

# 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**

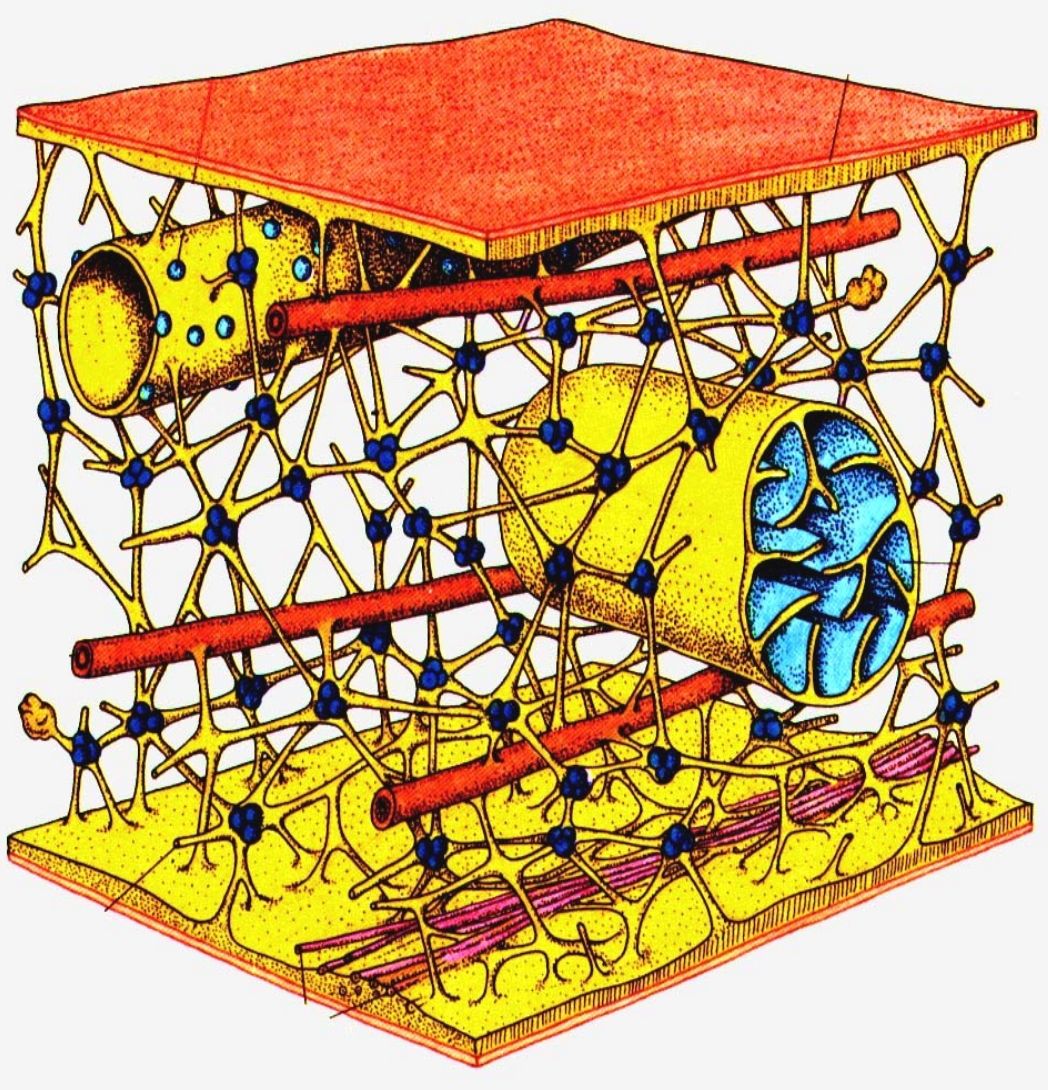
**Golgiho  
aparát**

**mikrotubuly**

**cytoplazma**

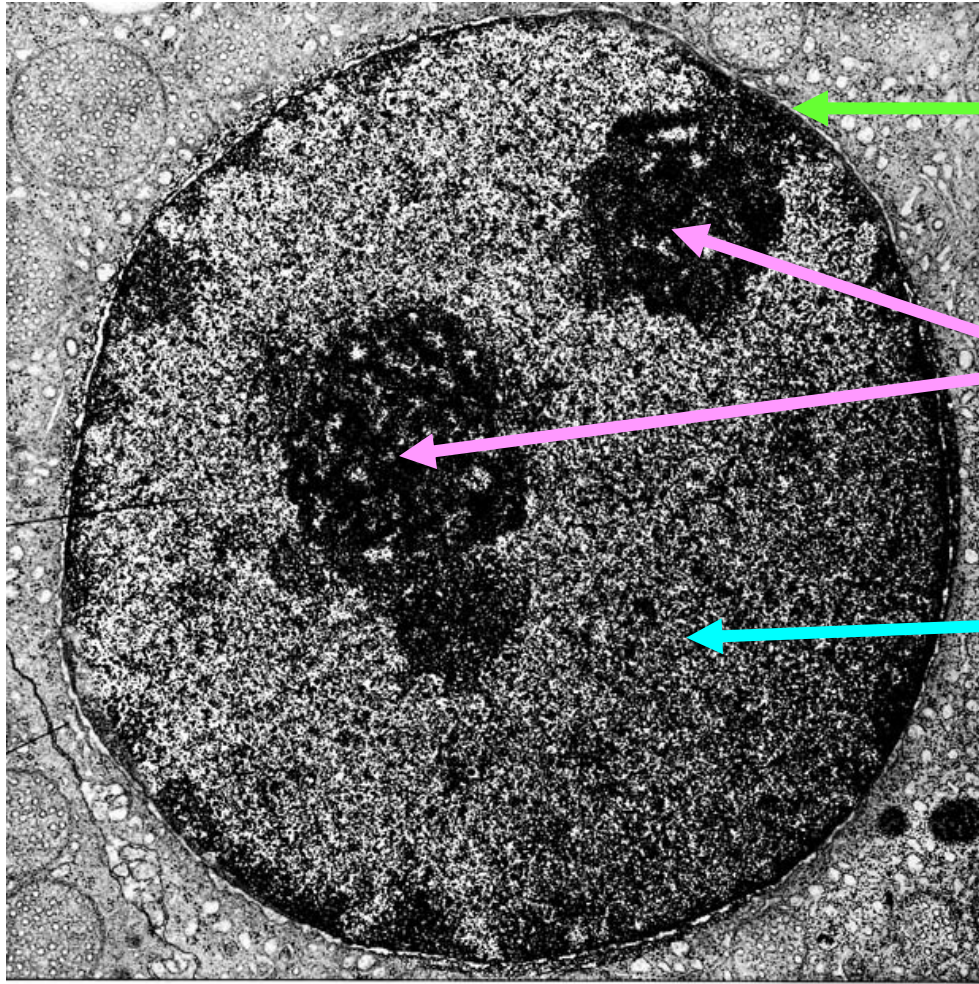


# CYTOSOL



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

# JÁDRO - *nucleus*



jaderná membrána

jadérko

chromatin

**DNA**

RNA

- mRNA
- rRNA
- tRNA

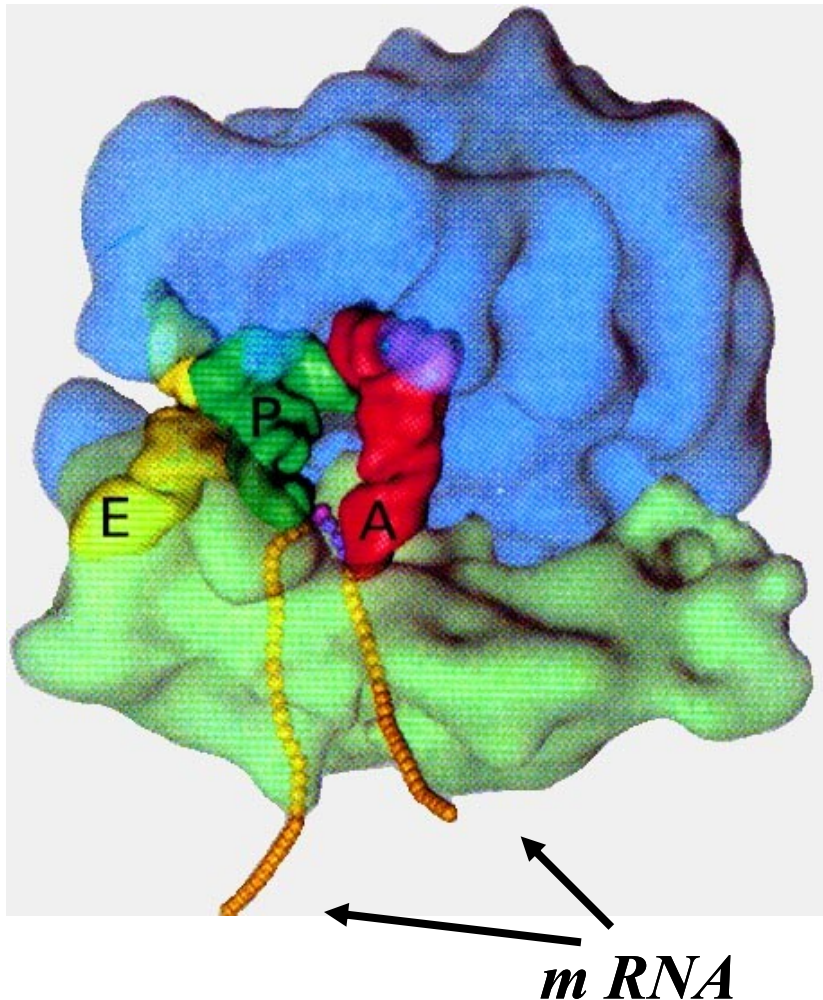
# RIBOZOMY

- denzní granula skládající se z:

- *bílkovin*
- *r RNA*

- posunují se po mRNA a podle zapsané informace

*syntetizují* bílkovinný řetězec



## Volné ribozomy

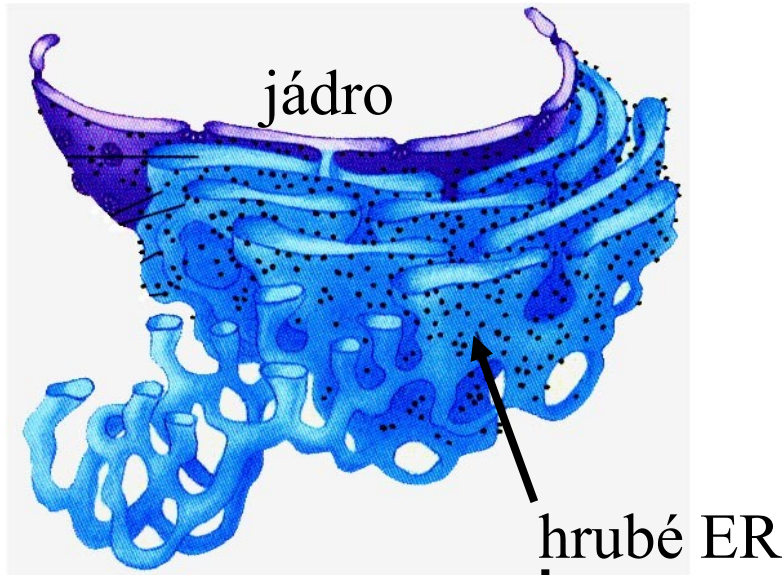
- syntéza cytoplasmatických bílkovin

## 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

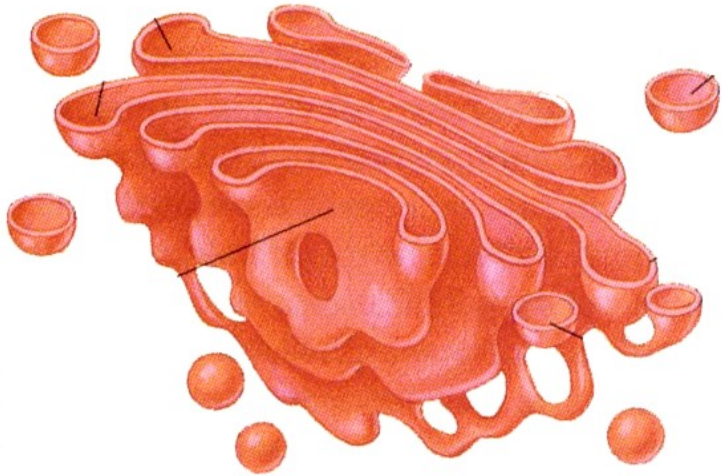
## Hladké endoplazmatické retikulum

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

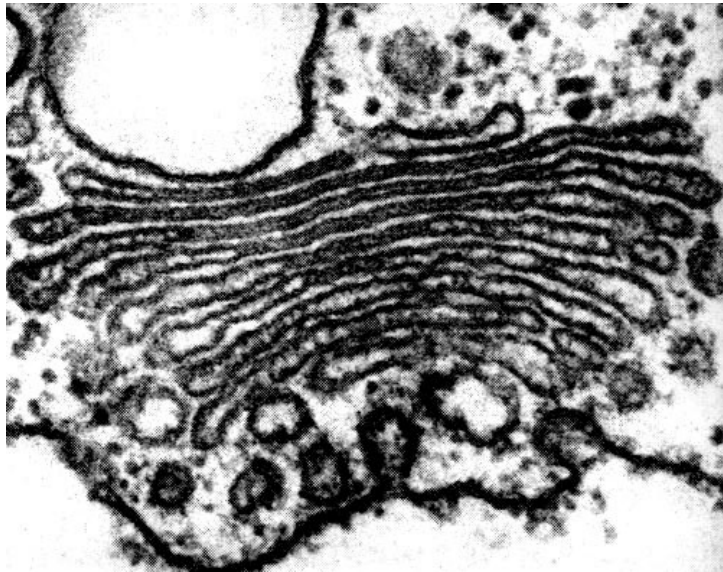


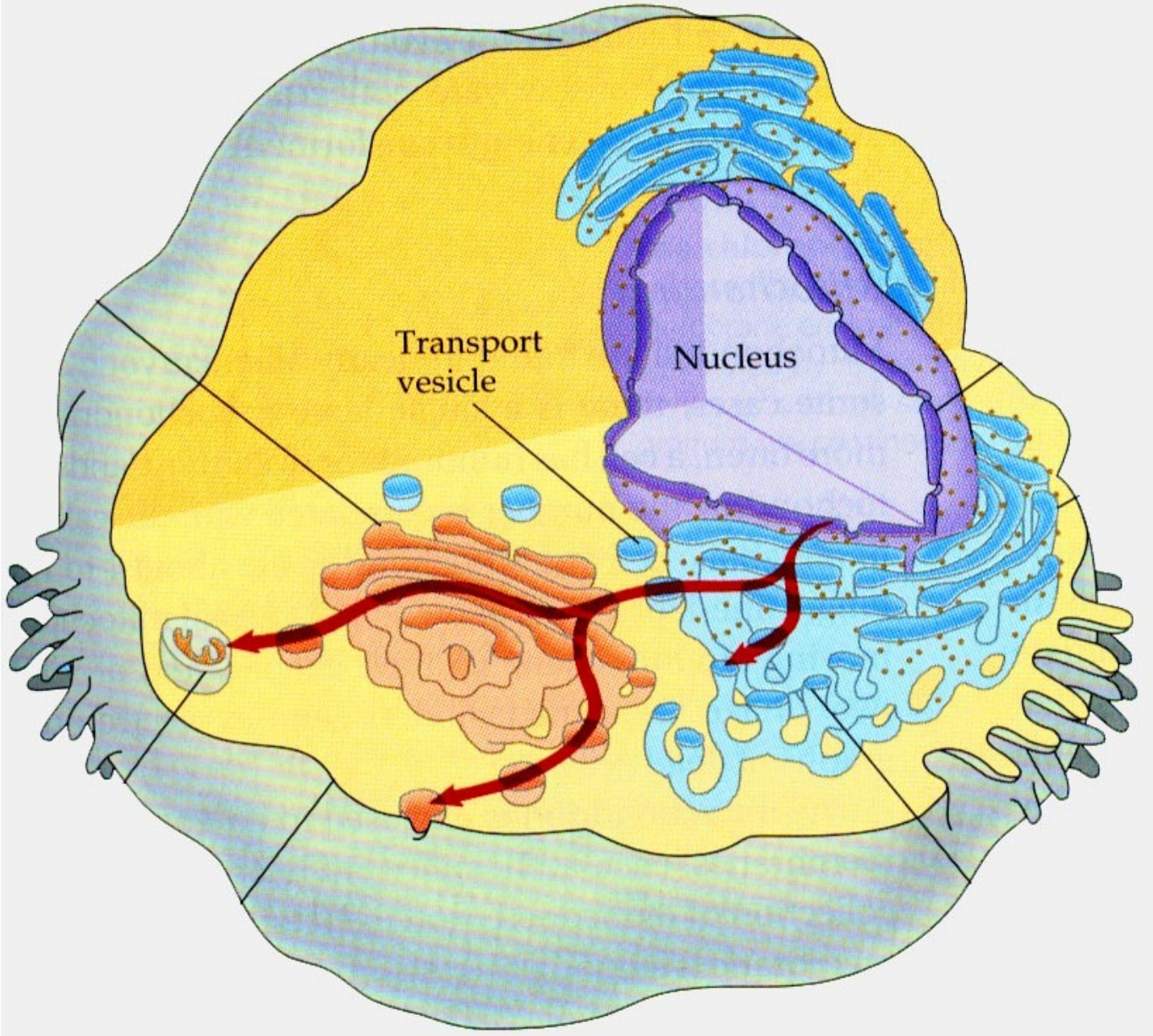
# GOLGIHO APARÁT

*soubor membránou uzavřených váček*



- chemická úprava bílkovin
- třídění bílkovin



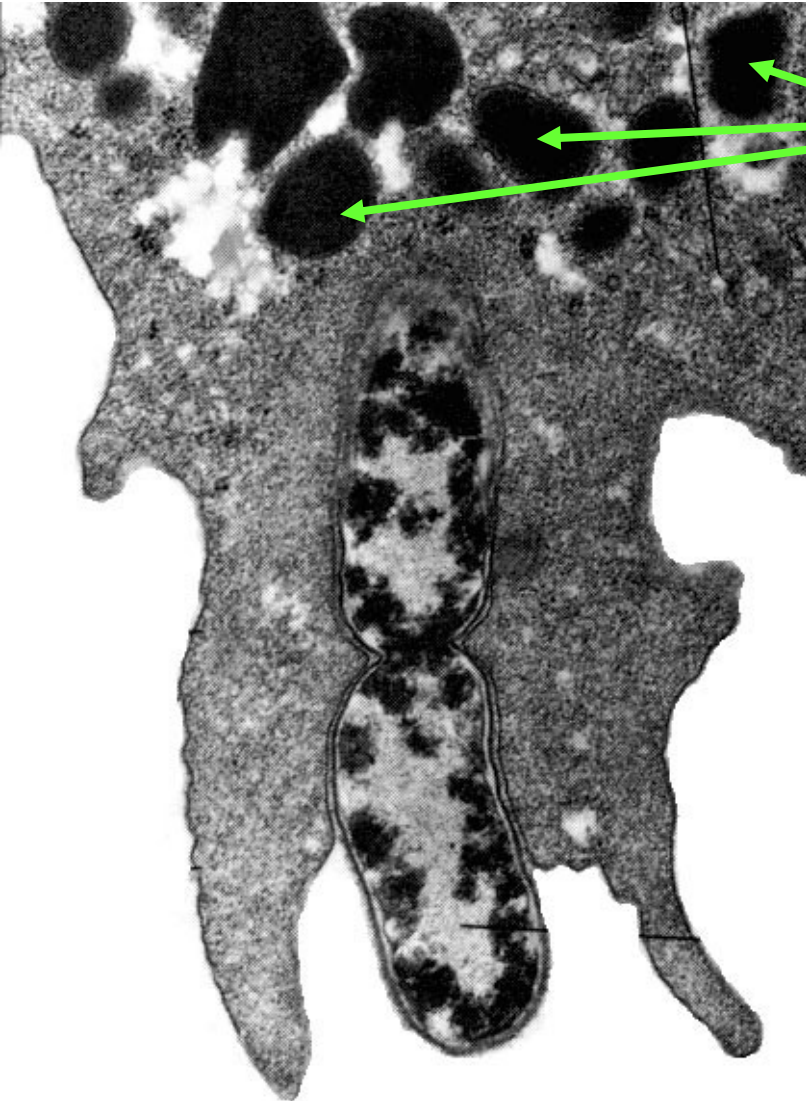


Transport vesicle

Nucleus

# LYZOSOMY A PEROXISOMY

*sférické membránové organely obsahující nebezpečné látky*



## LYZOSOMY

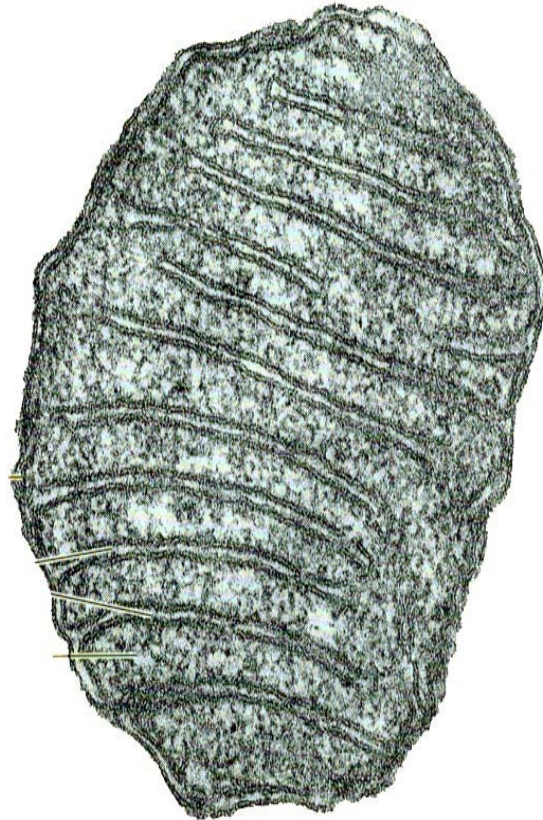
- trávicí aparát buňky – odbourávají bílkoviny, nukleové kyseliny, polysacharidy, lipidy...
- obsahují baktericidní látky

## PEROXISOMY

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

# MITOCHONDRIE

*produkce energie pro buňku*



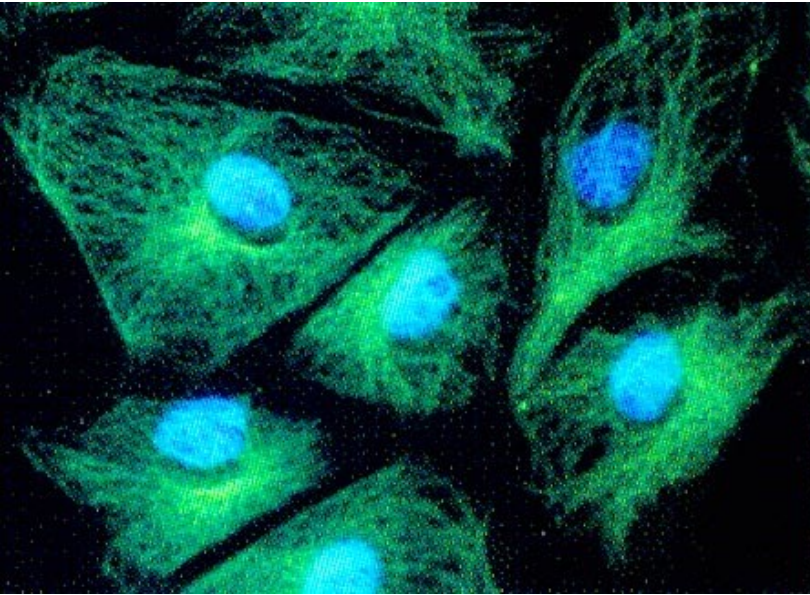
- ohraničena *dvojitou* membránou
- vnitřní membrána zvrásněná do *krist*
- enzymy pro *aerobní fosforylaci*
- obsahuje mitochondriální *DNA*

# CYTOSKELET

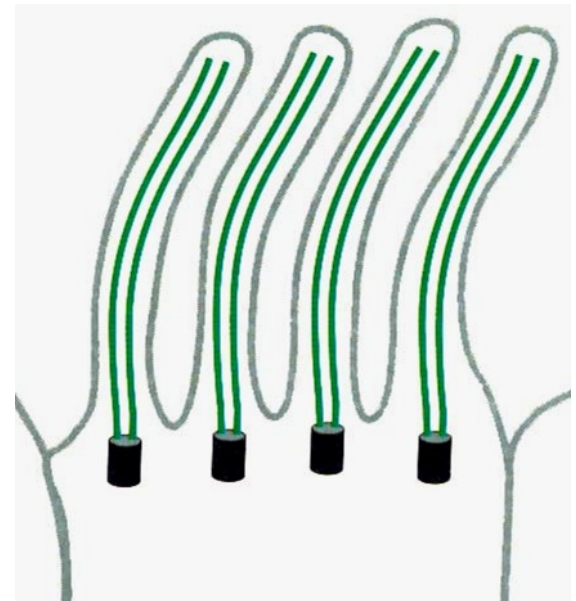
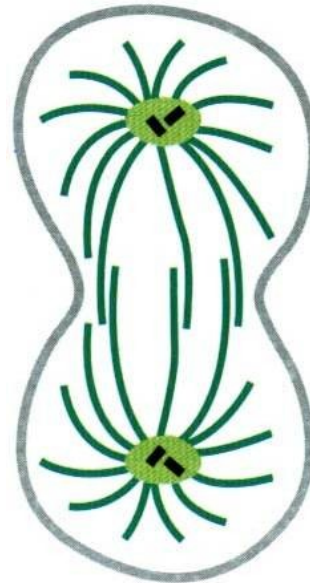
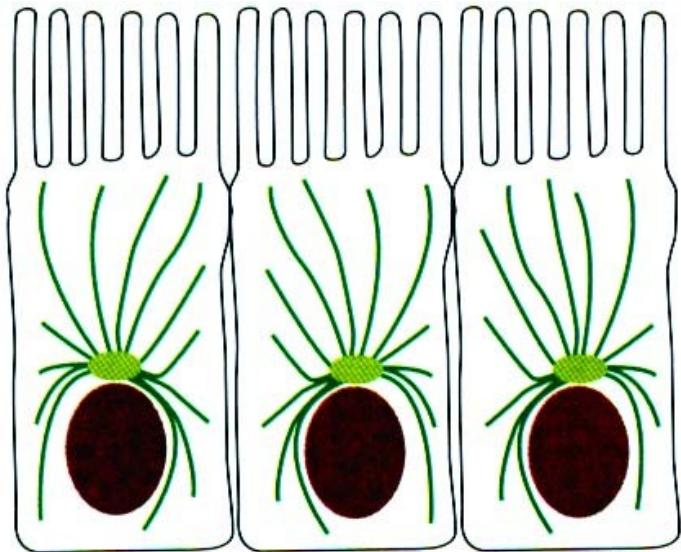
- *sít'* proteinových vláken rozprostírající se v cytoplasmě
- *uspořádává* součástí buněčných těl
- dává schopnost buňkám zaujímat *nejrůznější tvary*
- vykonává koordinované *pohyby*

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

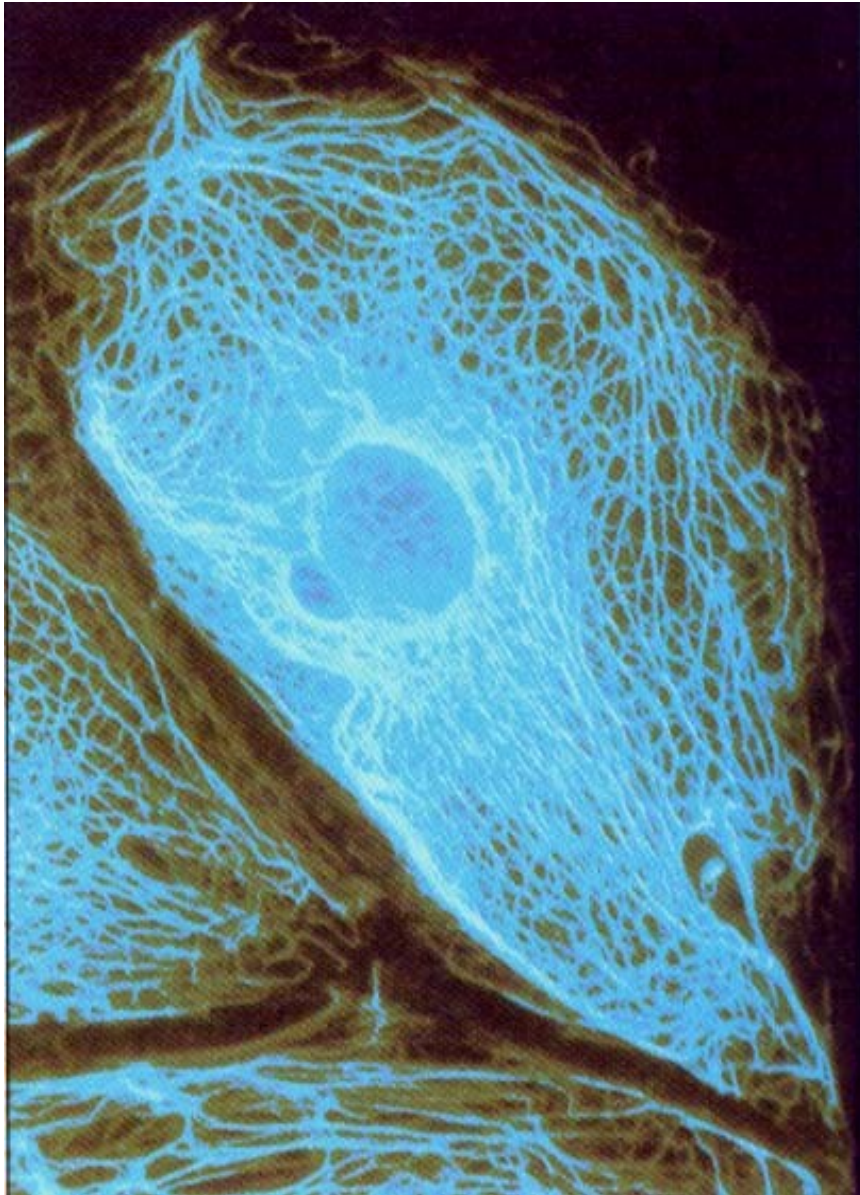
# MIKROTUBULY



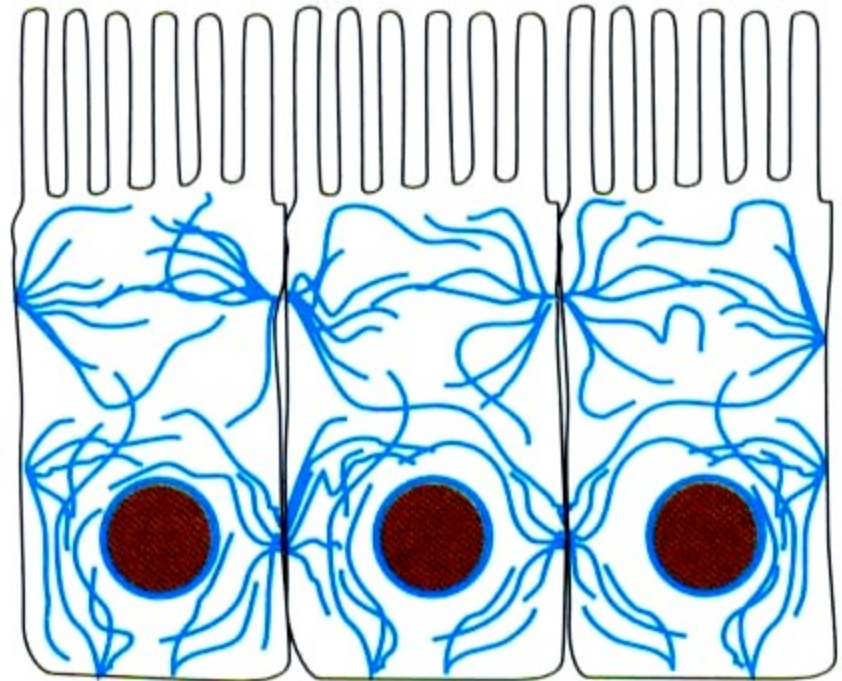
- *organizující* funkce v buňkách
- *transport* buněčných komponent
- účastní se *dělení* buňky
- *kostra* buněčných struktur
- zajišťují *pohyb buněk* nebo *pohyb tekutiny* nad buňkami



# STŘEDNÍ FILAMENTA



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



# STŘEDNÍ FILAMENTA

## cytoplazmatická

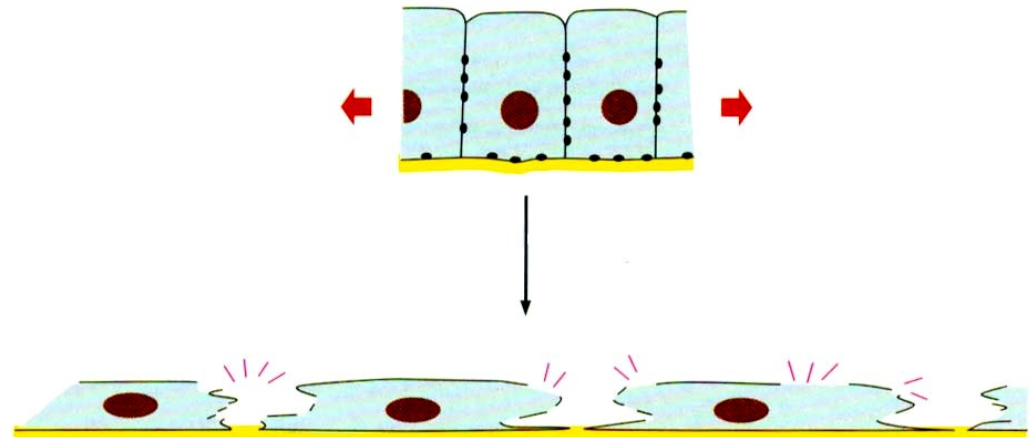
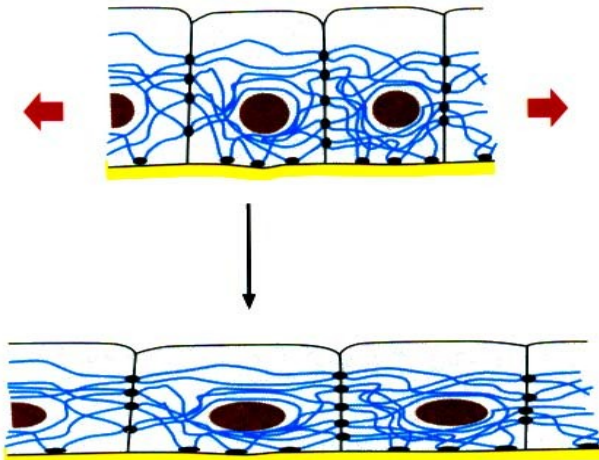
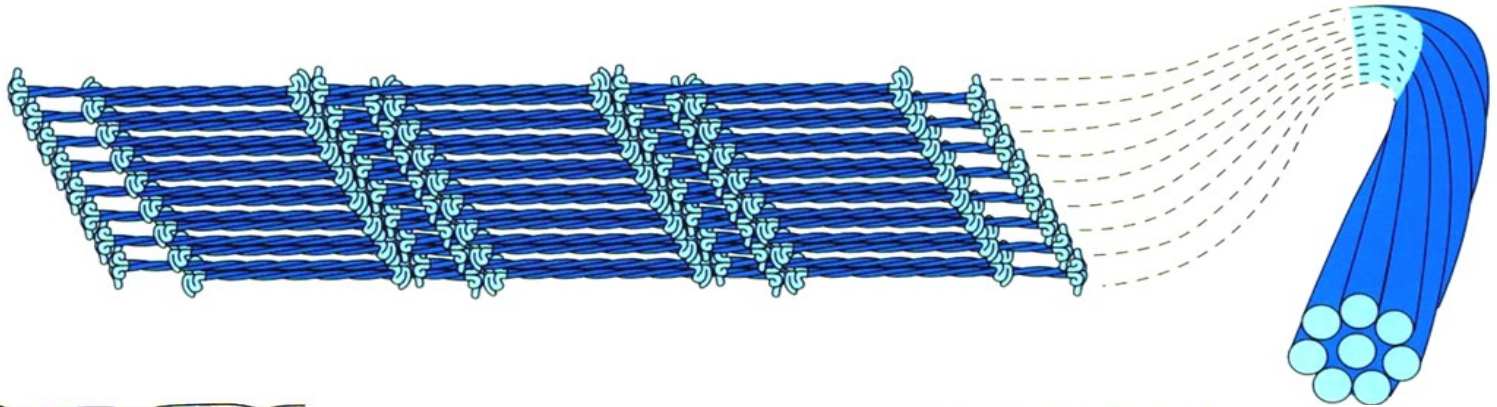
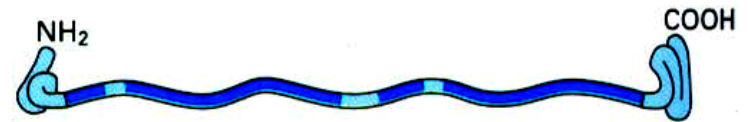
keratiny (*epitely*)

vimentiny (*pojiva, svaly, neuroglie*)

neurofilaminy (*nervové buňky*)

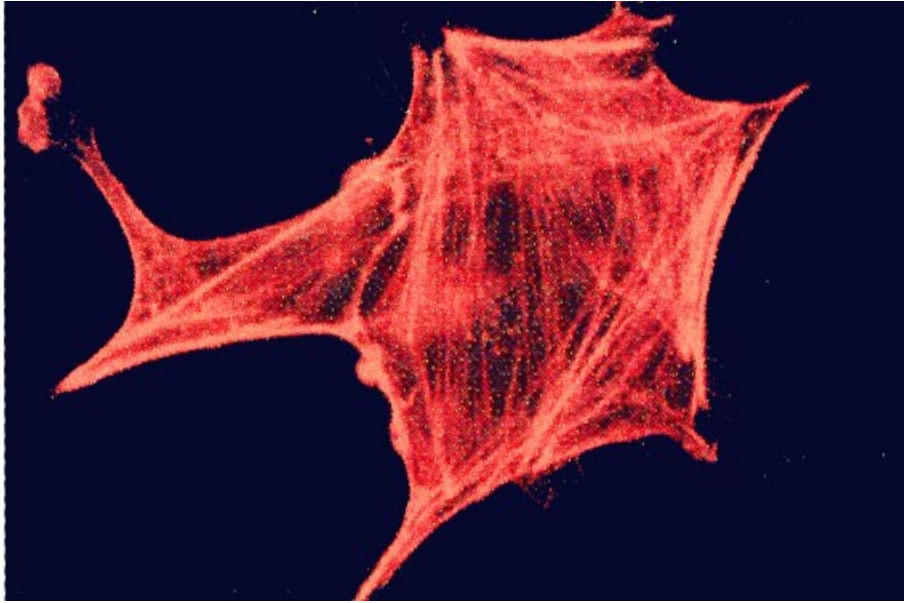
## jaderná

jaderná lamina (*jaderné buňky*)





# MIKROFILAMENTA (*aktinová vlákna*)

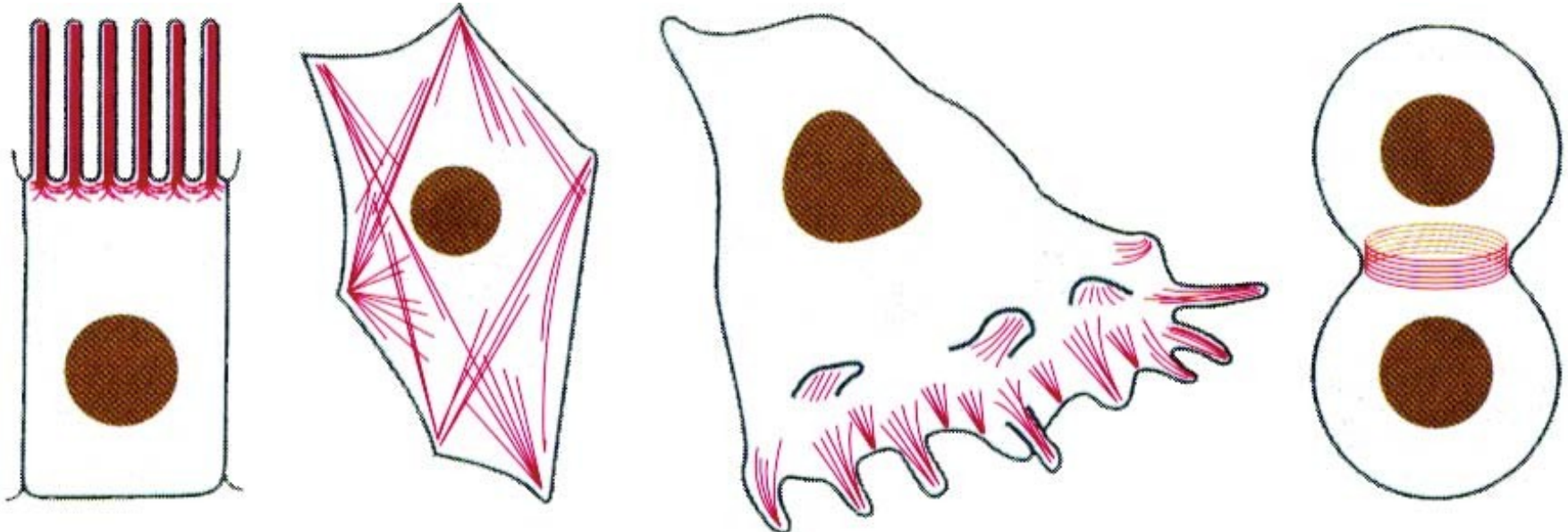


## funkce strukturální

- 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=řídká síť)

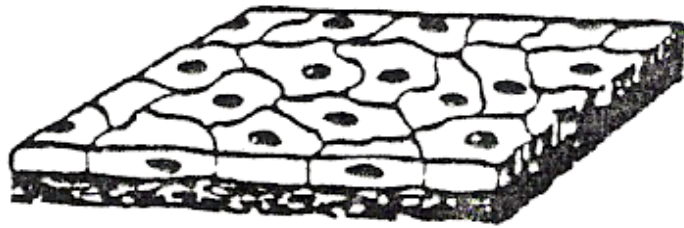
✓ Podle funkce: krycí, žlázový, resorpční (resorpce=vstřebávání), smyslový, zárodečný

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

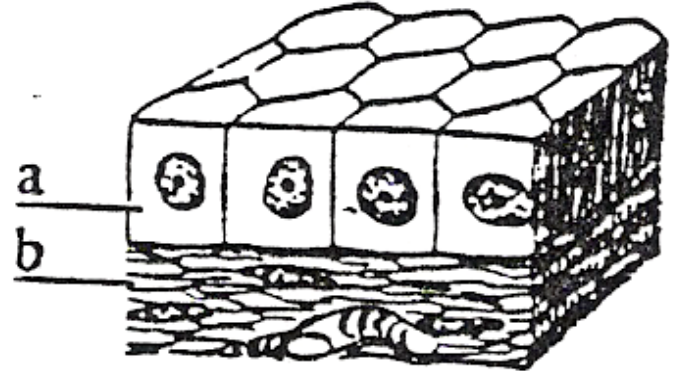
- SVAL - svalová tkáň (**hladká, srdeční, kosterní**)

- NERV - nervová tkáň

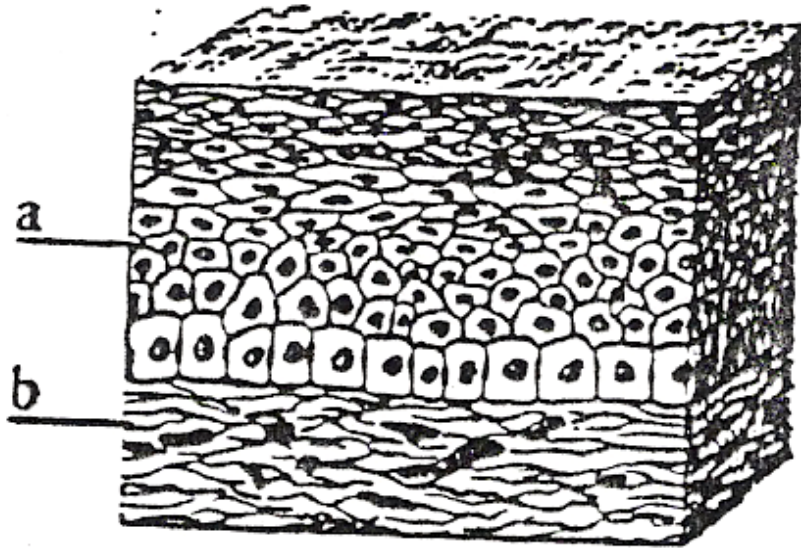
- Krev – „tekutá“ tkáň



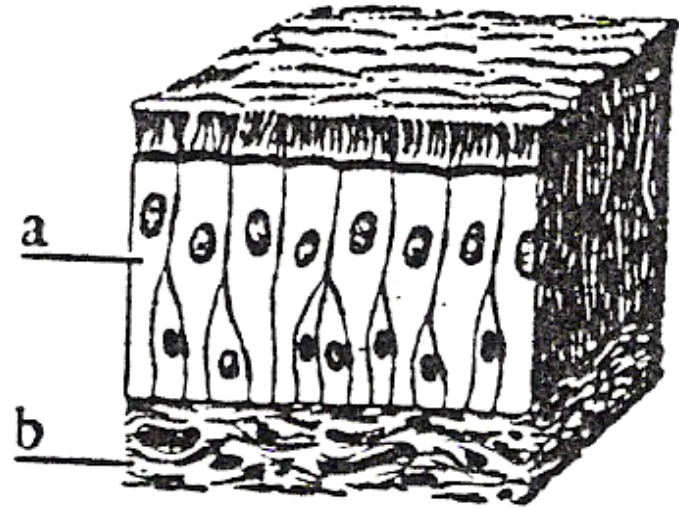
A



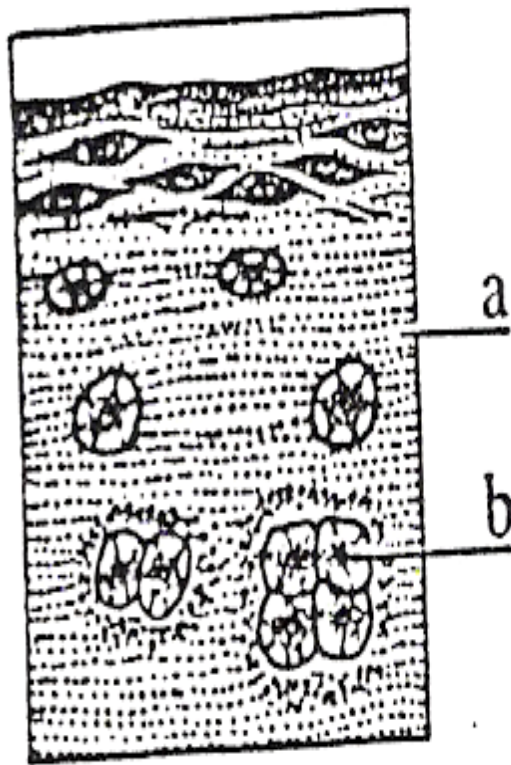
B



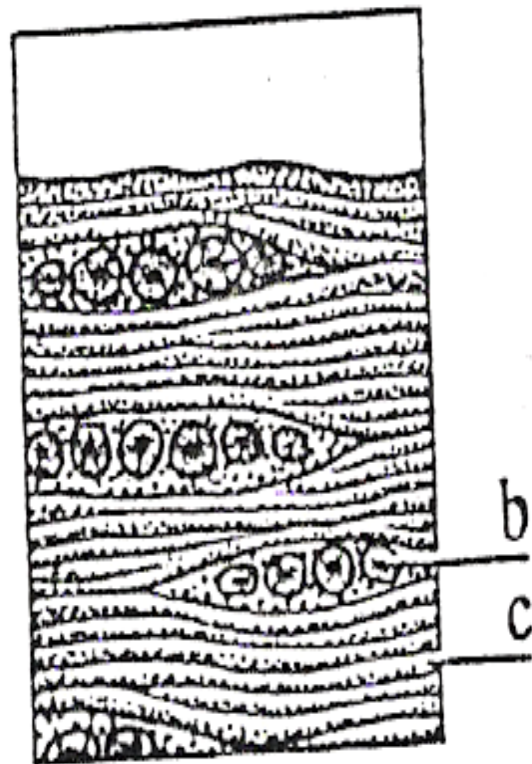
C



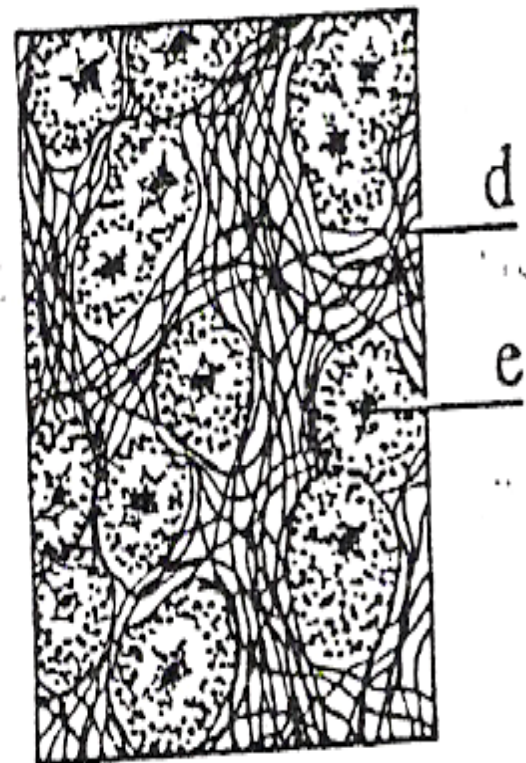
D



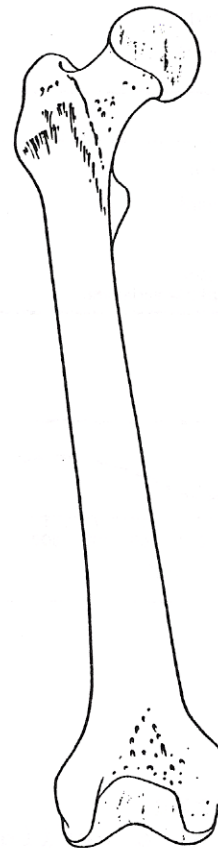
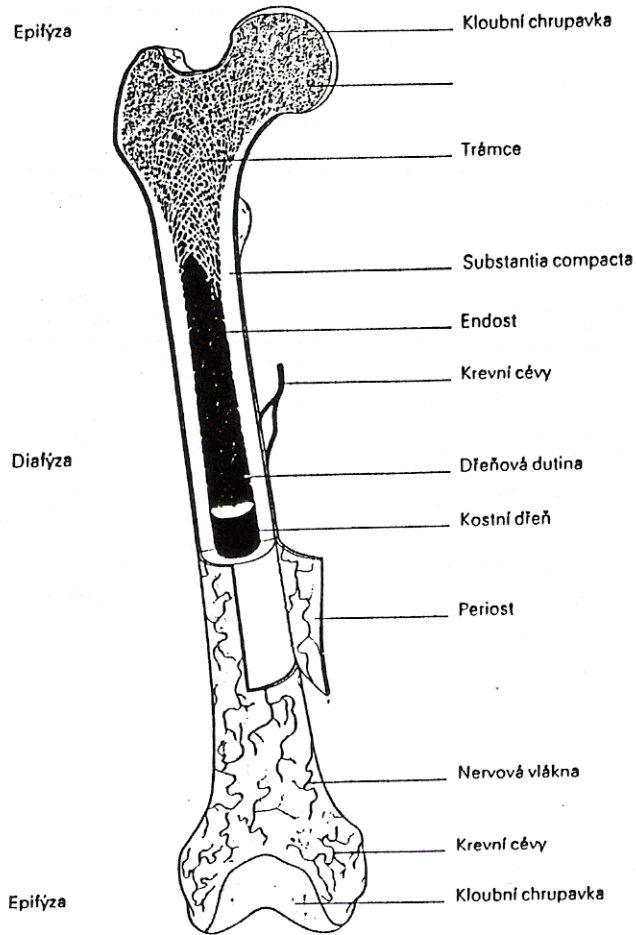
A



B



C



35%

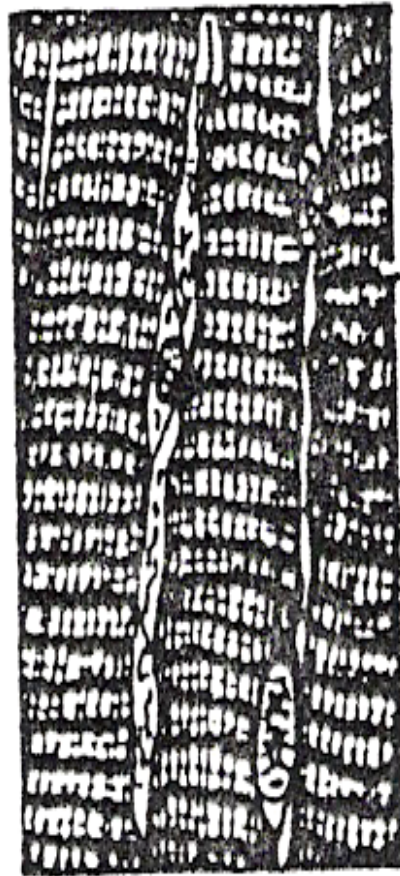
**Osteoid (matrice)**  
Organická látka, pružná  
95% kolagenních vláken (protein)  
základní hmota  
(mukopolysacharidy)

65%

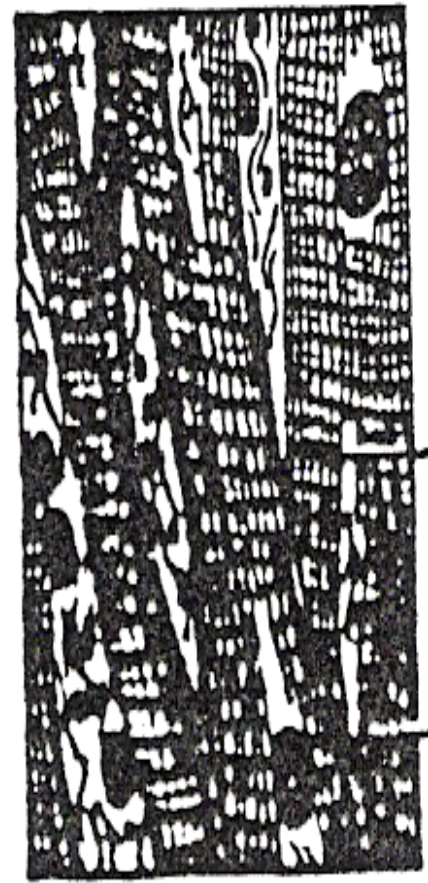
**Minerální soli**  
Anorganická látka, křehká  
85% kalciumfosfát  
( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )  
10% kalciumkarbonát  
0,3% kalciumfluorid  
0,2% kalciumchlorid  
1,5% magnesiumfosfát  
2% alkalické soli



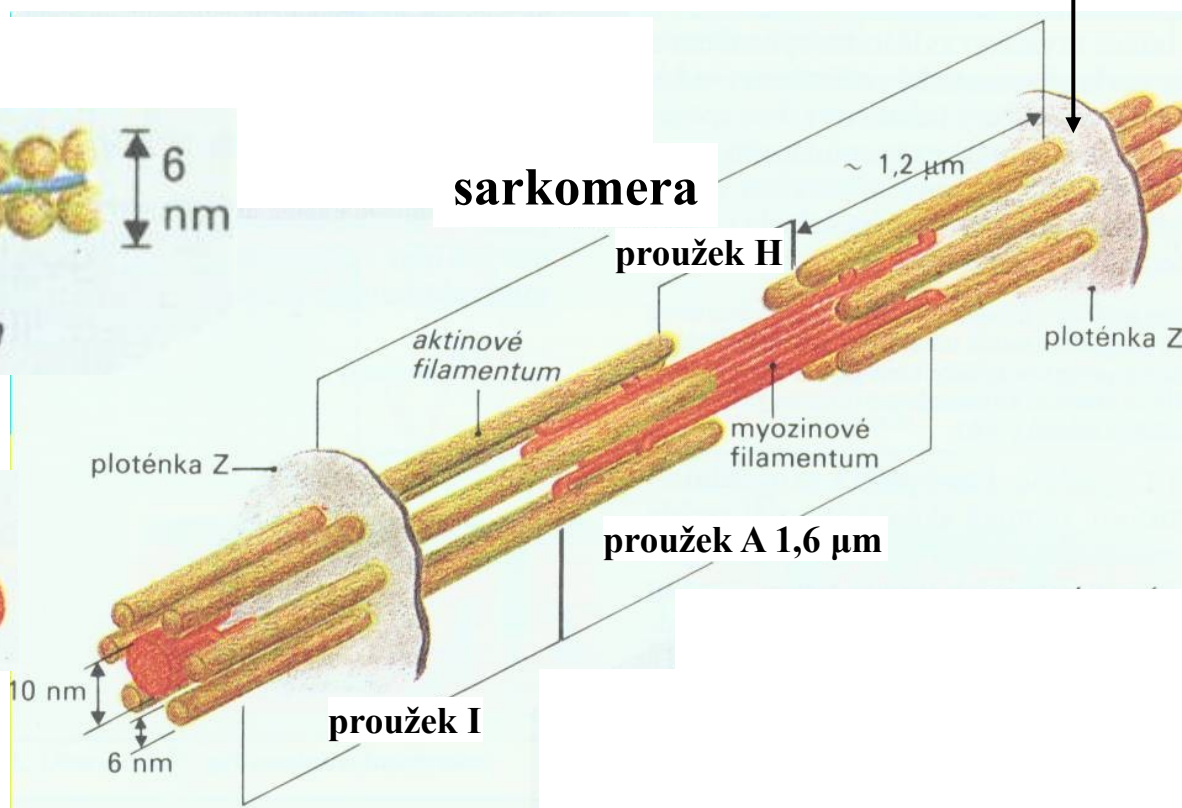
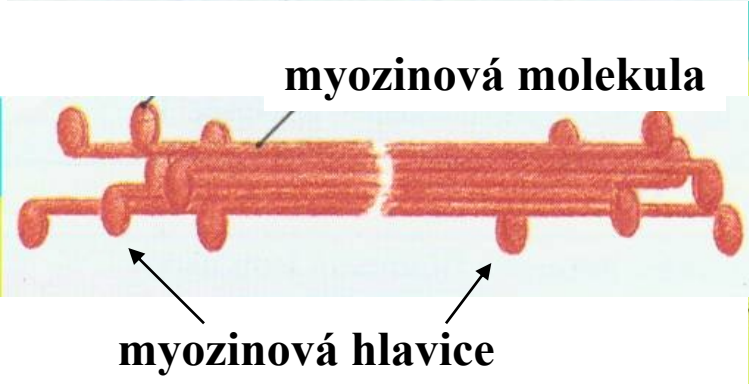
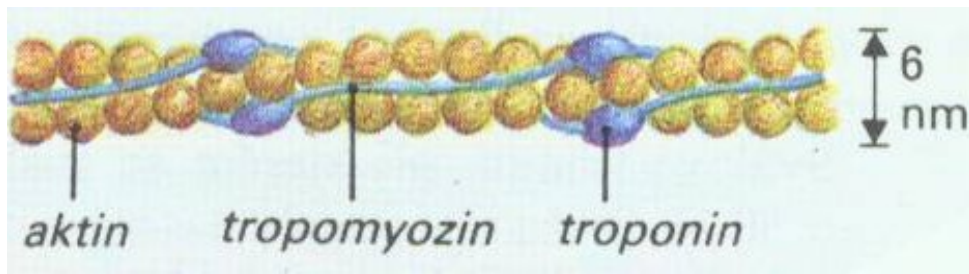
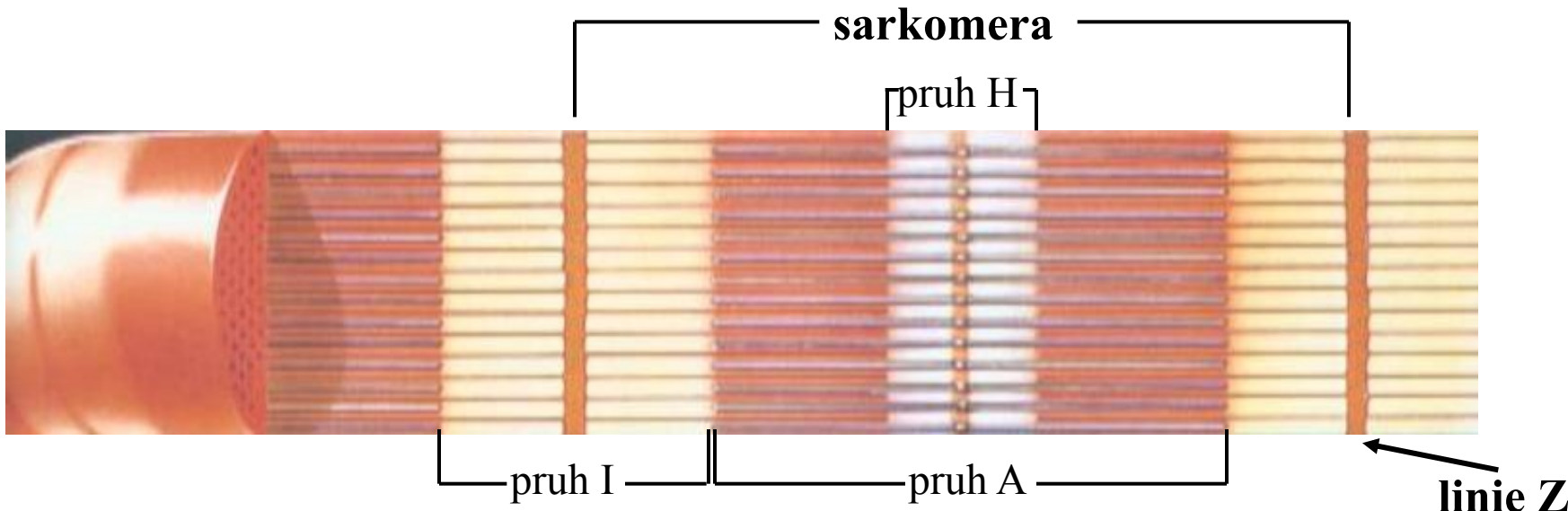
A



B

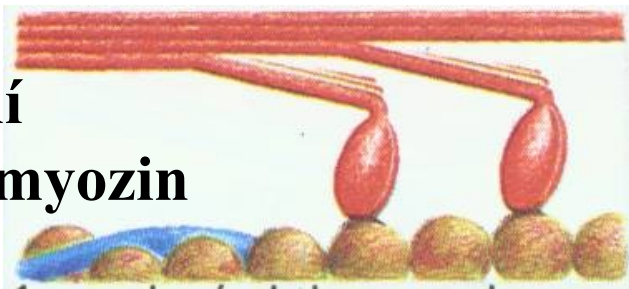


C

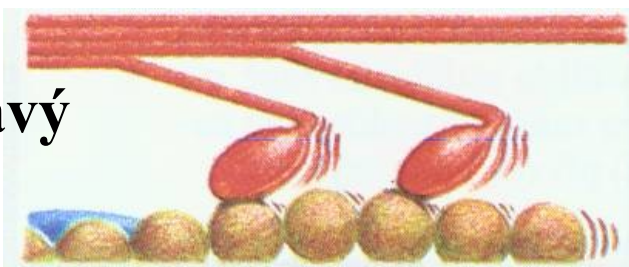




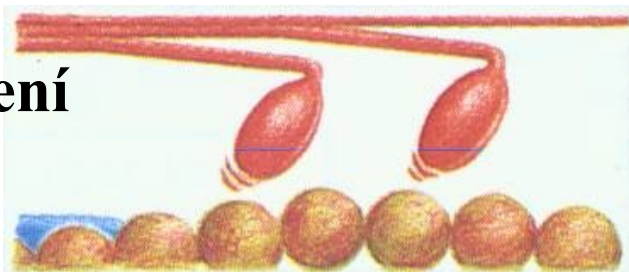
# spojení aktin-myozin



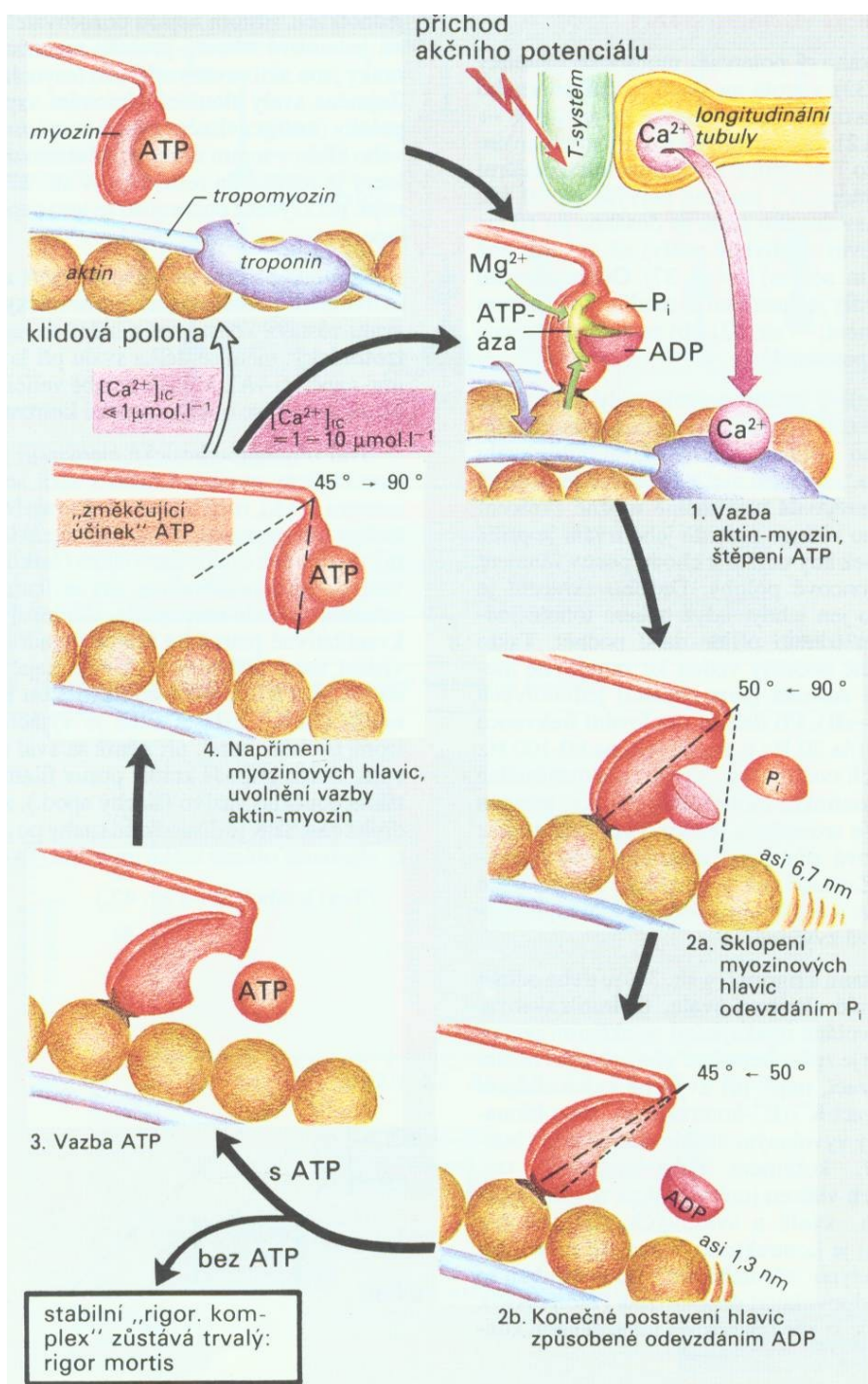
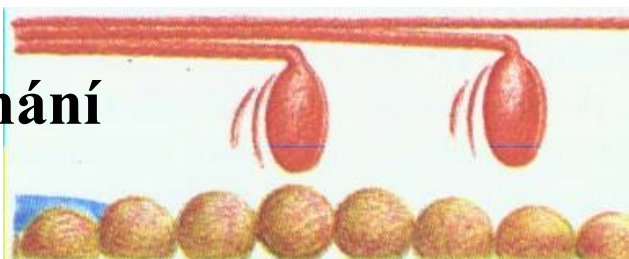
# klouzavý pohyb



# odpojení hlavic



# narovnání hlavic





# BIOMEMBRÁNY

## Hlavní funkce 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)

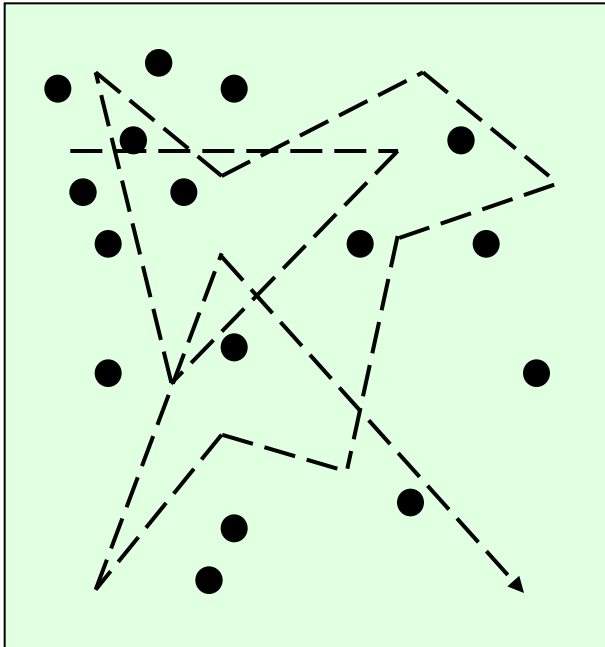
# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

## Plazmatická membrána

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



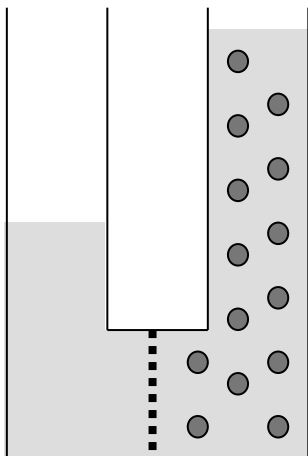
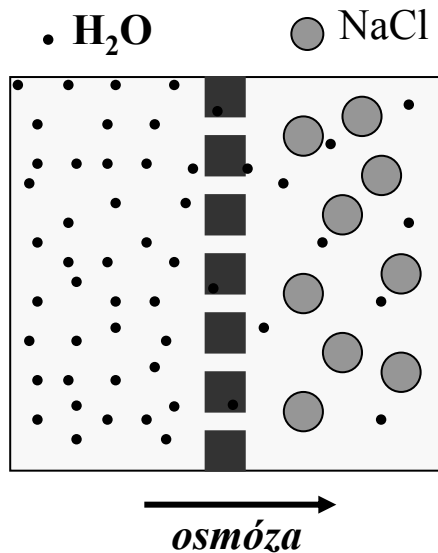
## DIFUZE



- **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 bílkoviny 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  $H_2O$

## Regulovaný transport - usnadněná (facilitovaná) difuze

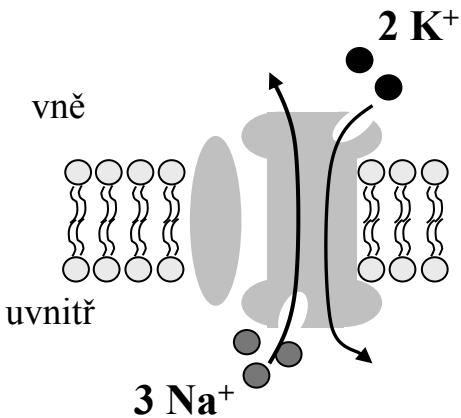
Transport zprostředkovaný proteiny plazmatické membrány

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

## *Regulovaný transport - sekundárně aktivní transport*

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

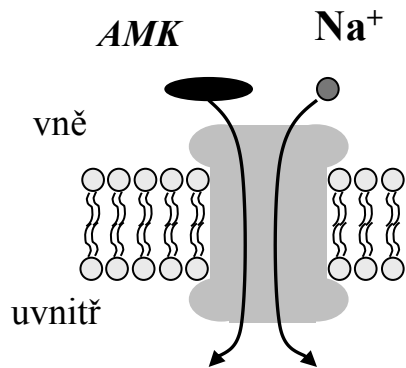
Transportní proteiny mají 2 vazebná místa – jedno pro transportovanou látku, jedno pro iont.

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



# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT-aktivní

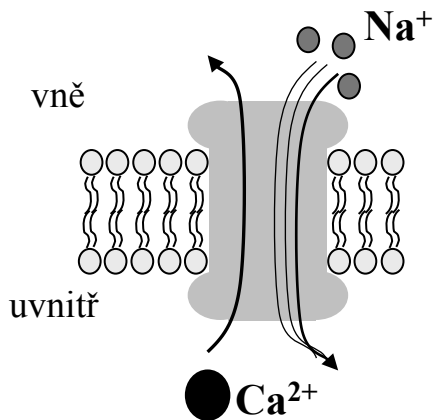
## *Regulovaný transport - sekundárně aktivní transport*



### *Symport (ko-transport)*

– 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



### *Antiport (kontra-transport)*

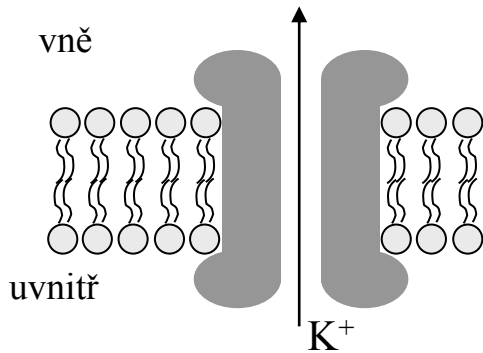
– spřažený transport látek opačným směrem

• *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*: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> a voda

Iontové kanály rozdělujeme na 2 základní typy:

stále otevřené versus vrátkovací

◆ stále otevřené

◆ řízené napětím

◆ řízené chemicky

◆ řízené mechanicky

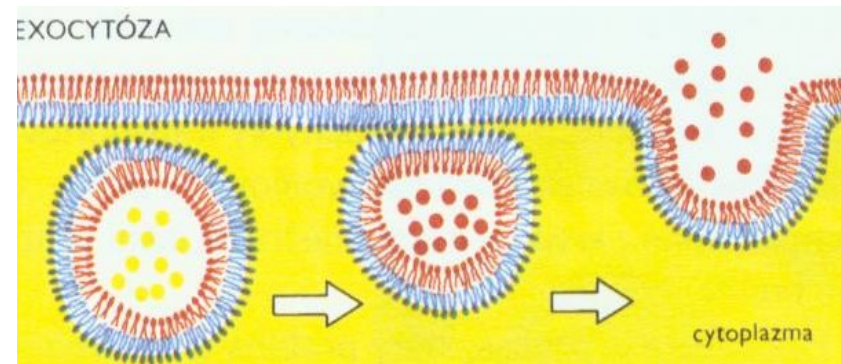
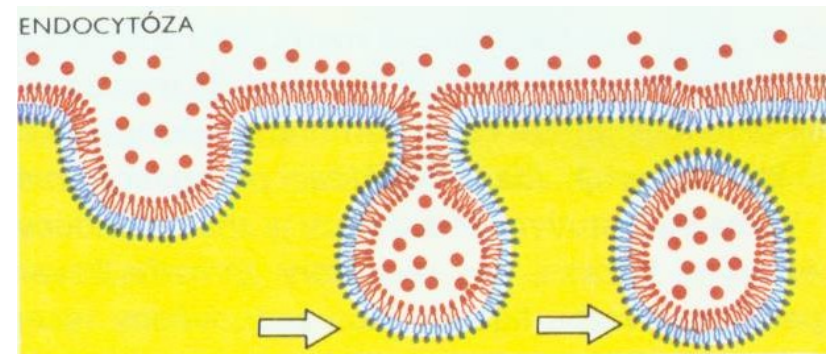
# MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

## 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 ( $\text{K}^+$ )

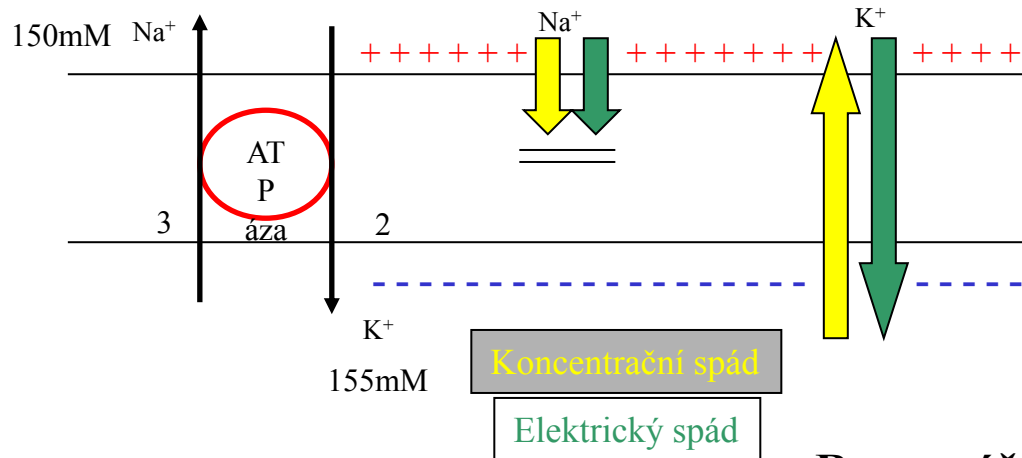
# Fenomény uplatňující se při klidovém membránovém potenciálu

- ✓ 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)

# KLIDOVÉ MEMBRÁNOVÉ NAPĚTÍ



Nernstova rovnice:

$$E_x = \frac{R \cdot T}{F} \ln \frac{(C_{x_{out}})}{(C_{x_{in}})}$$

$$I_x = g_x \cdot (E - E_x)$$

**Rovnovážný potenciál**

$$E_{Na} = +40 \text{ mV}$$

$$E_K = -90 \text{ mV}$$

$$E_{Cl} = -70 \text{ mV}$$

$$E_{Ca} = +60 \text{ mV}$$

$$E_r = -85 \text{ mV}$$

- **ROVNOVÁŽNÝ potenciál**
- **V této souvislosti se nejvíce mluví o draslíku,** protože jeho rovnovážný potenciál se nejvíce blíží hodnotě klidového membránového potenciálu (-88mV)
- $E_k$  – 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**

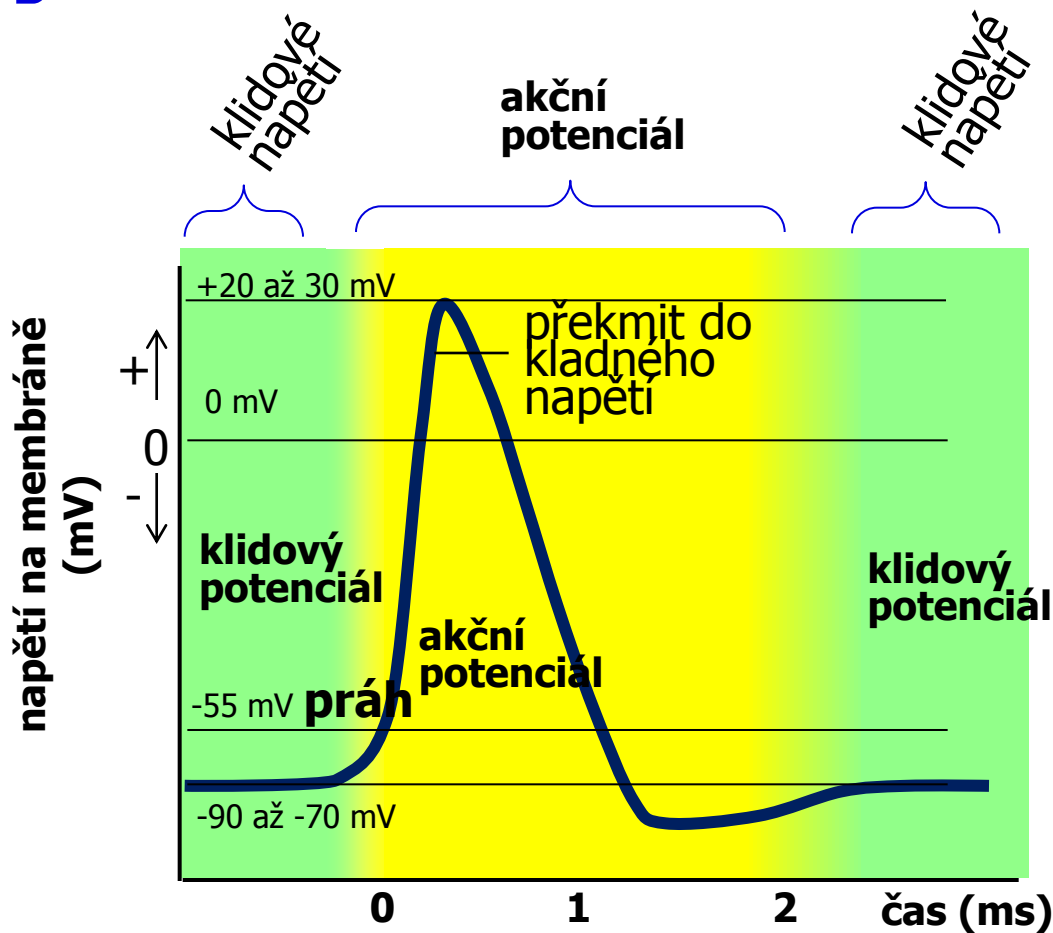


# Fyziologický význam klidového membránového napětí

- 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

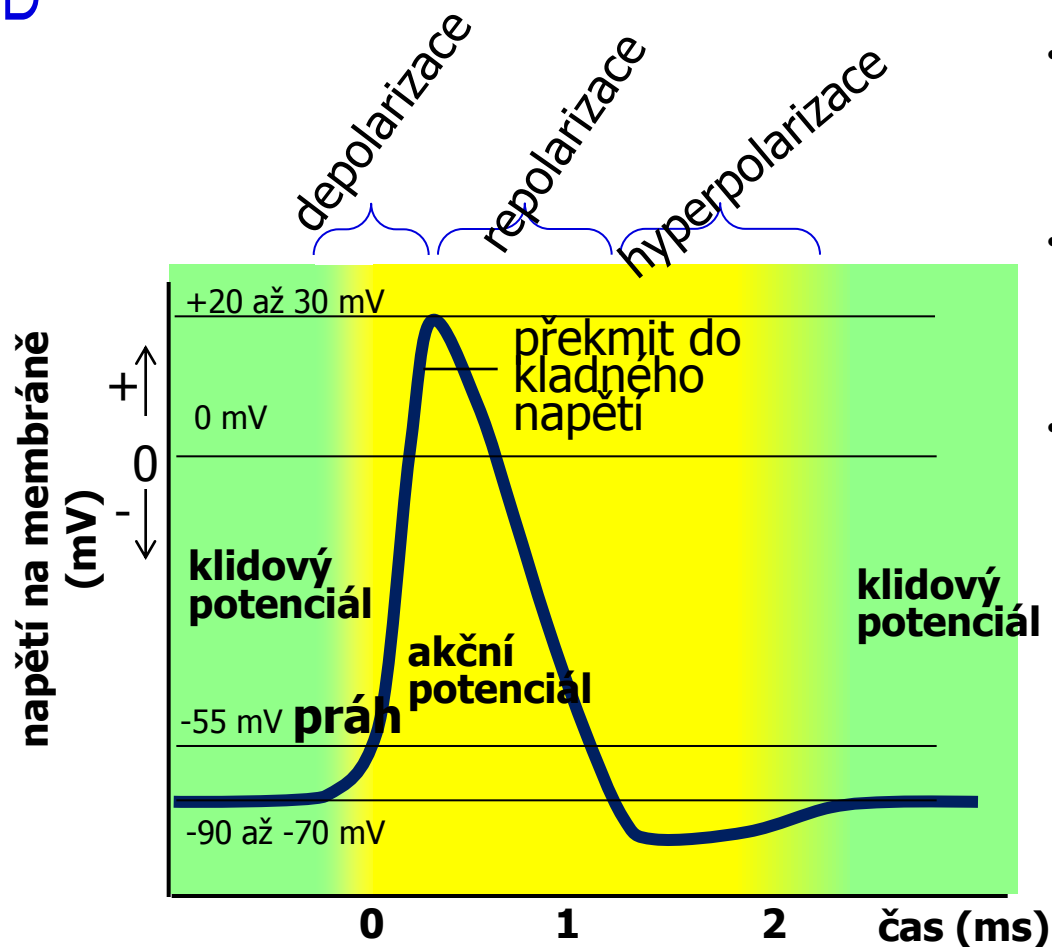
# AKČNÍ POTENCIÁL (AP)

- 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



## Klidové napětí:

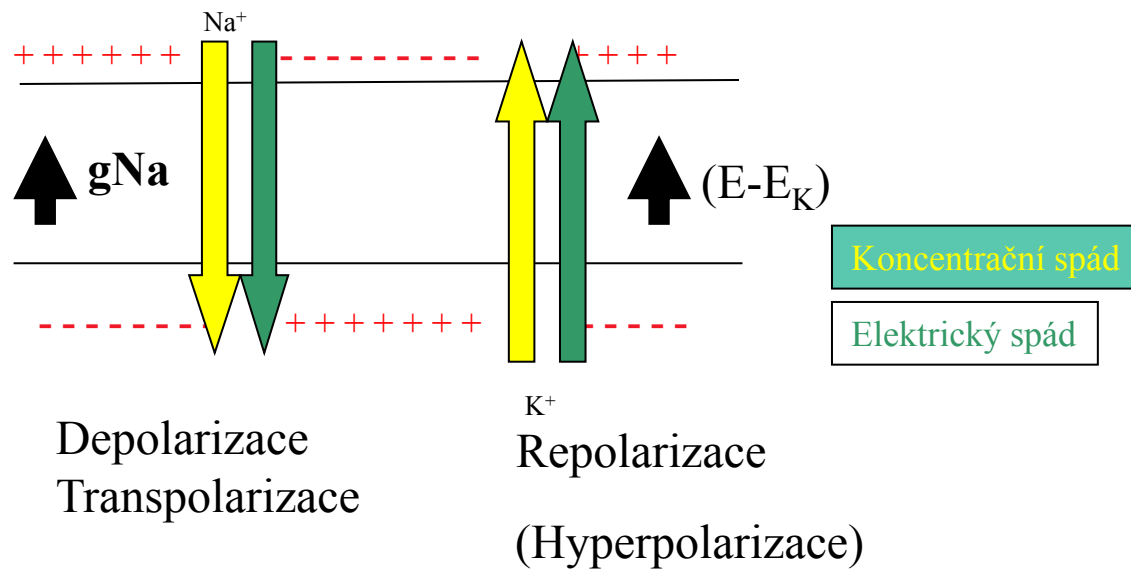
- na membráně buňky za klidových podmínek
- uvnitř buňky je záporný náboj, na povrchu buňky je kladný náboj
- buňka je nepropustná pro  $\text{Na}^+$
- uvnitř buňky je větší koncentrace  $\text{K}^+$ , mimo buňku je větší koncentrace  $\text{Na}^+$
- koncentrace  $\text{K}^+$  uvnitř je menší než koncentrace  $\text{Na}^+$  vně  
→ záporný náboj uvnitř buňky

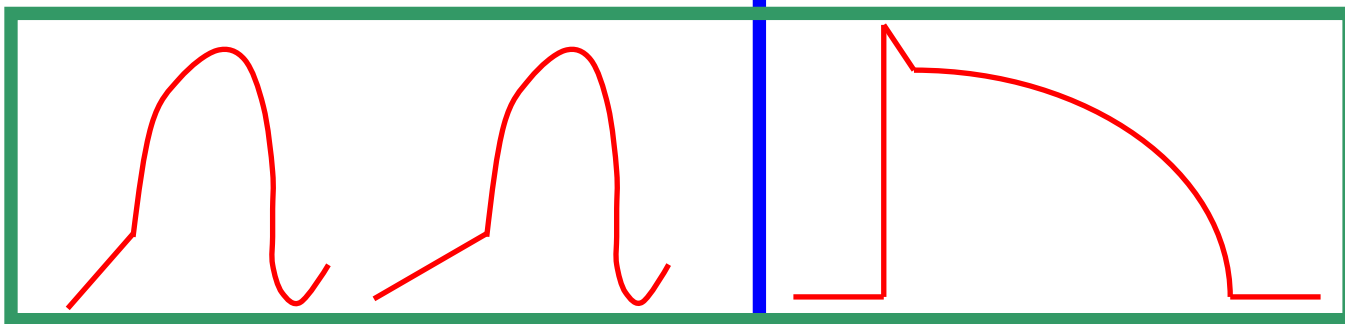
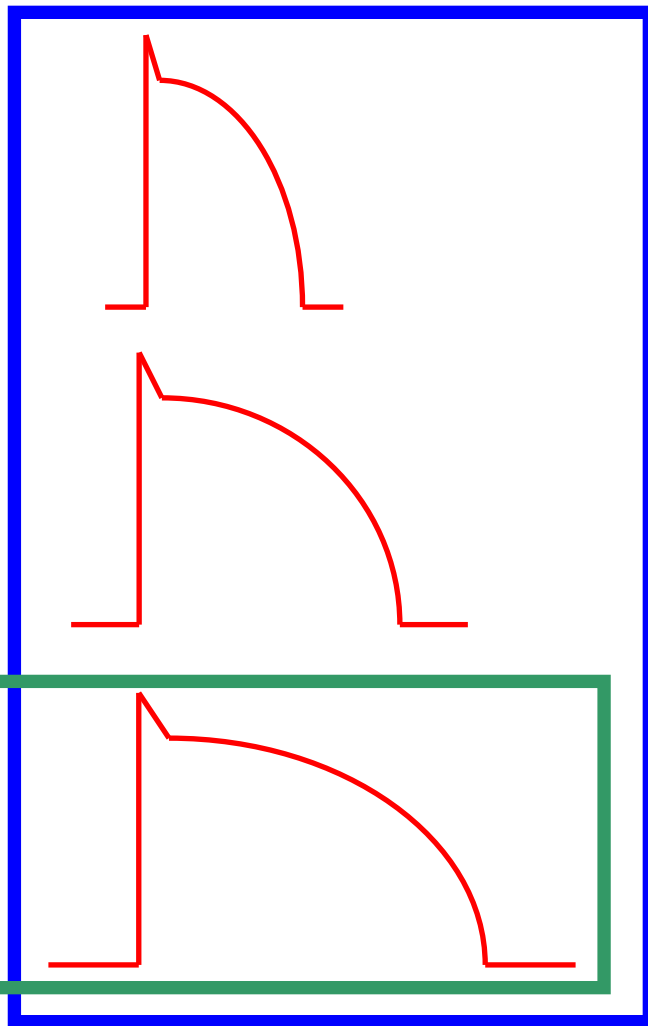
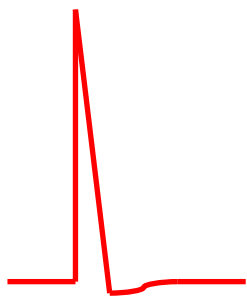


## Akční potenciál (AP)

- Pokud je překročena prahová hodnota napětí (-55 mV), vzniká na membráně akční potenciál
- **Fáze depolarizace**
  - otevírají se napěťově řízené kanály pro  $\text{Na}^+$
  - $\text{Na}^+$  velmi rychle vstupuje do buňky
- **Zákon vše nebo nic** – nepřekročí-li se práh, žádný AP, překročí-li se práh – vzniká AP
- **Fáze repolarizace**
  - kanály pro  $\text{Na}^+$  jsou znovu zavřeny (velmi rychle se inaktivují)
  - Otevírají se  $\text{K}^+$  kanály,  $\text{K}^+$  vystupuje z buňky
  - $\text{Na}^+/\text{K}^+$  pumpou je  $\text{Na}^+$  pumpován ven,  $\text{K}^+$  dovnitř
  - Napětí se dostává zpět ke klidovým hodnotám

# AKČNÍ NAPĚTÍ





# 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)

# Místní odpověď membránového napětí

- Evolučně starší typ odpovědi buněčné membrány na podnět (vyskytuje se v nervové soustavě nižších živočichů), nicméně i u člověka máme tento typ odpovědi
- Základní vlastnosti:
  - velikost odpovědi závisí na intenzitě podnětu
  - odpověď se šíří s úbytkem (dekrementem)
  - nemá refrakterní fázi (refrakternita=nedráždivost...ikdyby přišel silný podnět, buňka na něj nezareaguje - neodpovídá)

Příklady: u smyslových (receptorových buněk) – tzv. receptorový potenciál  
postsynaptické potenciály nervových buněk  
tzv. ploténkový potenciál – u nervosvalové ploténky