

BUŇKA

*Nejmenší jednotka živého organismu
schopná samostatné existence*

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

- Výměnu látek
- Růst
- Pohyb
- Rozmnožování
- Dědičnost

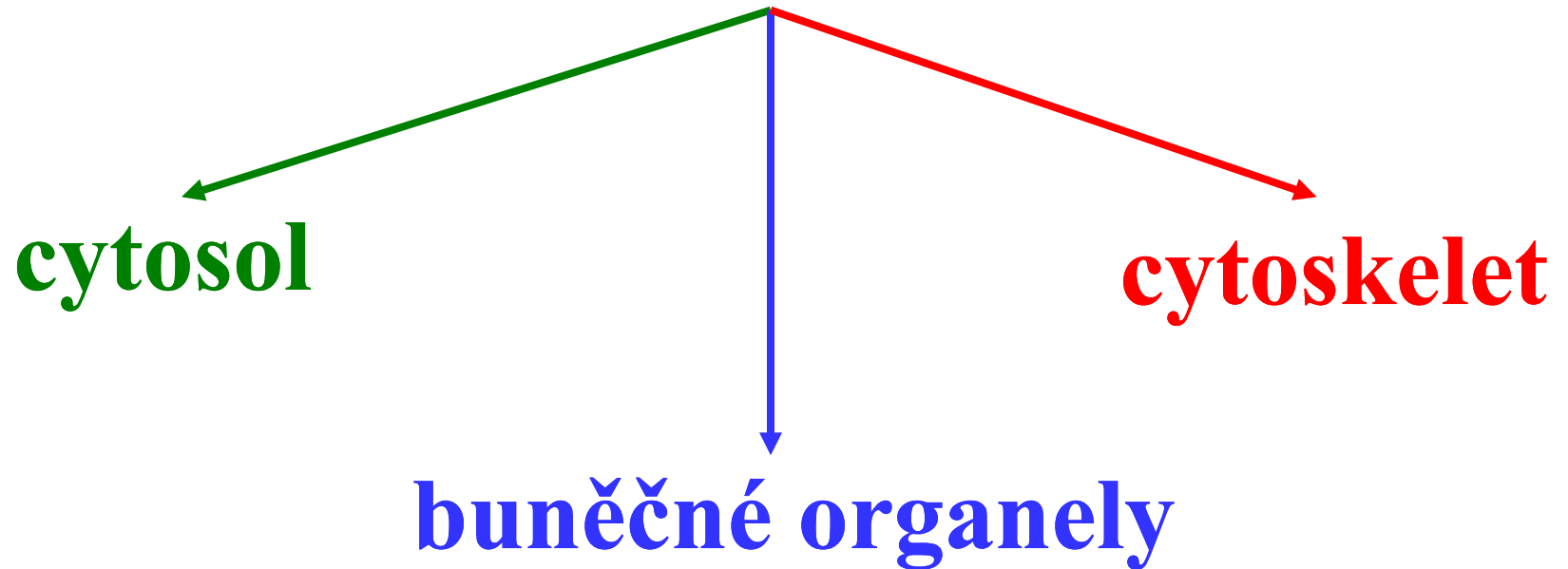
BUŇKA

➤ **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

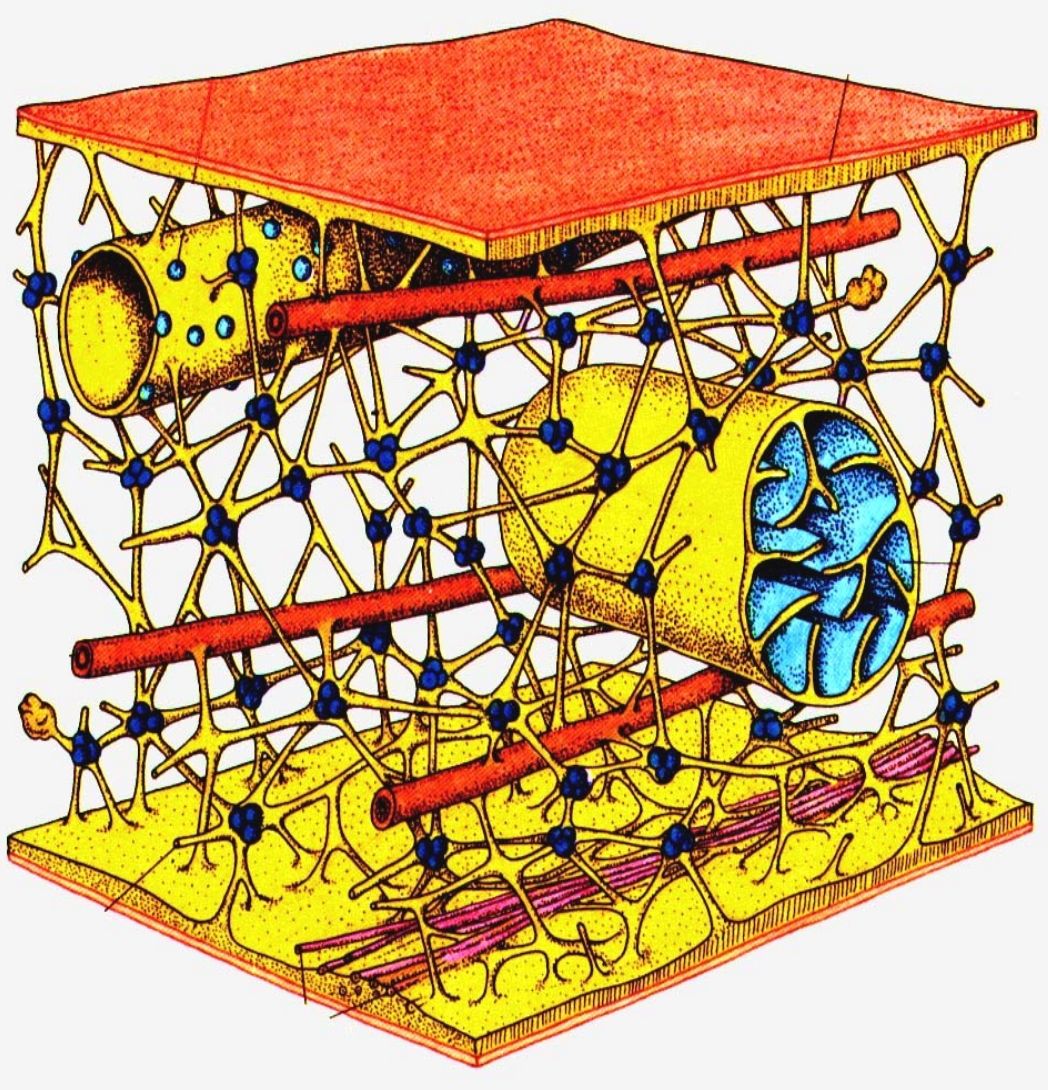
**Golgiho
aparát**

mikrotubuly

cytoplazma

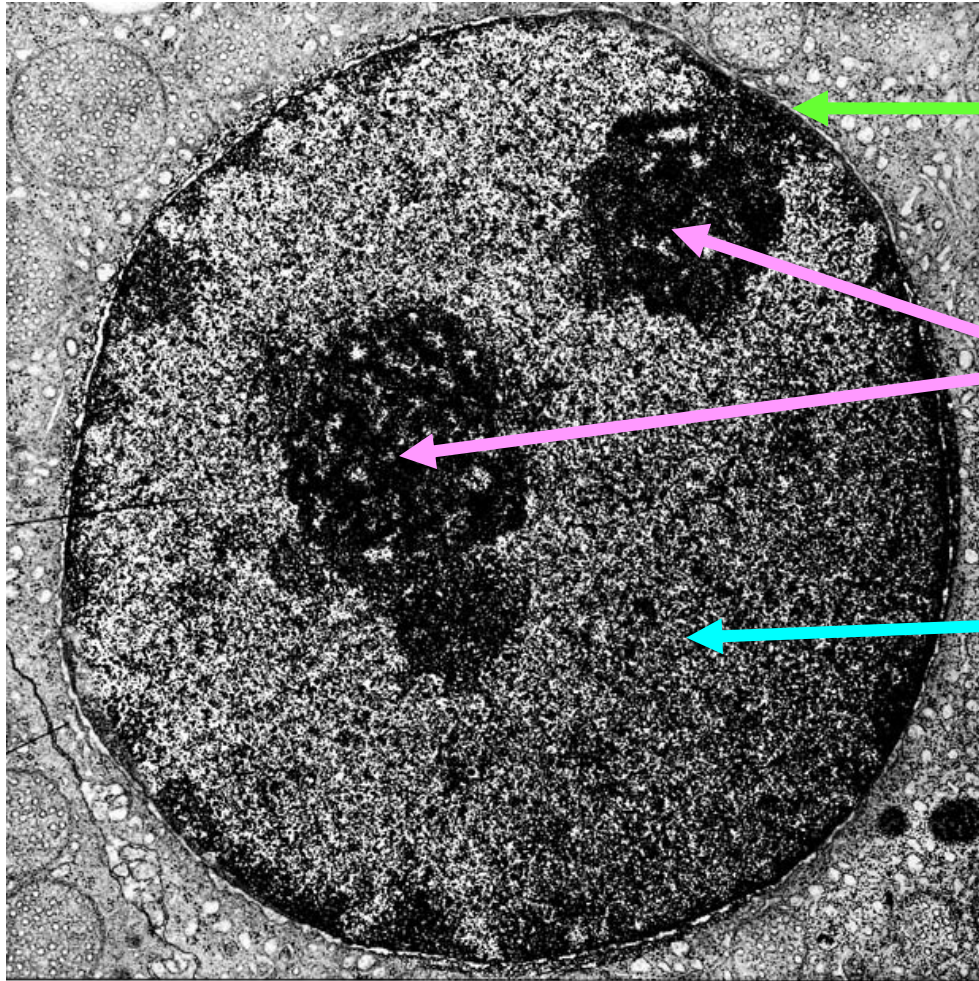


CYTOSOL



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

JÁDRO - *nucleus*



jaderná membrána

jadérko

chromatin

DNA

RNA

- mRNA
- rRNA
- tRNA

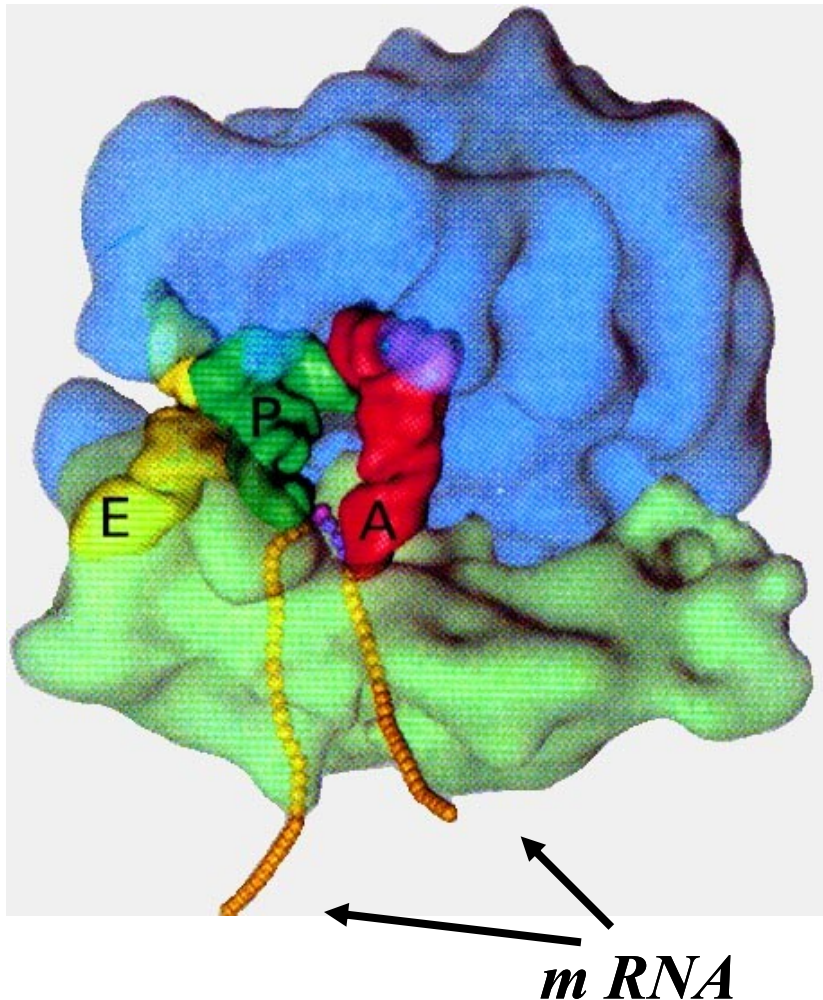
RIBOZOMY

- denzní granula skládající se z:

- *bílkovin*
- *r RNA*

- posunují se po mRNA a podle zapsané informace

syntetizují bílkovinný řetězec



Volné ribozomy

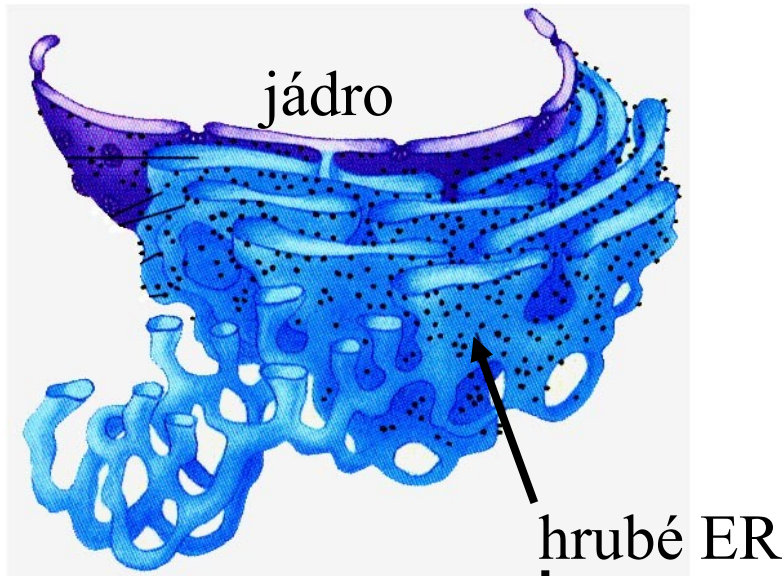
- syntéza cytoplasmatických bílkovin

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

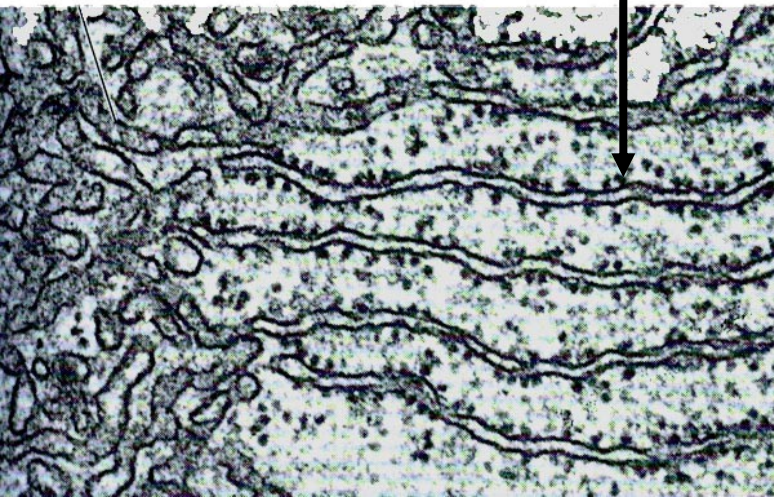
hrubé ER

Hrubé endoplazmatické retikulum

- syntéza bílkovin pro export nebo vázaných v membránách

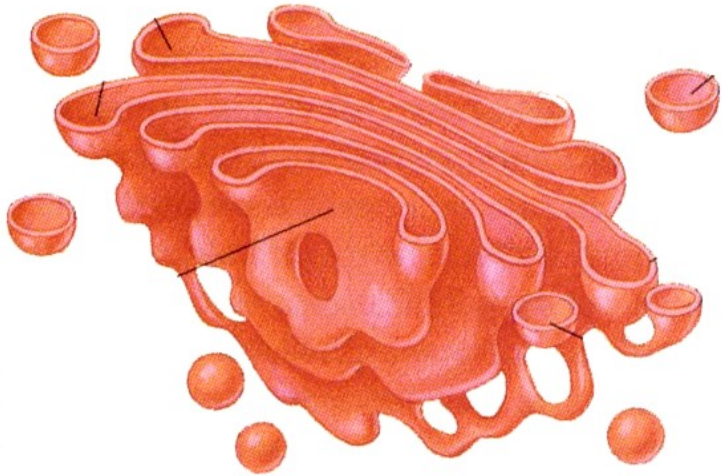
Hladké endoplazmatické retikulum

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



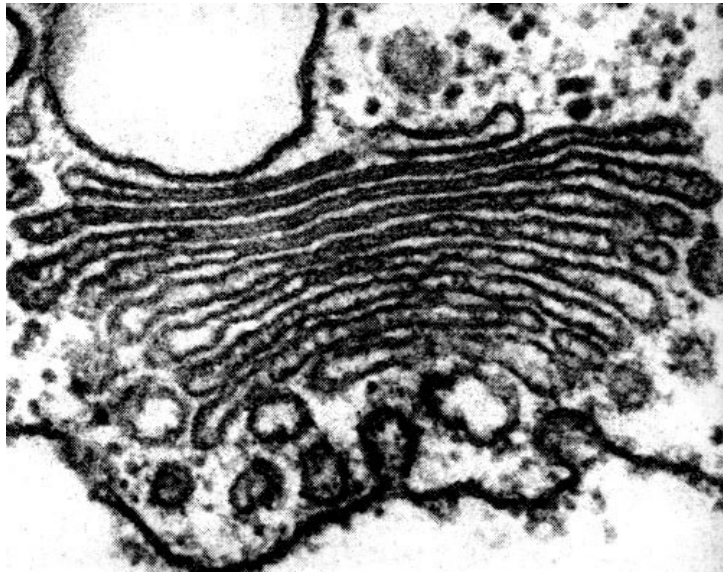
GOLGIHO APARÁT

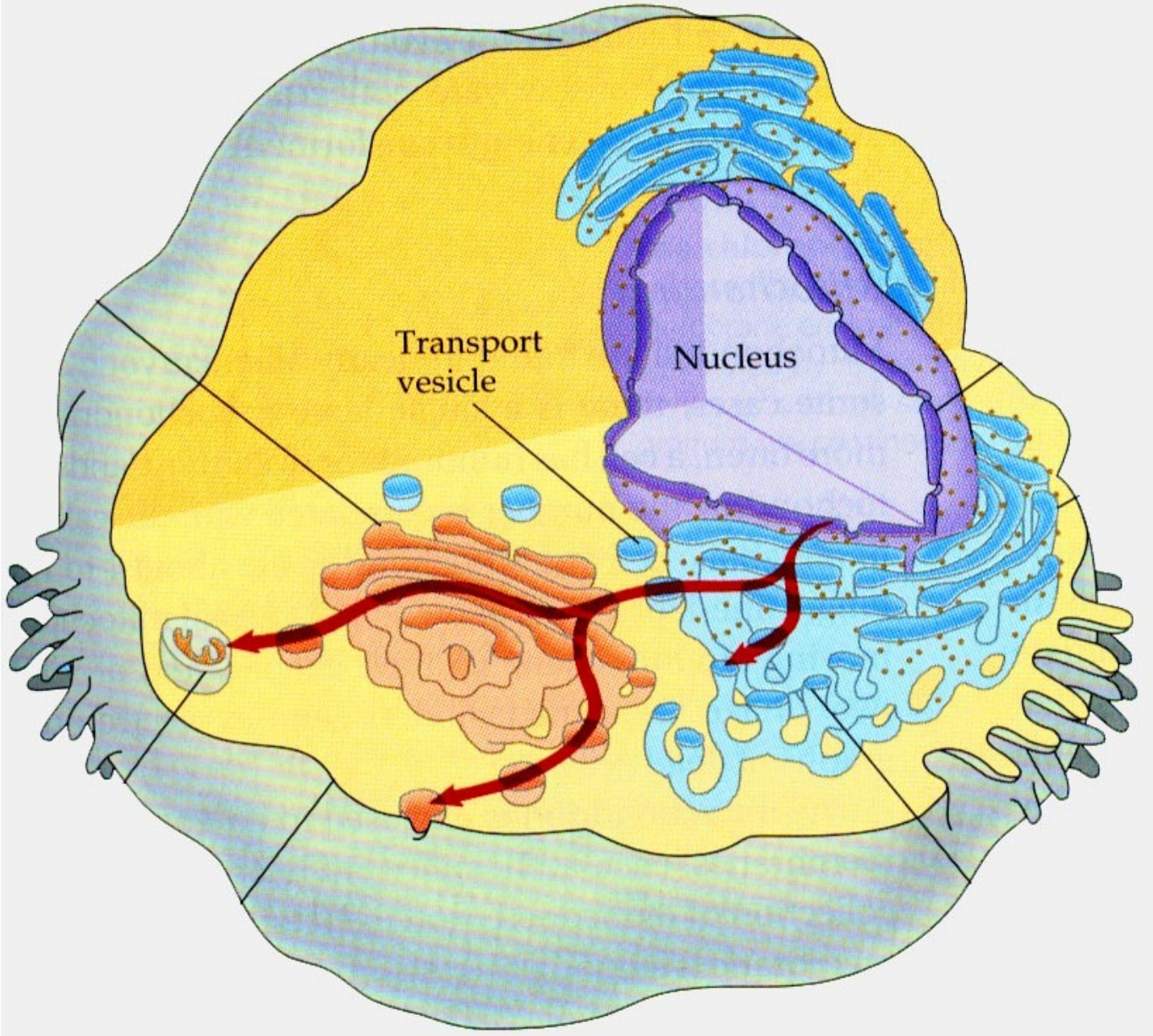
soubor membránou uzavřených váček



- chemická úprava bílkovin

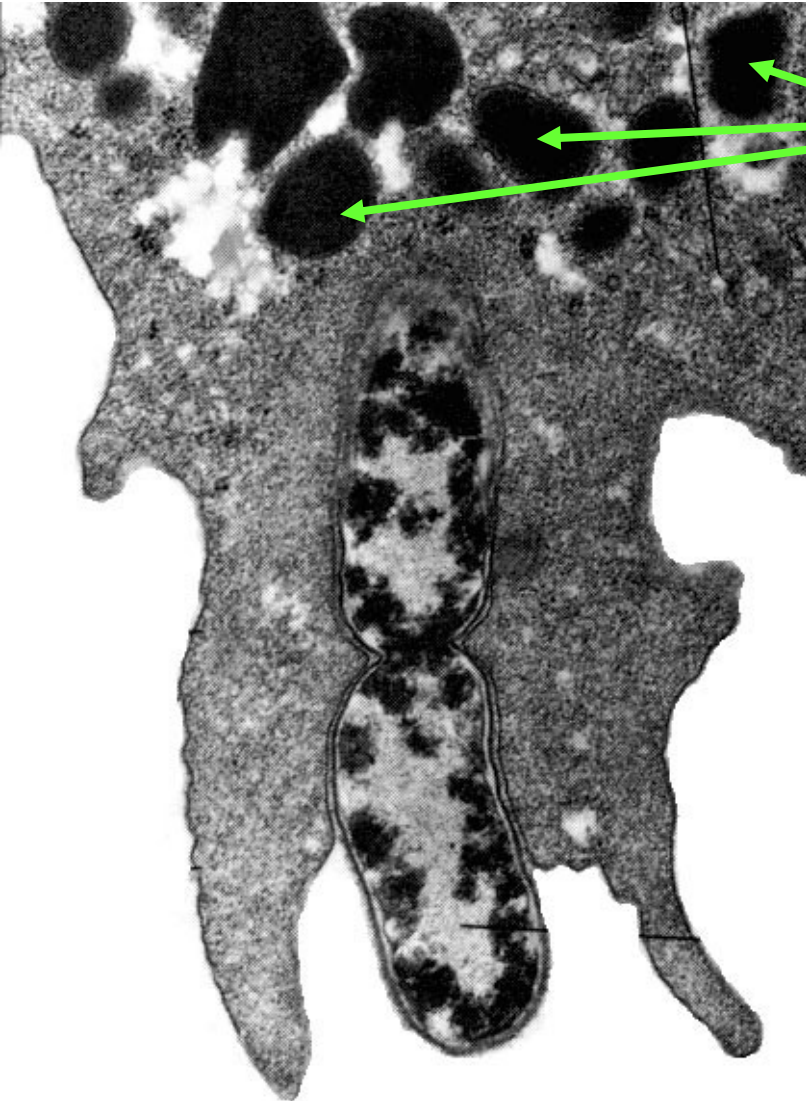
- třídění bílkovin





LYZOSOMY A PEROXISOMY

sférické membránové organely obsahující nebezpečné látky



LYZOSOMY

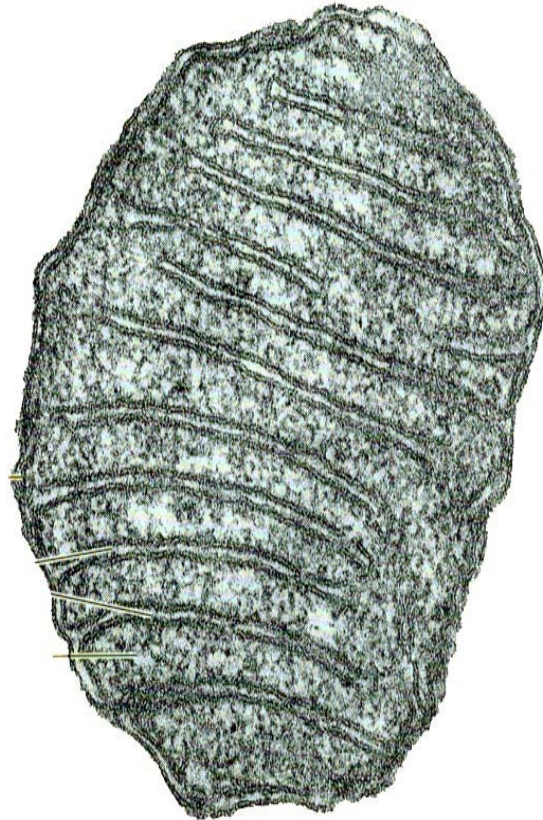
- trávicí aparát buňky – odbourávají bílkoviny, nukleové kyseliny, polysacharidy, lipidy...
- obsahují baktericidní látky

PEROXISOMY

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

MITOCHONDRIE

produkce energie pro buňku



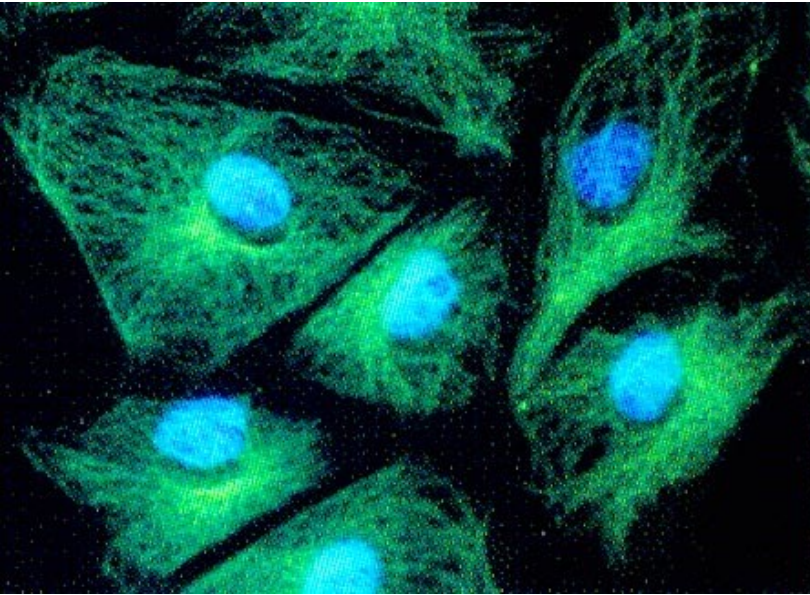
- ohraničena *dvojitou* membránou
- vnitřní membrána zvrásněná do *krist*
- enzymy pro *aerobní fosforylaci*
- obsahuje mitochondriální *DNA*

CYTOSKELET

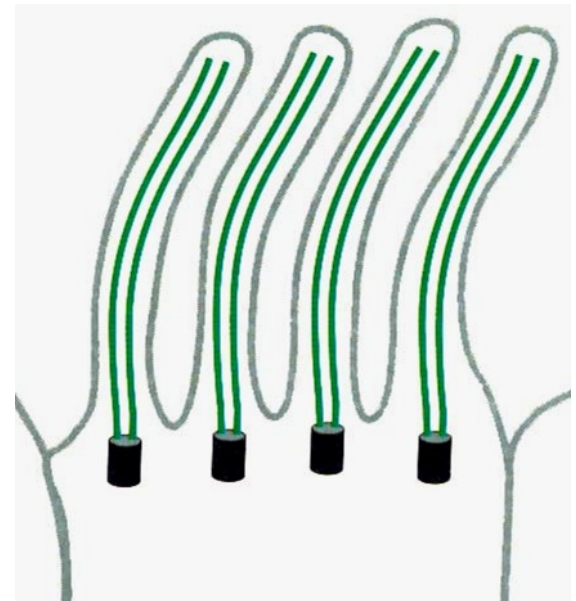
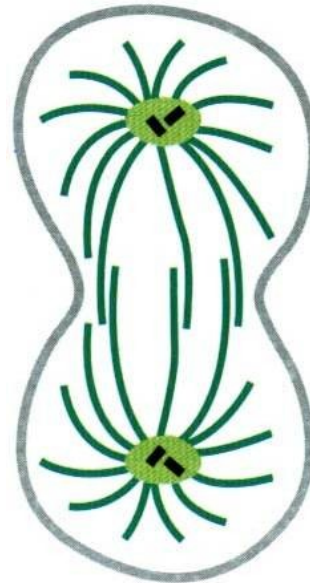
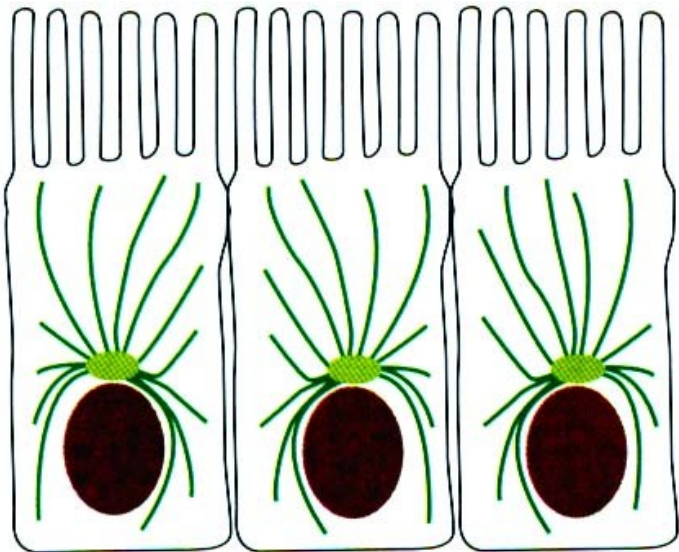
- ***sít'*** proteinových vláken rozprostírající se v cytoplasmě
- ***uspořádává*** součástí buněčných těl
- dává schopnost buňkám zaujímat ***nejrůznější tvary***
- vykonává koordinované ***pohyby***

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

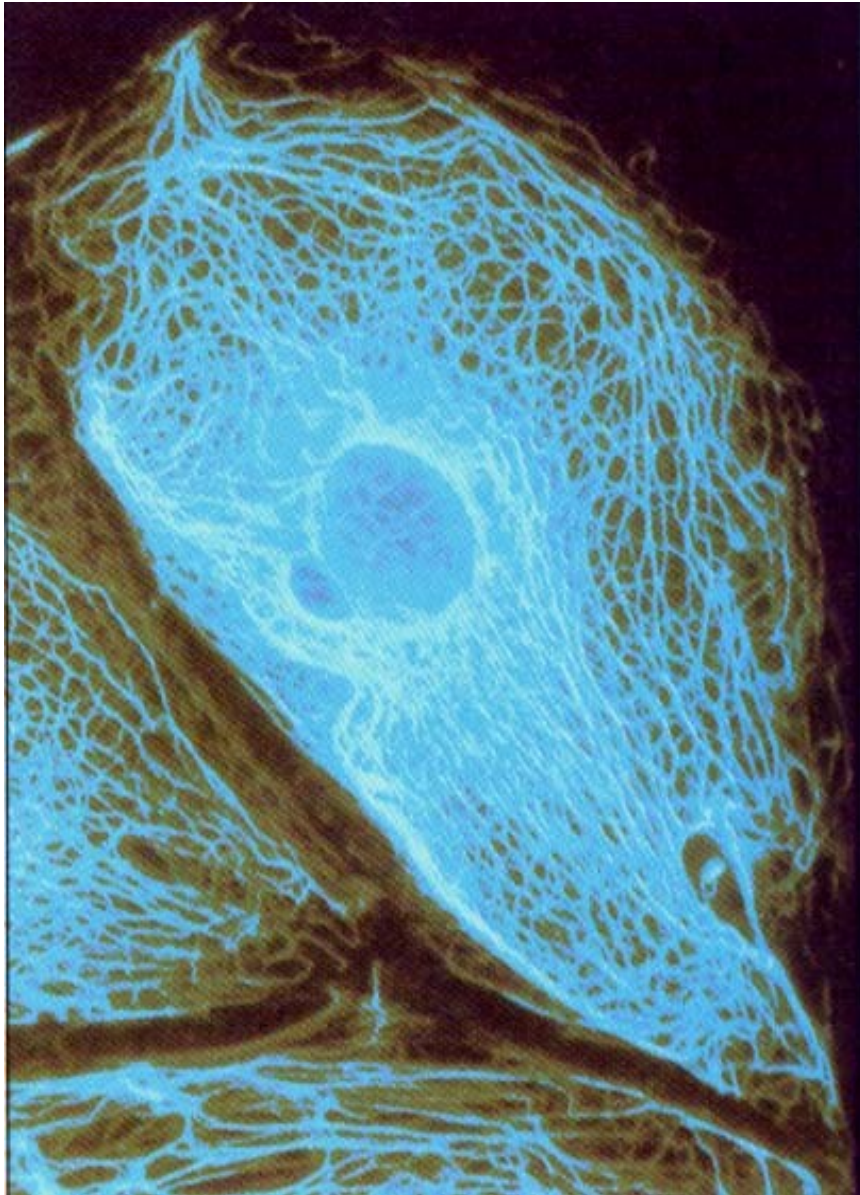
MIKROTUBULY



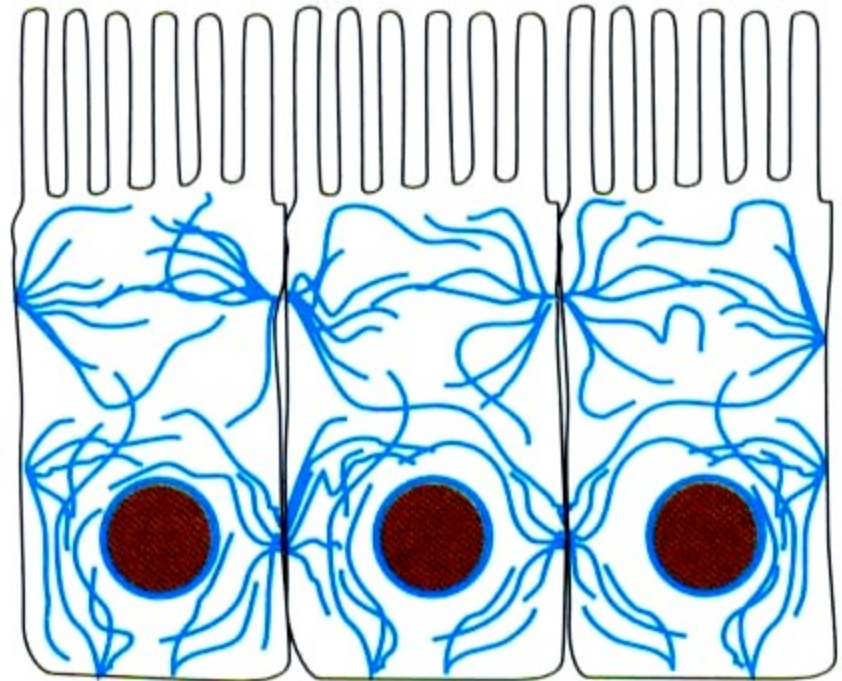
- *organizující* funkce v buňkách
- *transport* buněčných komponent
- účastní se *dělení* buňky
- *kostra* buněčných struktur
- zajišťují *pohyb buněk* nebo *pohyb tekutiny* nad buňkami



STŘEDNÍ FILAMENTA



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



STŘEDNÍ FILAMENTA

cytoplazmatická

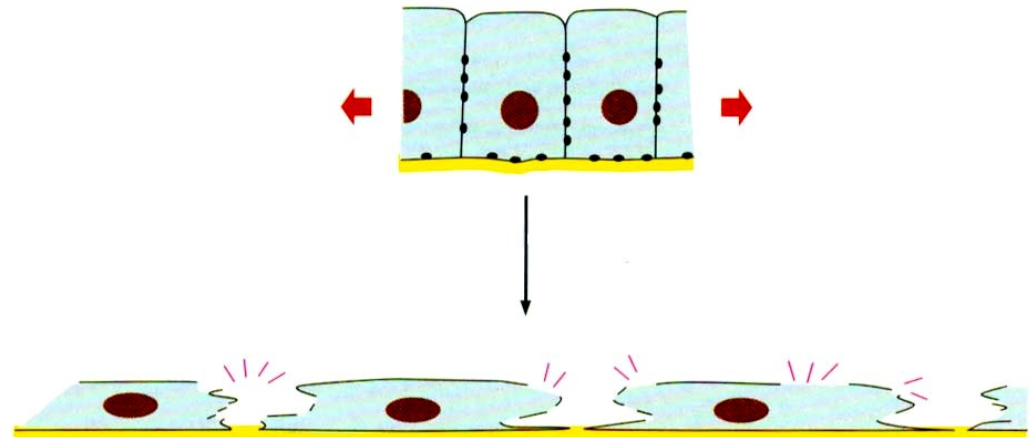
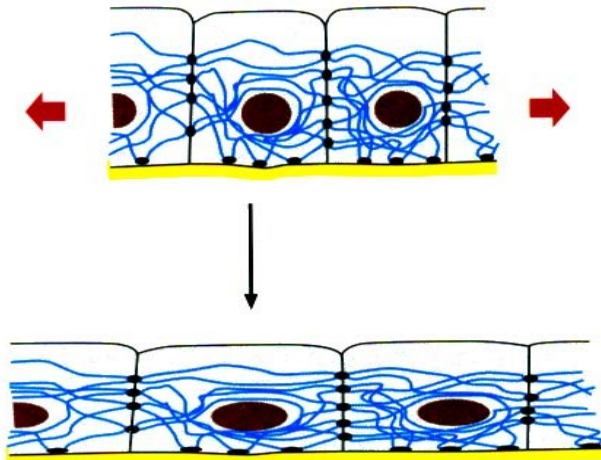
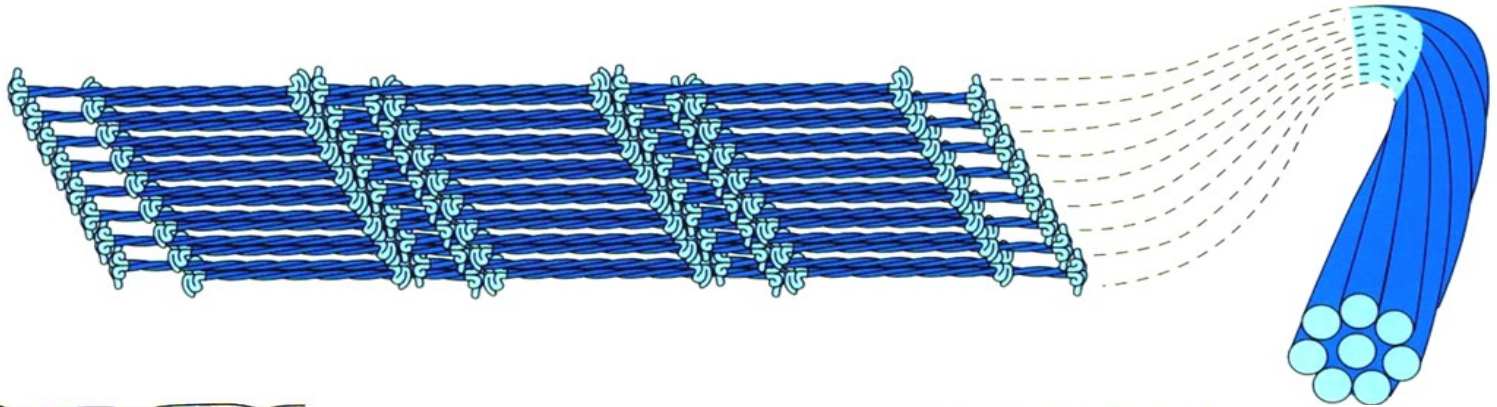
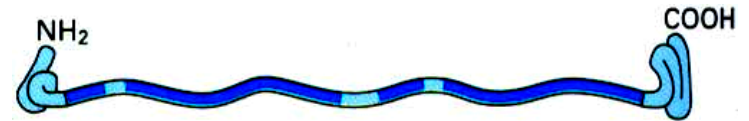
keratiny (*epitely*)

vimentiny (*pojiva, svaly, neuroglie*)

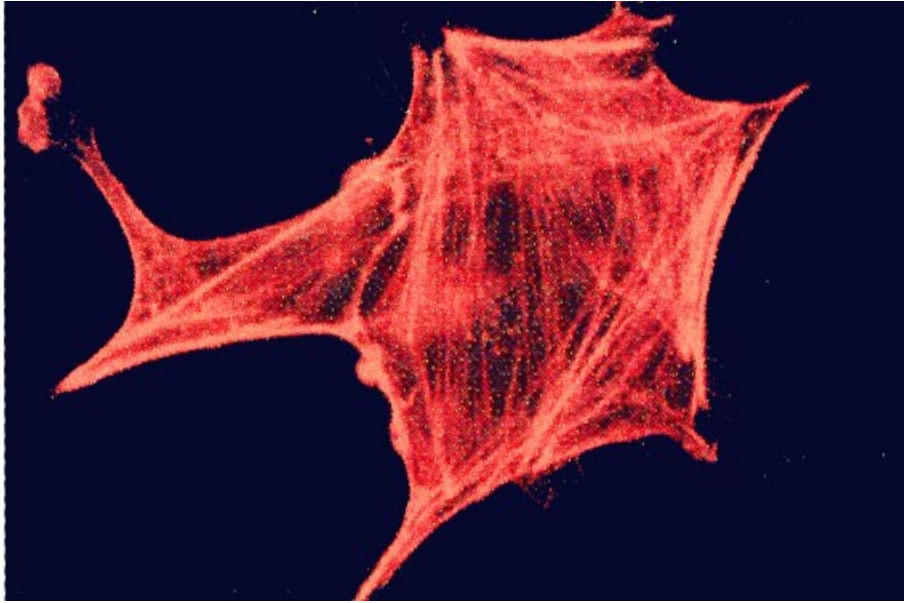
neurofilaminy (*nervové buňky*)

jaderná

jaderná lamina (*jaderné buňky*)



MIKROFILAMENTA (*aktinová vlákna*)

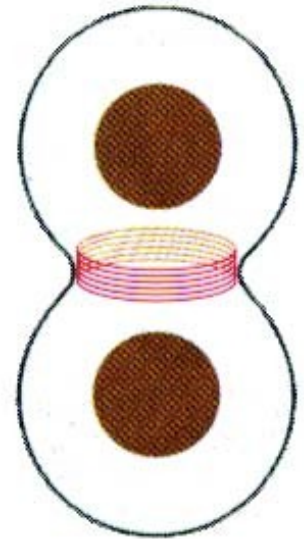
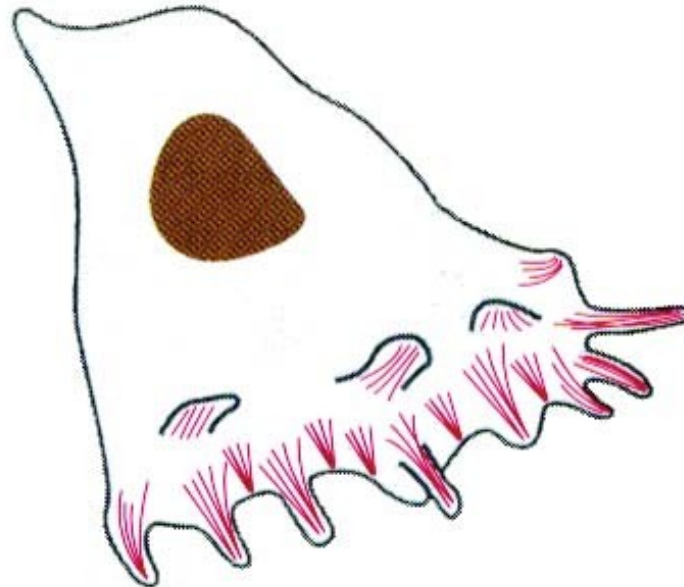
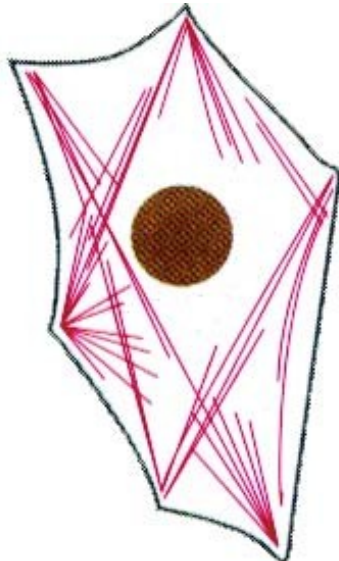
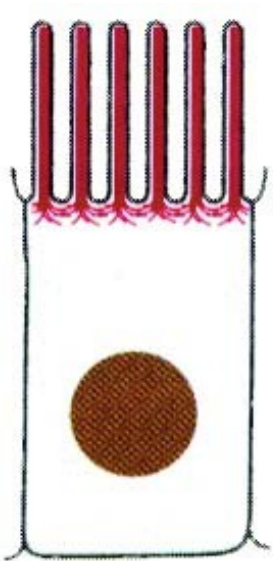


funkce strukturální

- 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)

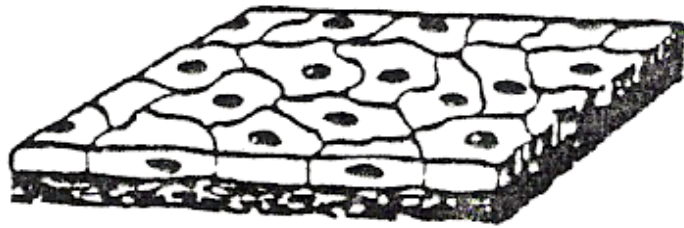
✓ Podle funkce: krycí, žlázový, resorpční (resorpce=vstřebávání), smyslový, zárodečný

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

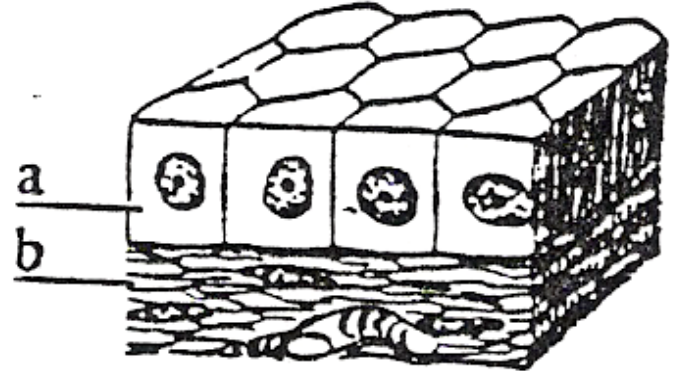
- SVAL - svalová tkáň (**hladká, srdeční, kosterní**)

- NERV - nervová tkáň

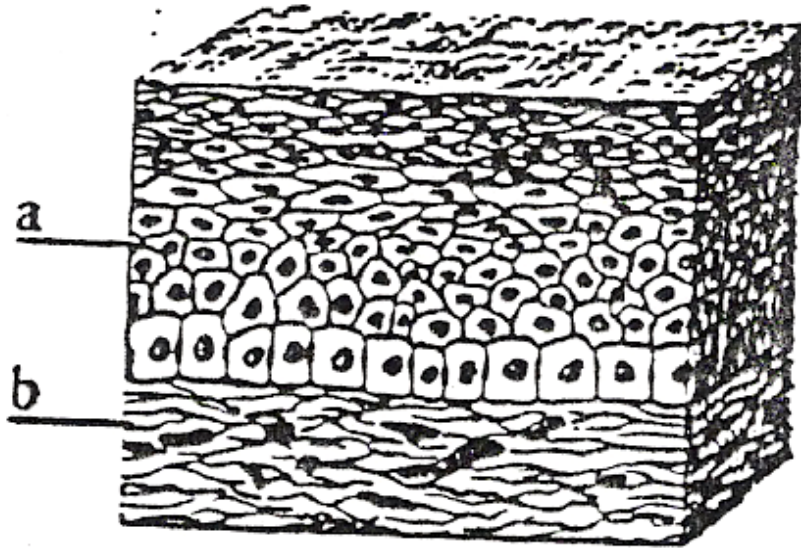
- Krev – „tekutá“ tkáň



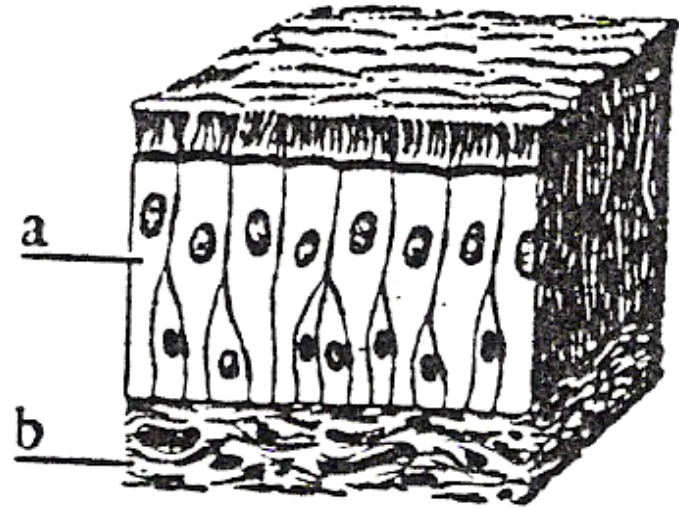
A



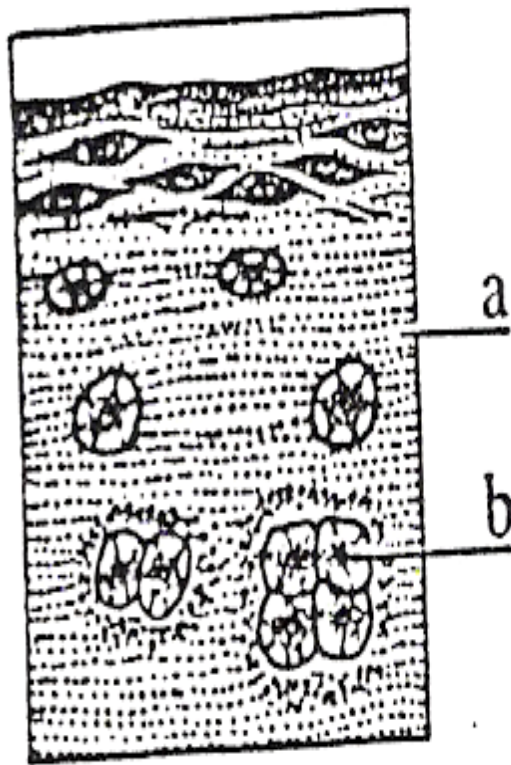
B



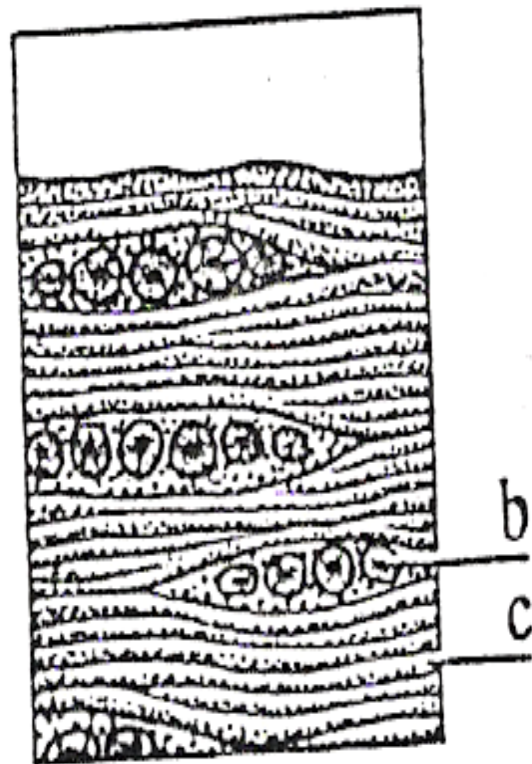
C



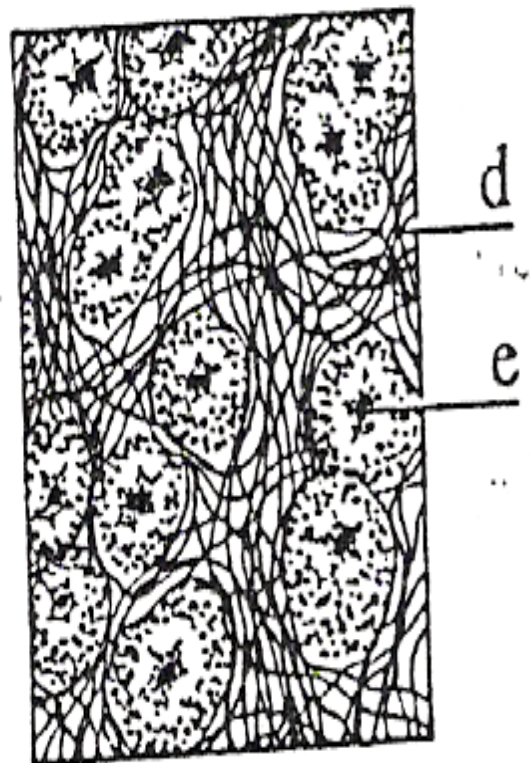
D



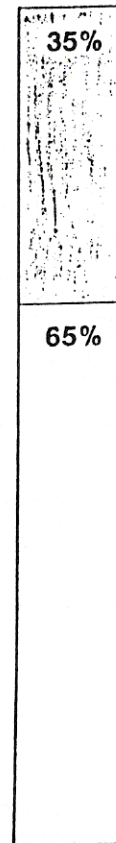
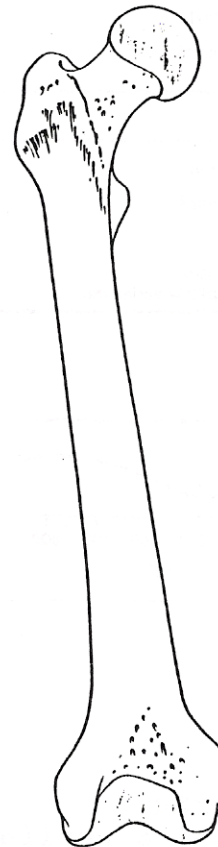
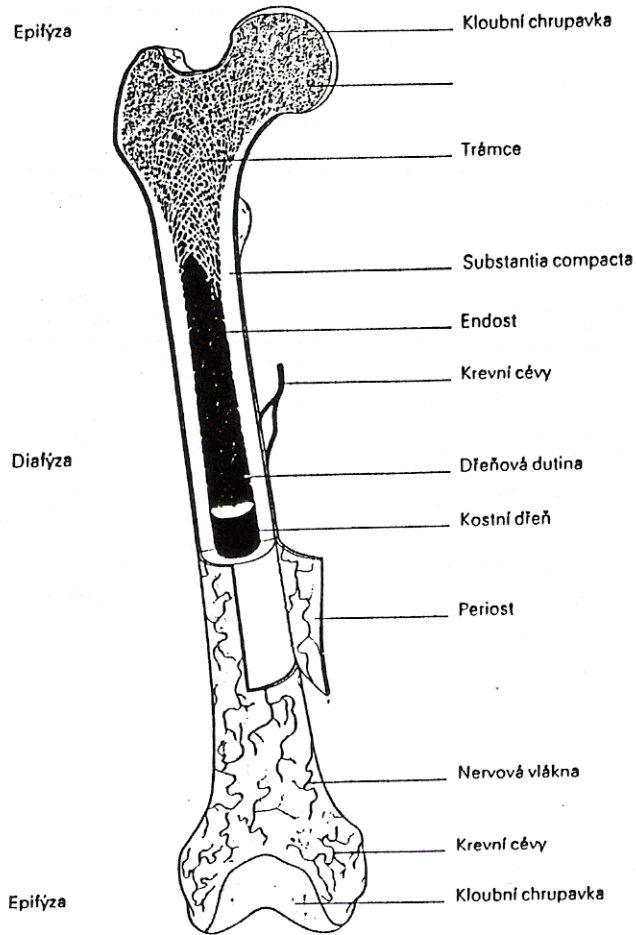
A



B

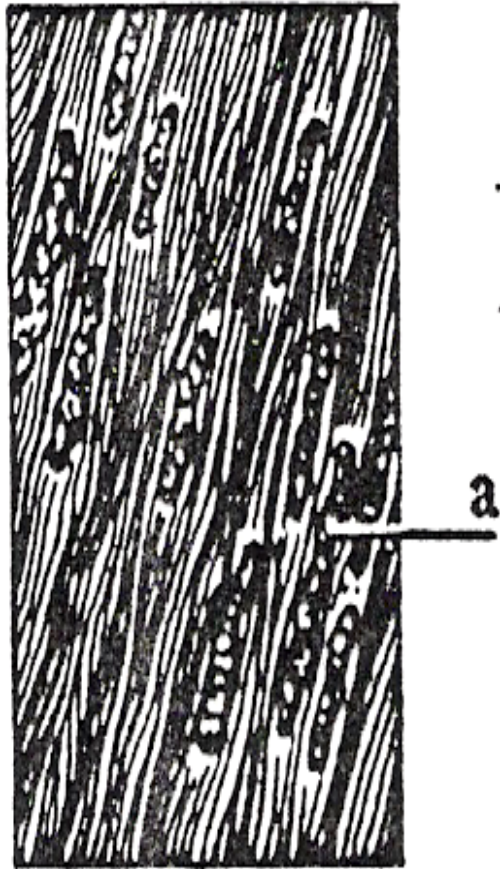


C

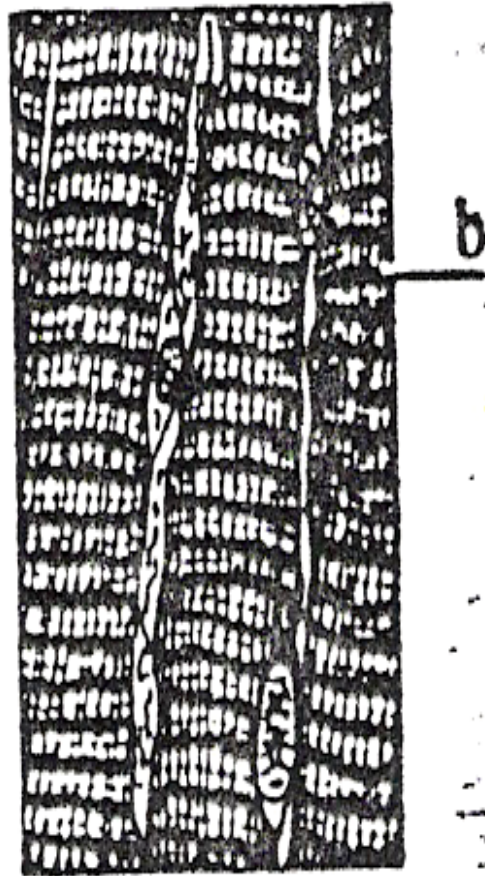


Osteoid (matrice)
Organická látka, pružná
95% kolagenních vláken (protein)
základní hmota
(mukopolysacharidy)

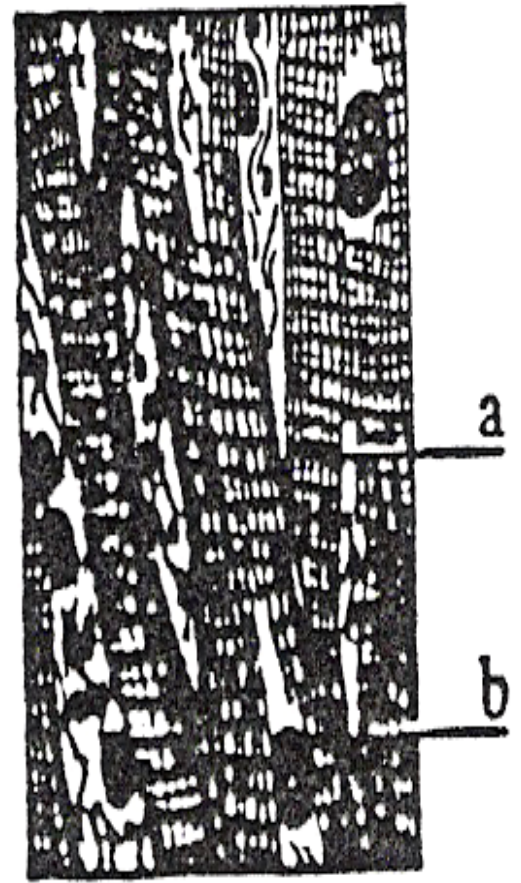
Minerální soli
Anorganická látka, křehká
85% kalciumfosfát
($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$)
10% kalciumkarbonát
0,3% kalciumfluorid
0,2% kalciumchlorid
1,5% magnesiumfosfát
2% alkalické soli



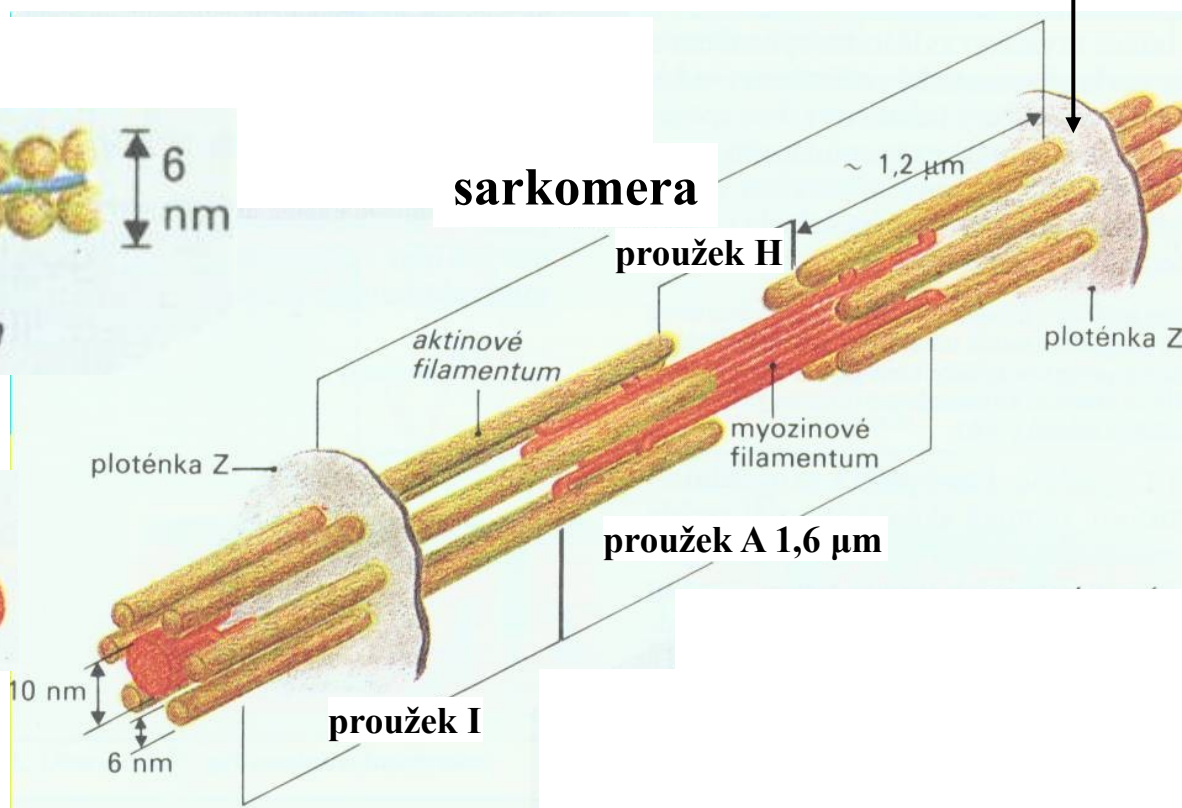
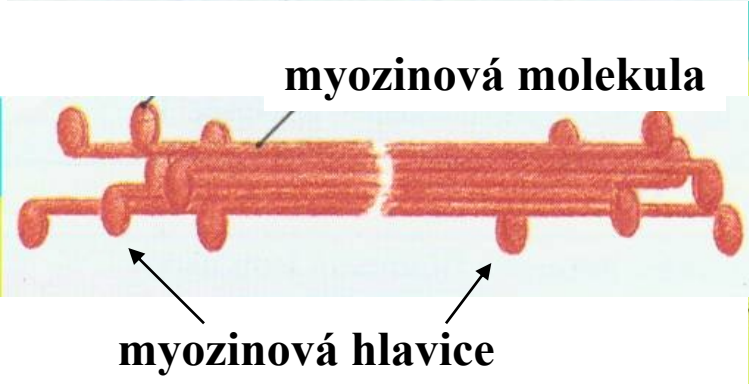
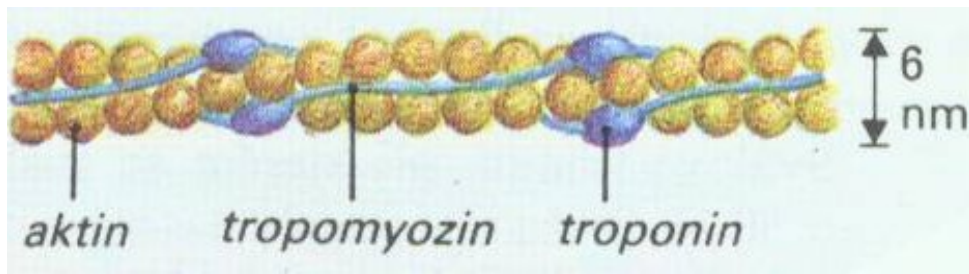
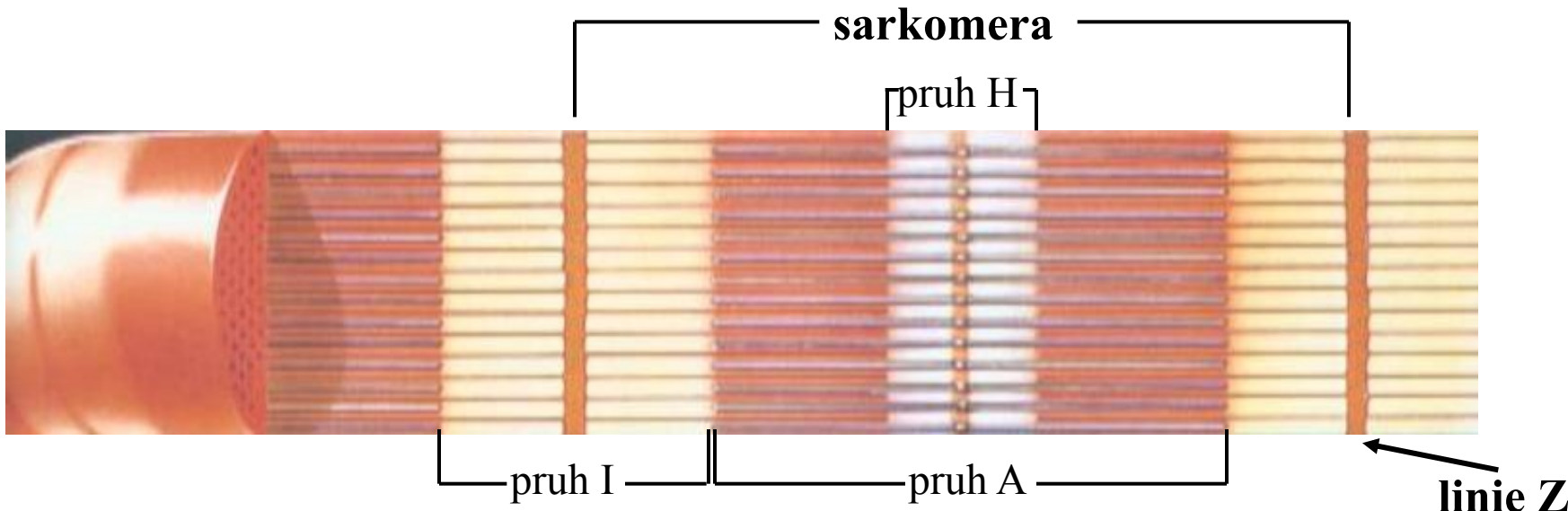
A



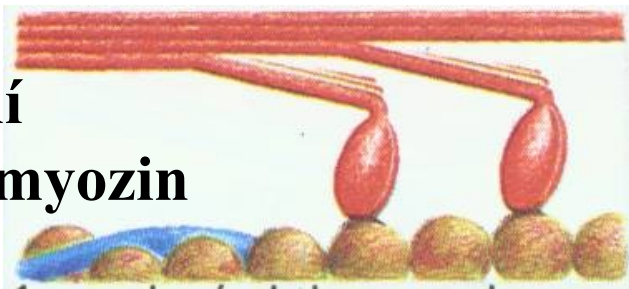
B



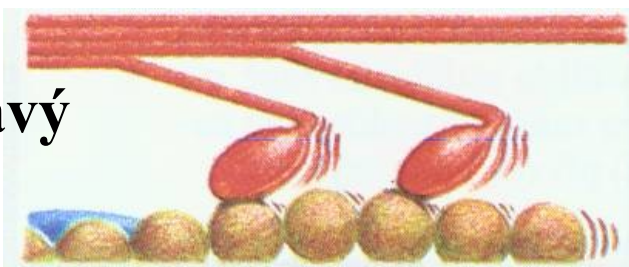
C



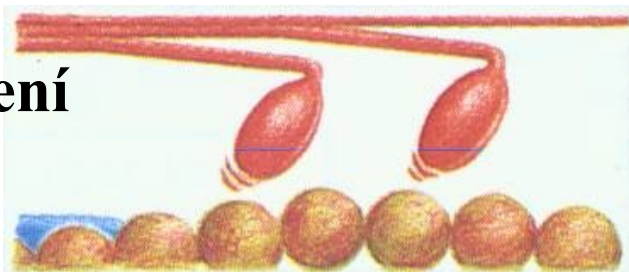
spojení aktin-myozin



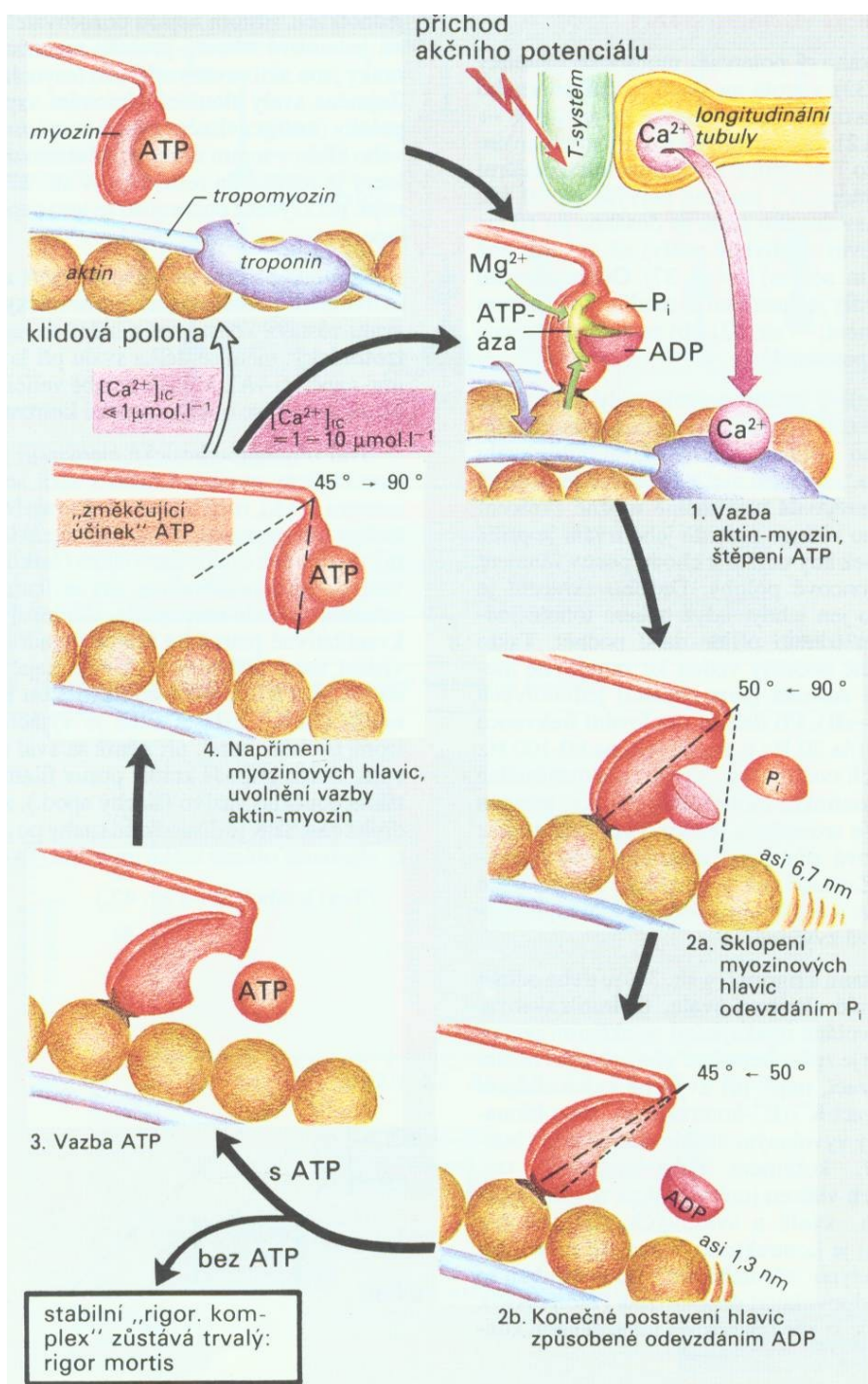
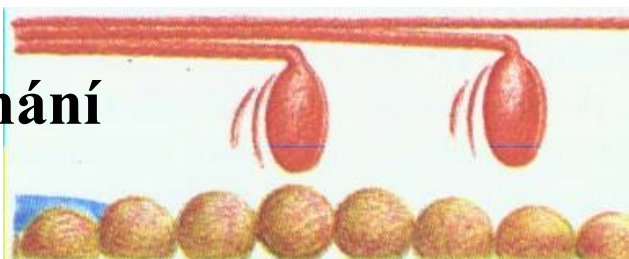
klouzavý pohyb



odpojení hlavic



narovnání hlavic



BIOMEMBRÁNY

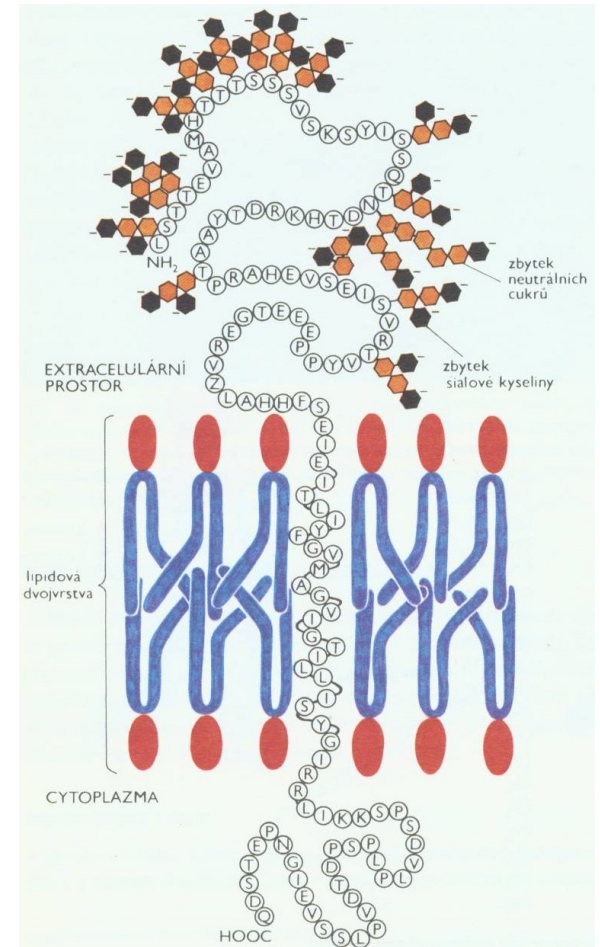
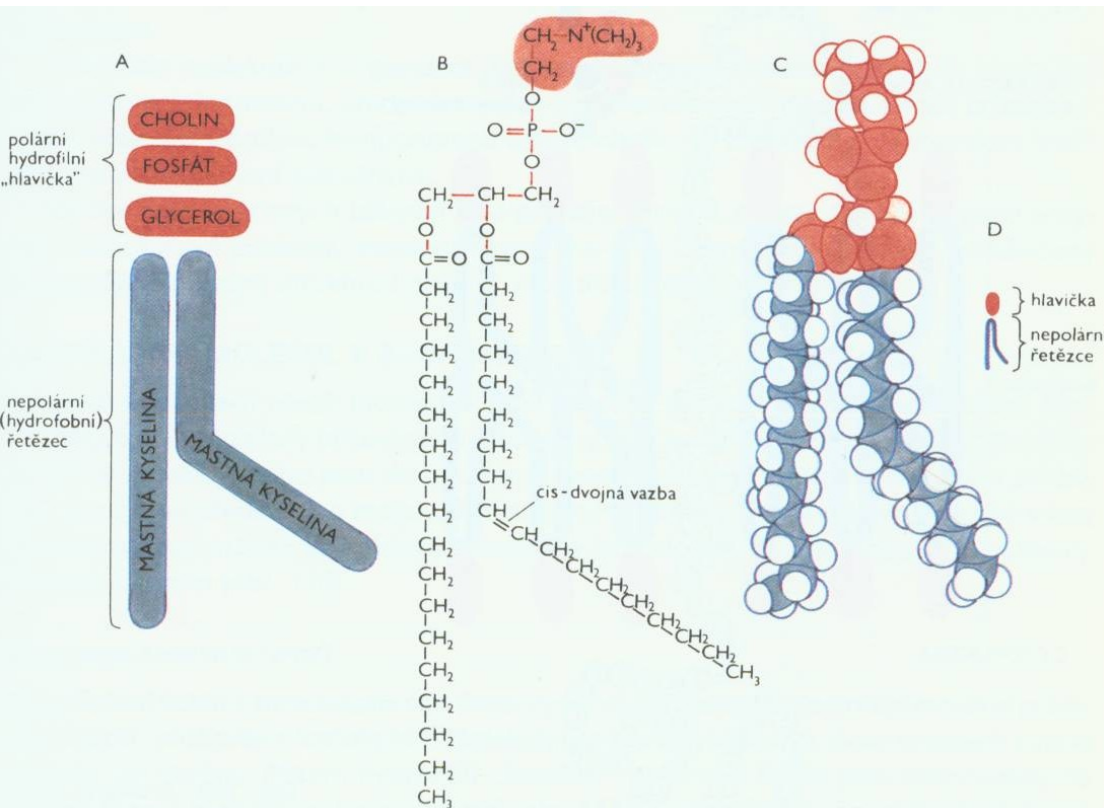
lipidy

(fosfatidylcholin,
cholesterol)

cukry

(glykoproteiny,
glykolipidy)

bílkoviny



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)

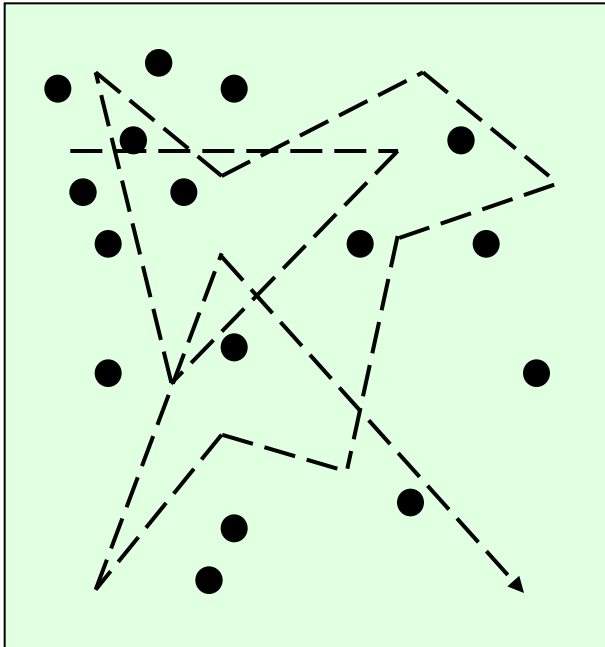
MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

Plazmatická membrána

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



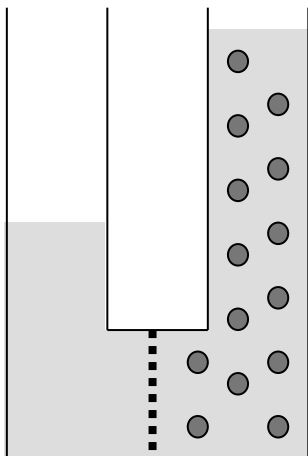
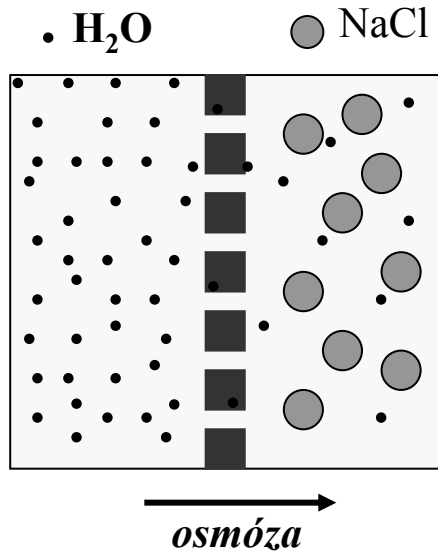
DIFUZE



- **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* 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; *plasma = 290 mosm/kg H₂O*

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

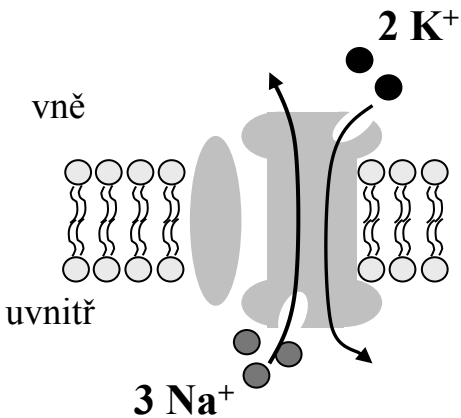
Transport zprostředkovaný proteiny plazmatické membrány

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⁺-K⁺-ATPáza*** – v každé membráně
 - elektrogenní účinek
 - důležitá pro stabilní klidové napětí
- ***Ca²⁺-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⁺-ATPáza*** – v buňkách žaludku

MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT- aktivní

Regulovaný transport - sekundárně aktivní transport

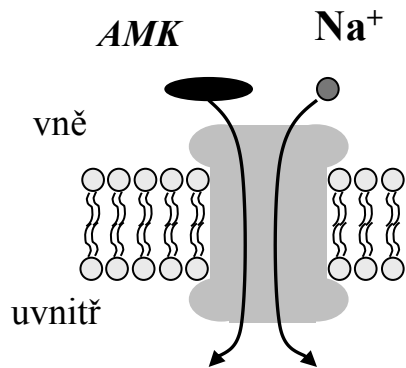
Vazebná afinita proteinu na vnitřní a vnější straně membrány se nemění fosforylací ale navázáním iontů (nejčastěji sodíkových).

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

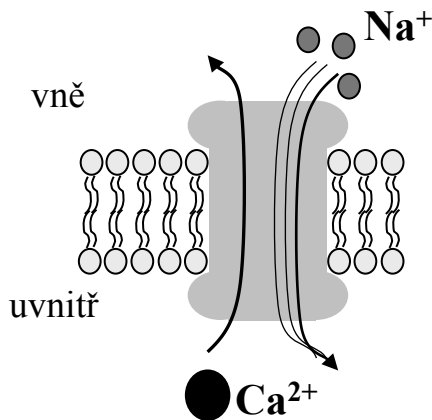
Regulovaný transport - sekundárně aktivní transport



Symport (ko-transport)

– transport látek stejným směrem jako směr iontů Na^+

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



Antiport (kontra-transport)

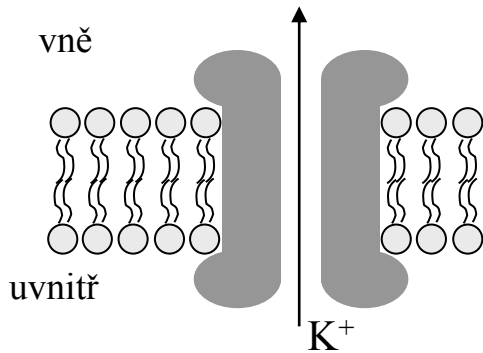
– spřažený transport látek opačným směrem

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

• *transport glukózy ven z buňky při současném transportu 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⁺, K⁺, Cl⁻ a voda

Iontové kanály rozdělujeme na 2 základní typy:

stále otevřené versus vrátkovací

◆ stále otevřené

◆ řízené napětím

◆ řízené chemicky

◆ řízené mechanicky

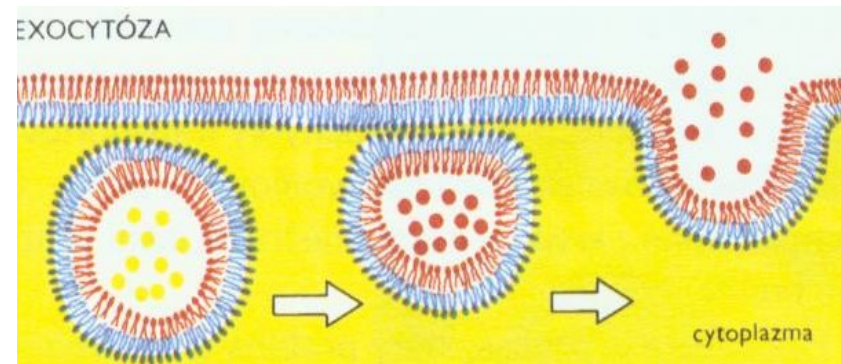
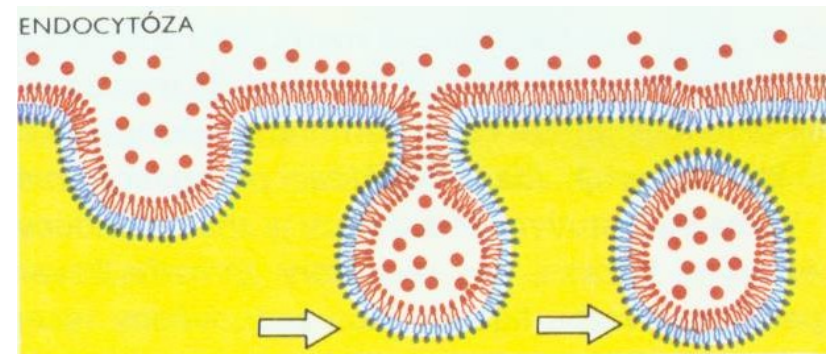
MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

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 (Na^+) a draslíku (K^+)

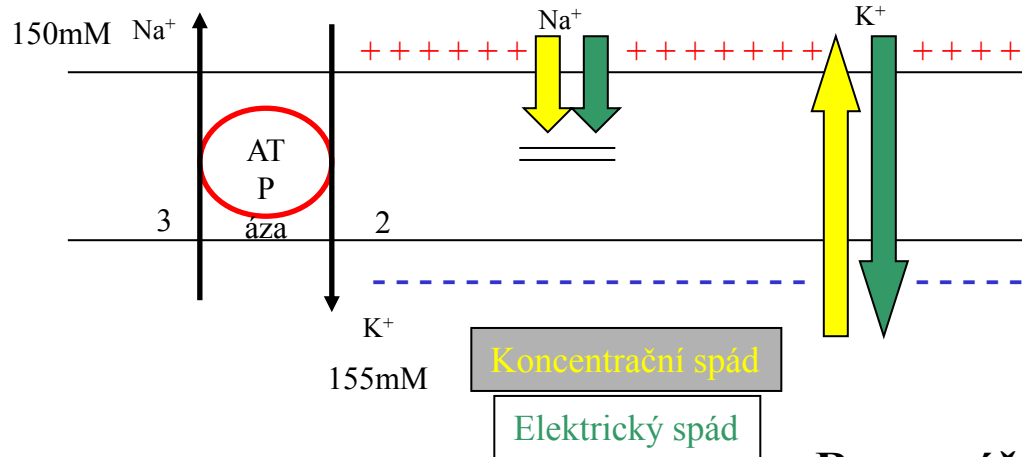
Fenomény uplatňující se při klidovém membránovém potenciálu

- ✓ Aktivní transport Na^+ ven z buňky a K^+ do buňky (dáno přítomností Na^+-K^+ ATPázy)
- ✓ Malá propustnost (permeabilita) membrány pro Na^+
- ✓ Vysoká permeabilita membrány pro 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

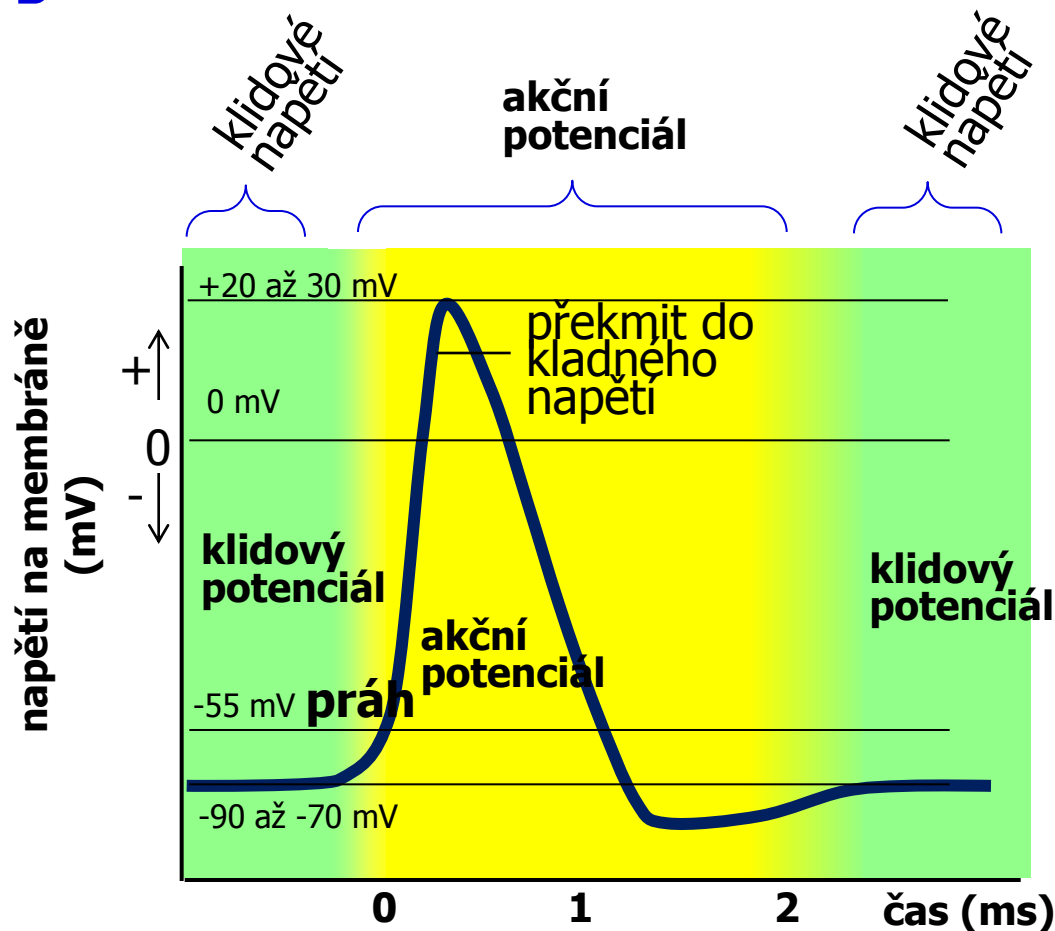
POLARIZOVÁNA

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

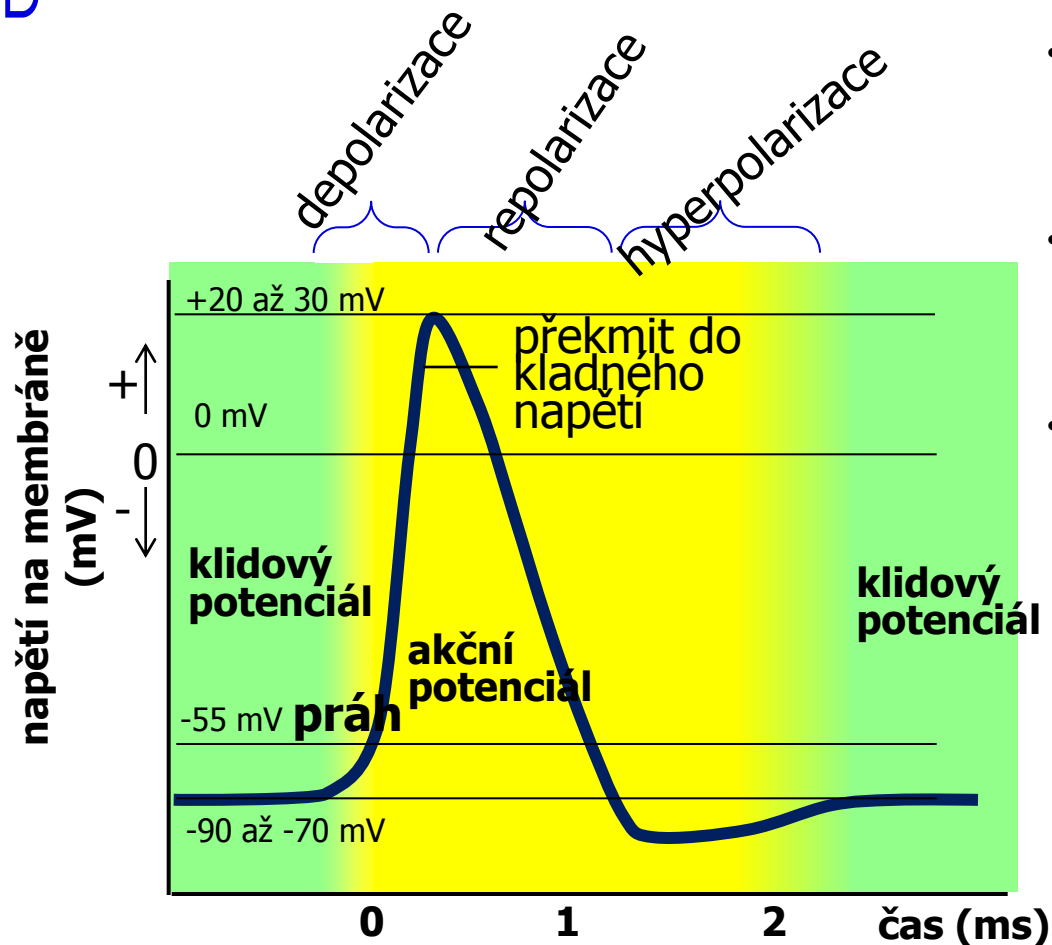
AKČNÍ POTENCIÁL (AP)

- 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:

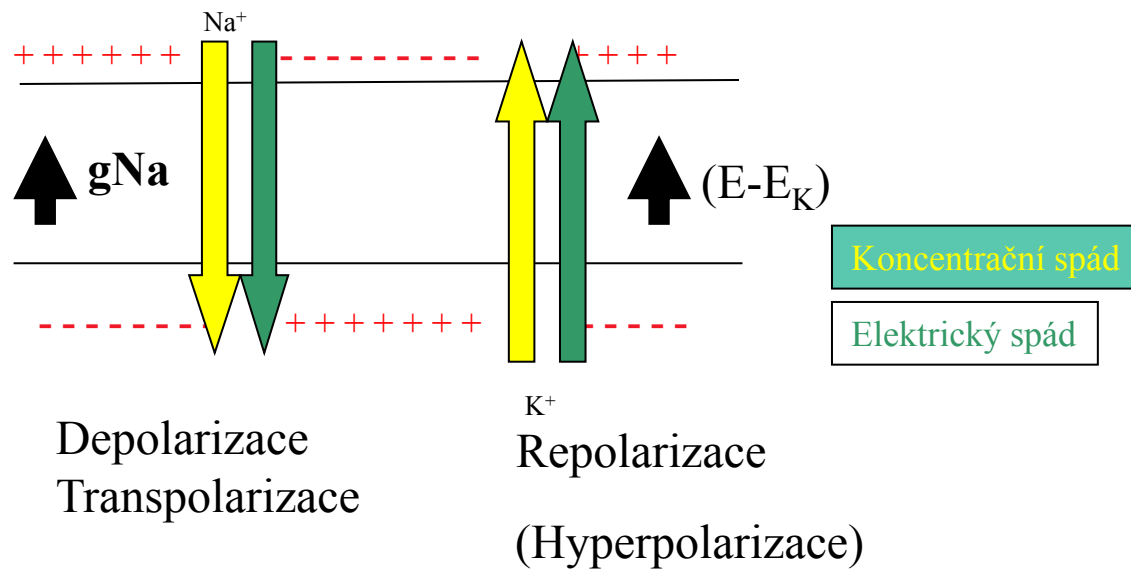
- na membráně buňky za klidových podmínek
- uvnitř buňky je záporný náboj, na povrchu buňky je kladný náboj
- buňka je nepropustná pro Na^+
- uvnitř buňky je větší koncentrace K^+ , mimo buňku je větší koncentrace Na^+
- koncentrace K^+ uvnitř je menší než koncentrace Na^+ vně
→ záporný náboj uvnitř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

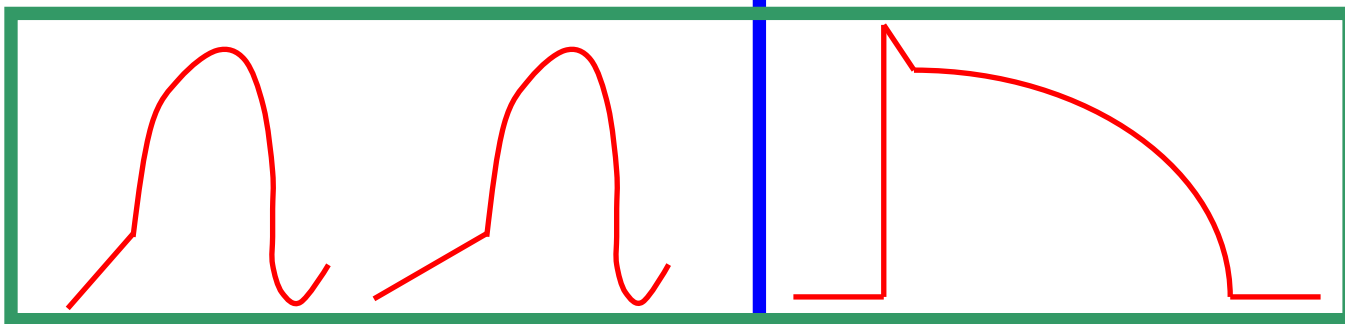
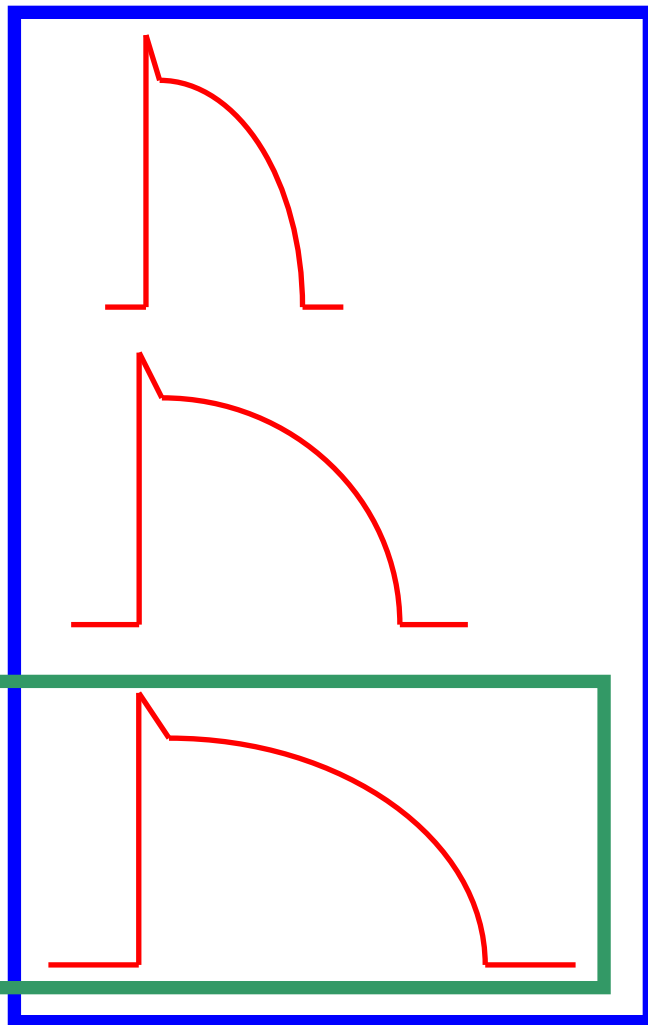
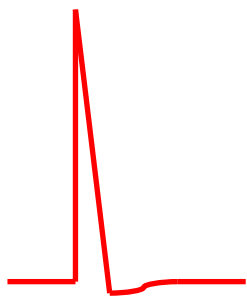


Akční potenciál (AP)

- Pokud je překročena prahová hodnota napětí (-55 mV), vzniká na membráně akční potenciál
- **Fáze depolarizace**
 - otevírají se napěťově řízené kanály pro Na^+
 - 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 Na^+ jsou znovu zavřeny (velmi rychle se inaktivují)
 - Otevírají se K^+ kanály, K^+ vystupuje z buňky
 - Na^+/K^+ pumpou je Na^+ pumpován ven, 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