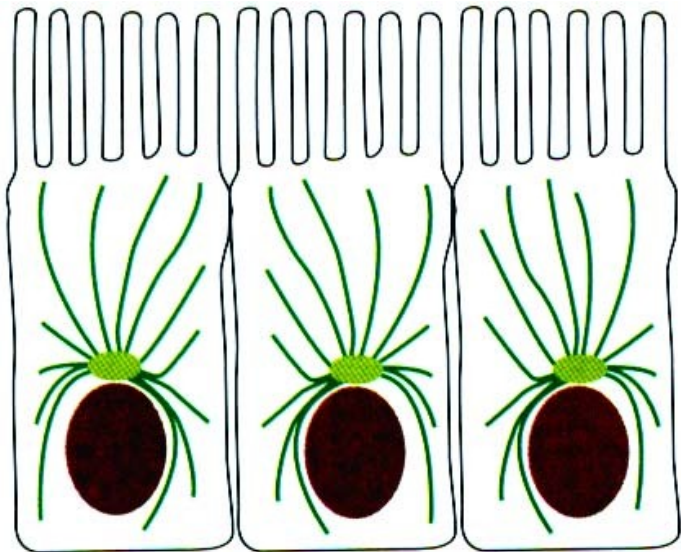
- ***sít'*** proteinových vláken rozprostírající se v cytoplazmě
- ***uspořádává*** součástí buněčných těl
- dává schopnost buňkám zaujímat ***nejrůznější tvary***
- vykonává koordinované ***pohyby***

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

# MIKROTUBULY

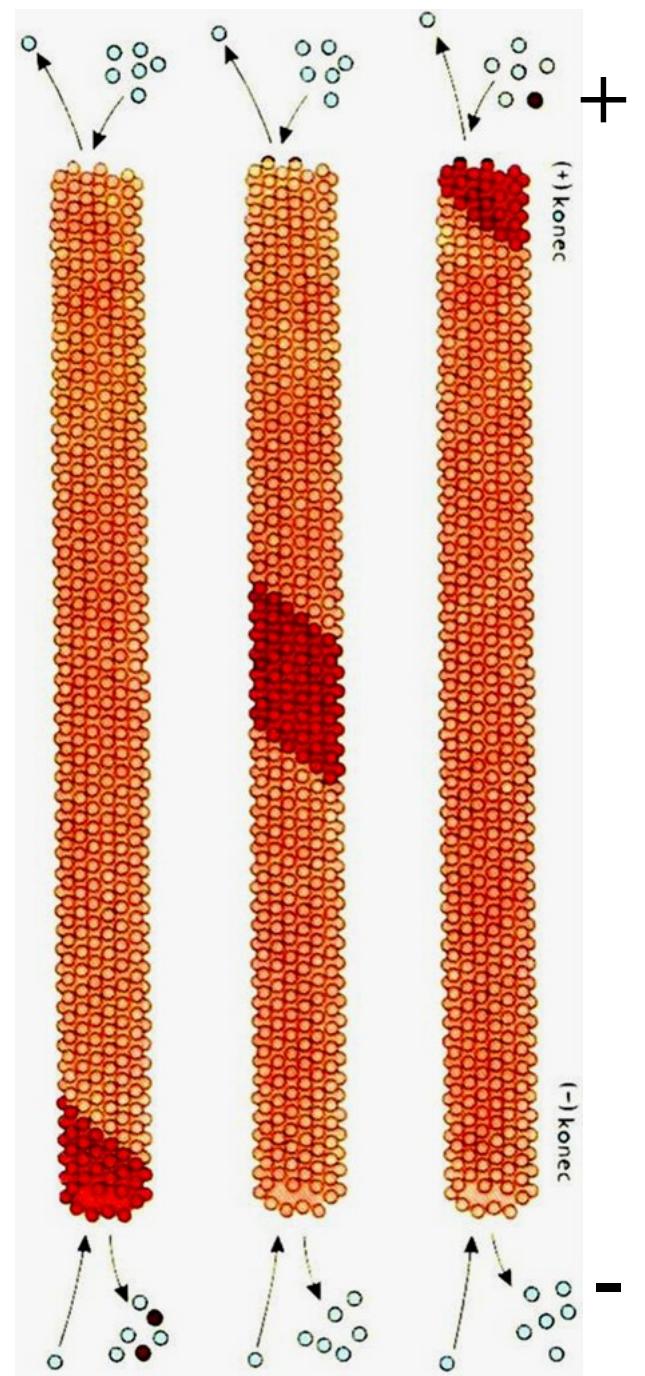
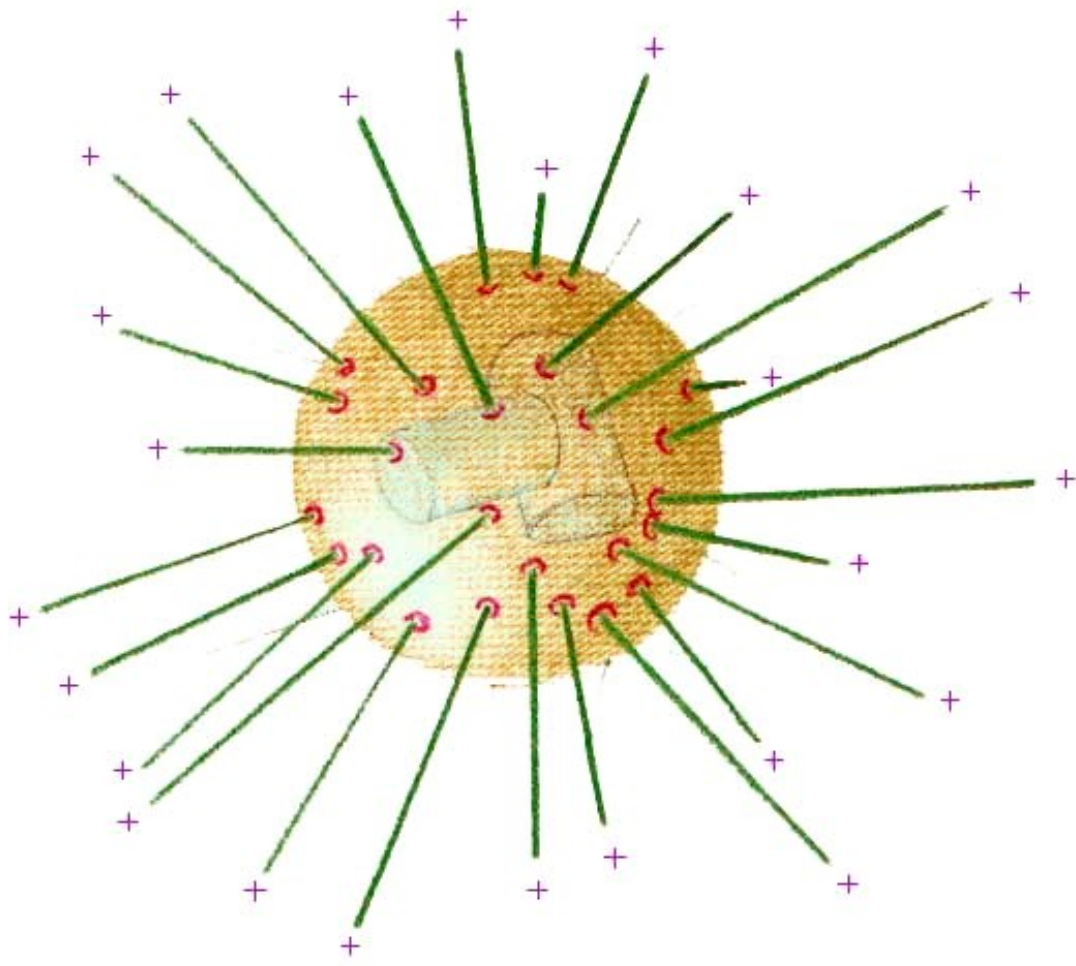


- *organizující* funkce v buňkách
- *transport* buněčných komponent
- účastní se *dělení* buňky
- *kostra* buněčných struktur
- zajišťují *pohyb buněk* nebo *pohyb tekutiny* nad buňkami



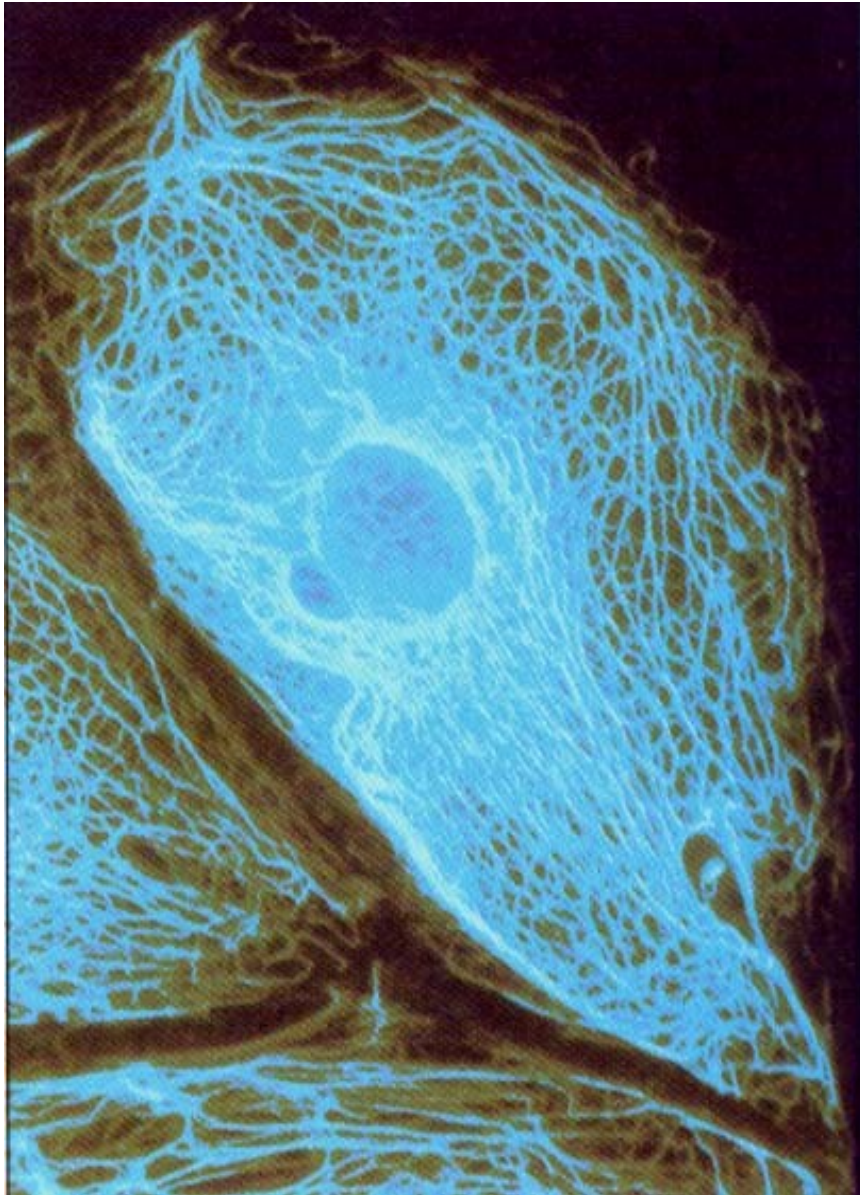


# MIKROTUBULY

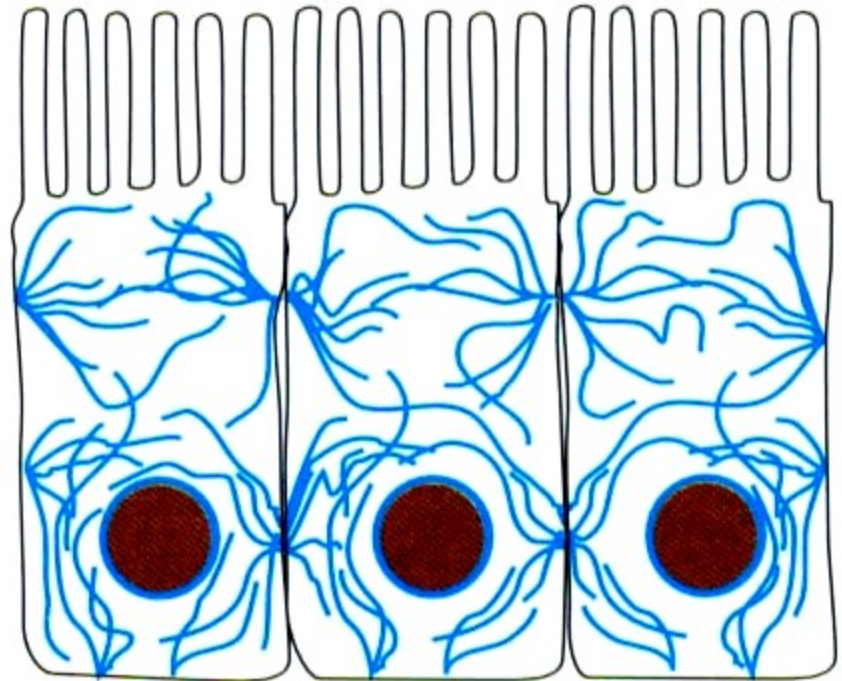




# STŘEDNÍ FILAMENTA

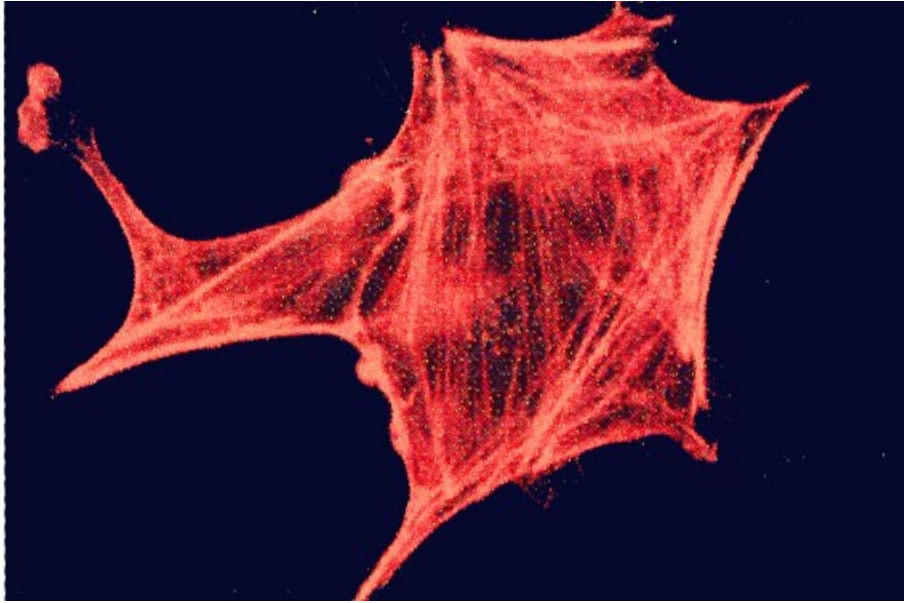


- velká pevnost v tahu
- umožňují buňkám vydržet *mechanický stres* při natažení buněk





# MIKROFILAMENTA

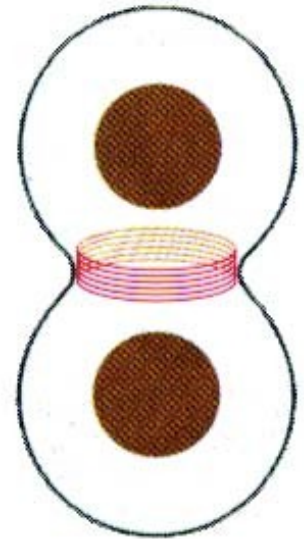
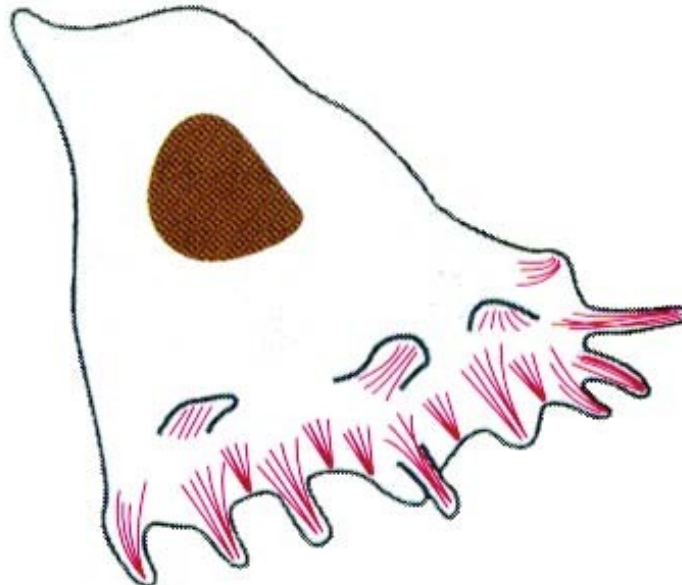
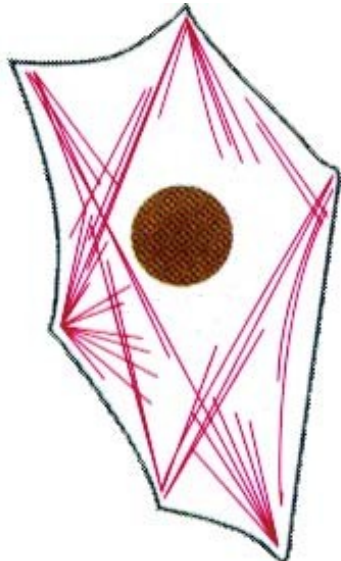
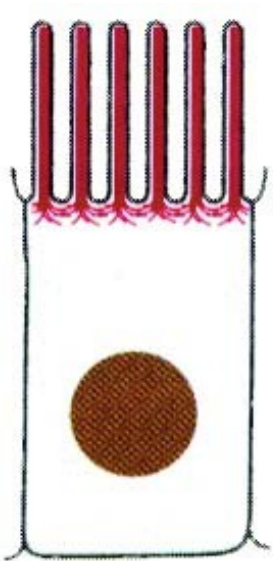


## funkce strukturální

- stabilní základ výběžků buňky
- základ nestabilních senzitivních výběžků buňky

## funkce kinetická

- slouží jako „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=řídká síť)

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

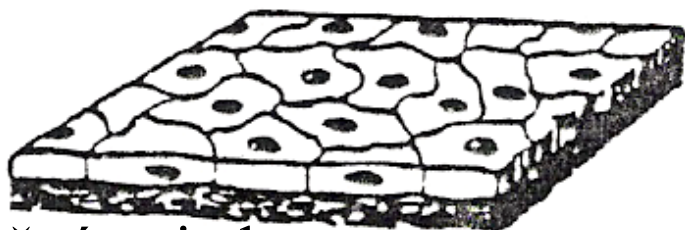
- POJIVO - pojivové tkáně (**vazivo, chrupavka, kost**)

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

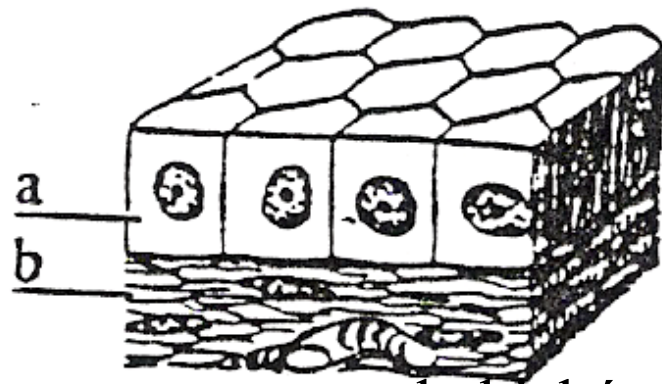
- NERV - nervová tkáň

- Krev – „tekutá“ tkáň

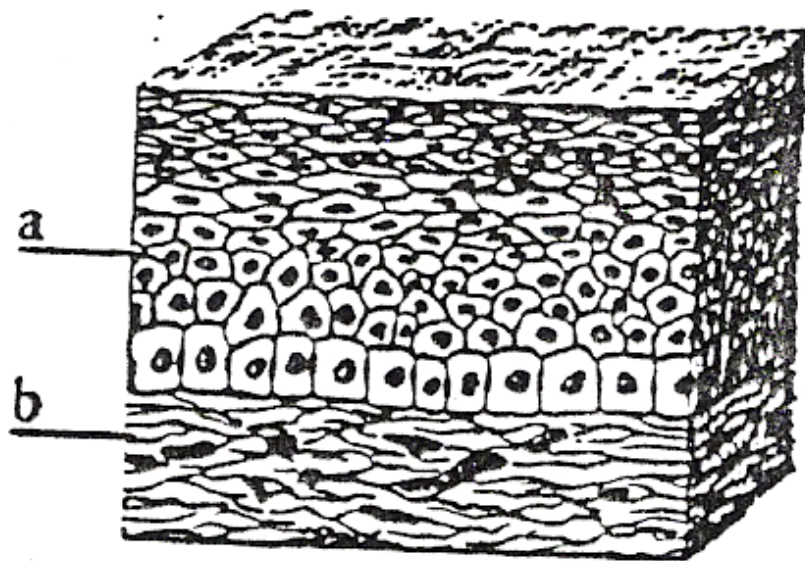




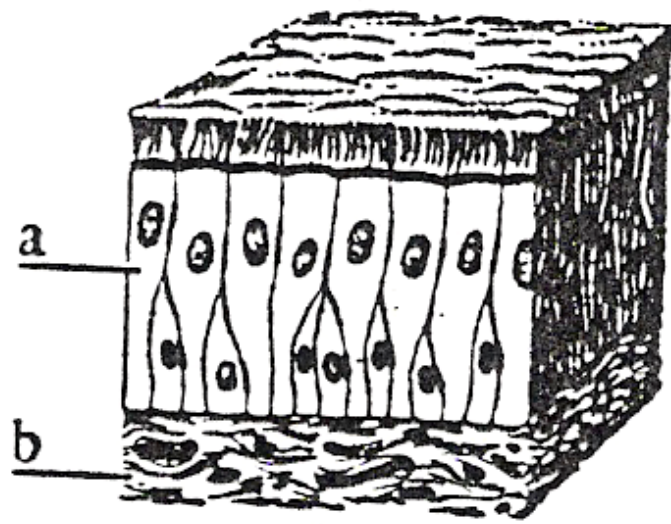
plošný epitel A



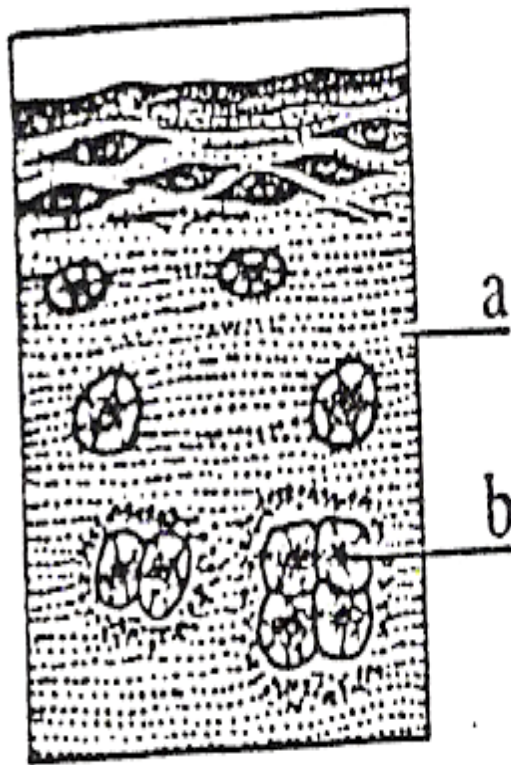
B kubický epitel



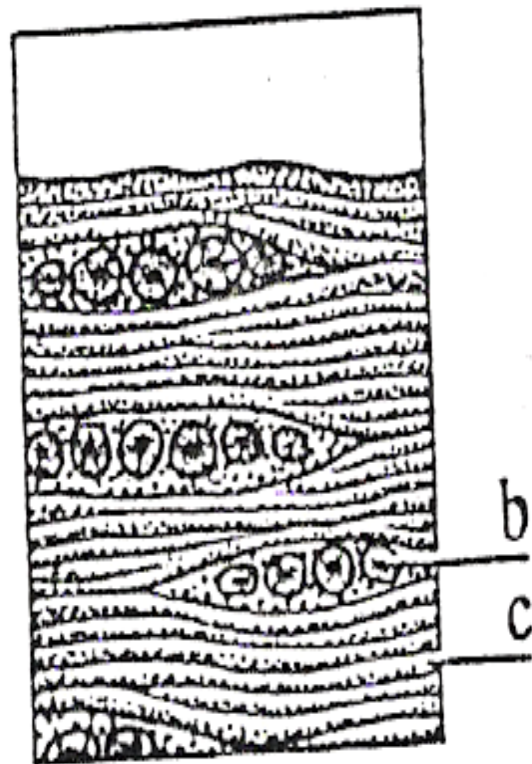
C vrstevnatý epitel



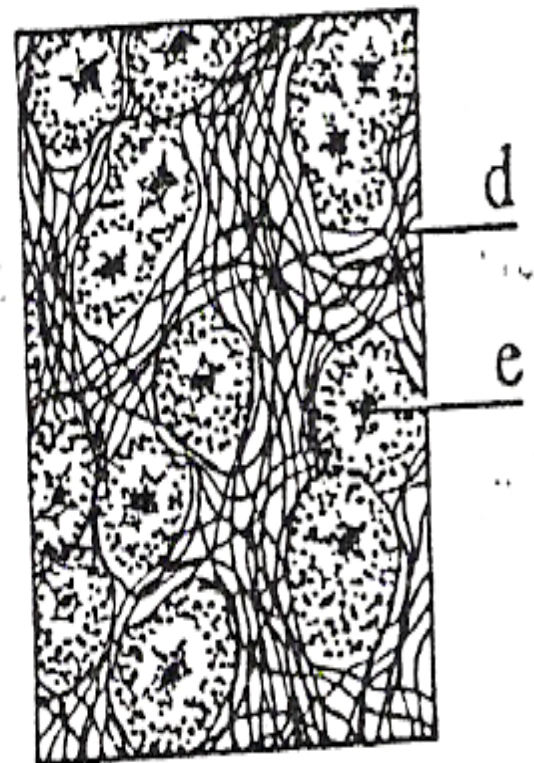
D dvouřadý cylindrický epitel s řasinkami



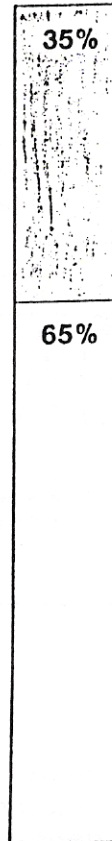
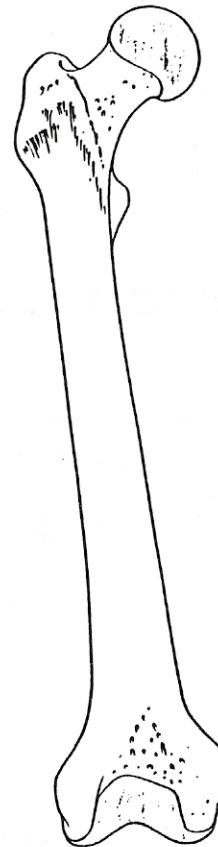
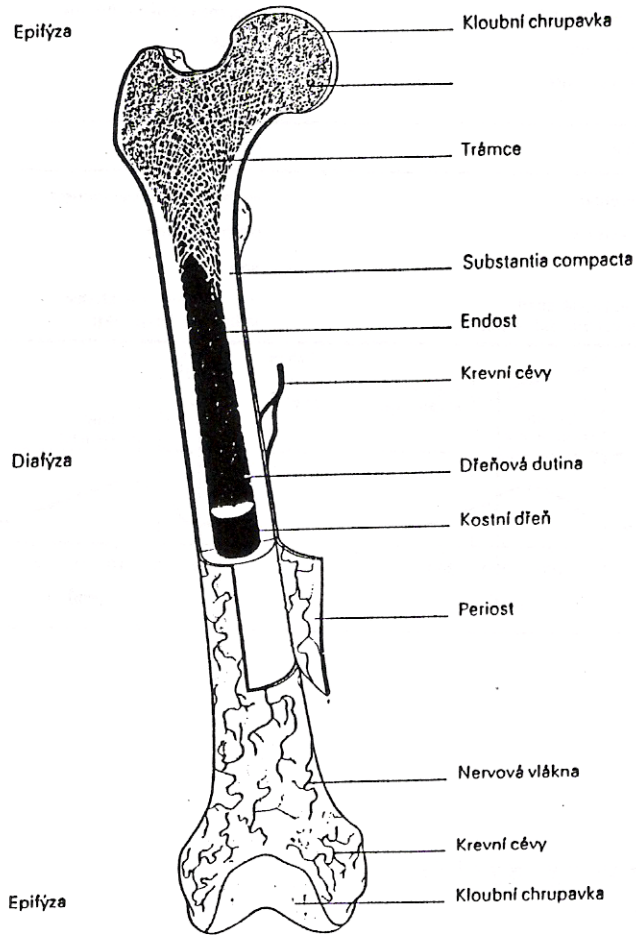
A



B



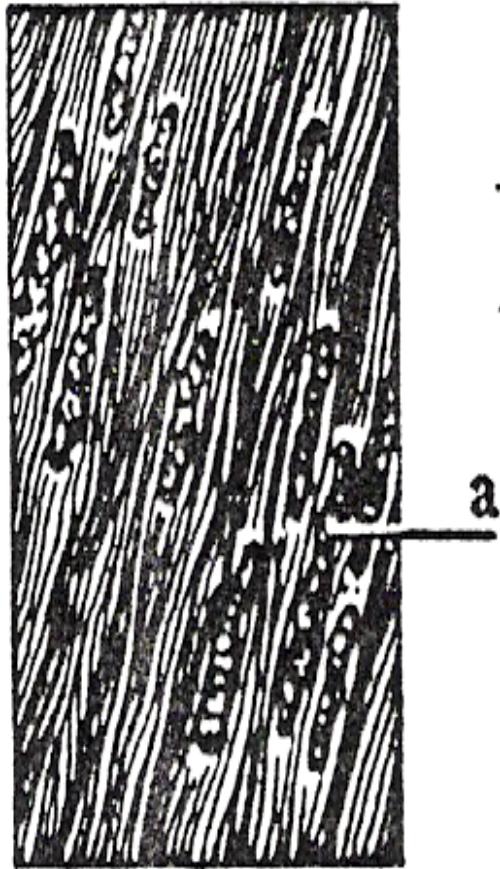
C



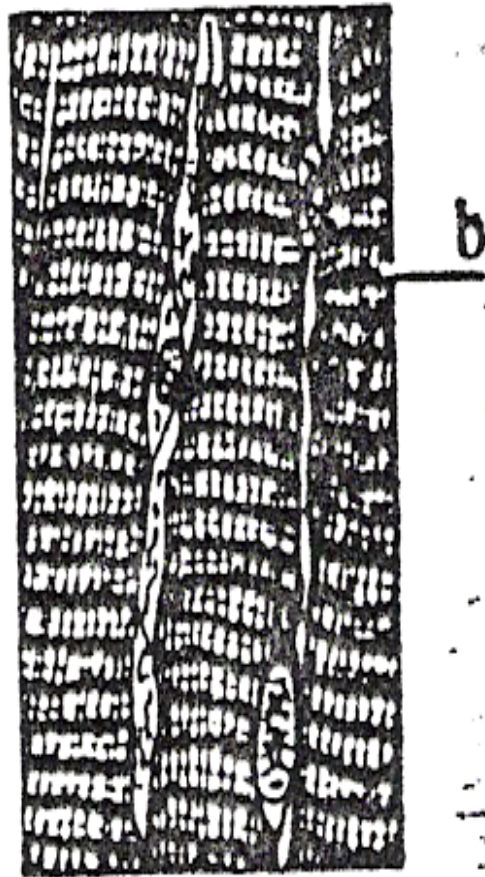
**Osteoid (matrice)**  
Organická látka, pružná  
95% kolagenních vláken (protein)  
základní hmota  
(mukopolysacharidy)

**Minerální soli**  
Anorganická látka, křehká  
85% kalciumfosfát  
( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )  
10% kalciumkarbonát  
0,3% kalciumfluorid  
0,2% kalciumchlorid  
1,5% magnesiumfosfát  
2% alkalické soli

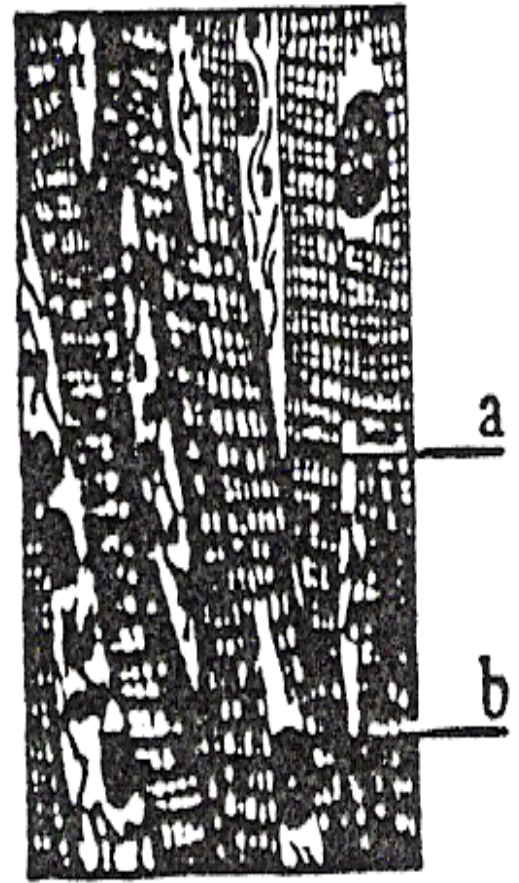




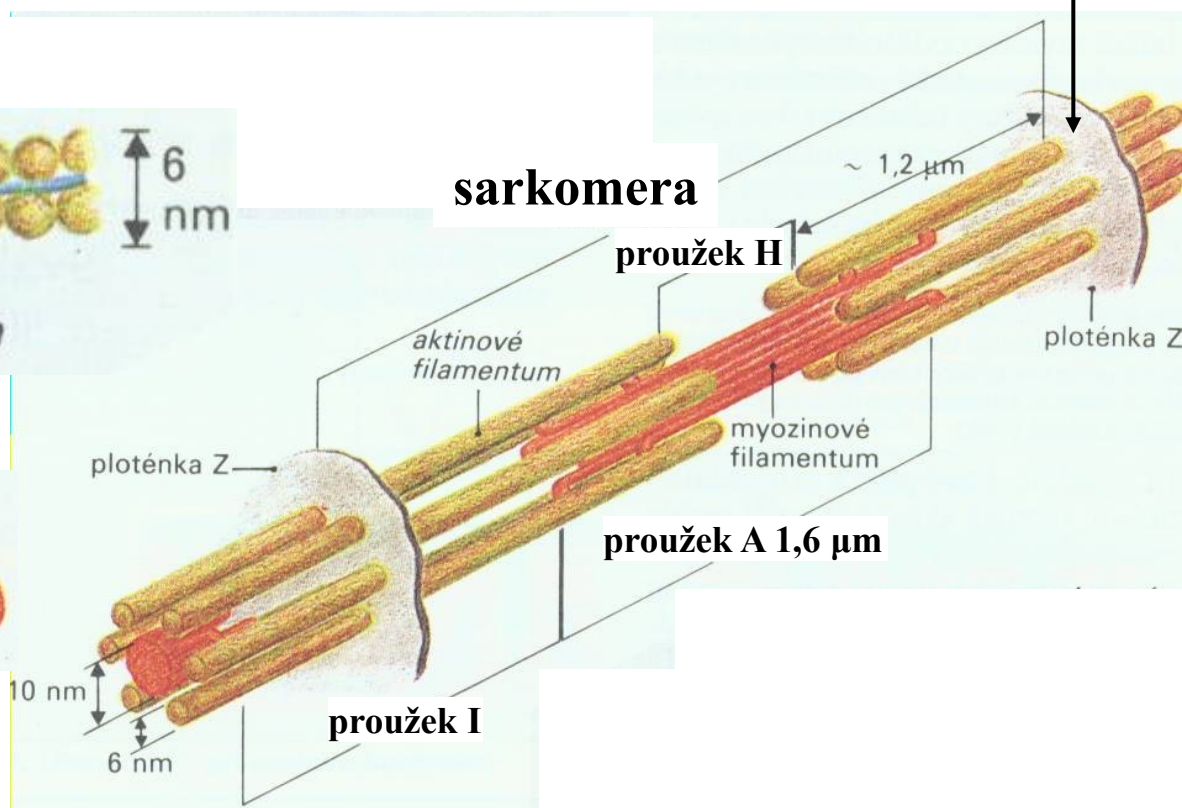
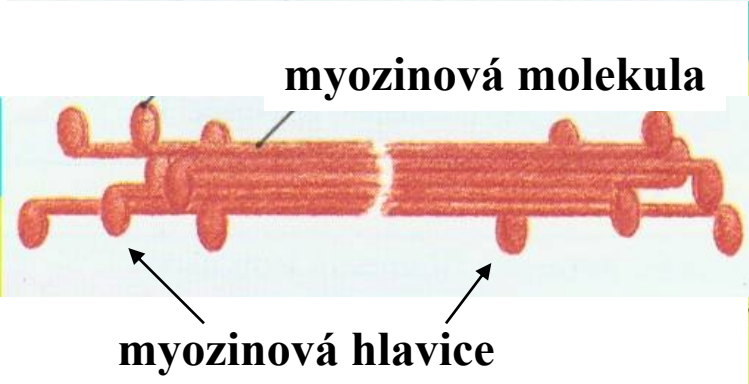
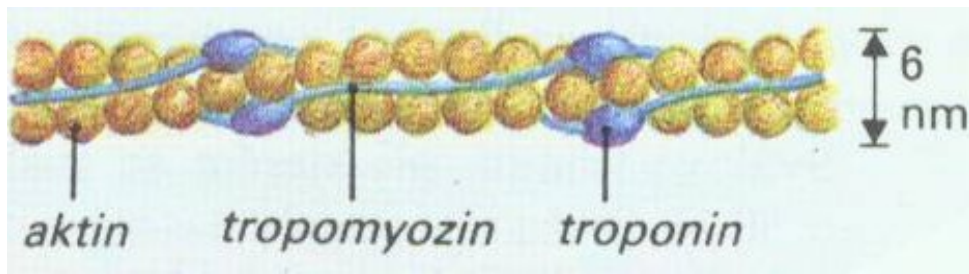
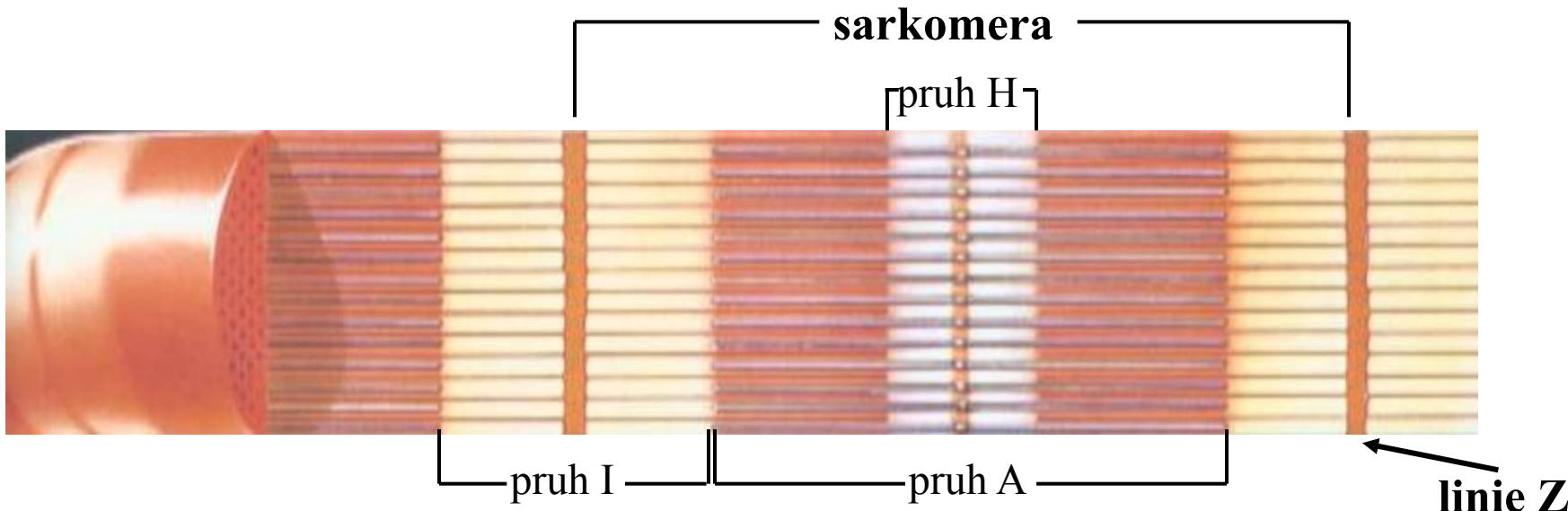
A



B

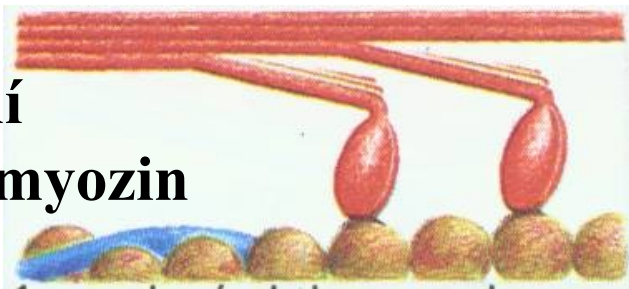


C

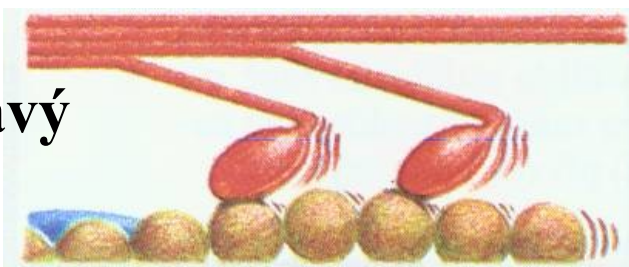




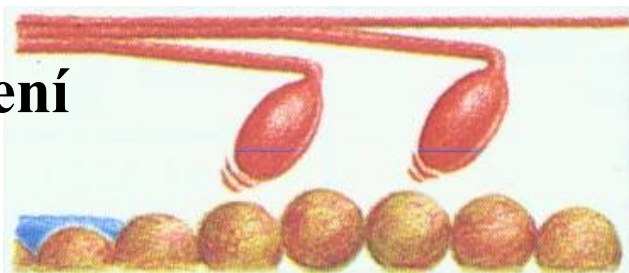
# spojení aktin-myozin



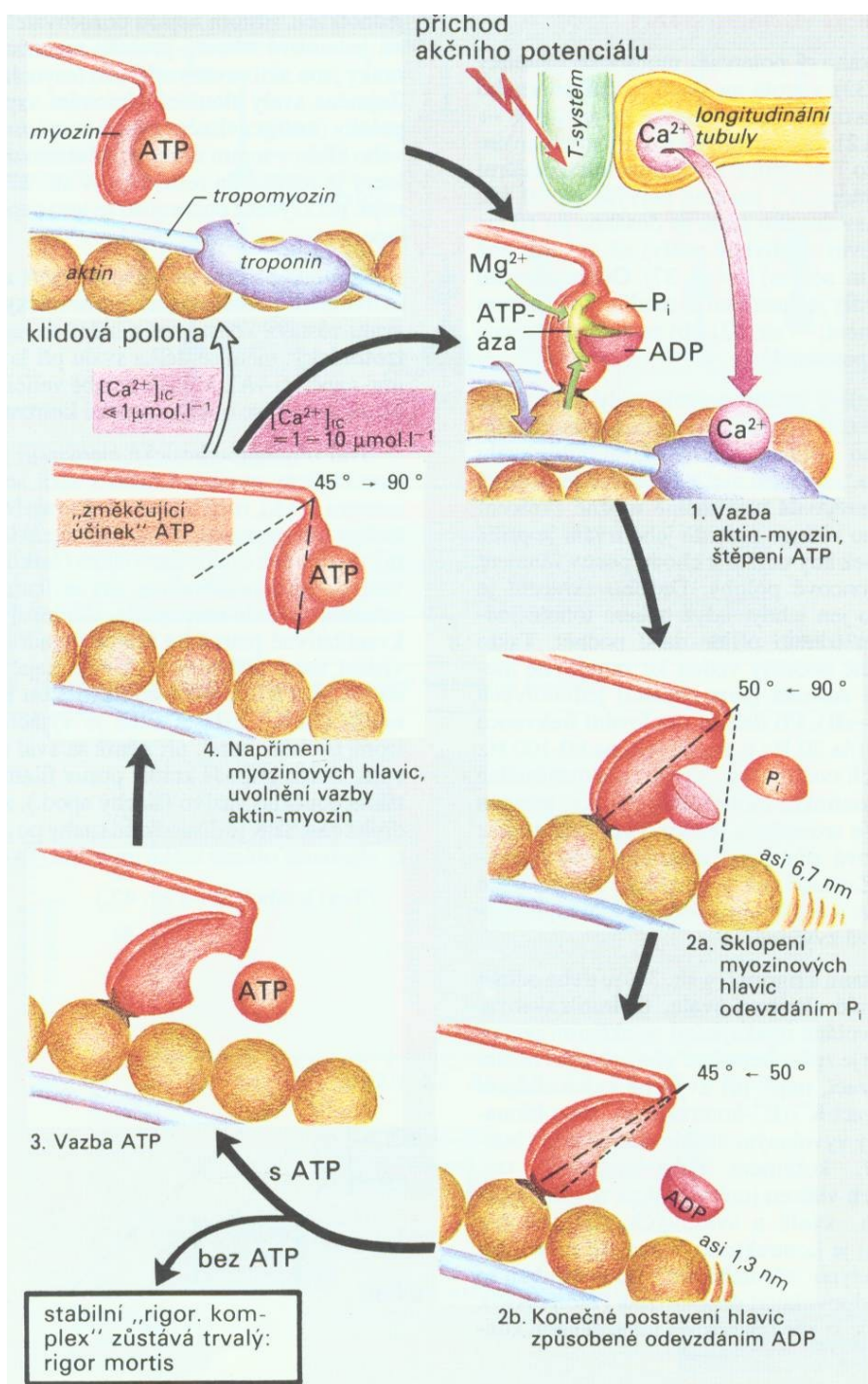
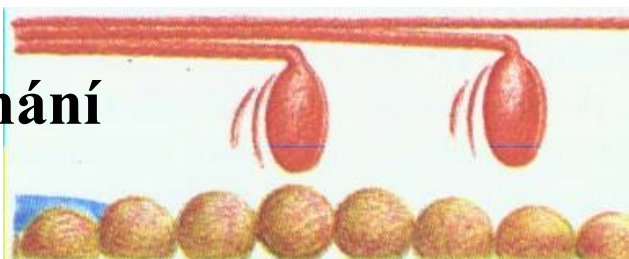
# klouzavý pohyb



# odpojení hlavic



# narovnání hlavic



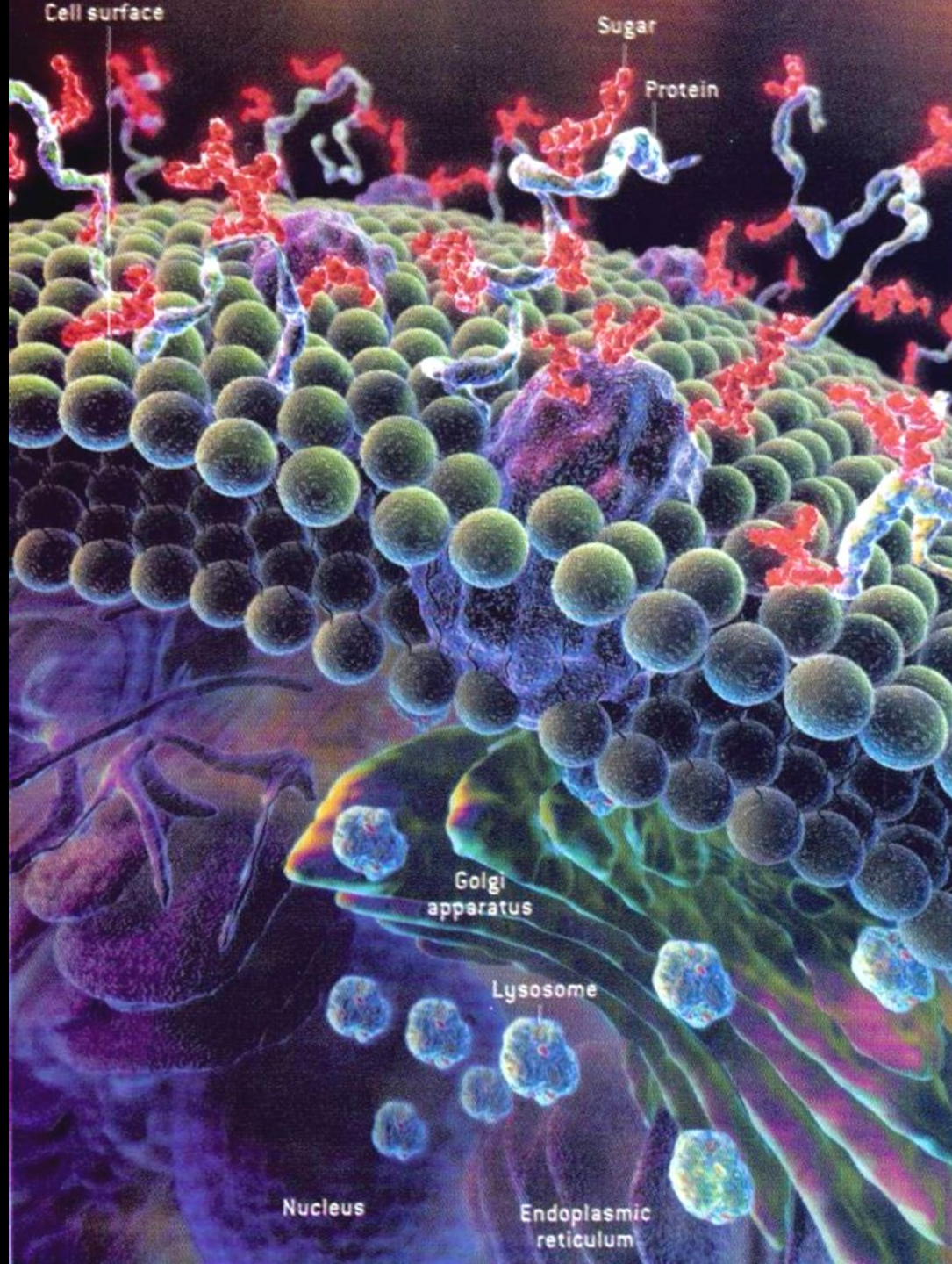




# BIOMEMBRÁNY

## Hlavní funkce buněčných membrán:

- 1) Ohraničují buňky a buněčné 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)





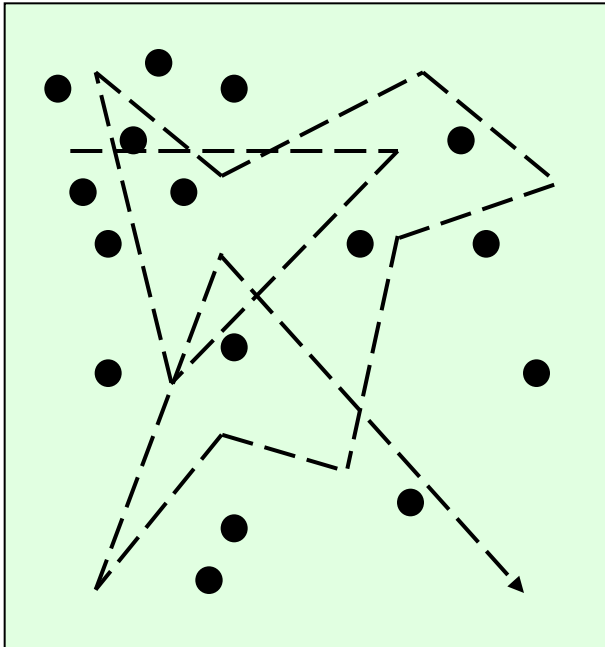
# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

## Plazmatická membrána

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



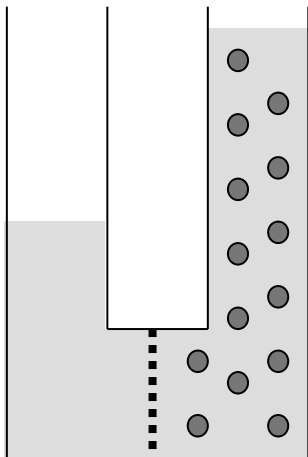
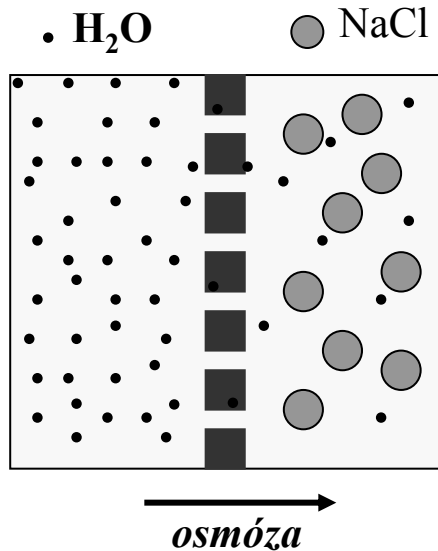
## DIFUZE



- **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* koncentraci 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; *plazma = 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

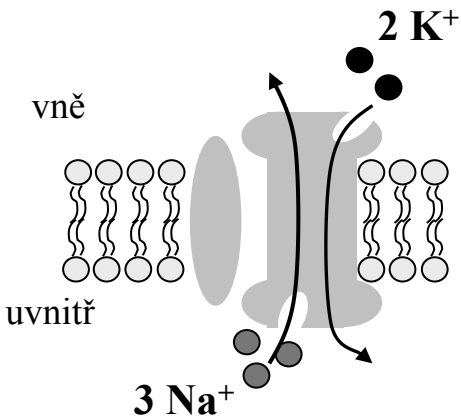
Nevyžaduje energii

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

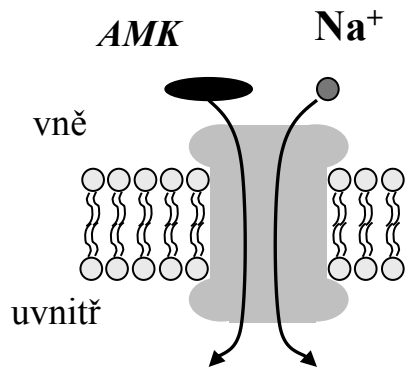
Vazebná afinita proteinu na vnitřní a vnější straně membrány se nemění fosforylací ale navázáním iontů (nejčastěji sodíkových).

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

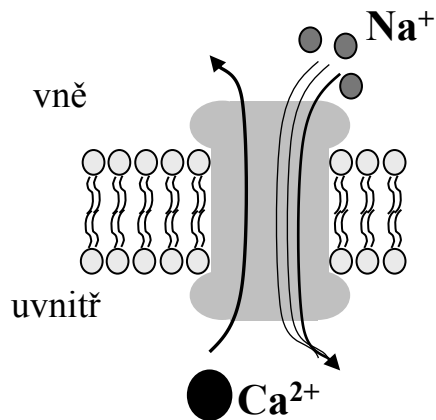
## Sekundárně aktivní transport



### *kontransport*

– transport látek stejným směrem jako směr iontů  $\text{Na}^+$

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



### *Kontratransport (antiport)*

– spřažený transport látek opačným směrem

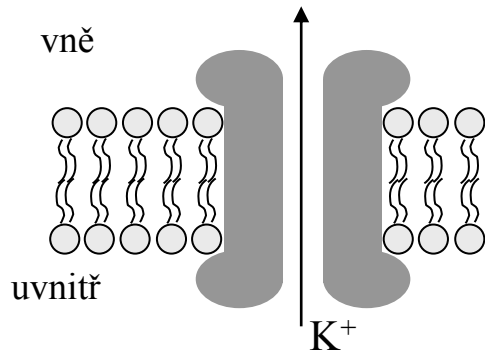
• *přenos  $\text{Ca}^{2+}$  ven z buňky  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  výměníkem (Antiport iontu  $\text{Ca}^{2+}$  a 3 iontů  $\text{Na}^+$ )*

• *transport glukózy ven z buňky při současném transportu  $\text{Na}^+$  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

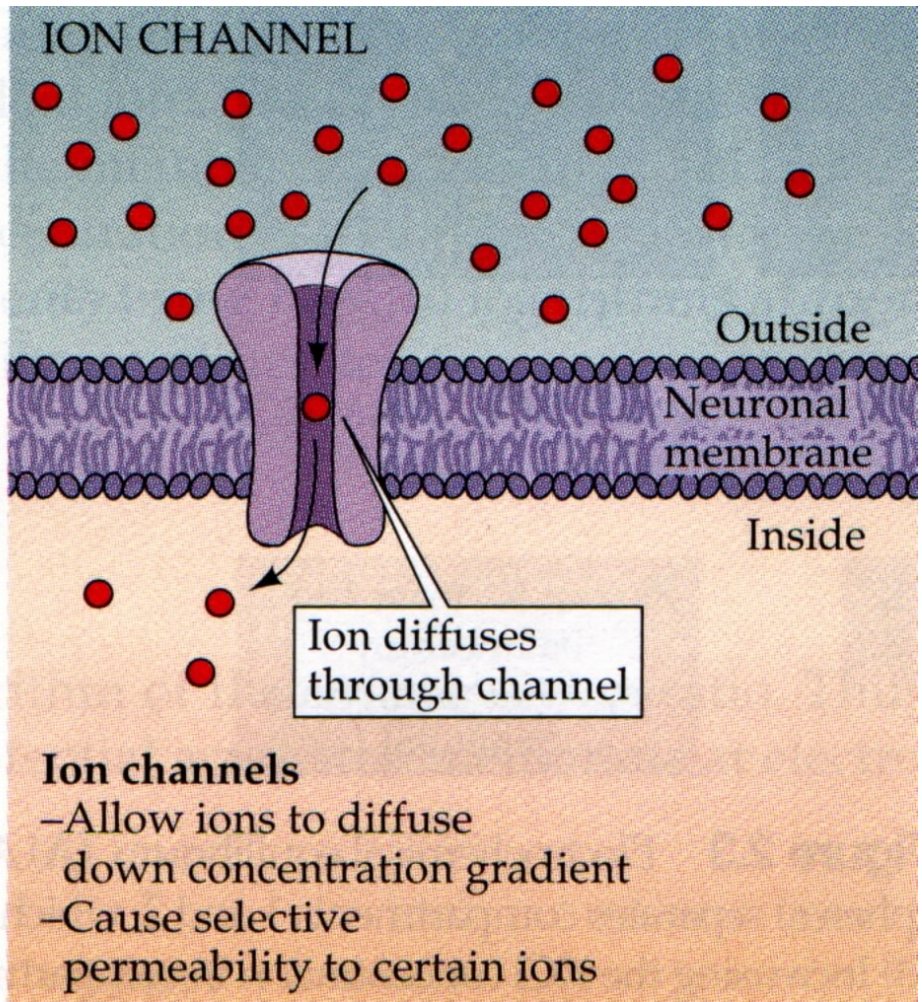
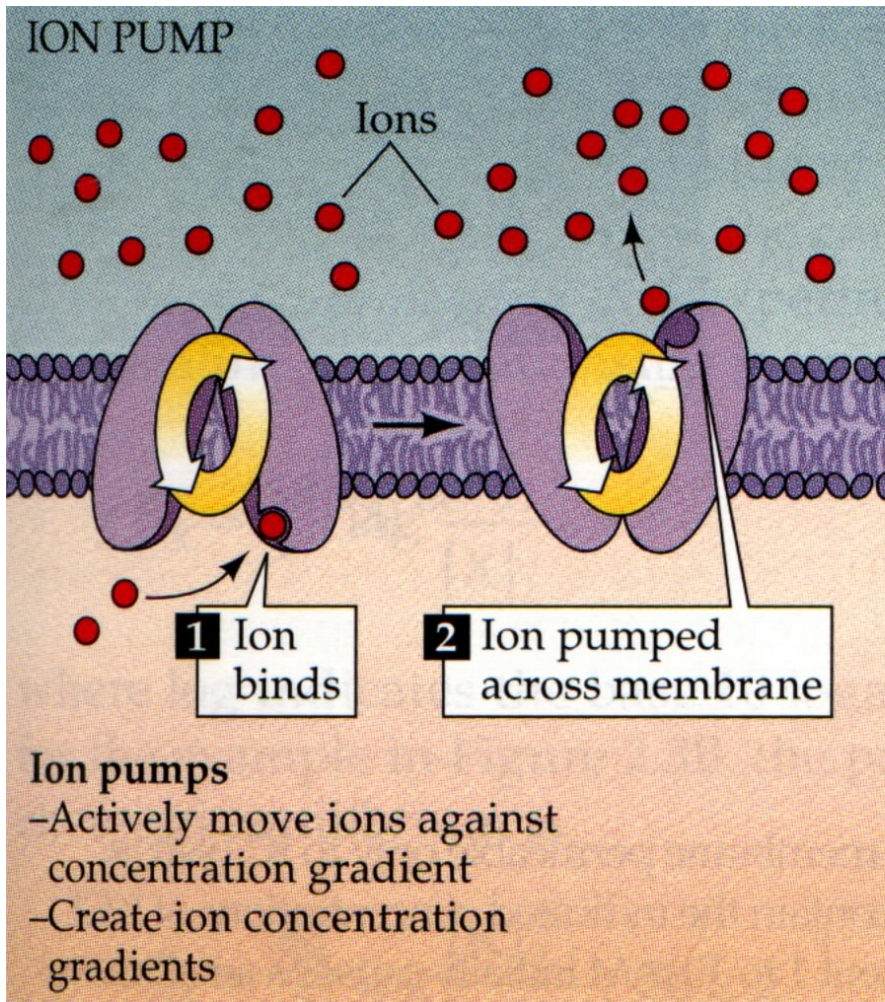
Iontové kanály – stále otevřené versus vrátkovací

◆ stále otevřené

◆ řízené napětím

◆ řízené chemicky

◆ řízené fyzikálními impulzy

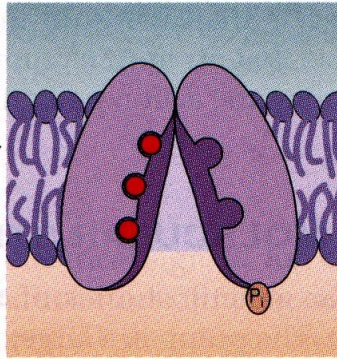
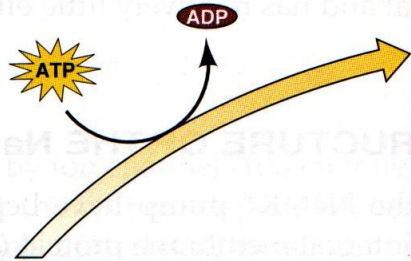
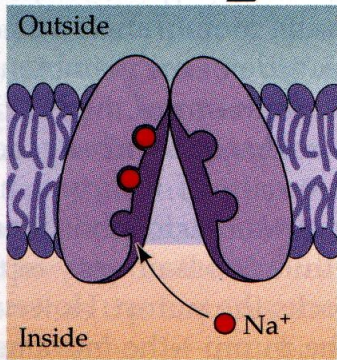




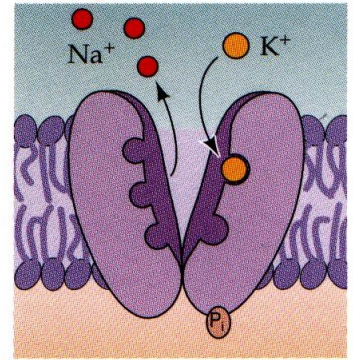
3)

## 2. Phosphorylation

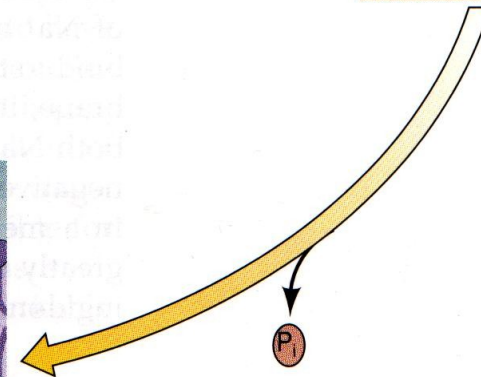
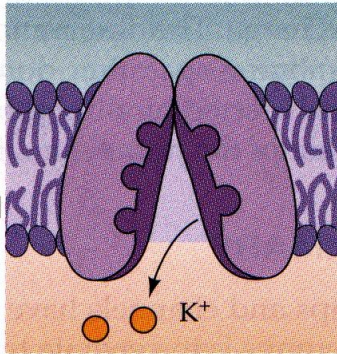
### 1. Na<sup>+</sup> binding



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



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





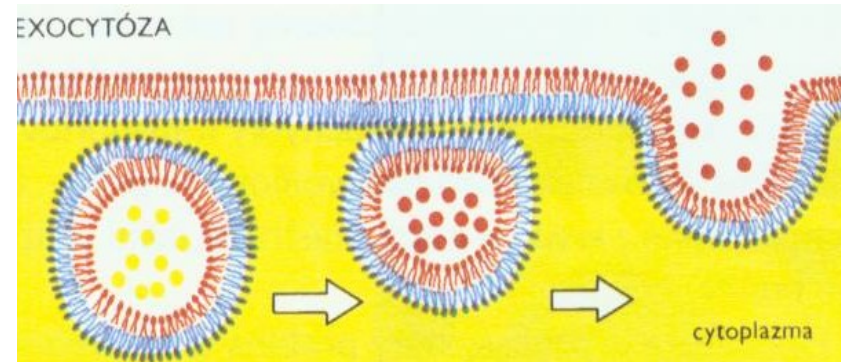
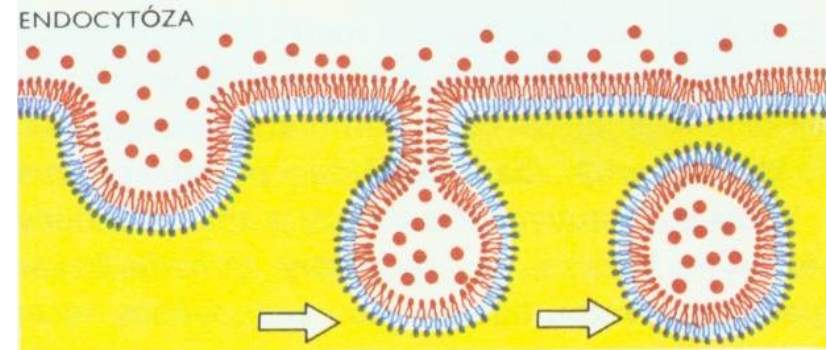
# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

## 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)



- **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)