

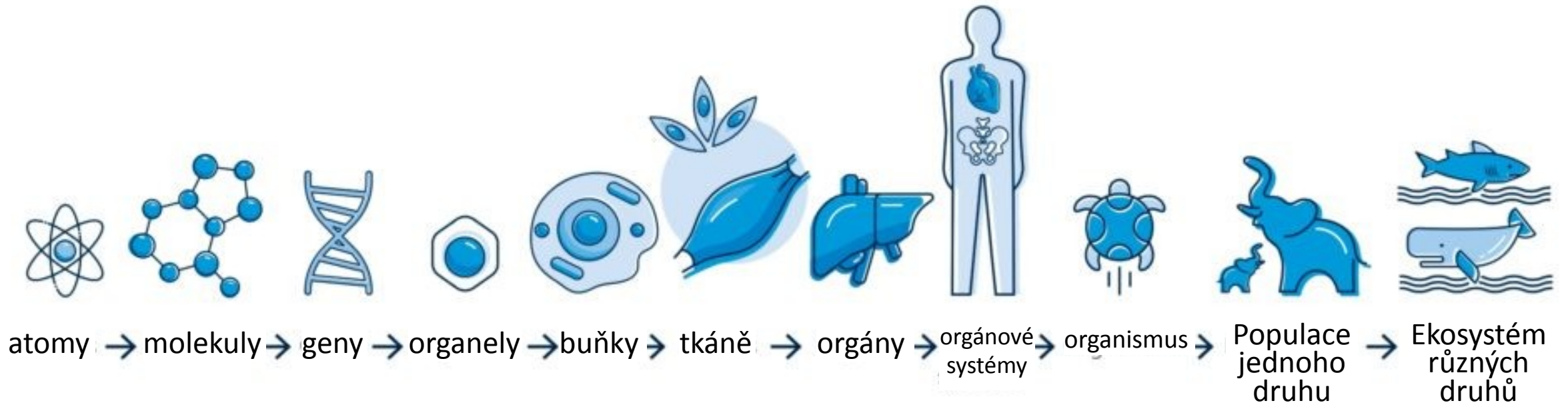
# BIOLOGICKÉ VĚDY

MUDr. Eva Závodná, Ph.D



# DEFINICE fyziologie

Přírodní věda jednající o jevech a dějech zjevných na živých tělech



Fyziologie je věda o životě

# ZÁKLADNÍ PRINCIPY FYZIOLOGIE

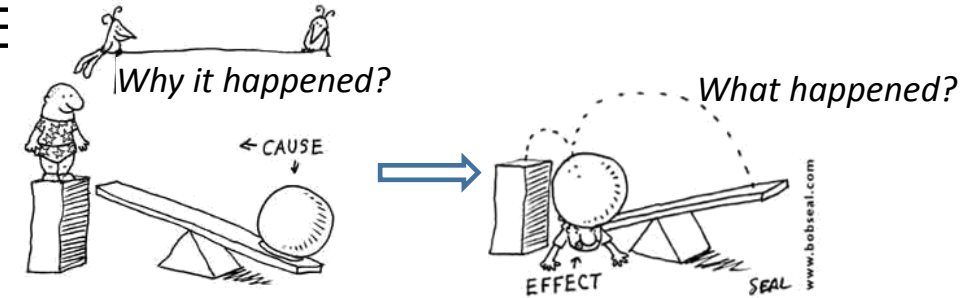
Princip 1: EVOLUCE



Princip 2: EKOSYSTÉMY A ŽIVOTNÍ PROSTŘE



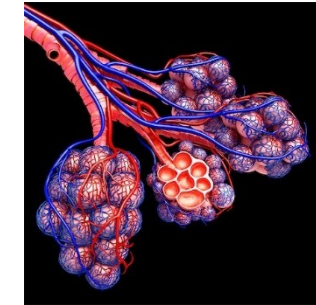
Princip 3: PŘÍČINNÉ MECHANIZMY



Princip 4: BUŇKA



Princip 5: VZTAH STRUKTURA - FUNKCE



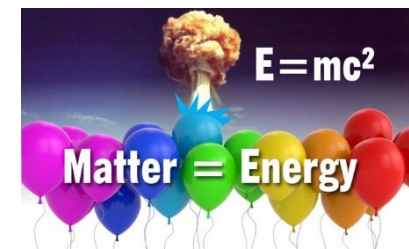
Princip 6: ÚROVNĚ ORGANIZACE



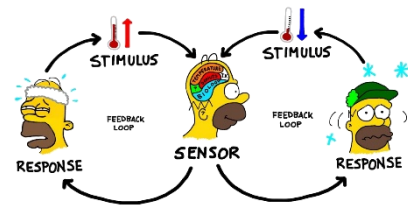
Princip 7: TOK INFORMACÍ



Princip 8: PŘENOS A PROMĚNY HMOTY A ENERGIE



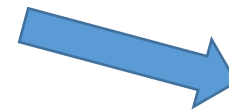
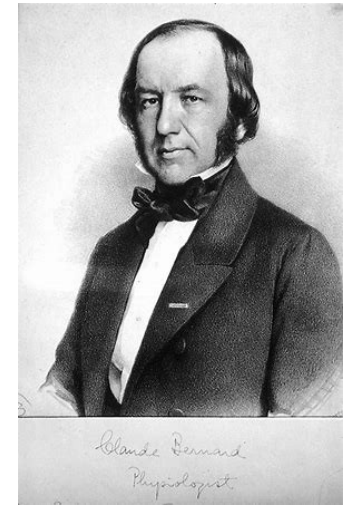
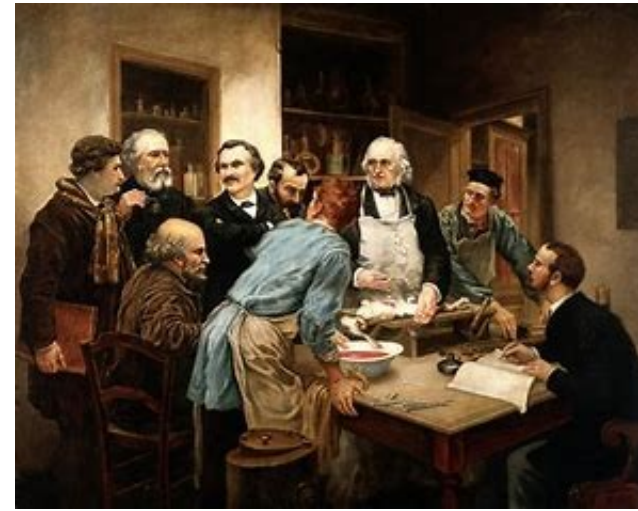
Princip 9: HOMEOSTÁZA



# MILIEU INTÉRIEUR

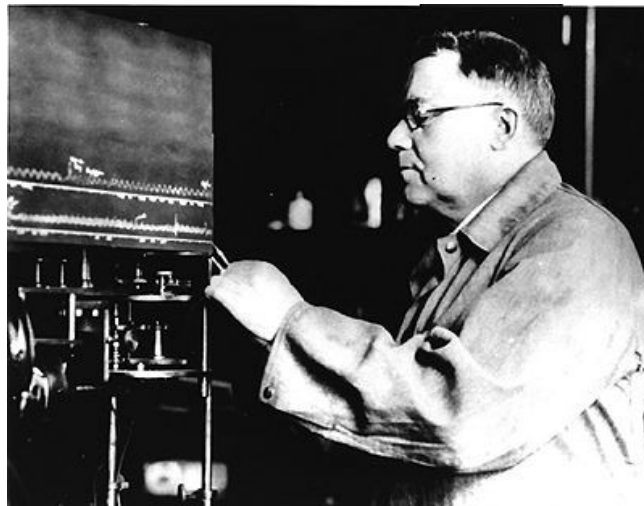
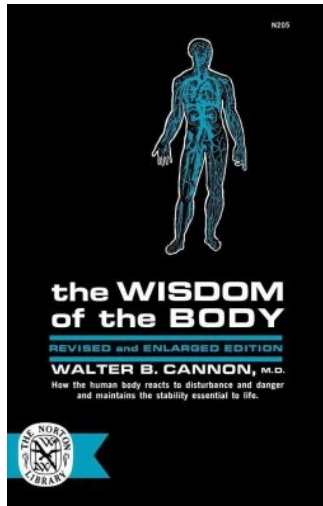
„The stability of the internal environment is the condition for the free and independent life.“

- Stálost vnitřního prostředí (“fixité du milieu intérieur” )
- Nutnost okolního prostředí vs. nezávislost na něm
- Rovnováha je výsledkem plynulé a jemné kompenzace



# HOMEOSTÁZA

- Stálost v otevřeném systému
- Ustáelný stav (steady-state)
- Regulační systémz prasucí současně a postupně
- Nenáhodná, vysoce organizovaná samospráva



Homeostáza je jakýkoliv samoregulační proces, kterým biologické systémy mají tendenci udržovat stabilitu při přizpůsobování se podmínkám, které jsou optimální pro přežití. Pokud je homeostáza úspěšná, život pokračuje; v případě neúspěchu následuje katastrofa nebo smrt. Dosažená stabilita je ve skutečnosti dynamická rovnováha, ve které dochází k neustálé změně, ale převládají relativně jednotné podmínky. *Encyclopedia Britannica*

# CHEMICKÉ SLOŽENÍ

## Biogenní prvky

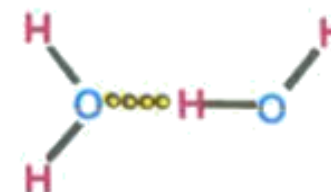
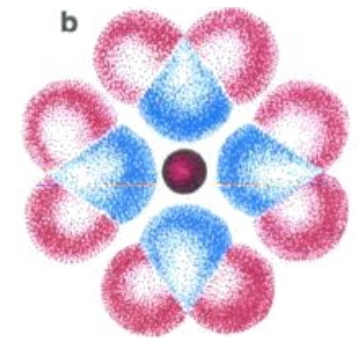
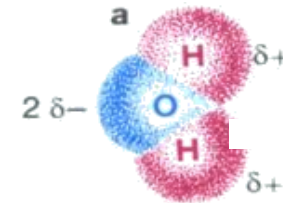
### Makrobiogenní prvky

- organická forma (C, H, O, N, S, P)
- anorganická forma (K, Na, Cl, Ca, Mg, Fe, P)

### Oligobiogenní prvky (Cu, Zn, Co, Se...)

## Voda

- tvoří většinu hmoty živých soustav
- molekula se chová jako elektrický dipól
- tvoří hydratační obal
- schopnost tvořit vodíkové můstky



# CHEMICKÉ SLOŽENÍ

## Nízkomolekulární organické látky

### Polární látky

- sacharidy
- organické kyseliny
- aminokyseliny
- nukleotidy

### Nepolární látky

- uhlovodíky (karoten, steroidy)
- vyšší mastné kyseliny
- fosfolipidy

# CHEMICKÉ SLOŽENÍ

**Vysokomolekulární organické látky**  
*(biologické makromolekuly)*

vznikají kondenzací z látek nízkomolekulárních

**POLYSACHARIDY**

**NUKLEOVÉ KYSELINY**

**BÍLKOVINY**

*informační makromolekuly*

The diagram consists of a large orange bracket on the left and right sides, enclosing the text 'NUKLEOVÉ KYSELINY' and 'BÍLKOVINY'. Below this bracket, two orange arrows point towards each other, framing the text 'informační makromolekuly'.

# NUKLEOVÉ KYSELINY

## Primární struktura:

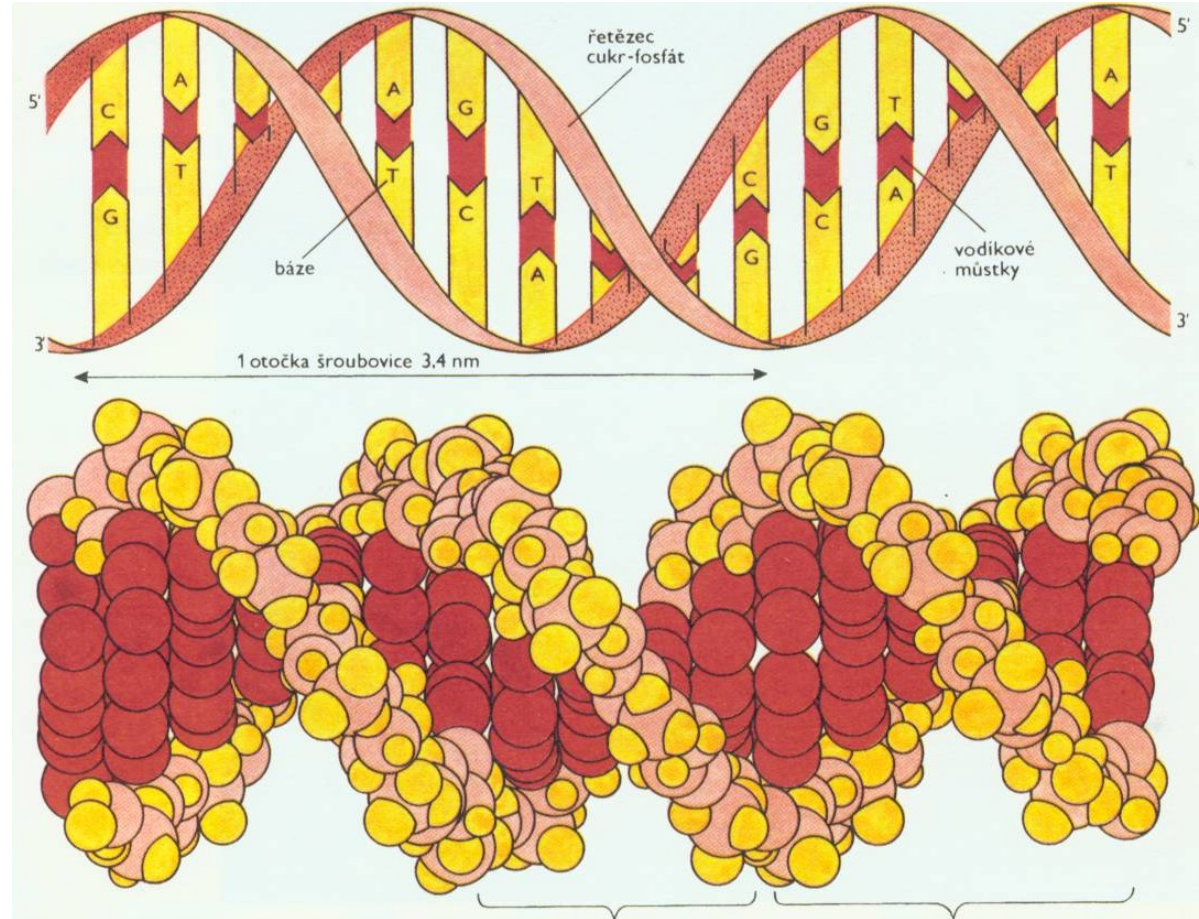
zastoupení a pořadí nukleotidů

## Sekundární struktura:

pravotočivá,  
antiparalelní  
dvojšroubovice

## Terciální struktura:

nadšroubovice -superhelix

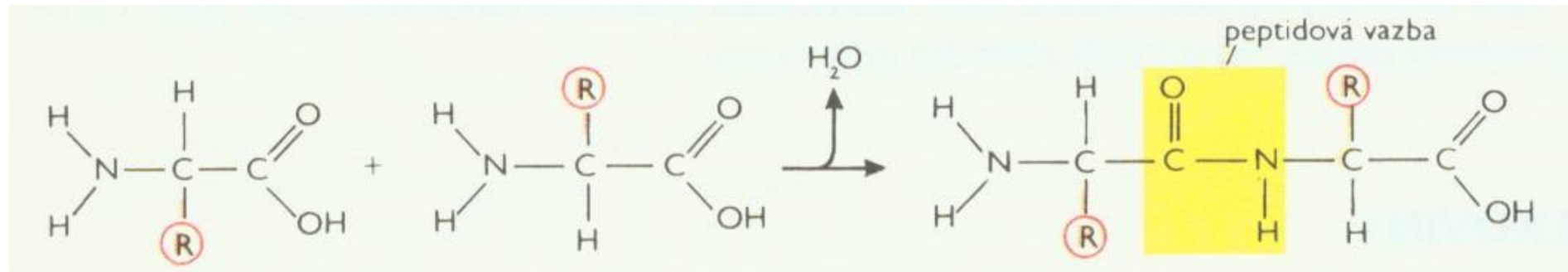




# BÍLKOVINY

## Primární struktura:

- zastoupení jednotlivých druhů aminokyselin a jejich pořadí
- aminokyseliny jsou pospojovány peptidickou vazbou



- každý peptidový řetězec je na jedné straně zakončen -NH<sub>2</sub> skupinou (N konec) a na druhém konci -COOH skupinou (C konec)
- zastoupení a pořadí aminokyselin je pro každý druh bílkoviny charakteristický

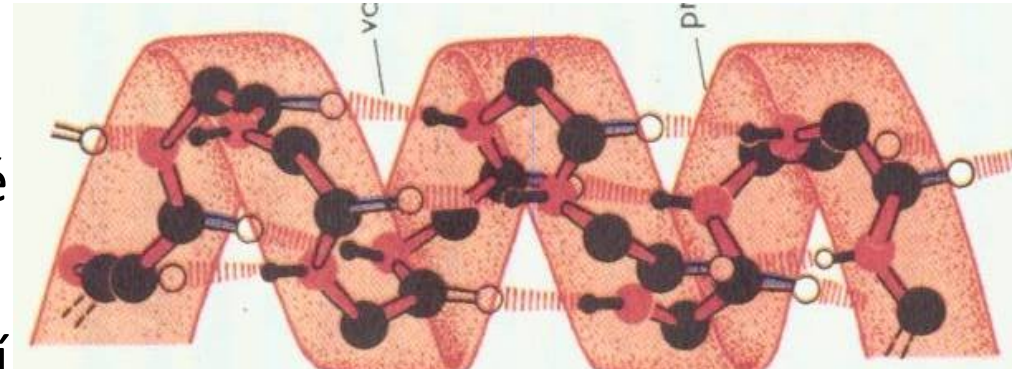
# BÍLKOVINY

## Sekundární struktura:

- prostorové uspořádání bílkovin vytvářející se vlivem vodíkových vazem mezi skupinami -NH- a -CO-
- geometrické uspořádání na krátkou vzdálenost mezi několika málo aminokyselinami

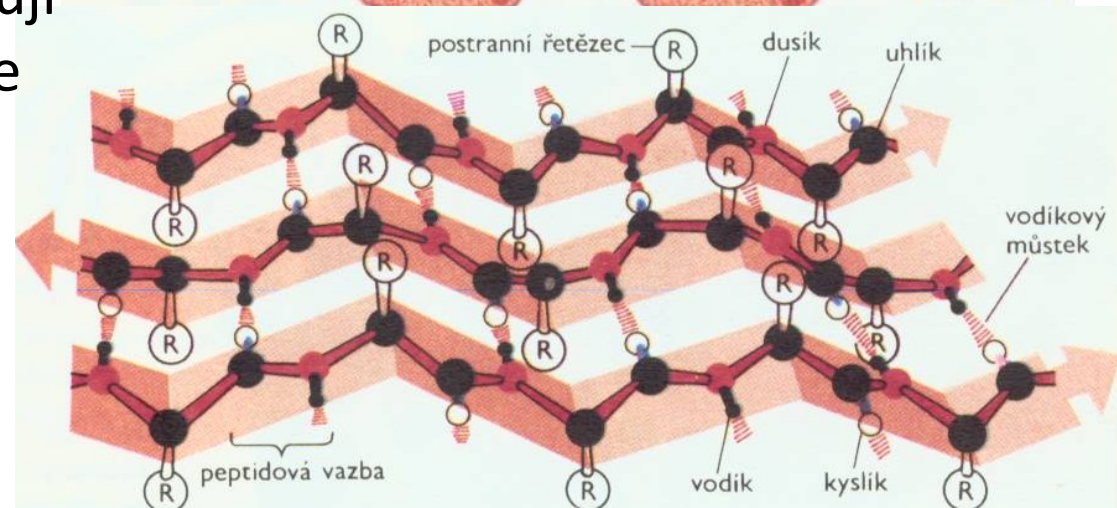
### ***$\alpha$ -helix***

- řetězec je šroubovitě stočen
- vodíkové vazby propojují jednotlivé závitě šroubovice



### ***$\beta$ -skládání list***

- vodíkové vazby propojují dva vedle sebe ležící polypeptidické řetězce



# BÍLKOVINY

## Terciální struktura:

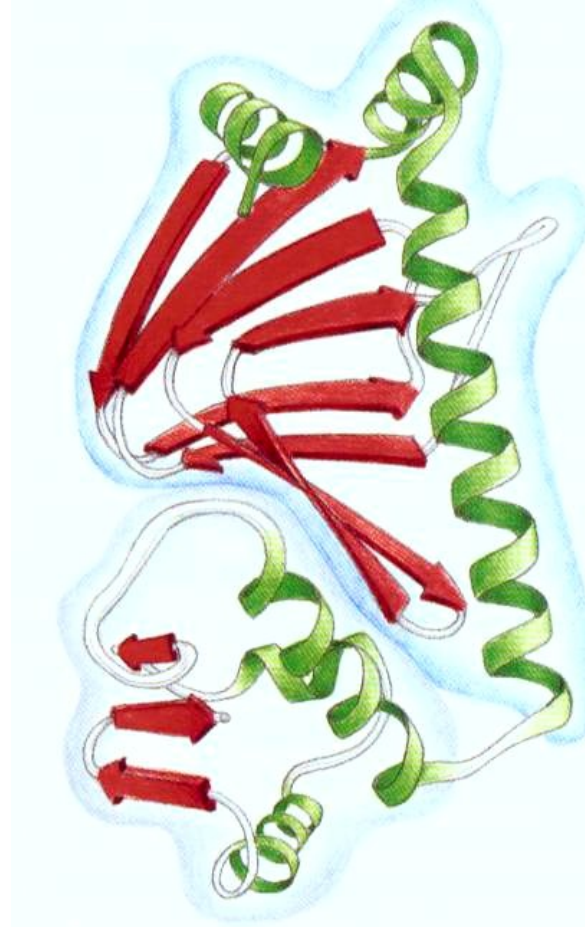
- prostorové trojrozměrné uspořádání celého polypeptidového řetězce schopné díky různosti chemické povahy aminokyselin postranních skupin tvořit nekovalentní vazby

## Globulární proteiny

pravidelné střídání  **$\alpha$ -šroubovice** a  **$\beta$ -skládaného listu**

## Fibrilární proteiny

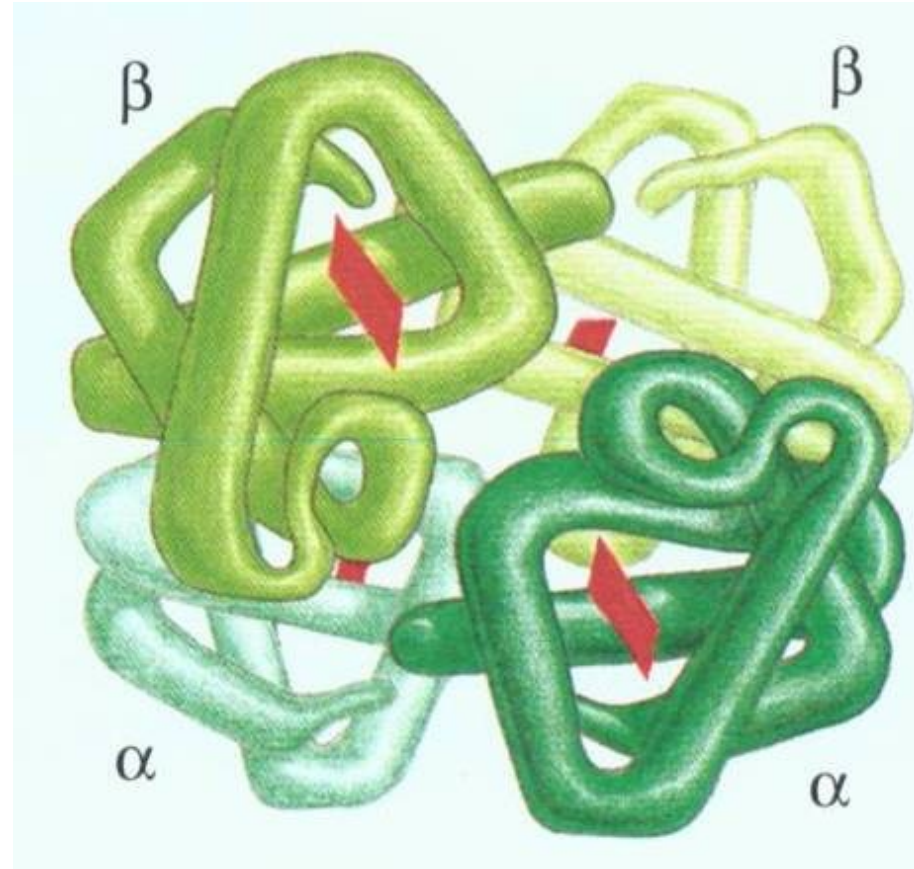
převažují segmenty buď  **$\alpha$ -šroubovice** anebo  **$\beta$ -skládaného listu**



# BÍLKOVINY

## Kvartérní struktura:

- větší proteiny často obsahují *více než jeden* polypeptidový řetězec
- jejich vzájemné *uspořádání v prostoru* představuje kvartérní strukturu



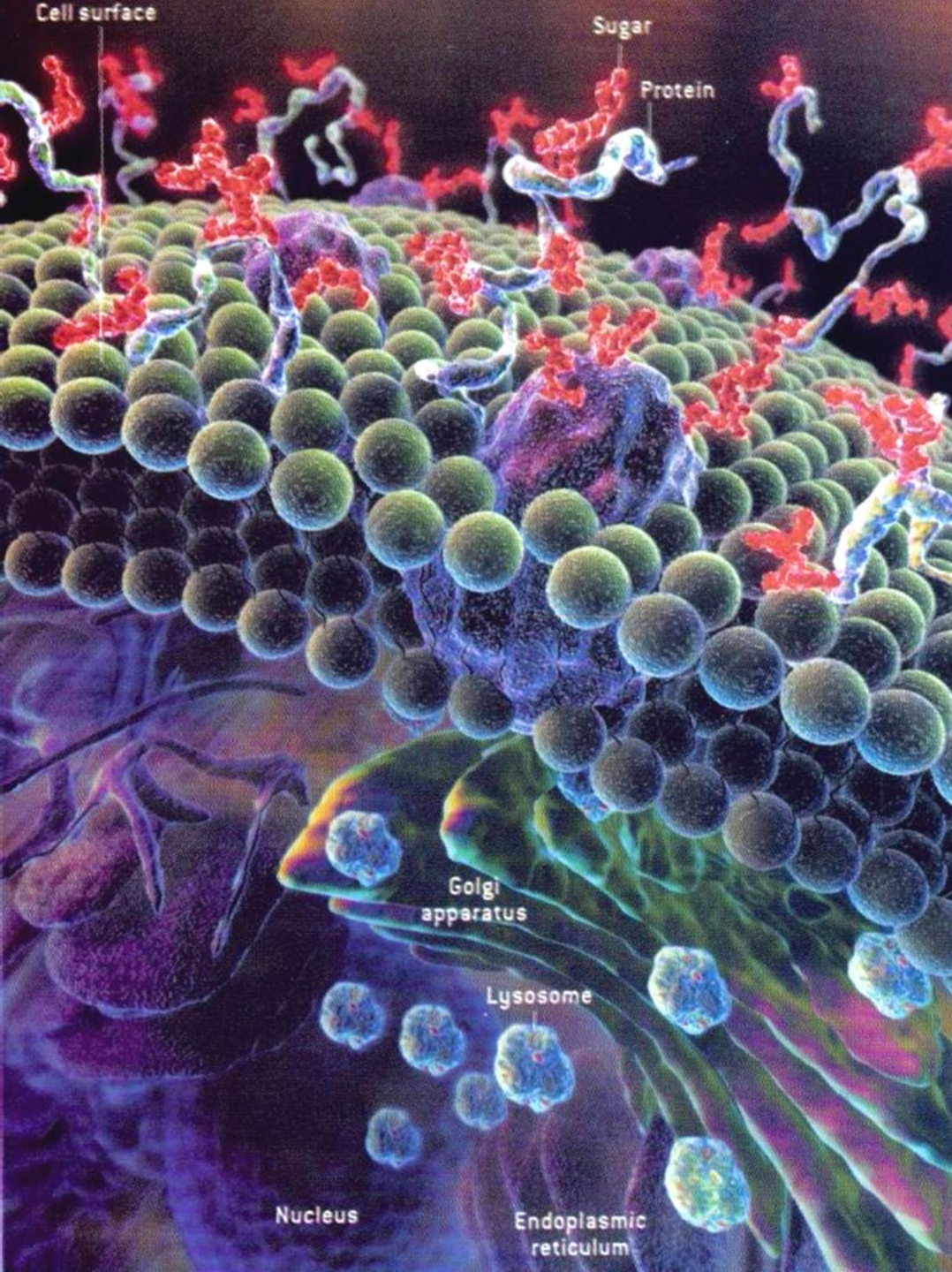
# FUNKCE BÍLKOVIN

*metabolické*

*strukturní*

*informační*

- 
- enzym – katalýza rozpadu a tvorby kovalentních vazeb
  - strukturní protein - poskytuje mechanickou oporu buňkám a tkáním
  - transportní protein – přenáší malé molekuly a ionty
  - pohybový protein – je původcem pohybu buněk a tkání
  - zásobní proteiny – skladuje malé molekuly nebo ionty
  - signální protein – přenáší informační signály z buňky do buňky
  - receptorový protein - v buňkách detekuje chemické a fyzikální signály a předává je ke zpracování buňce
  - regulační protein v genové expresi – váže se na DNA a spouští nebo vypíná transkripci
  - proteiny se zvláštním posláním – proteiny se specializovanou funkcí



# BIOMEMBRÁNY

**lipidy**

(fosfatidylcholin,  
cholesterol)

**cukry**

(glykoproteiny,  
glykolipidy)

**bílkoviny**

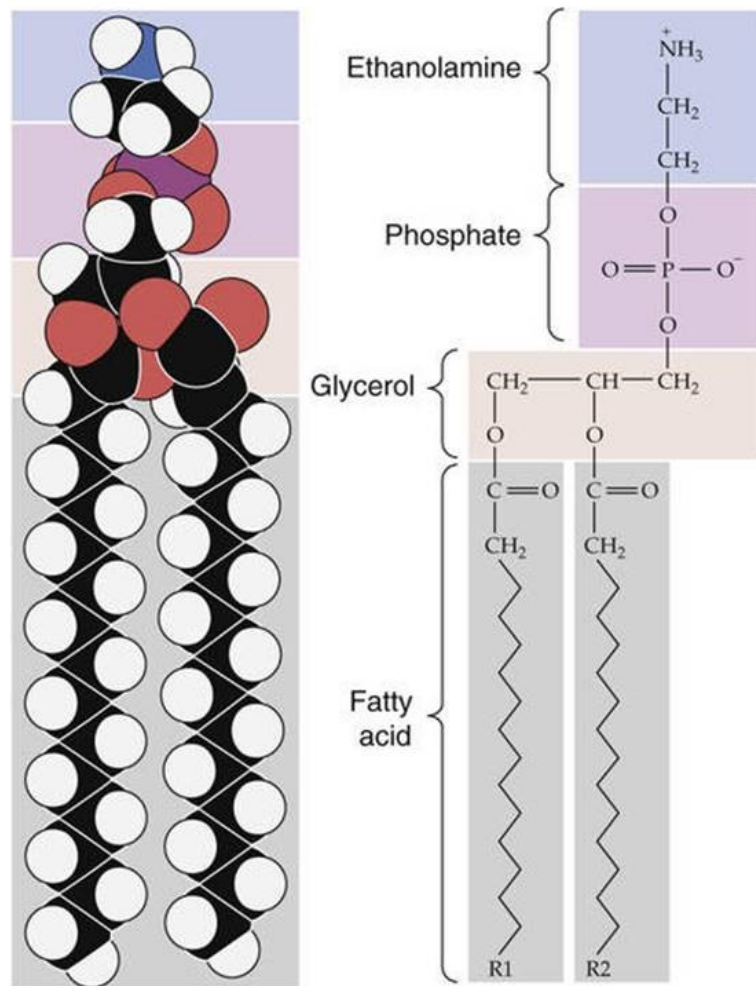
# OTEVŘENÝ vs. UZAVŘENÝ SYSTÉM → PLAZMATICKÁ MEMBRÁNA

AMFIPATICKÝ

HYDROFILNÍ

HYDROFÓBNÍ

A FOSFATIDYLETANOLAMIN

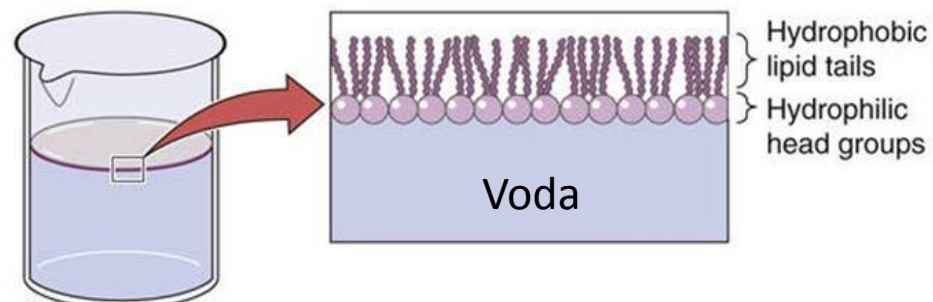


B MICELY



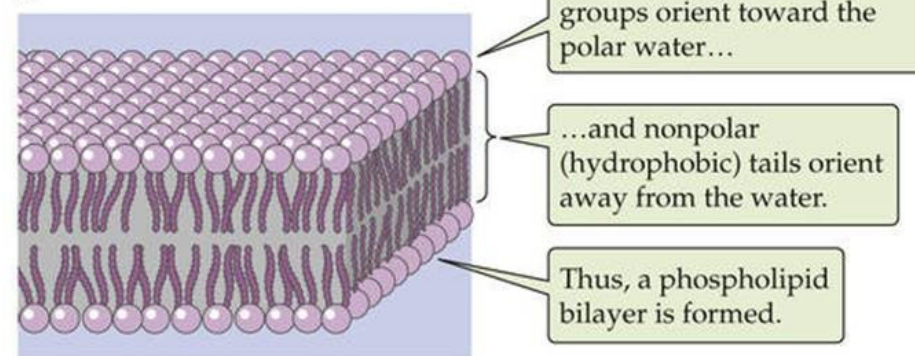
<https://www.youtube.com/watch?v=8ICOEZehNog>

C JEDNA VRSTVA



<https://www.youtube.com/watch?v=q68ZmI>

D FOSFOLIPIDOVÁ DVOUVRSTVA



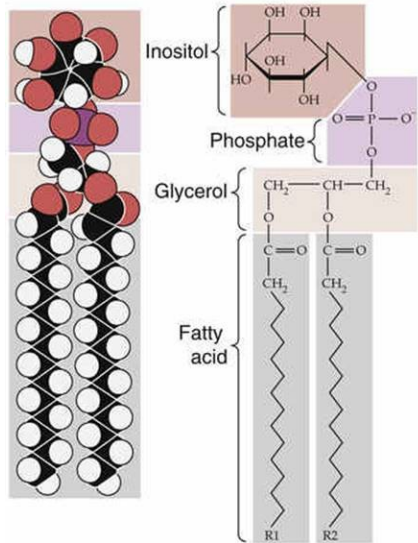
In an aqueous environment, polar hydrophilic head groups orient toward the polar water...

...and nonpolar (hydrophobic) tails orient away from the water.

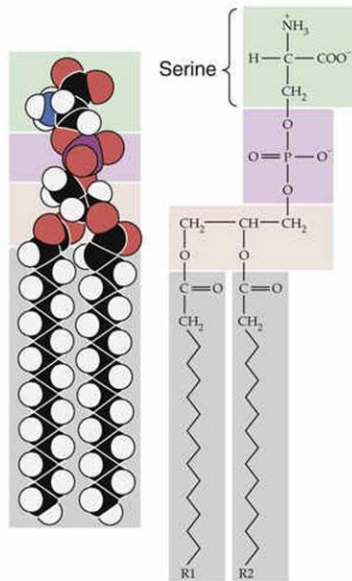
Thus, a phospholipid bilayer is formed.

# PLAZMATICKÁ MEMBRÁNA - složení

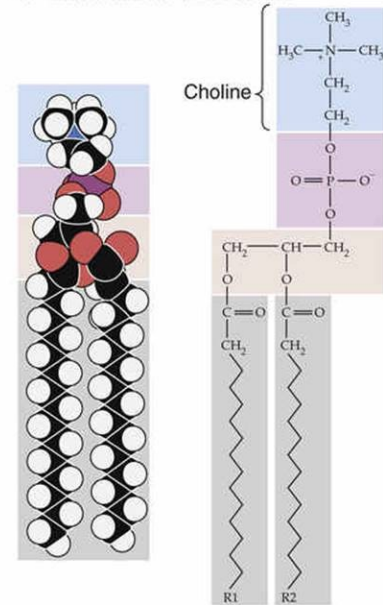
**A PHOSPHATIDYLINOSITOL**



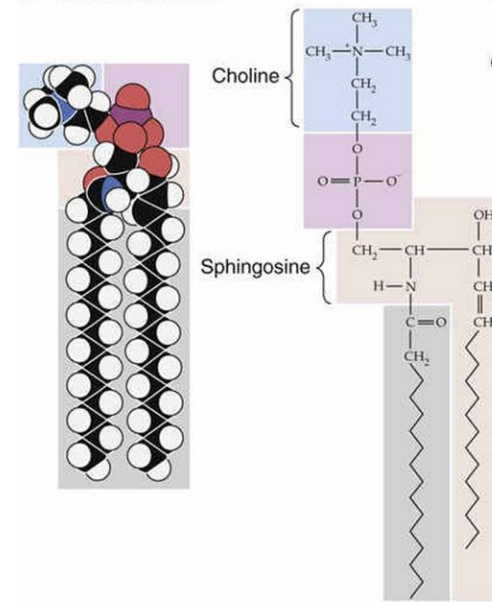
**B PHOSPHATIDYLSERINE**



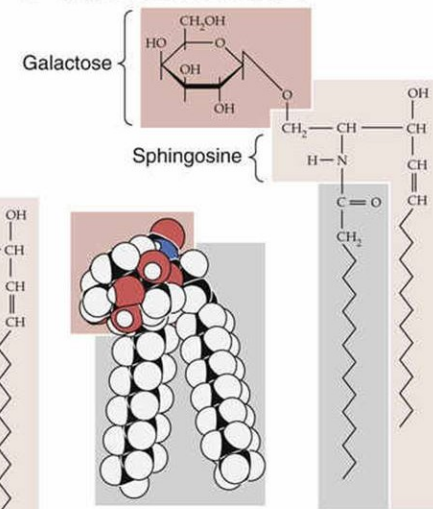
**C PHOSPHATIDYLCHOLINE**



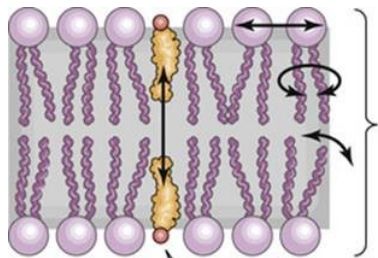
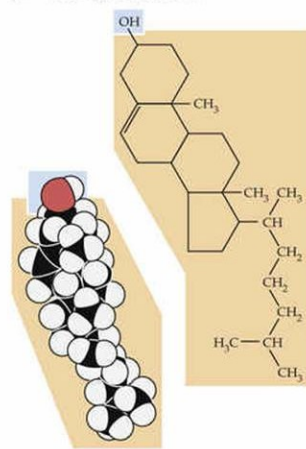
**D SPHINGOMYELIN**



**E GALACTOCEREBROSIDE**

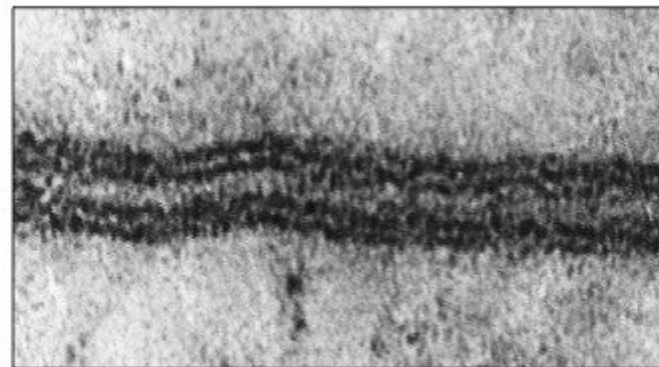


**F CHOLESTEROL**

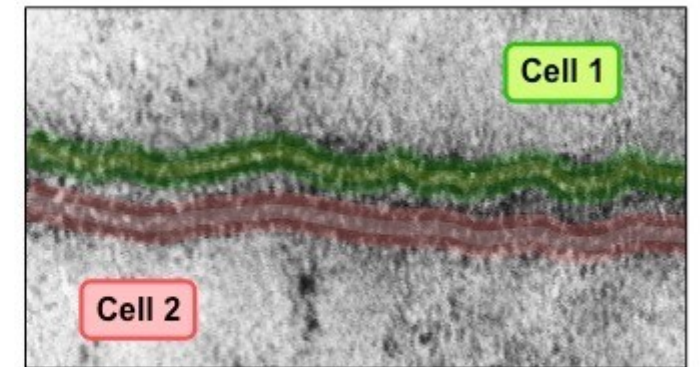


Phospholipids can move laterally, rotate, or flex. Rarely do they flip to the other leaflet.

Cholesterol aids in stiffening the membrane and can flip easily.



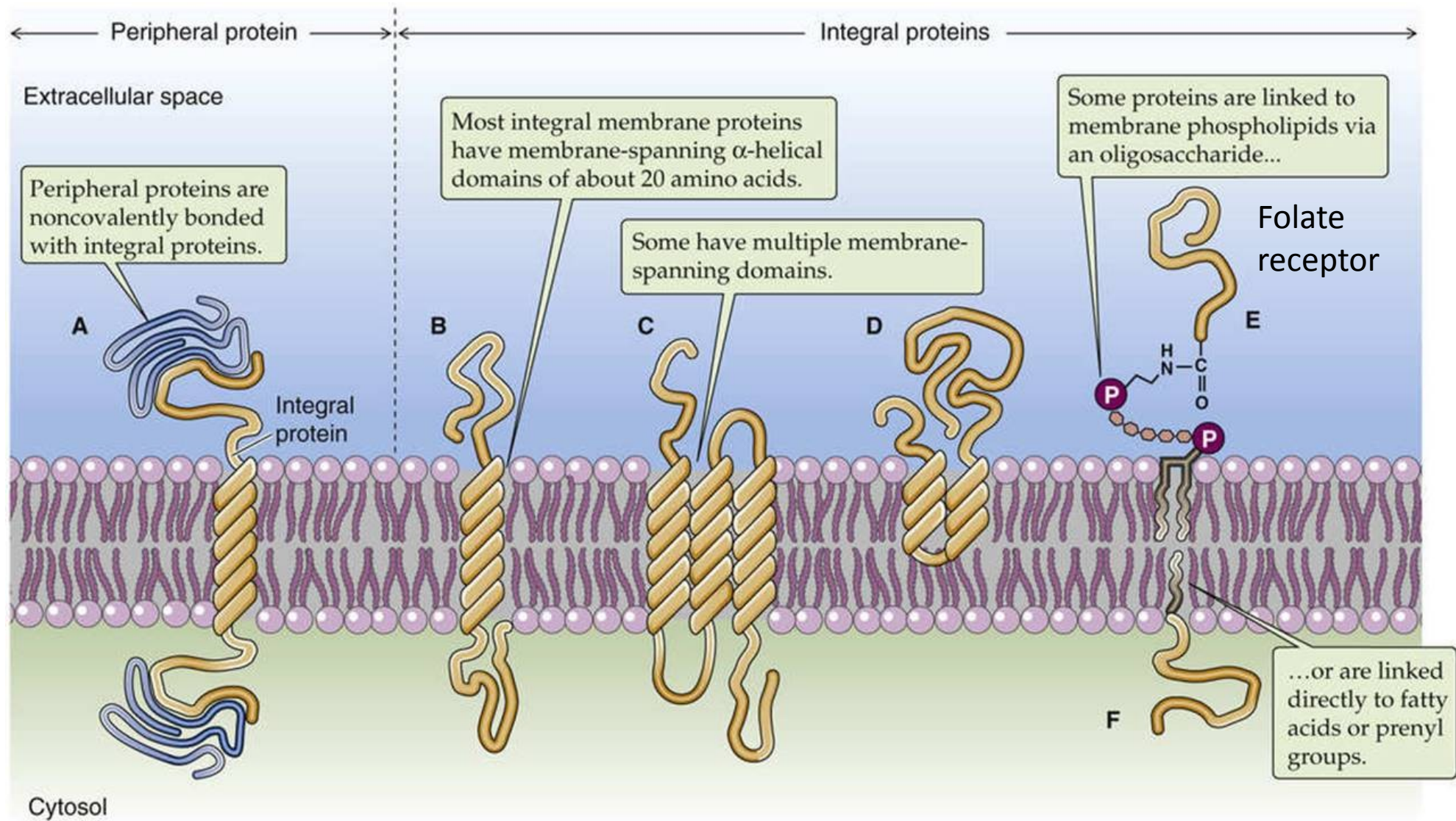
Membrane of two adjoining cells



'Trilaminar' appearance highlighted



# PLAZMATICKÁ MEMBRÁNA proteiny



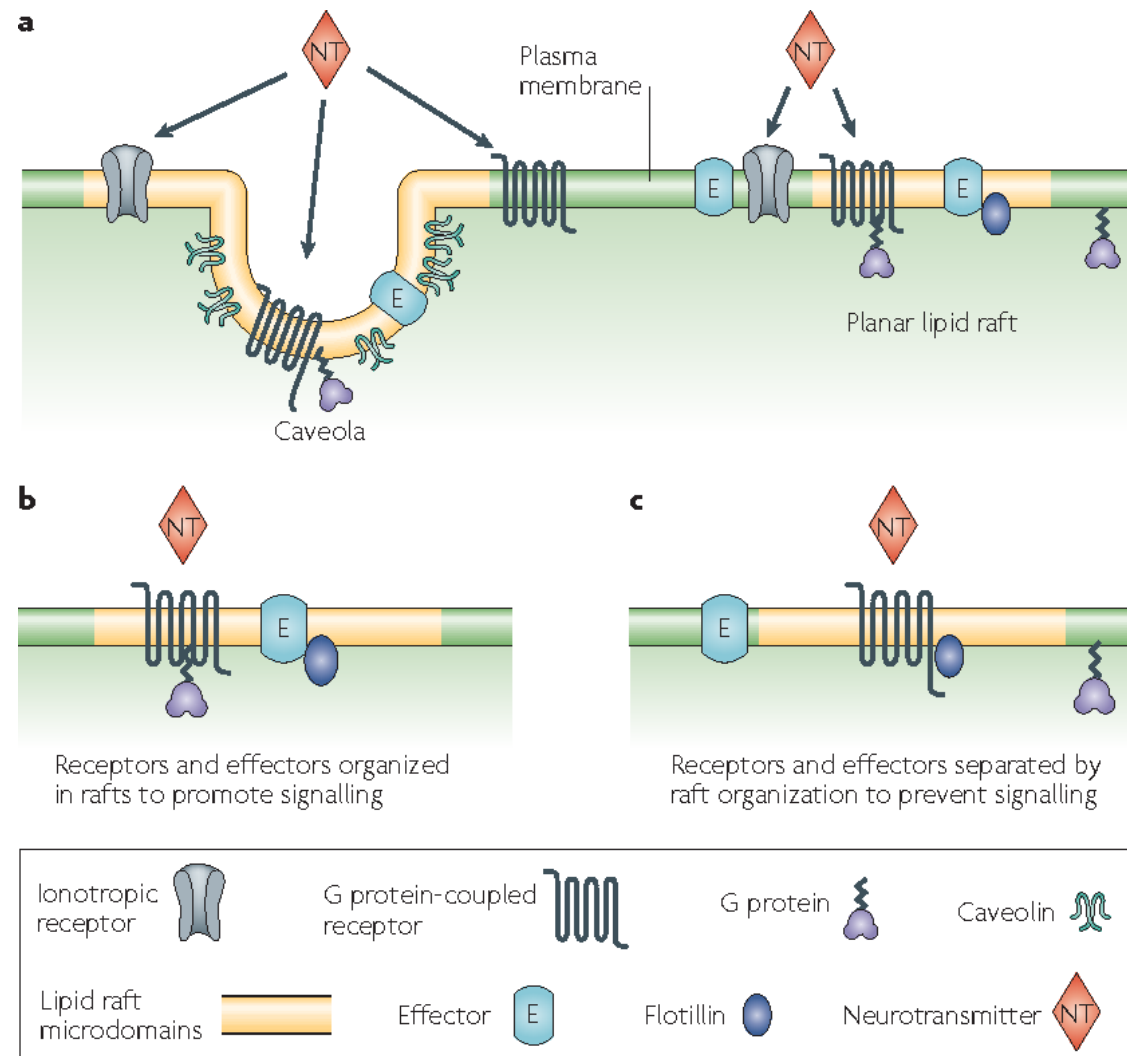
# PLAZMATICKÁ MEMBRÁNA mikrodomény

## Caveolae

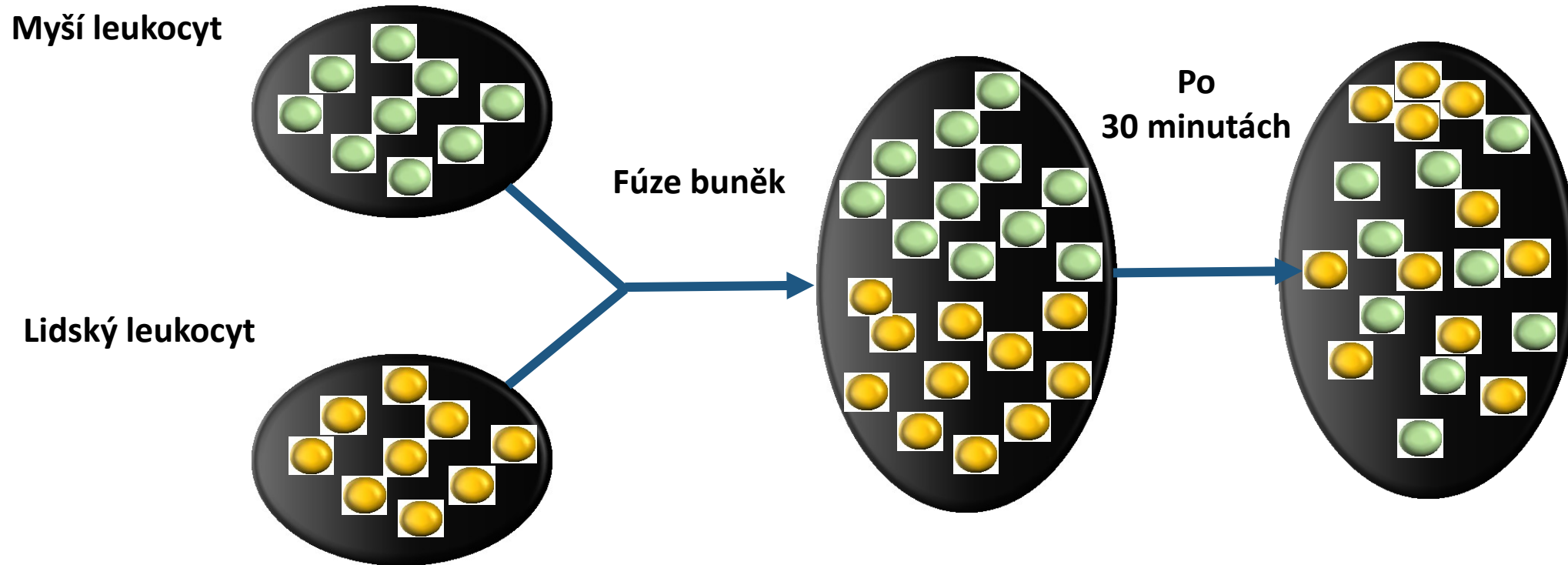
- baňkovité invagiacie plazmatické membrány
- obal složený z bílkovin nazývaných **caveoliny**;
- účast na endocytóze specifických podskupin proteinů
- (např. transcytóza albuminu v cévních endoteliích
- bohatě vybaveny signalizačními molekulami, jako jsou receptorové tyrosinkinázy
- organicizační centra pro sběr signálních molekul

## Ploché lipidové rafty

- mikrodomény bohaté na sfingomyelin, cholesterol a glykolipidy
- proteiny zapojené do buněčné signalizace a komunikace, včetně kináz, iontových kanálů a G proteinů, mají tendenci se koncentrovat v raftech nebo se spojovat s rafty po aktivaci specifických signálních transdukčních drah



# PLAZMATICKÁ MEMBRÁNA pohyb bílkovin

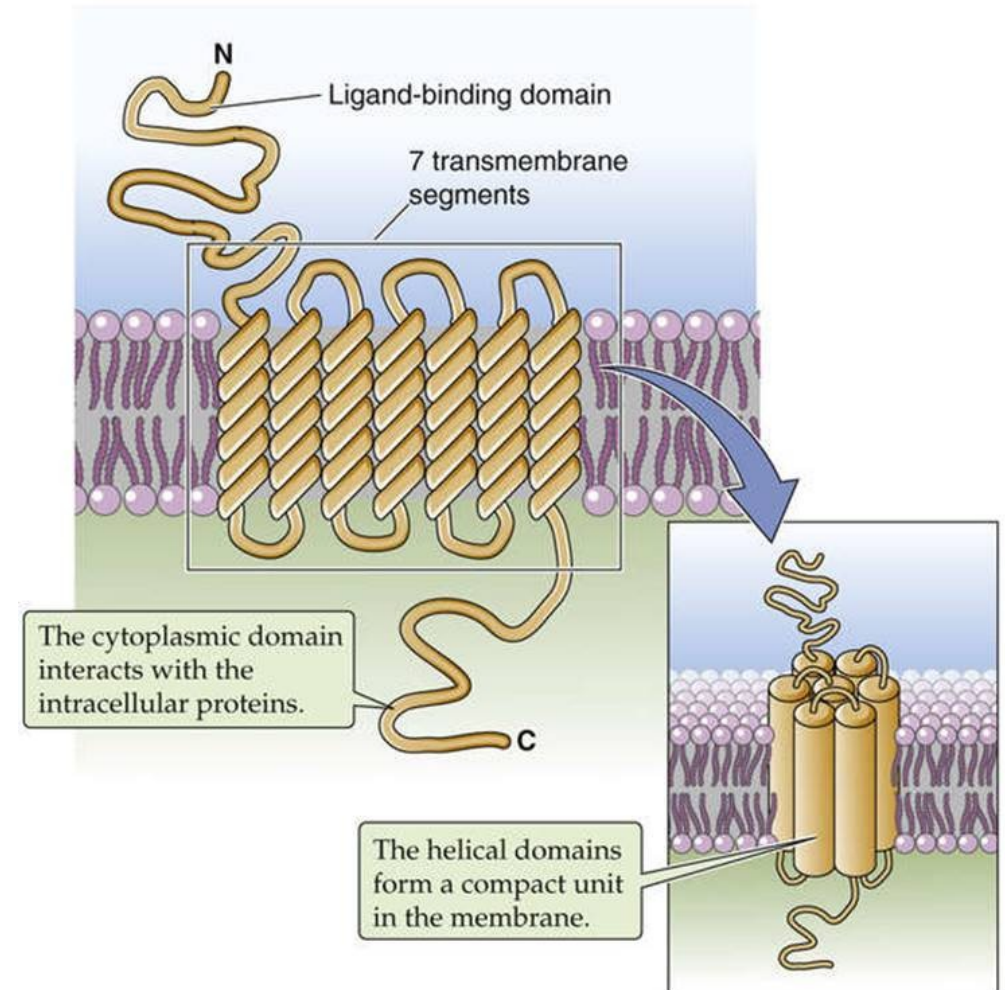


# PROTEINY PLAZMATICKÉ MEMBRÁNY - funkce

## 1) Receptor

- výměna jakéhokoli signálu mezi buňkou a jejím okolím
- integrální membránové proteiny jsou dokonale uloženy, aby mohly přenášet signály

A LIGAND-BINDING RECEPTOR



# PROTEINY PLAZMATICKÉ MEMBRÁNY - funkce

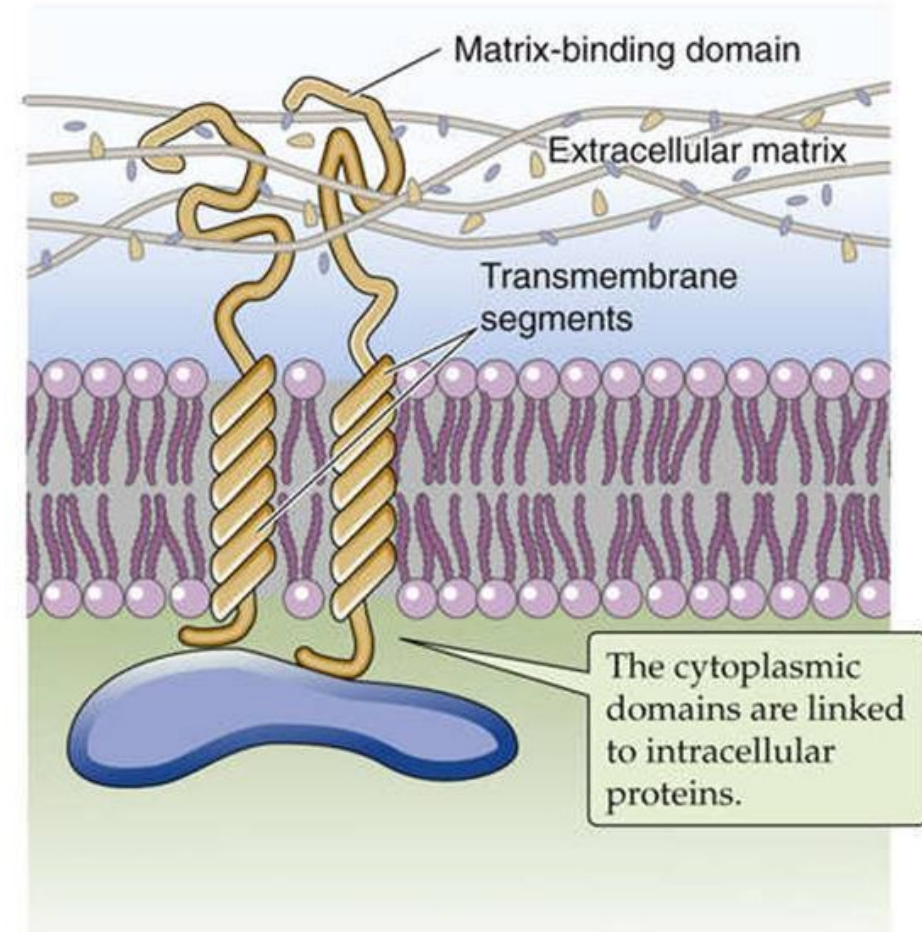
## 2) Adhezní molekuly

- fyzické kontakty s okolní extracelulární maticí nebo s buněčnými sousedy

### Třídy proteinů:

- buňky-matrix
  - ✓ integriny - spojují buňky se složkami extracelulární matrix (např. fibronektin, laminin) v adhezních placích
- Buňka - buňka - zprostředkovává transmembránové signály, které pomáhají organizovat expresi cytoplazmy a kontrolují gen v reakci na mezibuněčné kontakty (mohou to být membránové proteiny spojené s GPI)
  - ✓ Cadheriny -  $\text{Ca}^{2+}$ -dependentní glykoproteiny
  - ✓ **N-CAMs** – na  $\text{Ca}^{2+}$ -nezávislé adheze nervových buněk, členové ze superrodiny imunoglobulinů

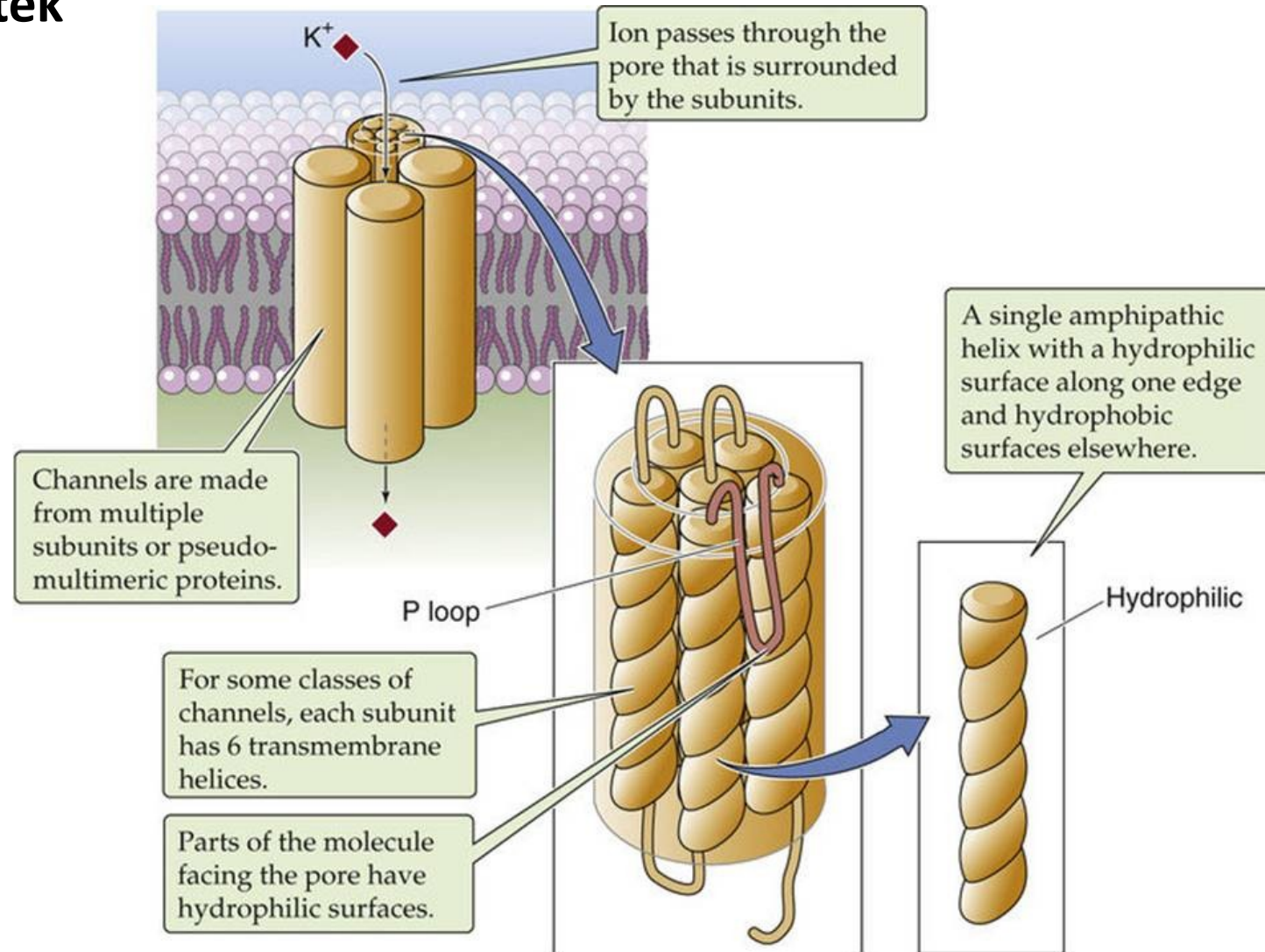
B CELL-MATRIX ADHESION MOLECULE (INTEGRIN)



# PROTEINY PLAZMATICKÉ MEMBRÁNY - funkce

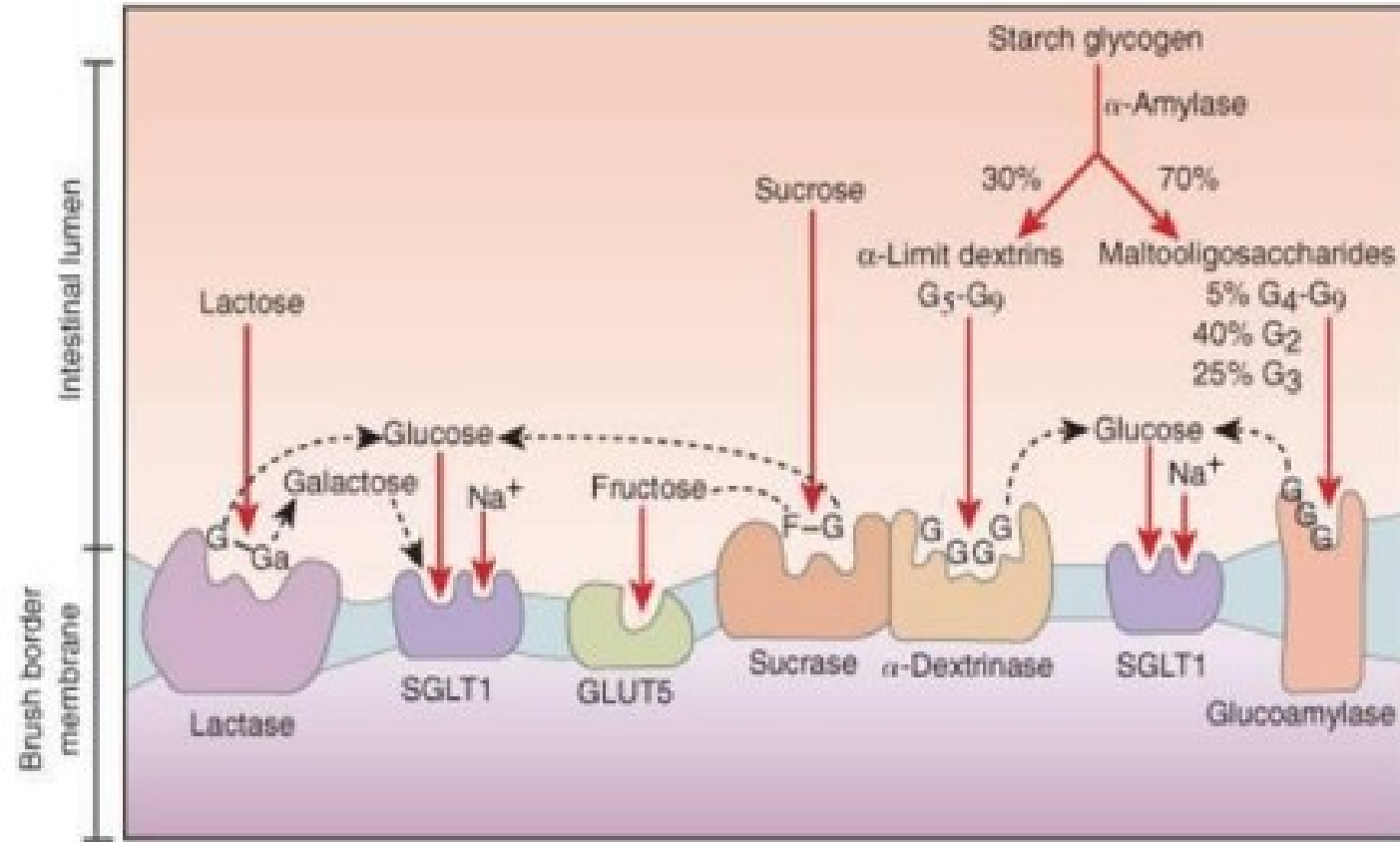
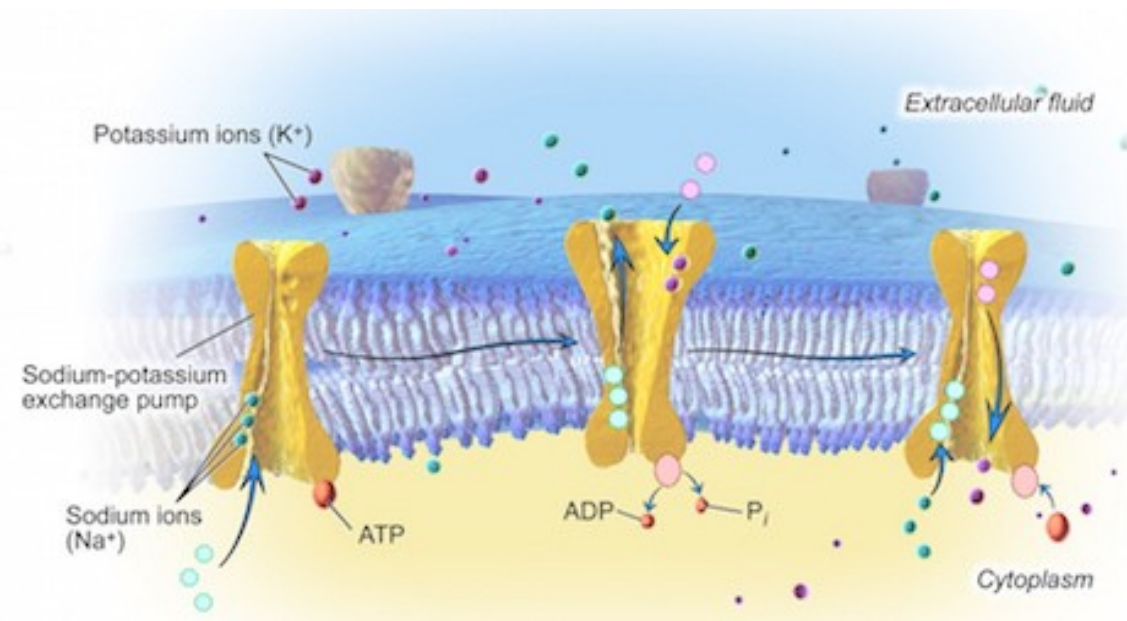
## 3) Transportery ve vodě rozpustných látek

- ✓ pory
- ✓ kanály
- ✓ transportéry
- ✓ pumpy



# PROTEINY PLAZMATICKÉ MEMBRÁNY - funkce

## 4) Enzymy

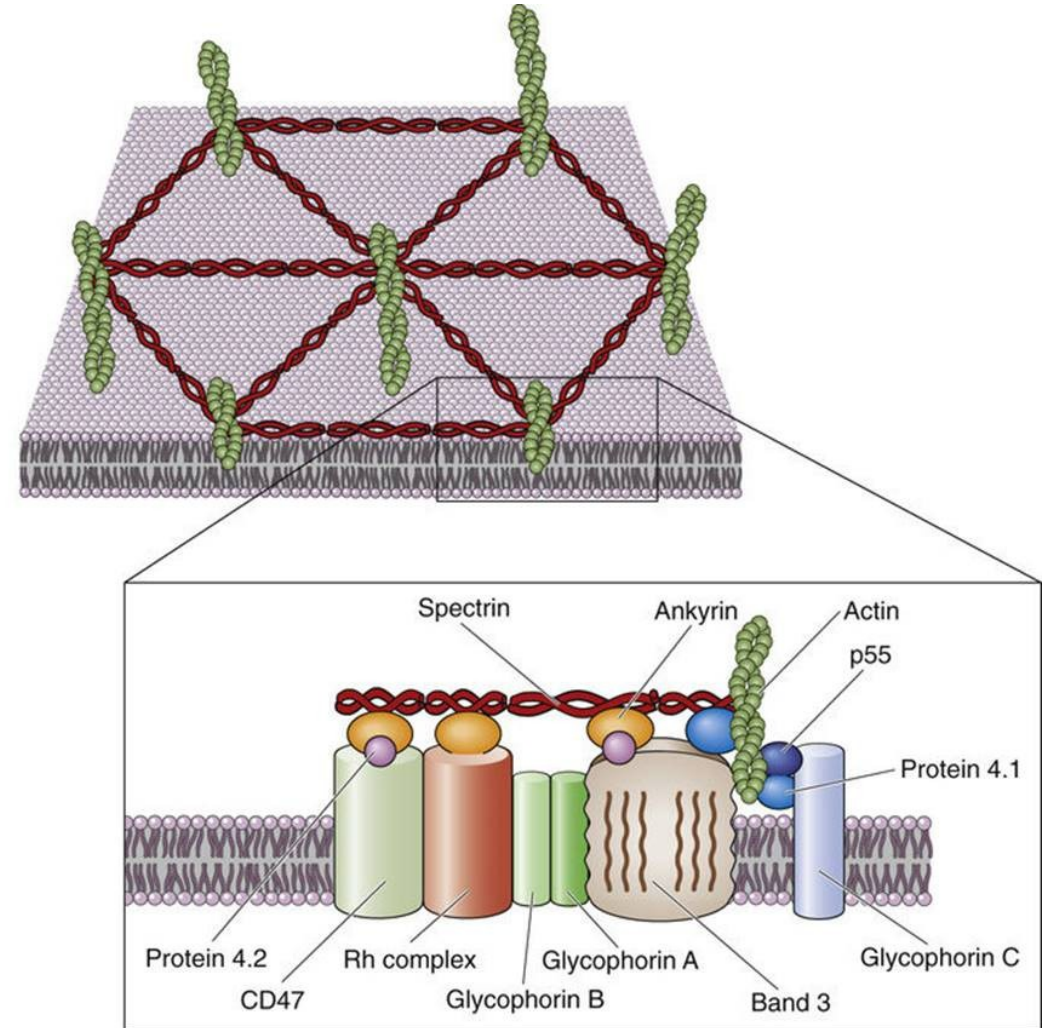


# PROTEINY PLAZMATICKÉ MEMBRÁNY - funkce

## 5) Intracelulární signalizace

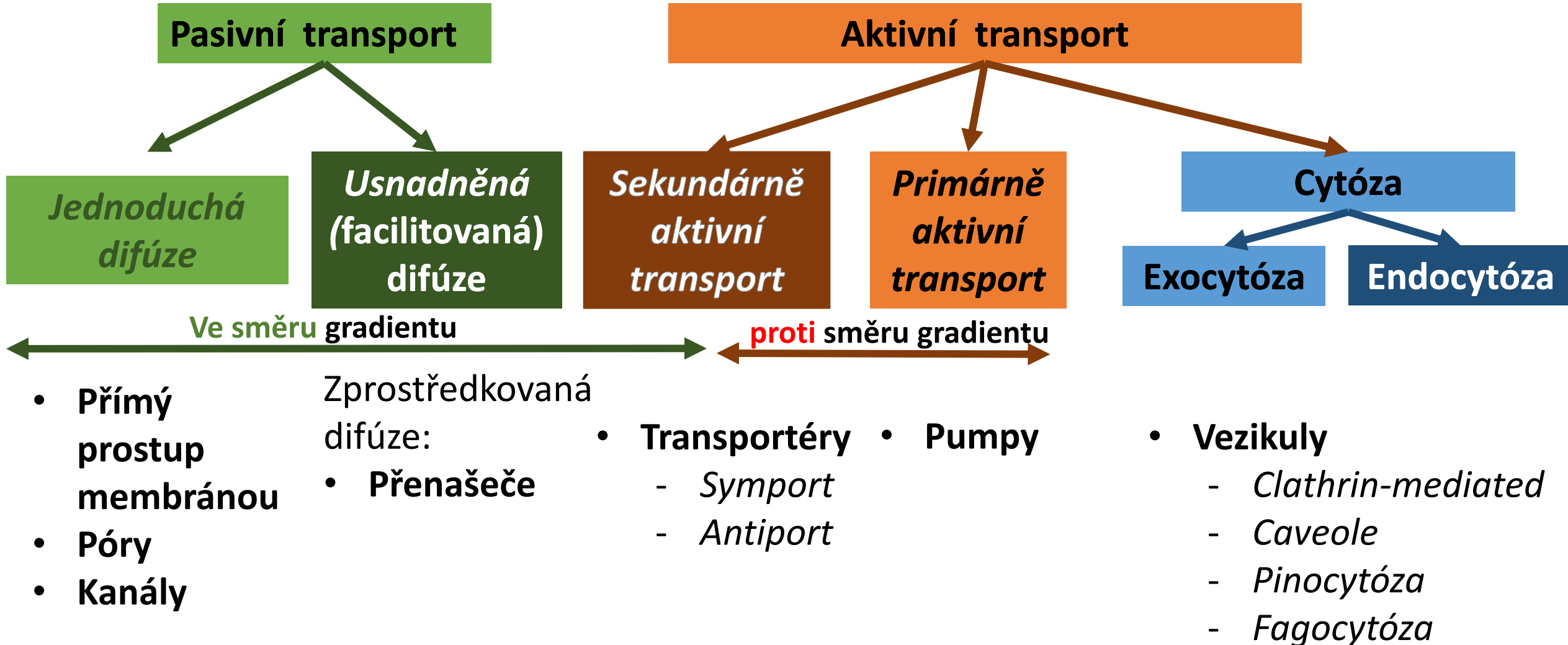
### Periferní membránové proteiny:

- 1) Iontové interakce se skupinami fosfolipidových hlaviček
- 2) Přímá vazba the na povrch integrálních membránových proteinů





# TRANSPORT LÁTEK



# TRANSPORT – jednoduchá difúze

**Permeabilita** – vlastnost membrány dovolit látkám prostoupit skrz

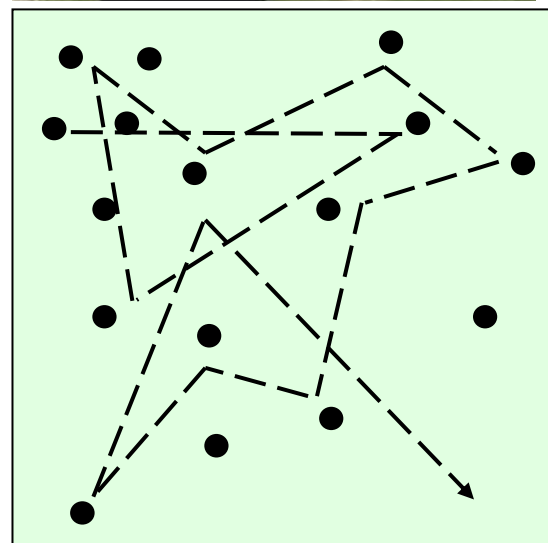
**chemický gradient** – rozdíl v koncentracích látky na obou stranách membrány

+

**elektrický gradient** – rozdíl v elektrickém náboji na obou stranách membrány

=

**Elektrochemický gradient** - gradient elektrochemického potenciálu, obvykle pro iont, který může projít přes membránu.



[https://en.wikipedia.org/wiki/Diffusion#/media/File:Translational\\_motion.gif](https://en.wikipedia.org/wiki/Diffusion#/media/File:Translational_motion.gif)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Diffusion#/media/File:DiffusionMicroMacro.gif>

# TRANSPORT – jednoduchá difúze

## Tok (Jx)

Počet molů látky X  
procházející přes  
jednotkovou plochu  
membrány za  
časovou jednotku  
[mol/cm<sup>2</sup>/s]

## KAM ?

směr

## Elektrochemický gradient

## JAK RYCHLE?

Míra / kinetika

Velikost rozdílu  
koncentračního gradientu

Rozdělovací koeficient

Difúzní koeficient

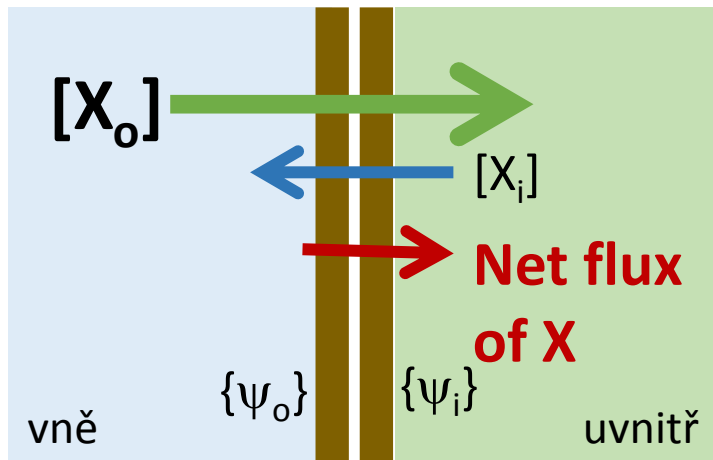
Tloušťka membrány

Plocha

# TRANSPORT – prostá difúze - KAM ?

**Nespřážený transport** - pohyb látky přes membránu není přímo spojen s pohybem jakékoli jiné rozpuštěné látky nebo s jakoukoli chemickou reakcí (např. hydrolýza ATP).

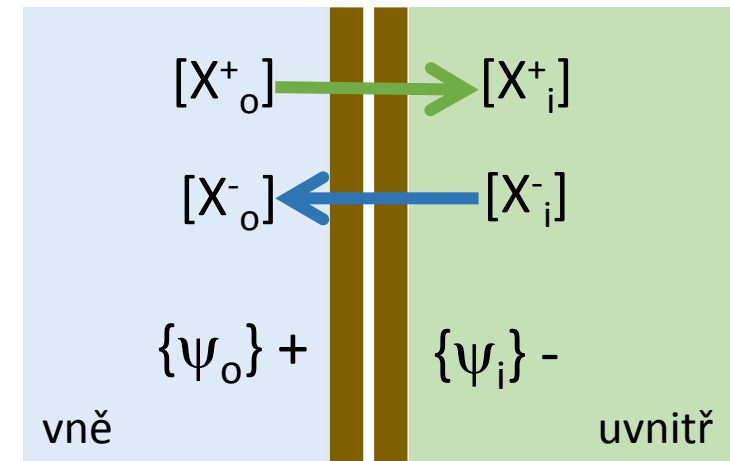
Tok nenabité látky přes lipidovou membránou je přímo úměrná jeho koncentračnímu rozdílu



$$[X_o] > [X_i]$$

$$\{\psi_o\} = \{\psi_o\}$$

Flux IN – flux OUT = net flux



$$[X_o] = [X_i]$$

$$\{\psi_o\} \neq \{\psi_o\}$$

# TRANSPORT – prostá difúze - JAK RYCHLE?

TOK (Jx)

Velikost rozdílu  
koncentračního gradientu

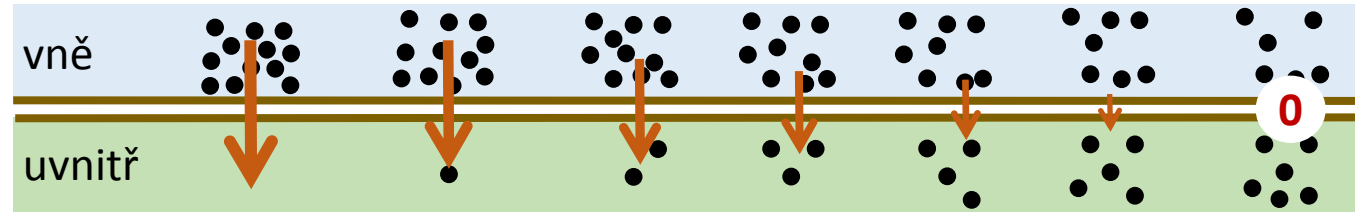
Rozdělovací koeficient( $\beta$ )

Difúzní koeficient(D)

Tloušťka membrány(a)

Plocha (A)

PERMEABILITA (P)



poměr koncentrace chemické látky  
mezi dvěma médii v rovnováze

$$\beta = \frac{\text{oil [X]}}{\text{water [X]}}$$

$K$  = Boltzmannova konstanta  
 $T$  = absolutní teplota (K)  
 $r$  = poloměr molekuly  
 $\eta$  = viskozita média

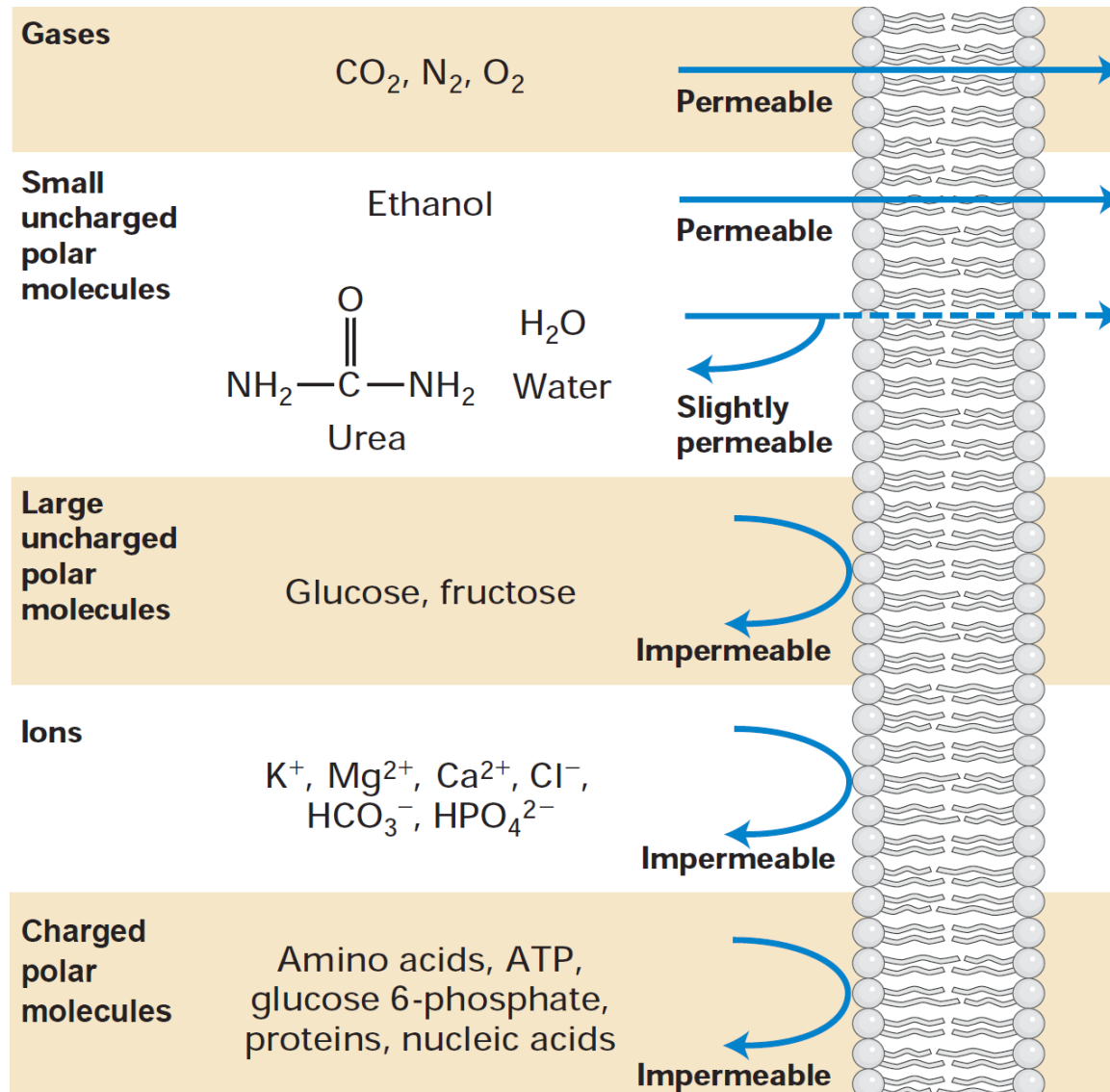
$$D = \frac{K \cdot T}{6 \cdot \pi \cdot r \cdot \eta}$$

$$P = \frac{\beta \cdot D}{a}$$

$$Jx = Px \cdot A \cdot ([X]_o - [X]_i)$$

# TRANSPORT – prostá difúze

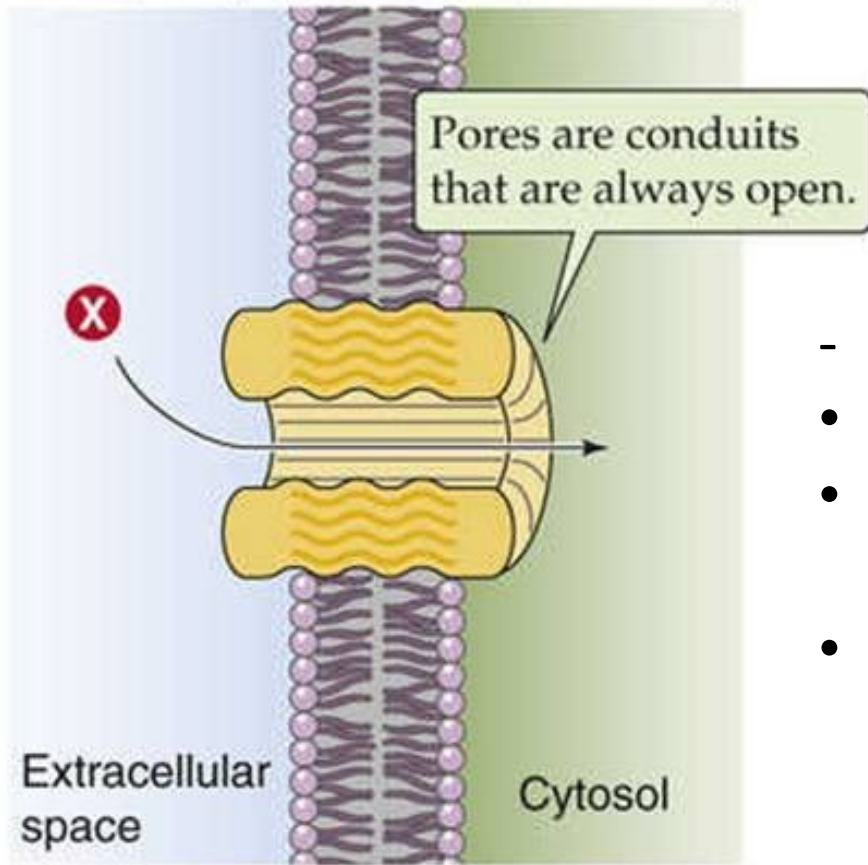
*Difúze v tuku rozpustných látek přes lipidovou dvojvrstvu*



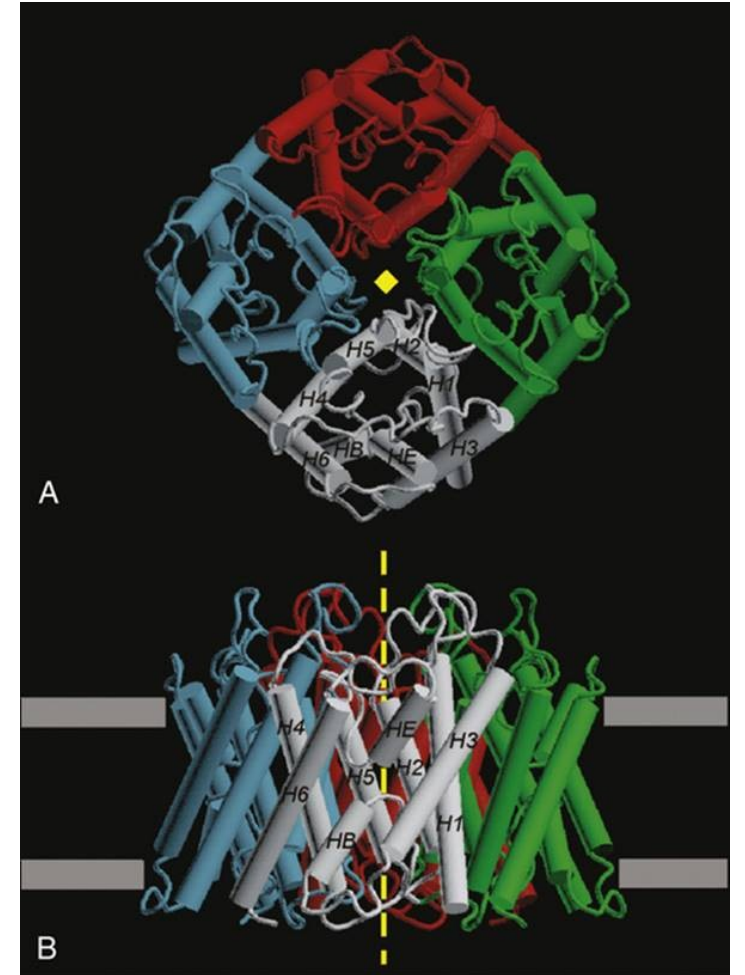
# TRANSPORT – prostá difúze

## *PORY (nevrátkované kanály)*

### A PORE (NONGATED CHANNEL)



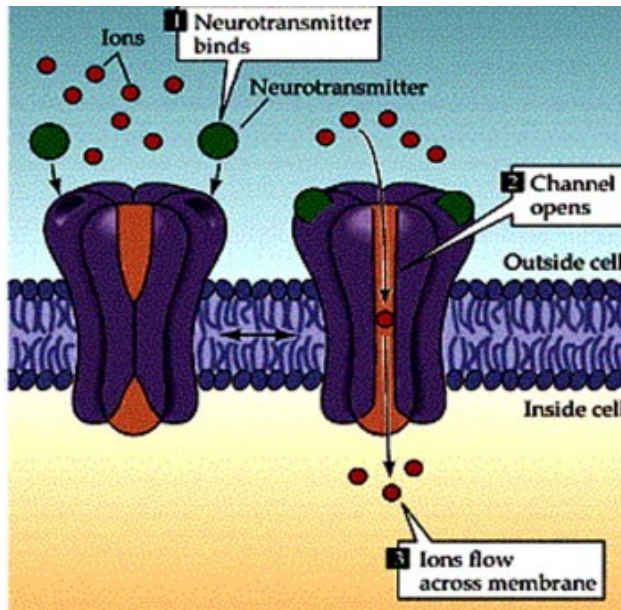
- rovná, otevřená trubice
- Perforiny imunitních buněk
- Poriny v mitochondriální membráně
- aquaporiny



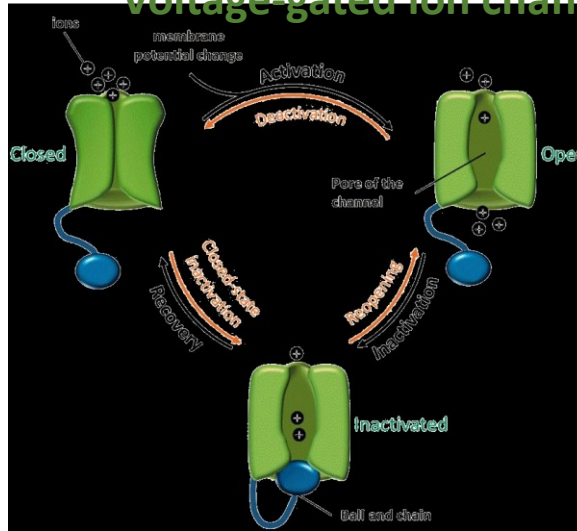
# TRANSPORT – prostá difúze

## KANÁLY (vrátkovaný por)

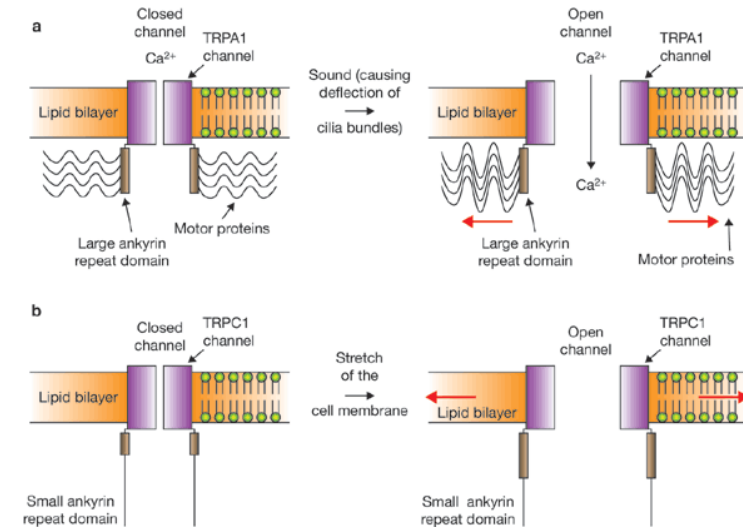
### Ligand-gated ion channels



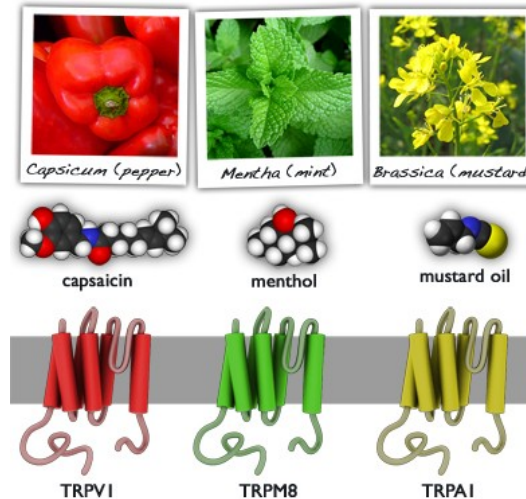
### Voltage-gated ion channels



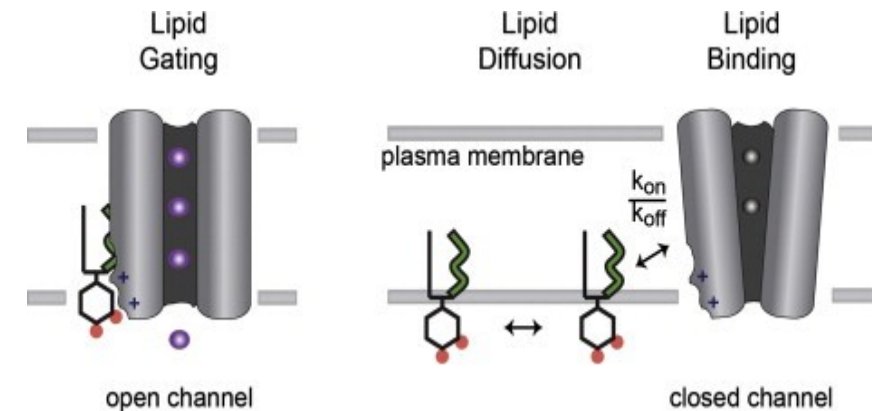
### Mechanosensitive channels



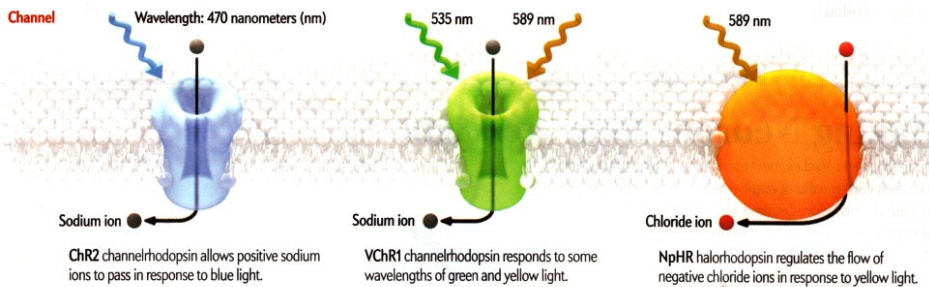
### Temperature-gated ion channels



### Lipid-gated ion channels



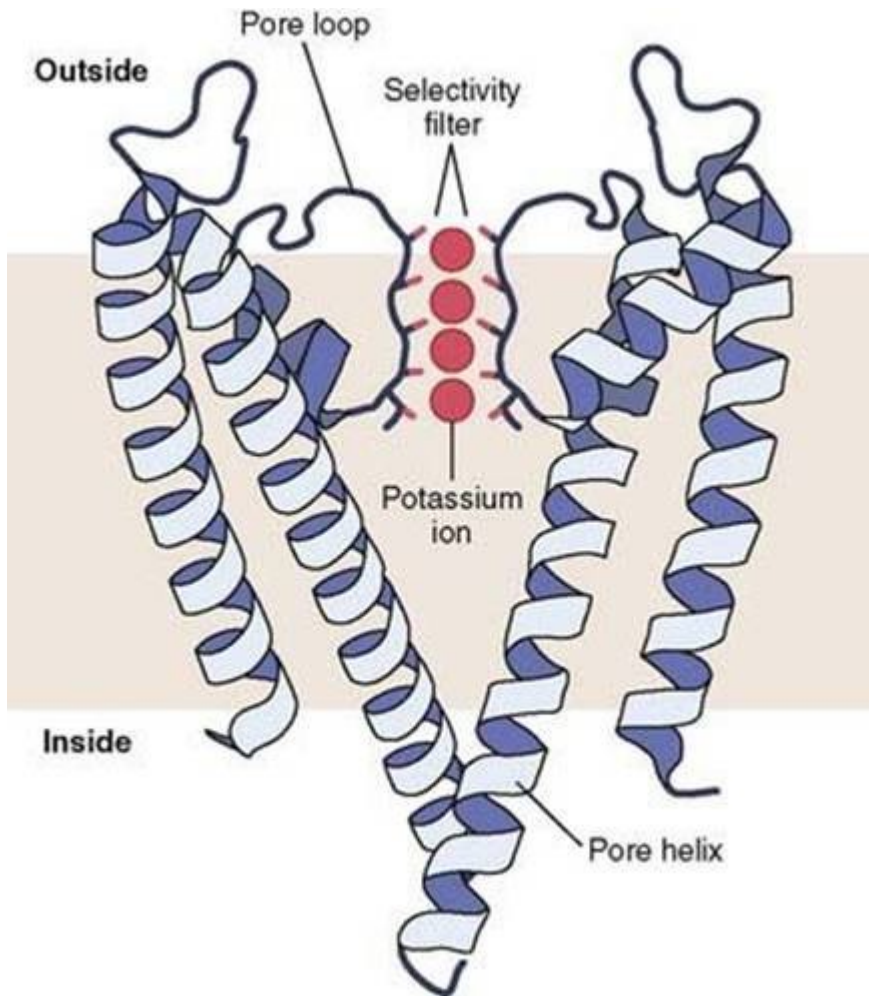
### Light-gated channels





# TRANSPORT – prostá difúze

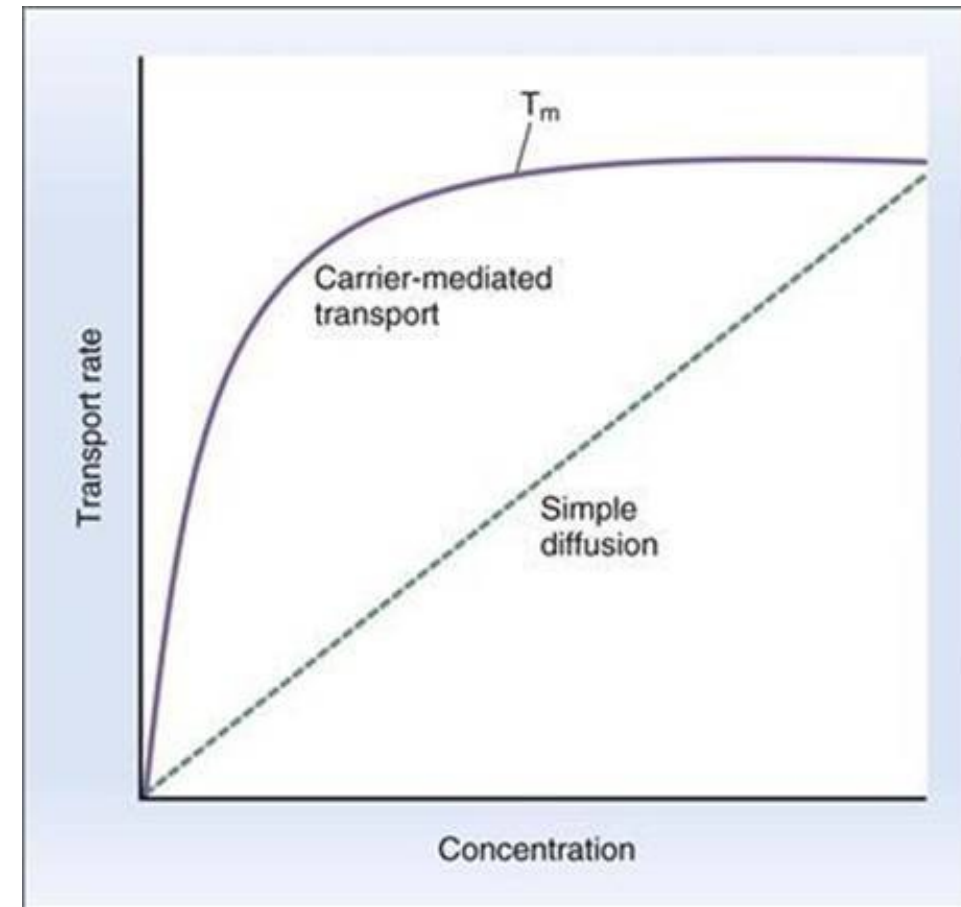
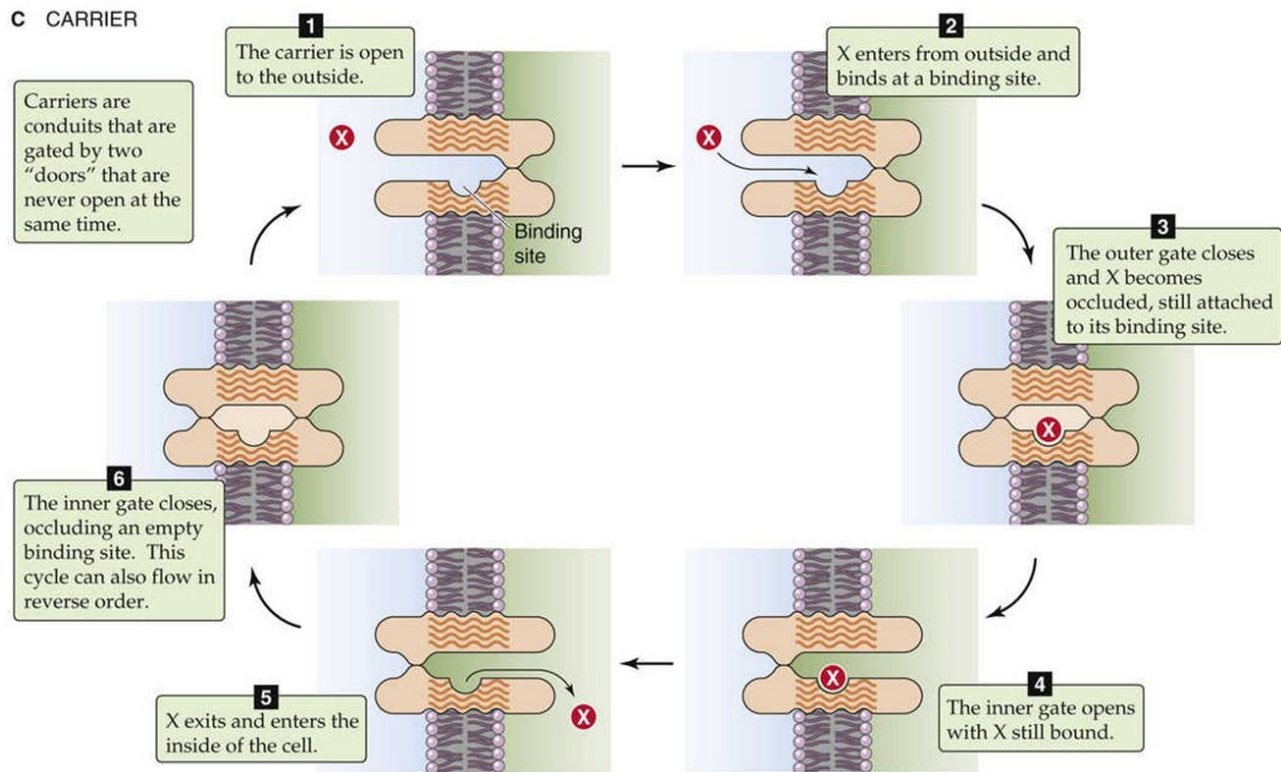
## *Selektivní prostupnost KANÁLEM*



- Na<sup>+</sup> kanály
- K<sup>+</sup> kanály
- Ca<sup>2+</sup> kanály
- Protonové kanály
- Cl<sup>-</sup> kanály
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> kanály

# TRANSPORT – usnadněná (*facilitovaná*) difúze

## PŘENAŠEČE



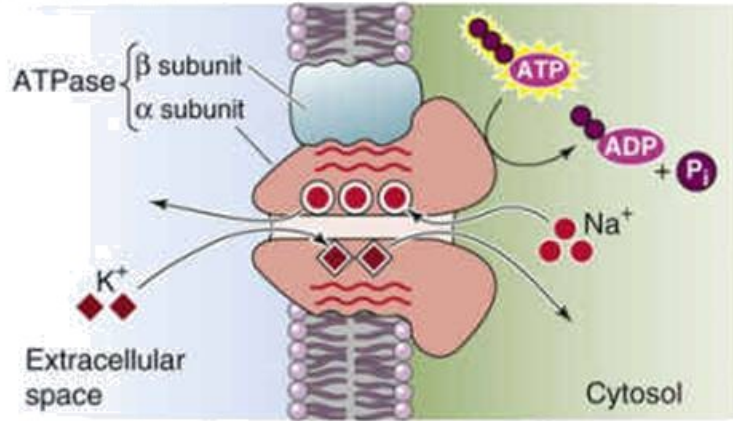
- Glucoso transporters (GLUT)
- Urea transporter (UT)
- Organic cation transporter (OCT) - electrogenic

# TRANSPORT – primárně aktivní transport

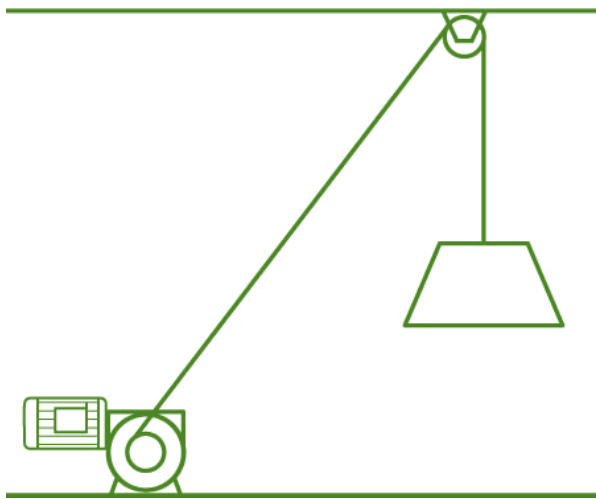
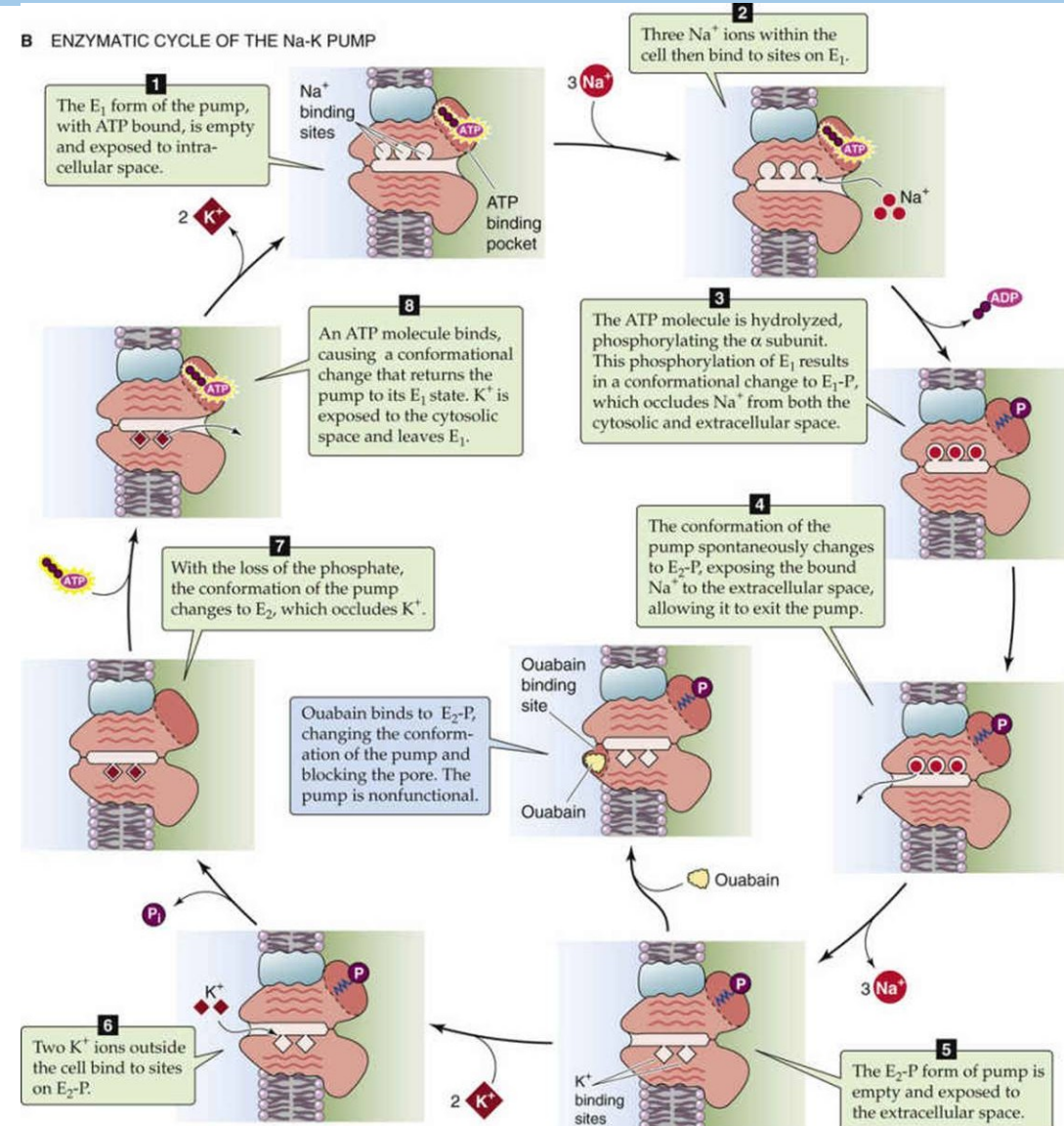
## PUMPY

- Na-K pumpy
- H-K pumpy
- Ca pumpy

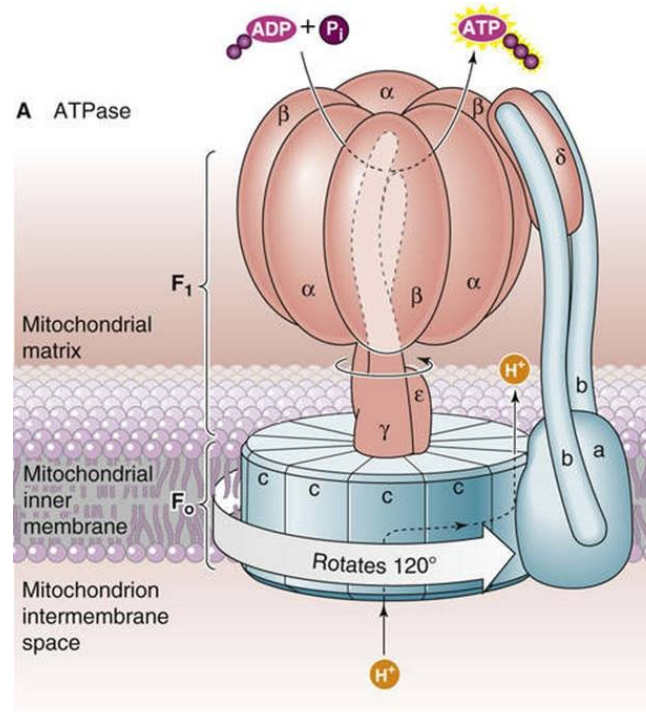
A Na-K PUMP



B ENZYMATIC CYCLE OF THE Na-K PUMP



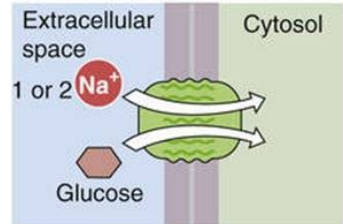
A ATPase



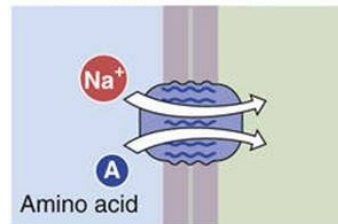
# TRANSPORT – sekundárně aktivní transport

## COTRANSPORTERY / SYMPORTERY

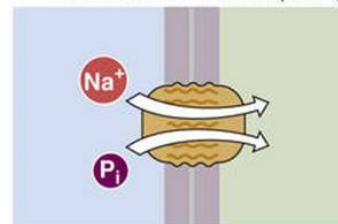
**A** Na/GLUCOSE COTRANSPORTER (SGLT1-2)



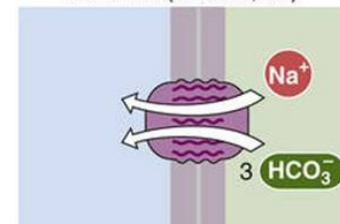
**B** Na/AMINO ACID COTRANSPORTER



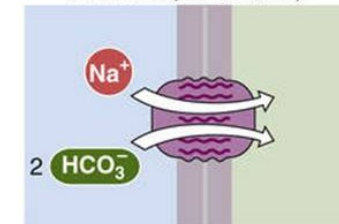
**C** Na/PHOSPHATE COTRANSPORTER (NaPi)



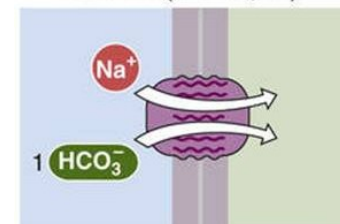
**D** Na/HCO<sub>3</sub> COTRANSPORTER (NBCe1, e2)



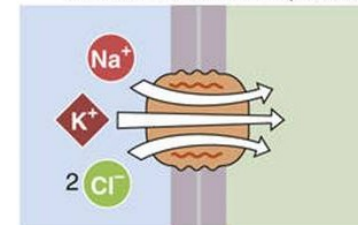
**E** Na/HCO<sub>3</sub> COTRANSPORTER (NBCe1, e2)



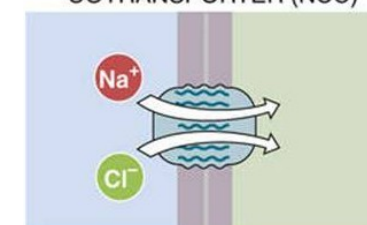
**F** Na/HCO<sub>3</sub> COTRANSPORTER (NBCn1, n2)



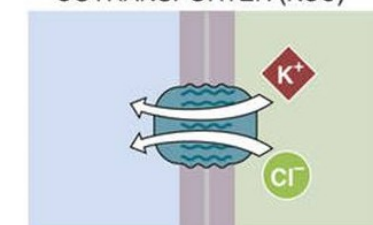
**G** Na/K/Cl COTRANSPORTER (NKCC)



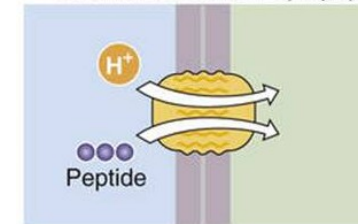
**H** Na/Cl COTRANSPORTER (NCC)



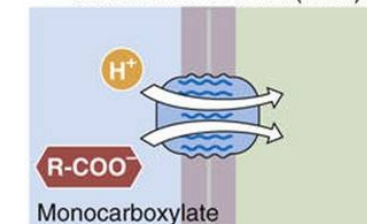
**I** K/Cl COTRANSPORTER (KCC)



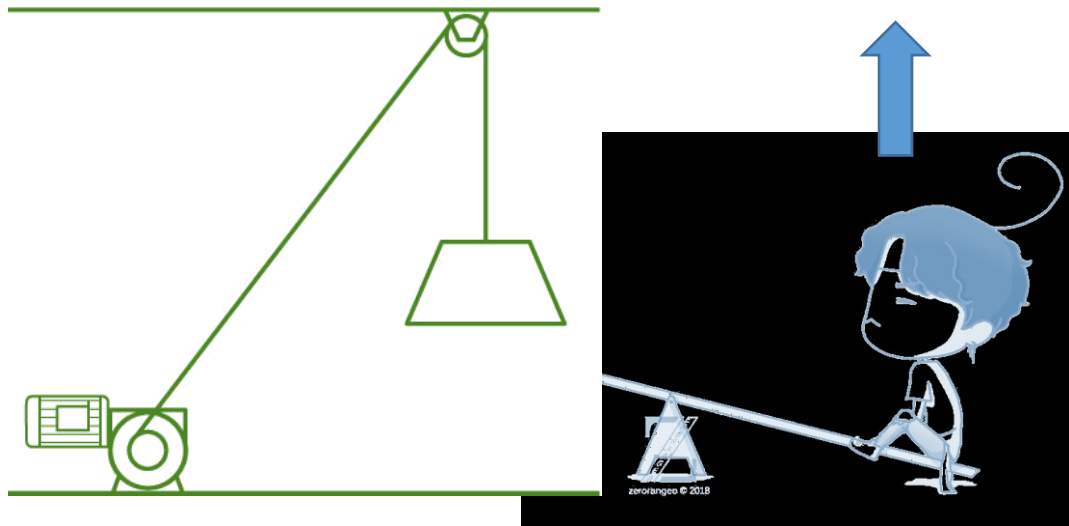
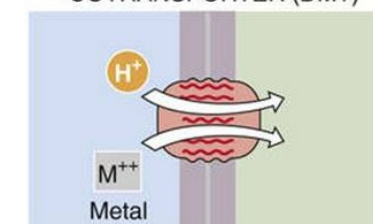
**J** H/OLIGOPEPTIDE COTRANSPORTER (PepT)

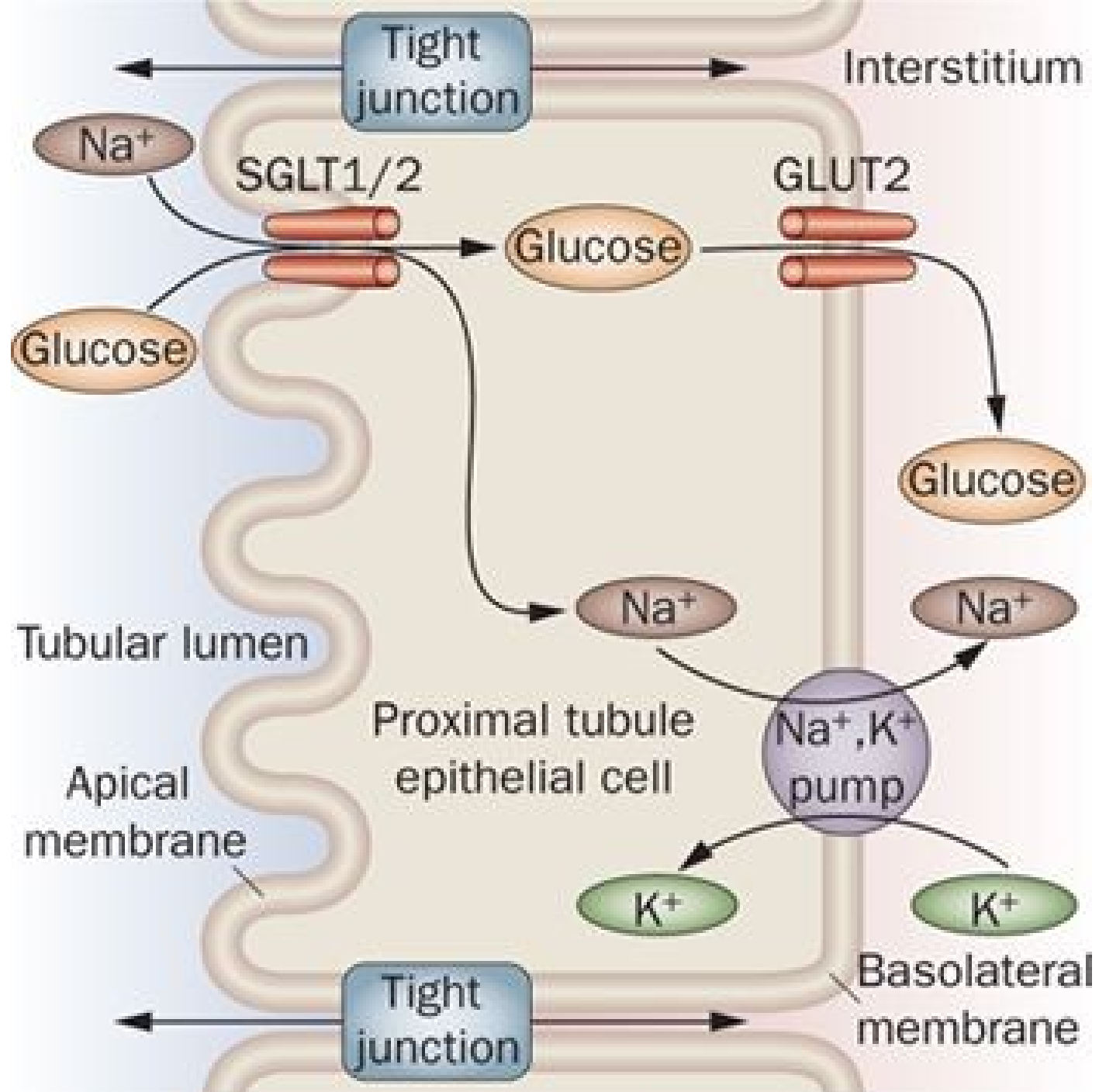


**K** H/MONOCARBOXYLATE COTRANSPORTER (MCT)



**L** H/DIVALENT METAL ION COTRANSPORTER (DMT)

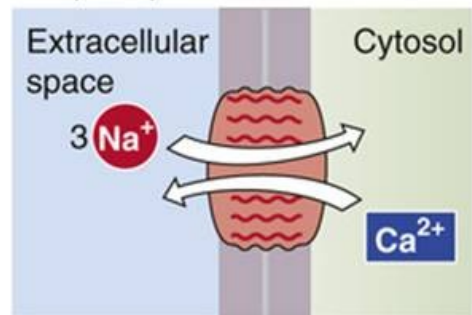




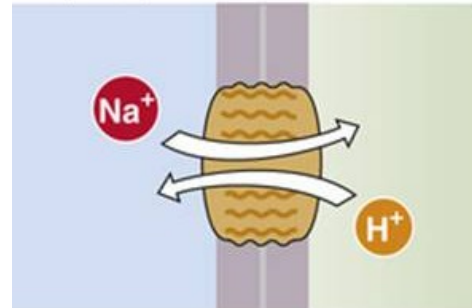
# TRANSPORT – sekundárně aktivní transport

## ANTIORTERY / VÝMĚNÍKY

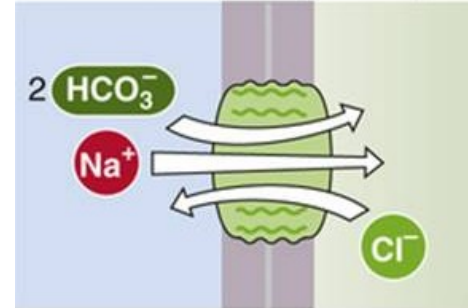
**A Na-Ca EXCHANGER (NCX)**



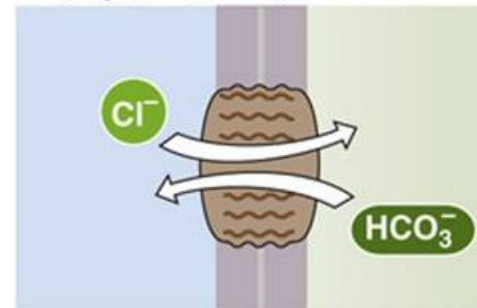
**B Na-H EXCHANGER (NHE)**



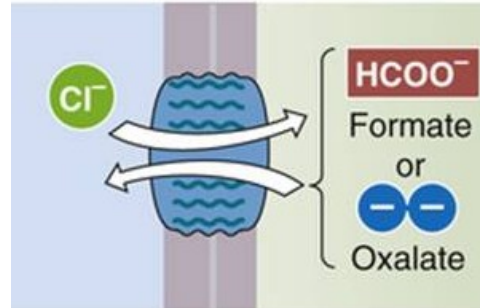
**C Na-DRIVEN Cl-HCO<sub>3</sub> EXCHANGER (NDCBE)**



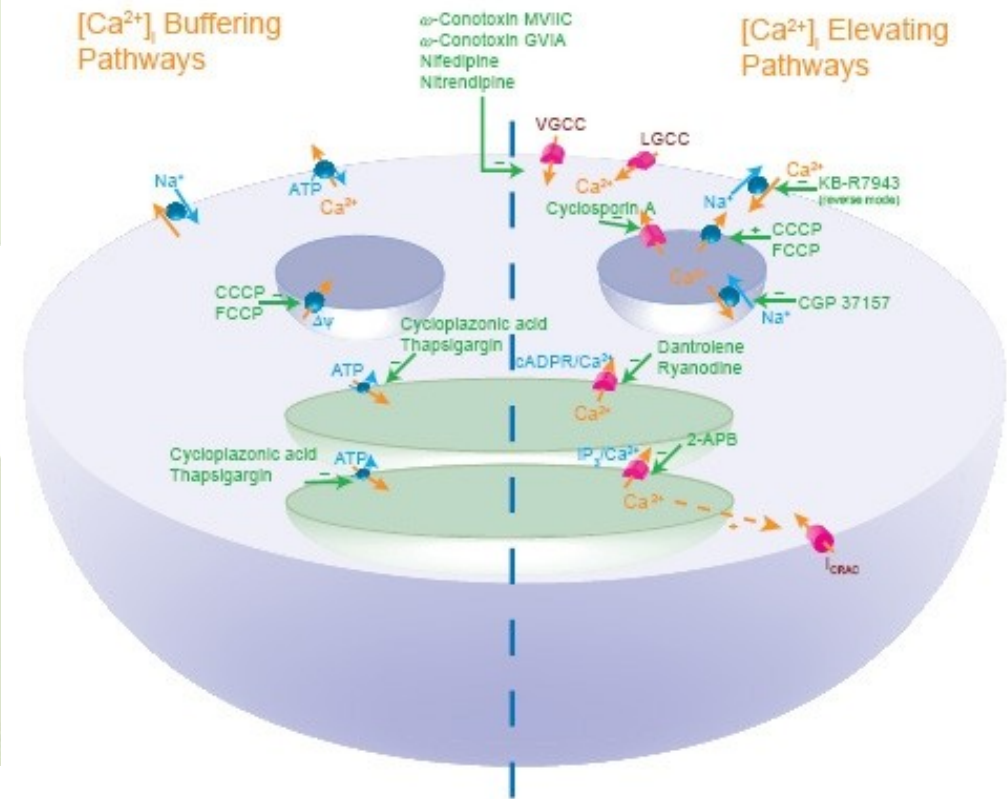
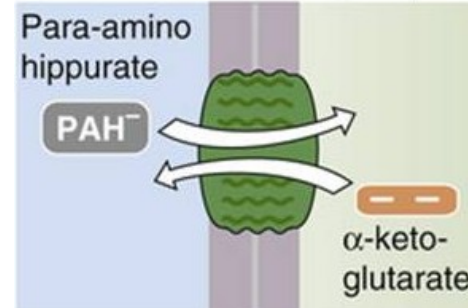
**D Cl-HCO<sub>3</sub> EXCHANGER (e.g., AE, DRA)**



**E Cl-FORMATE EXCHANGER (CFEX)**



**F ORGANIC ANION TRANSPORTER (OAT)**

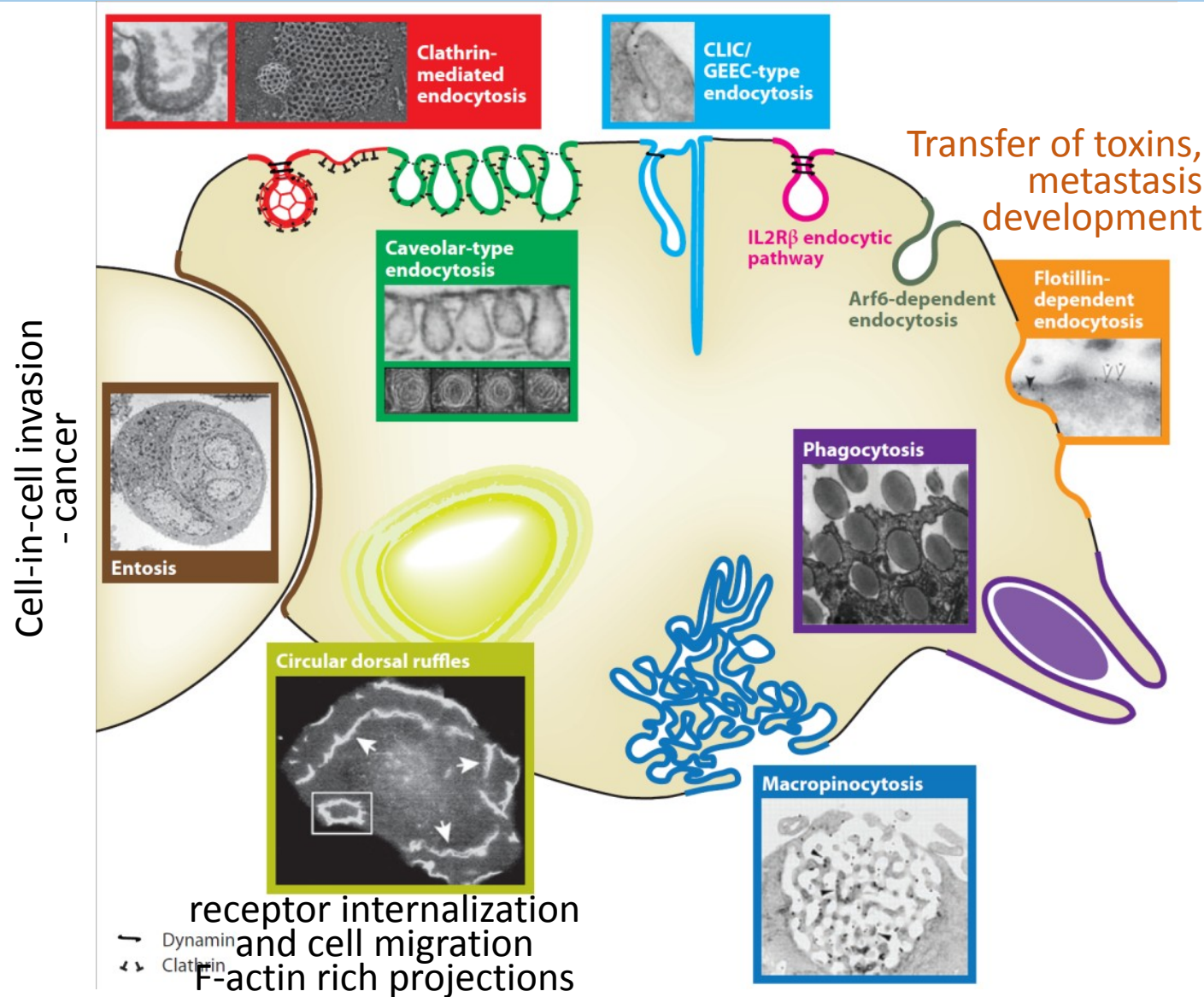


# TRANSPORT – endocytosis

## Endocytosis regulates:

- Vychytávání živin
- Adheze buněk a migrace
- Signalizace
- Vstup patogenů
- Synaptická transmise
- Downregulace receptorů
- Prezentace antigenů
- Polarita buněk
- Mitóza
- Růst a diferenciace
- Přestup léků a drog

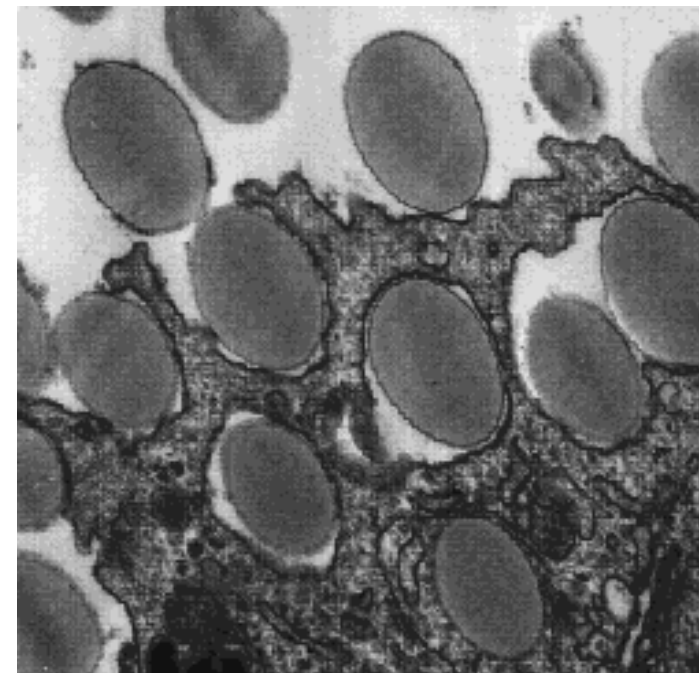
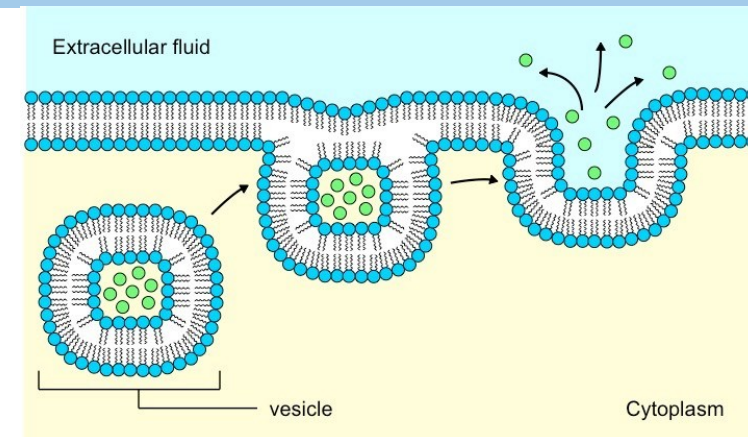
<https://www.youtube.com/watch?v=-ZFnO5RY1cU>



# TRANSPORT – exocytóza

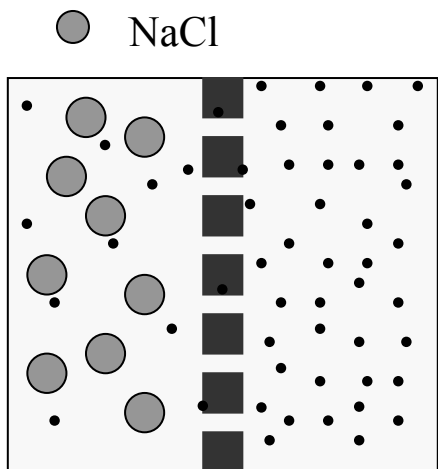
## Typy exocytózy:

- ***Ca<sup>2+</sup> spouštěný nekonstitutivní***
  - vyžaduje externí signál
  - specifický třídící signál na vesikulech
  - clathrinový kabát
  - zvýšení intracelulárního vápníku
  - interneurální signalizace
- ***ne-Ca<sup>2+</sup> spouštěný konstitutivní***
  - všechny buňky
  - uvolnění extracelulární matrix
  - dodávka membránových proteinů

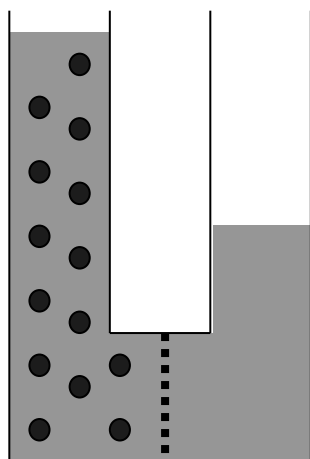




# TRANSPORT – osmóza



← *osmóza*



## Hnací síla:

- rozdíl v **koncentraci vody** - inverzní hodnota je OSMOLALITA (koncentrace osmoticky aktivních solutů [ $\text{mosm} / \text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}$ ]) nebo OSMOLARITA [ $\text{mosm} / \text{l}_{\text{H}_2\text{O}}$ ]
- energetický rozdíl, který je výsledkem rozdílu v hydrostatickém tlaku

**Izotonický roztok** – když dva roztoky jsou odděleny semipermeabilní membránou a mají stejně efektivní osmotický tlak.

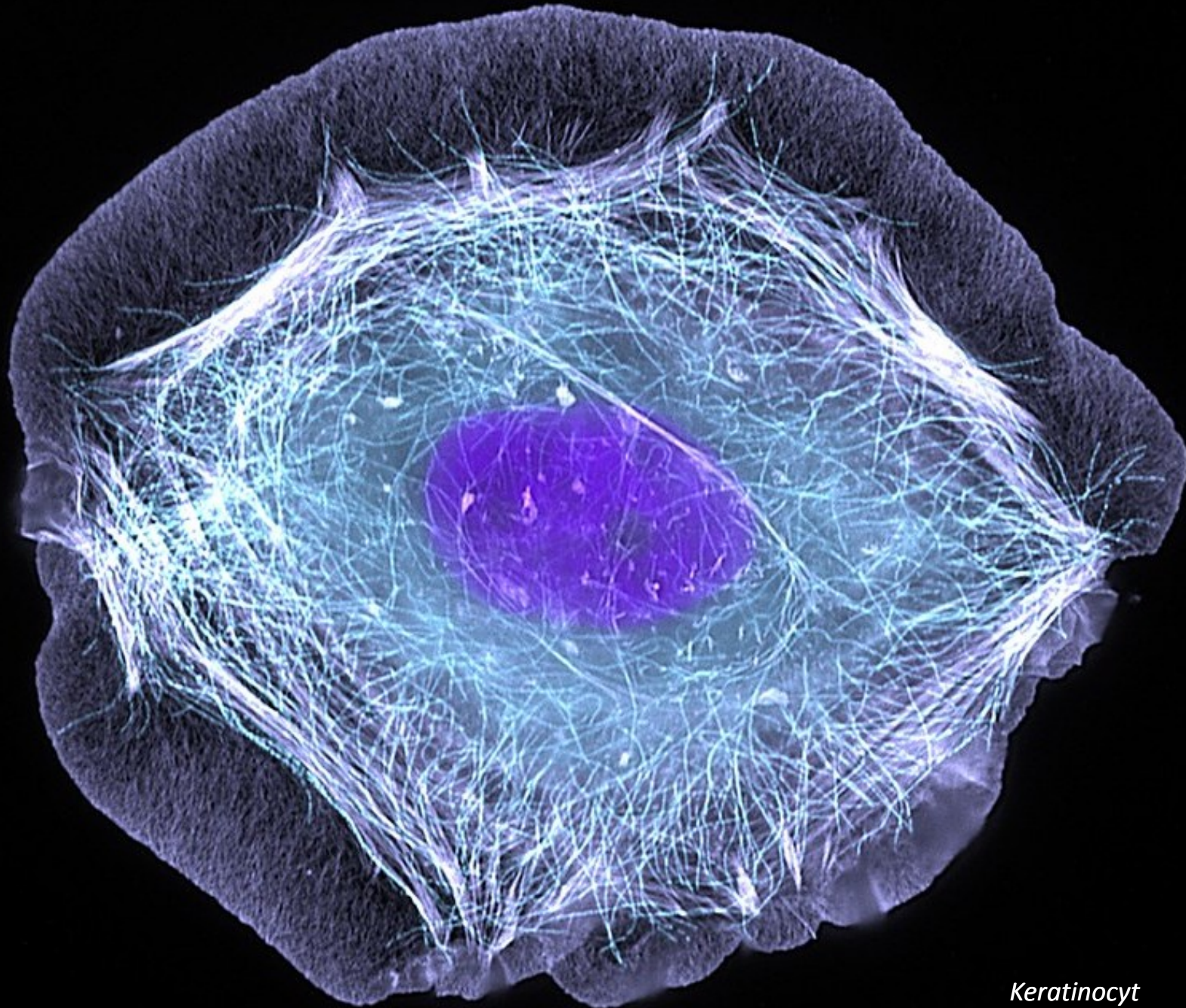
**Hypotonický vs. Hypertonický** - když dva roztoky mají rozdílné efektivní osmotické tlaky, pak roztok s nižším efektivním osmotickým tlakem je **hypotonický** a roztok s vyšším efektivním osmotickým tlakem je **hypertonický**.

**Onkotický tlak** – osmotický tlak plazmatických bílkovin

# BUŇKA

*cytoplazma*

- *Cytosol*
- *Buněčné organely*
- *Cytoskelet*



*Keratinocyt*

# BUŇKA

## 1. Buněčné organely složené z jedné membrány

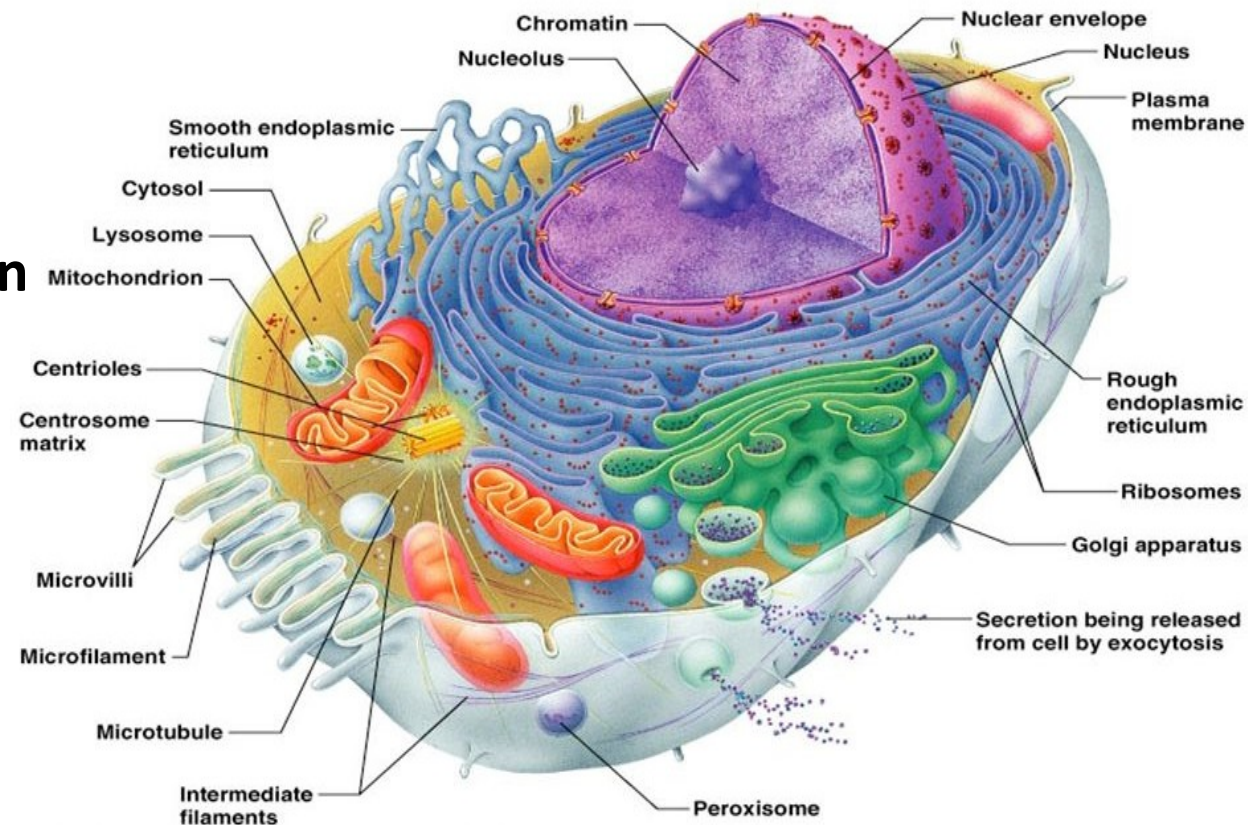
- Endoplazmatické retikulum (Hrubé & hladké)
- Lysosomy
- Peroxisomy
- Golgiho aparát
- Vesikuly

## 2. Buněčné organely složené ze dvou membrán

- Mitochondrie
- (*Chloroplasty*)
- Jádro

## 3. S membránou nsvázané organely

- Ribosomy (70S & 80S)
- Centrosomy
- Řasinky a bičíky
- Mikrotubuly
- Bazální tělíska
- Mikrofilamenty

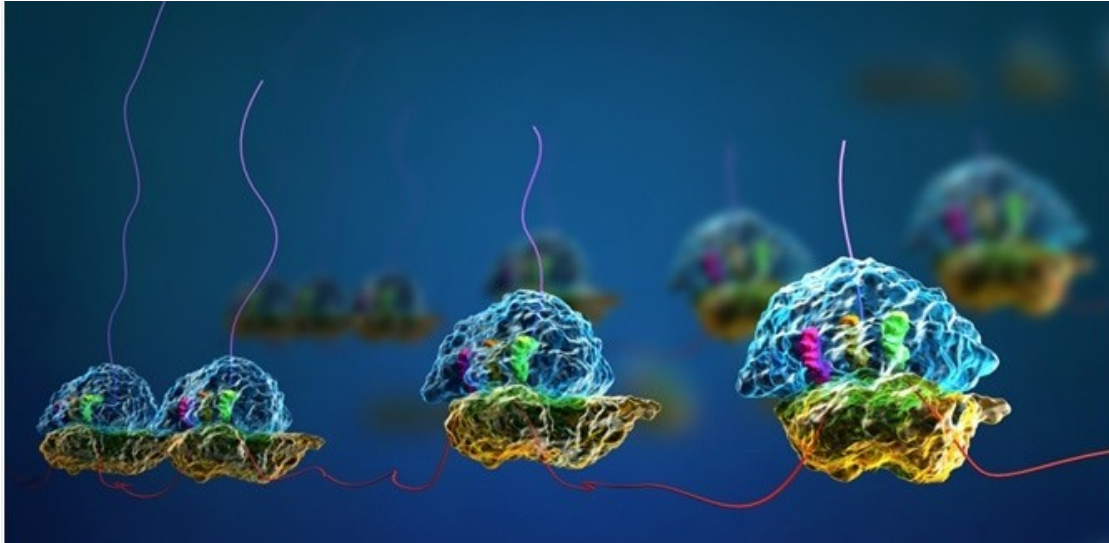


Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

# Proteosyntéza

[Life Science - Protein synthesis \(Translation\) - YouTube](#)

## RIBOSOMY



- denzní granula skládající se z:

- **bílkovin**
- **r RNA**

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

### Volné ribozomy

- syntéza cytoplasmatických bílkovin

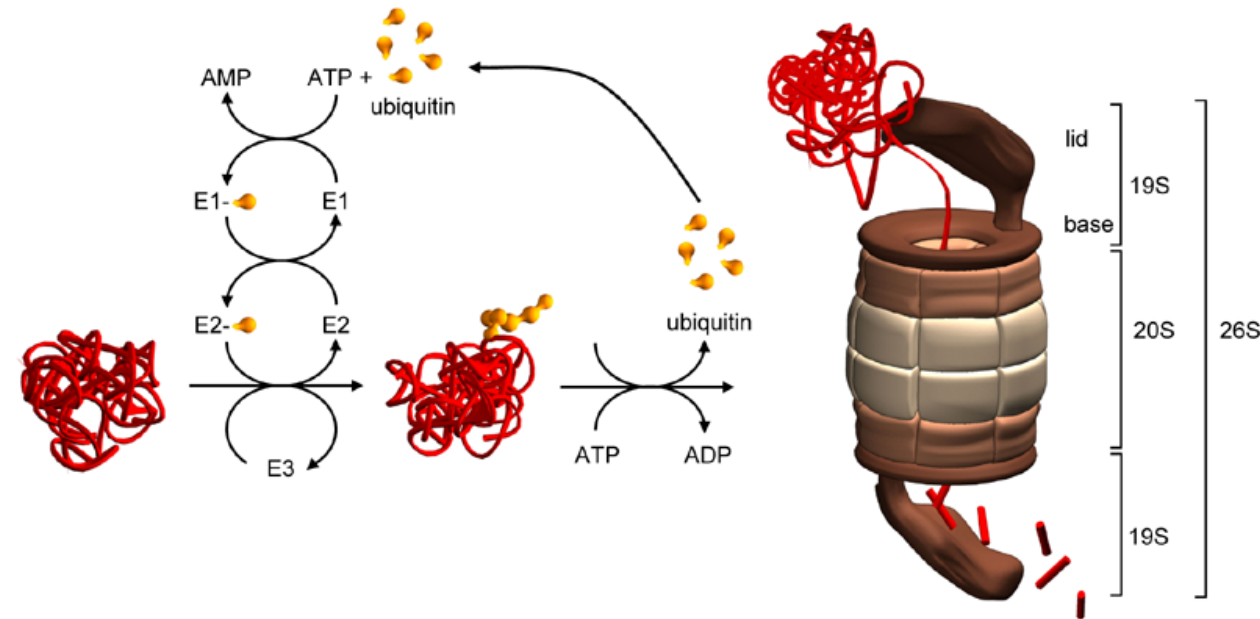
### Ribozomy vázané na endoplazmatické retikulum

- syntéza bílkovin pro export
- syntéza bílkovin vázaných v membráně

# Degradace proteinů

<https://www.youtube.com/watch?v=jbc1QCu9hFg>

## PROTEASOME



- proteinový komplex

- degradace nepotřebných nebo poškozených proteinů → regulace koncentrací konkrétních proteinů a degradace proteinů, které jsou špatně složeny

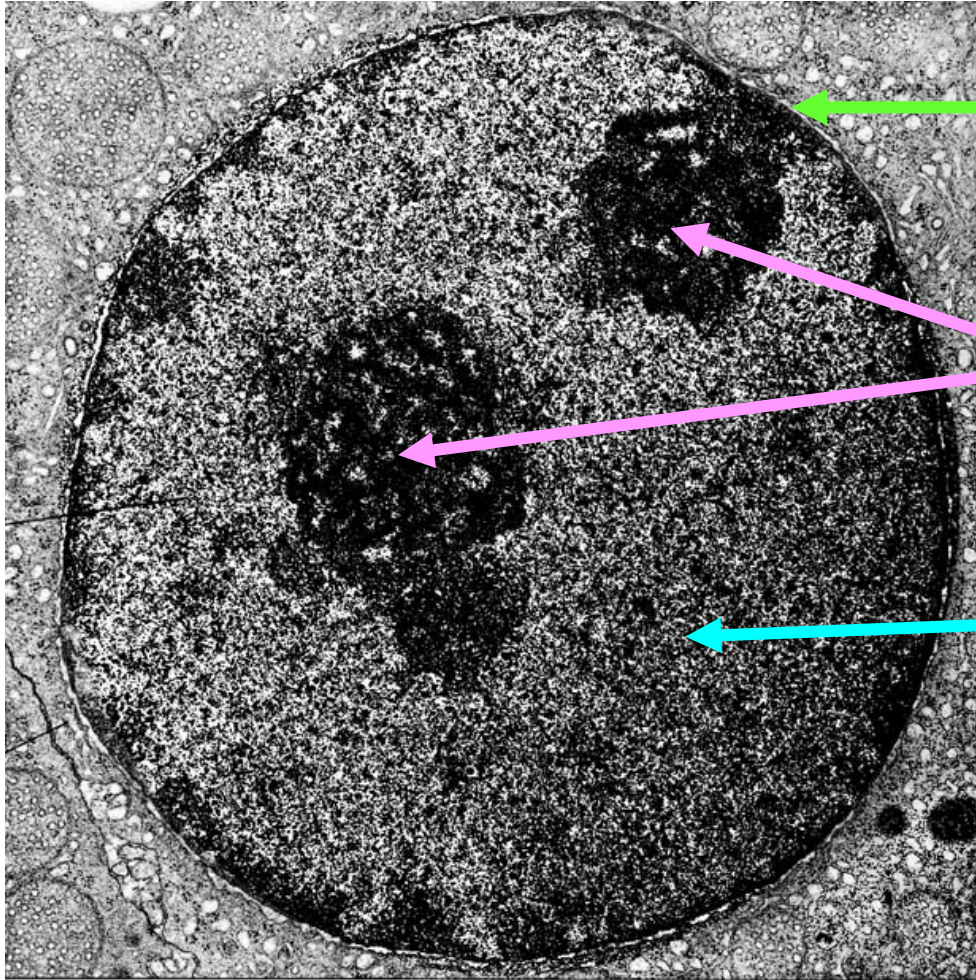
### Některé vnitrobuněčné proteiny

- degradace PROTEASOMEM

### Ostatní proteiny

- degradace v LYSOZOMU

# JÁDRO - *nucleus*



jaderná membrána

jadérko

chromatin

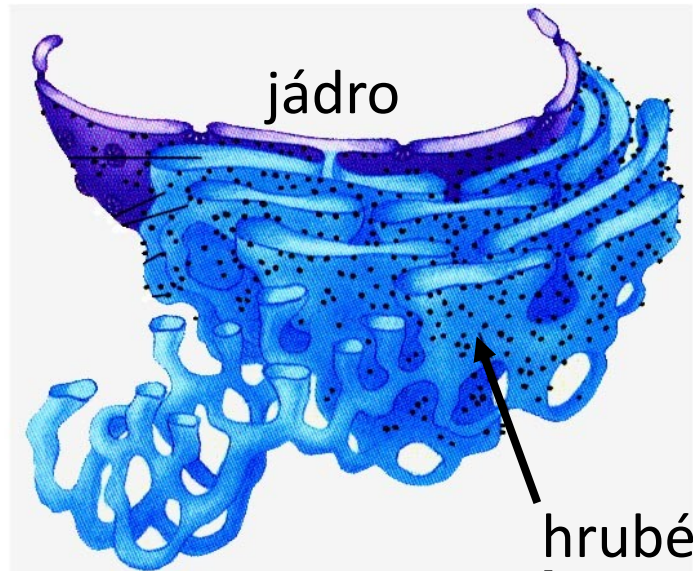
**DNA**

RNA

- mRNA
- rRNA
- tRNA

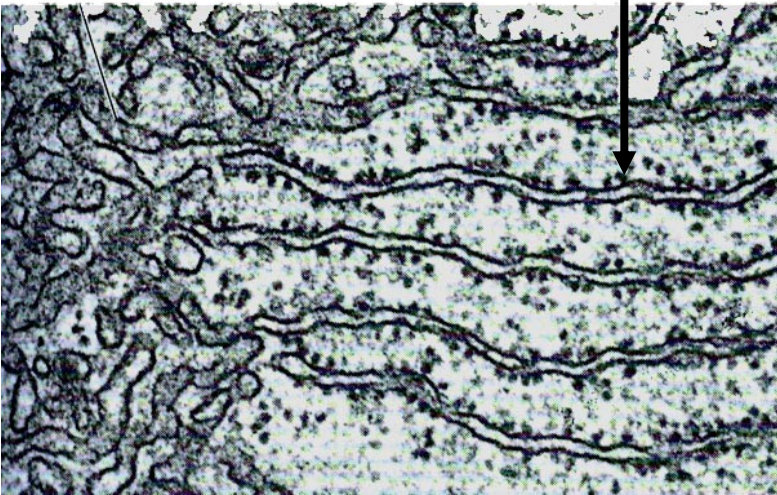
# ENDOPLAZMATICKÉ RETIKULUM

*membránová organela tvořena soustavou cisteren, lamel a váčků*



hladké ER

hrubé ER



## Hrubé endoplazmatické retikulum

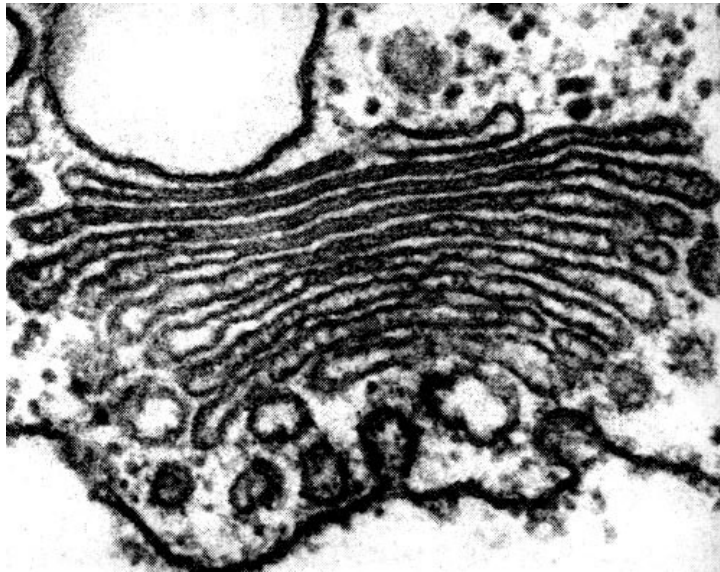
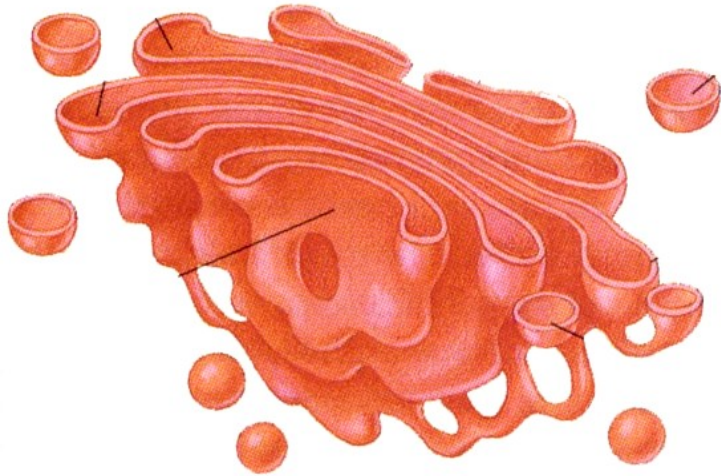
- syntéza bílkovin pro export nebo vázaných v membránách

## Hladké endoplazmatické retikulum

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

# GOLGIHO APARÁT

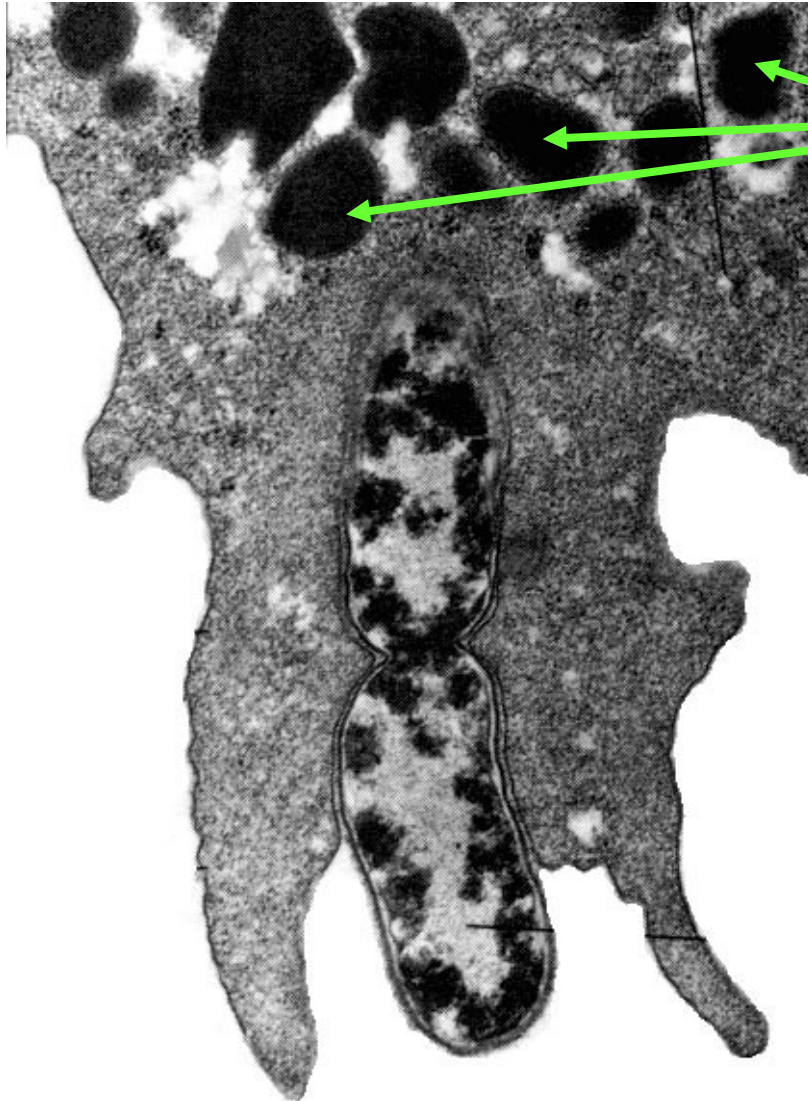
*soubor membránou uzavřených váčků*



- chemická úprava bílkovin
- třídění bílkovin

# LYZOSOMY A PEROXISOMY

*sférické membránové organely obsahující nebezpečné látky*



## LYZOSOMY

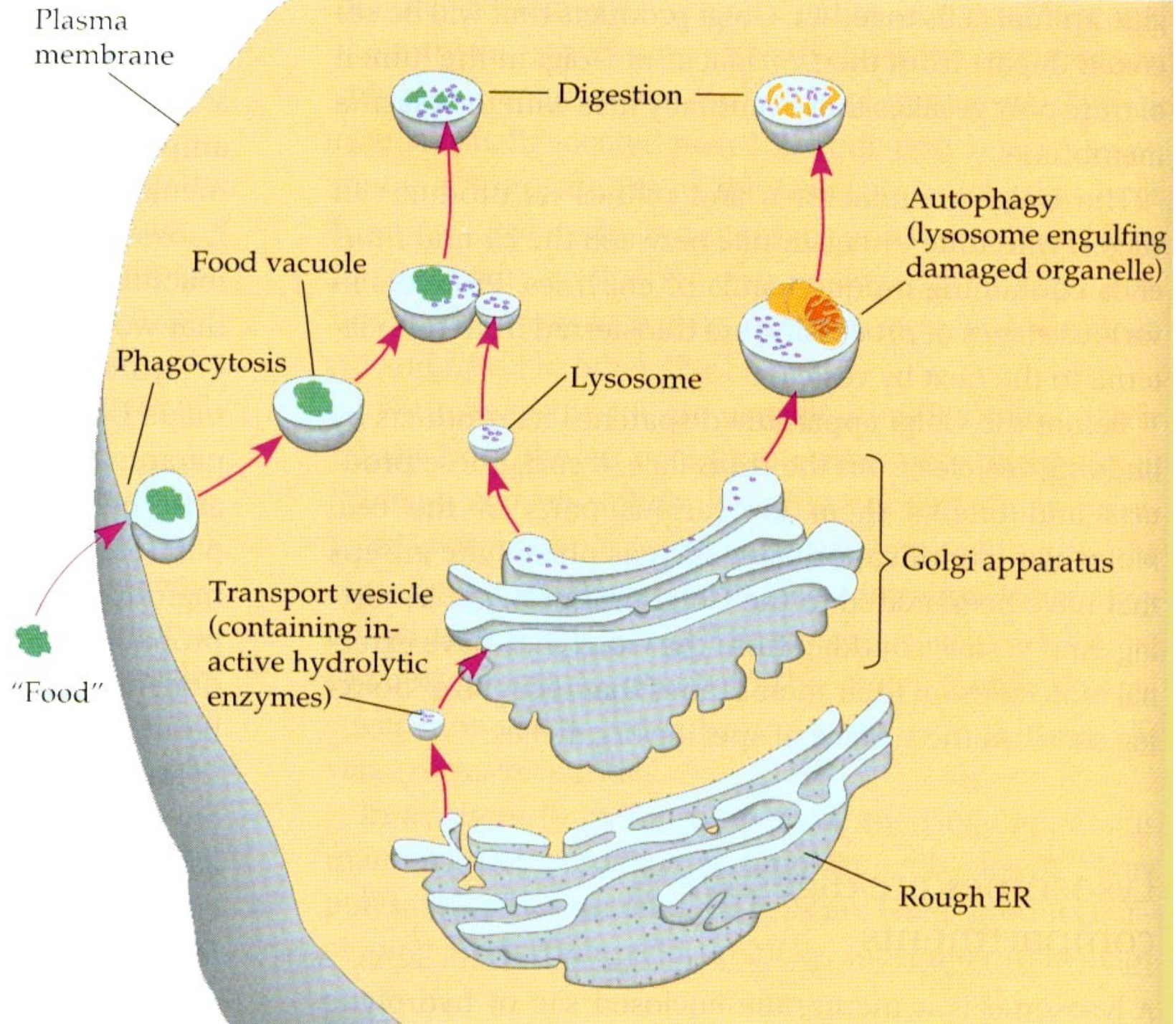
- trávicí aparát buňky – odbourávají bílkoviny, nukleové kyseliny, polysacharidy, lipidy...
- obsahují baktericidní látky

## PEROXISOMY

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

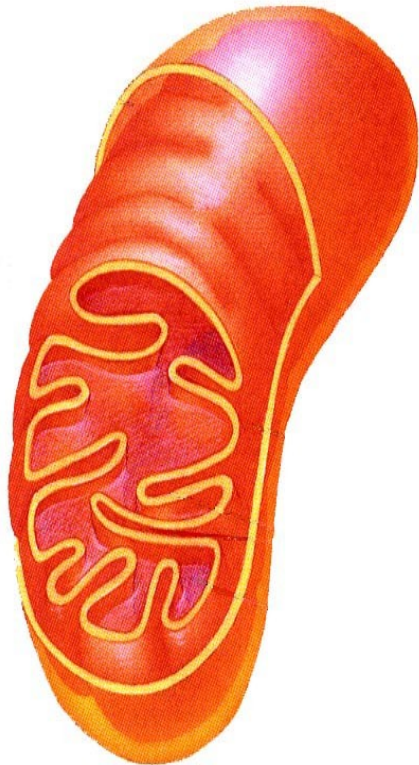


[Organelles Involved in Protein Synthesis – YouTube](#)



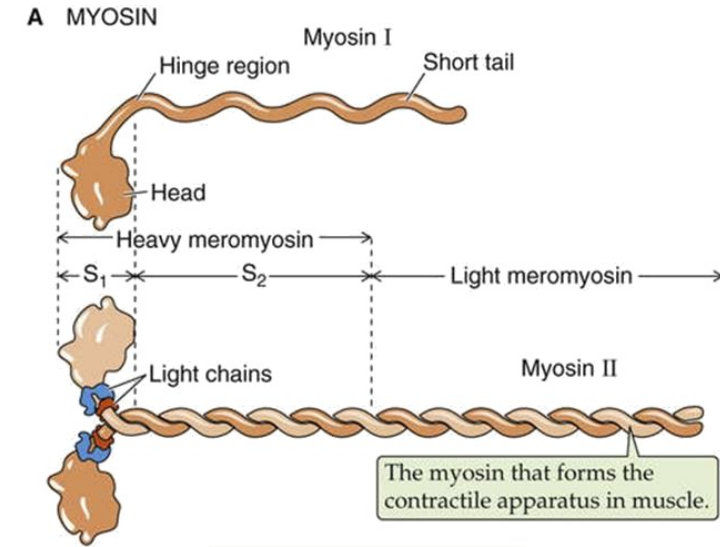
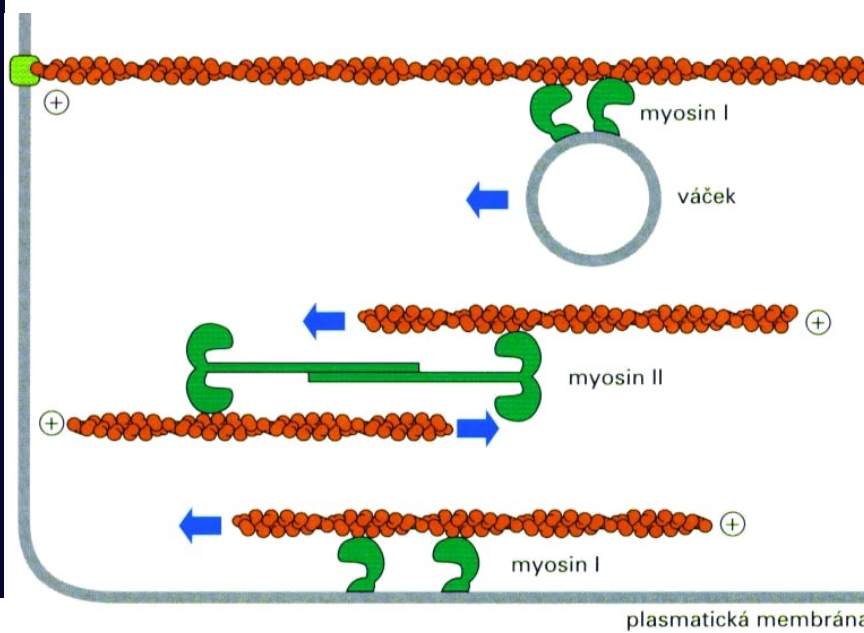
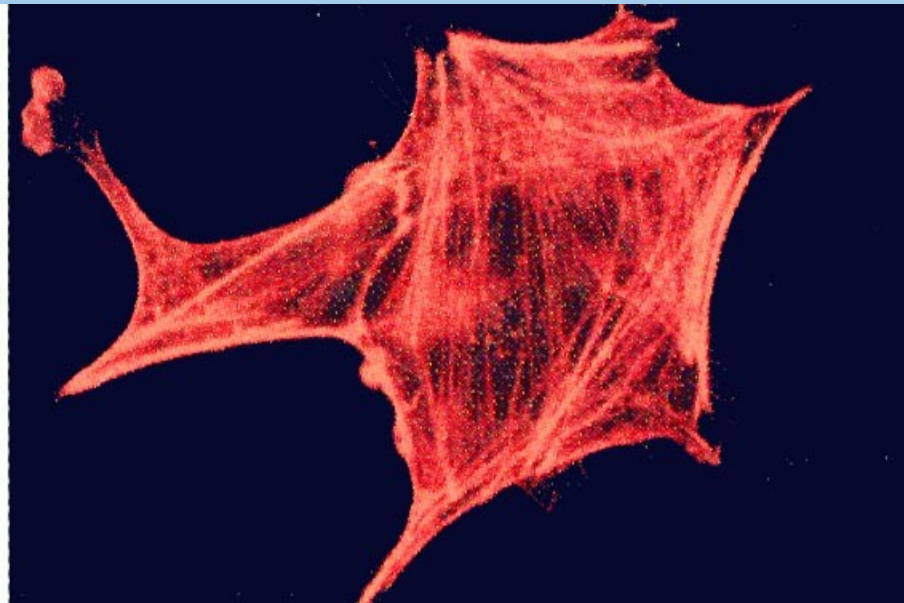
# MITOCHONDRIE

*produkce energie pro buňku*



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

# CYTOSKELETON - Tenká a hrubá filamenta

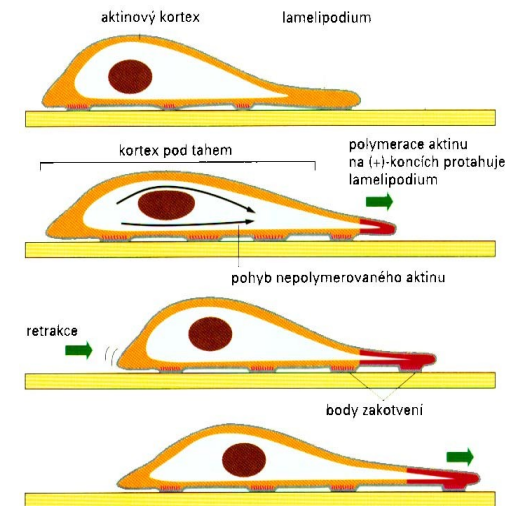
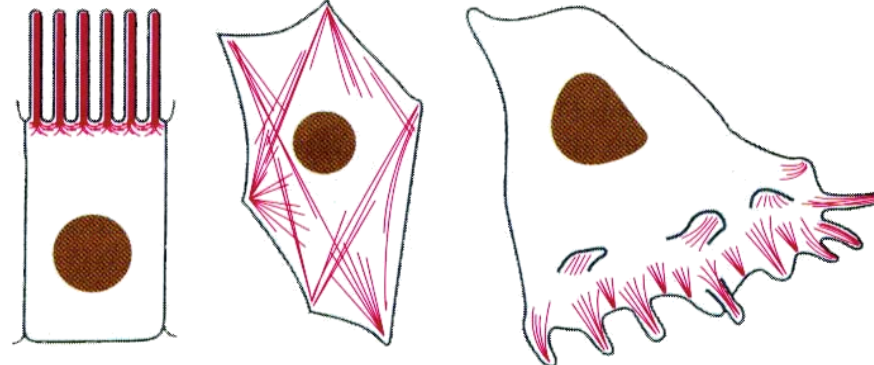


## funkce strukturální

- stabilní základ výběžků buňky
- základ nestabilních senzitivních výběžků buňky

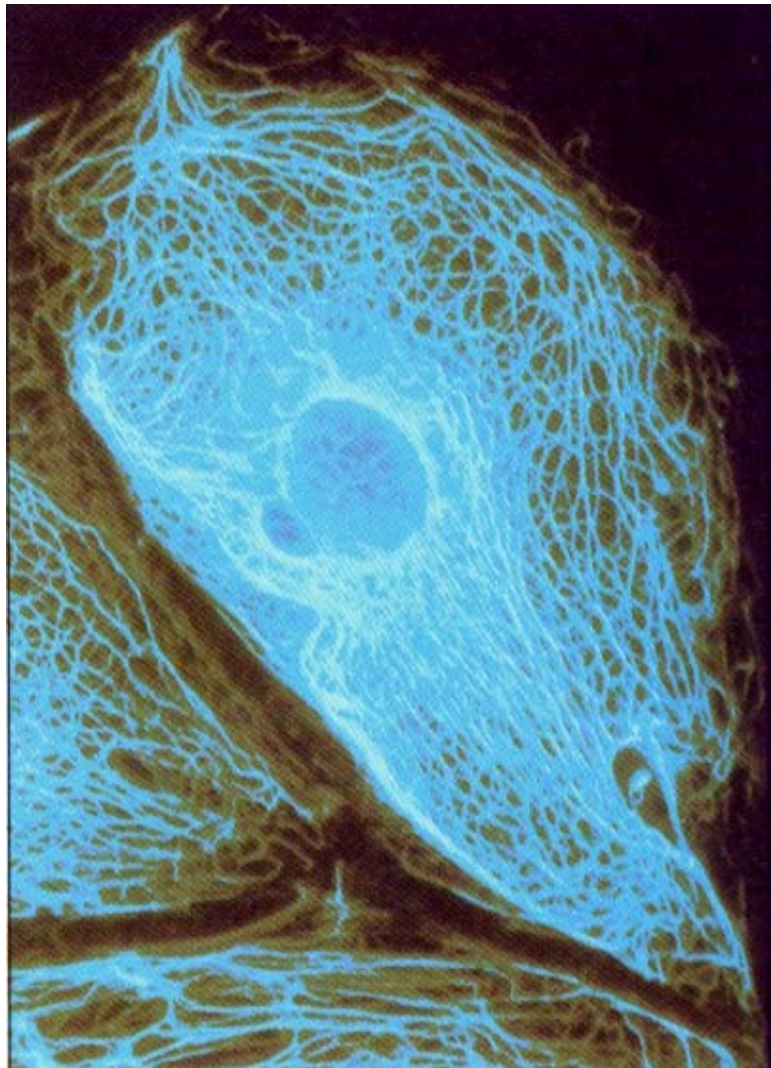
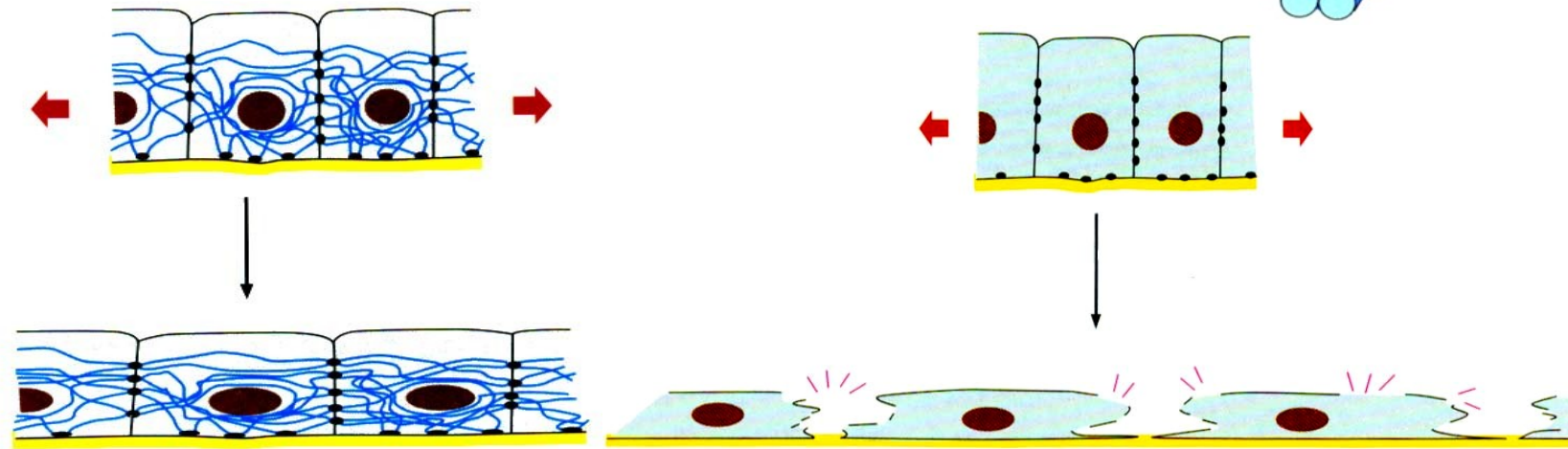
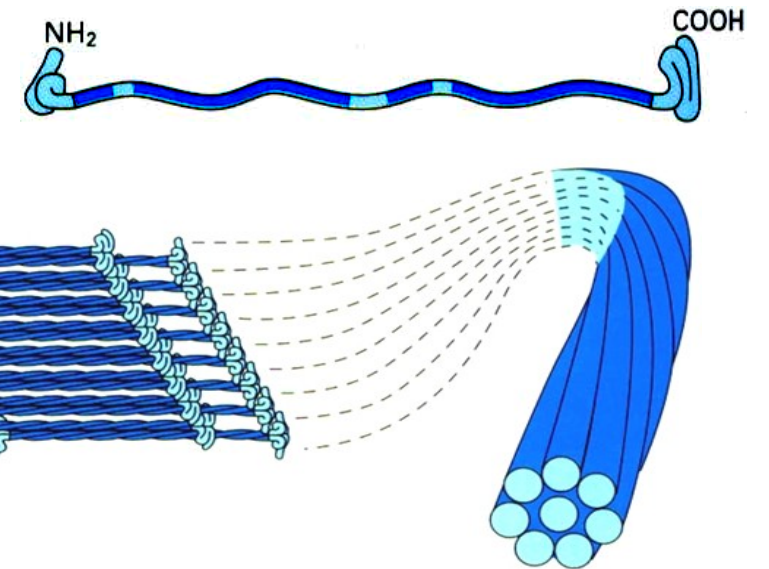
## funkce kinetická

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

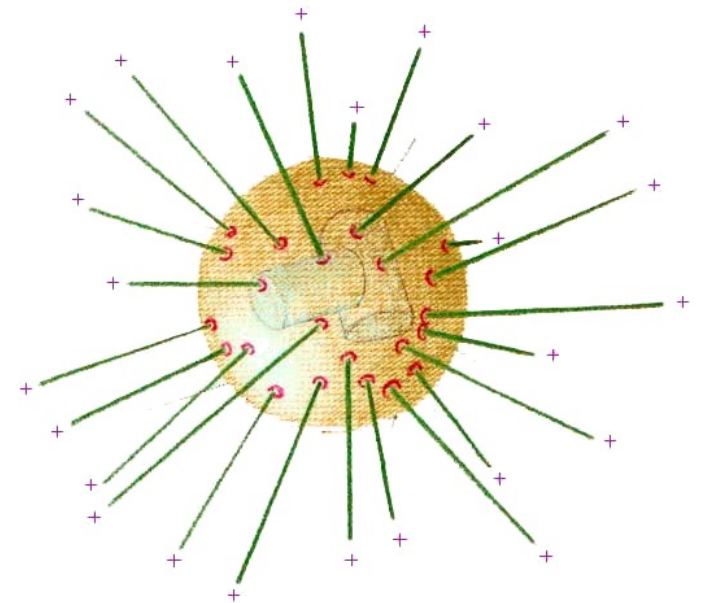
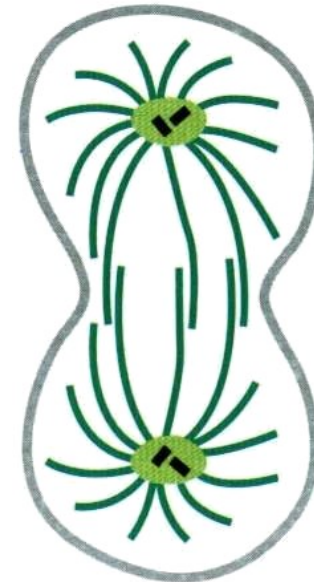
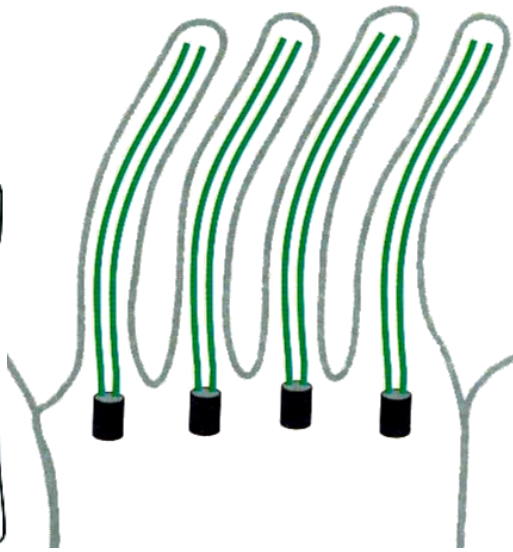
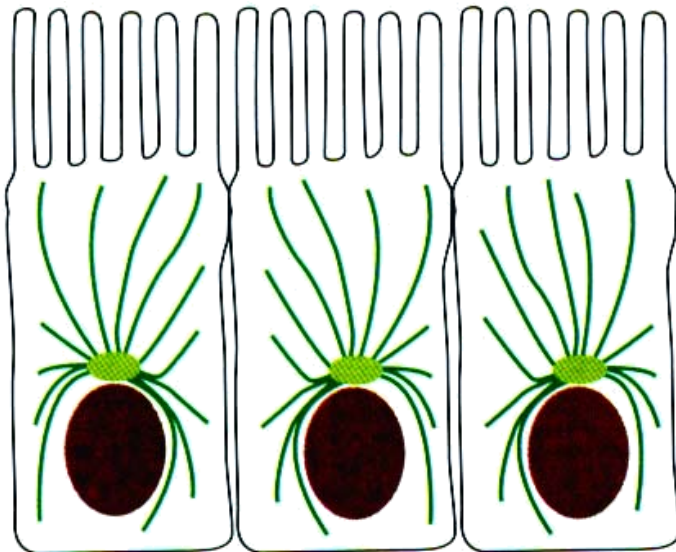
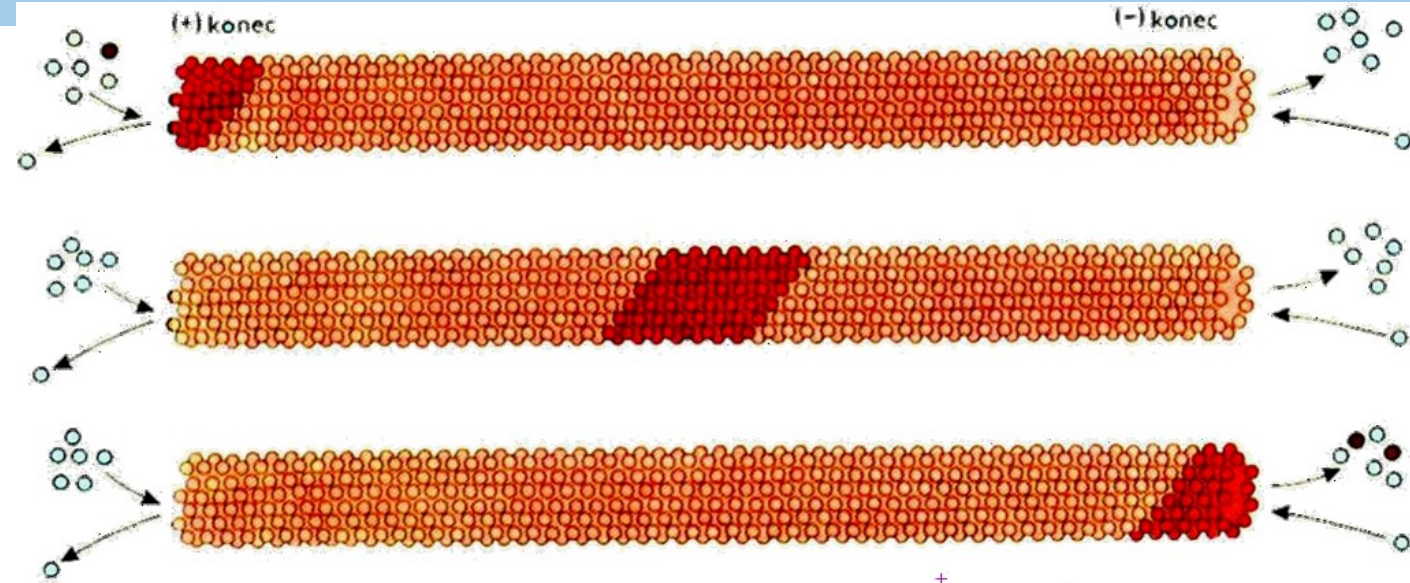
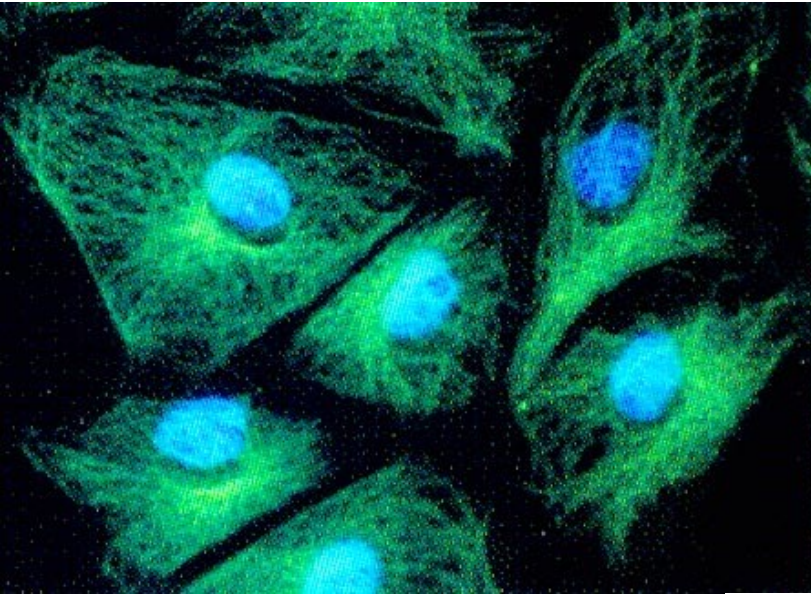


# CYTOSKELETON - intermediální filamenta

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



# CYTOSKELETON - Mikrotubuly

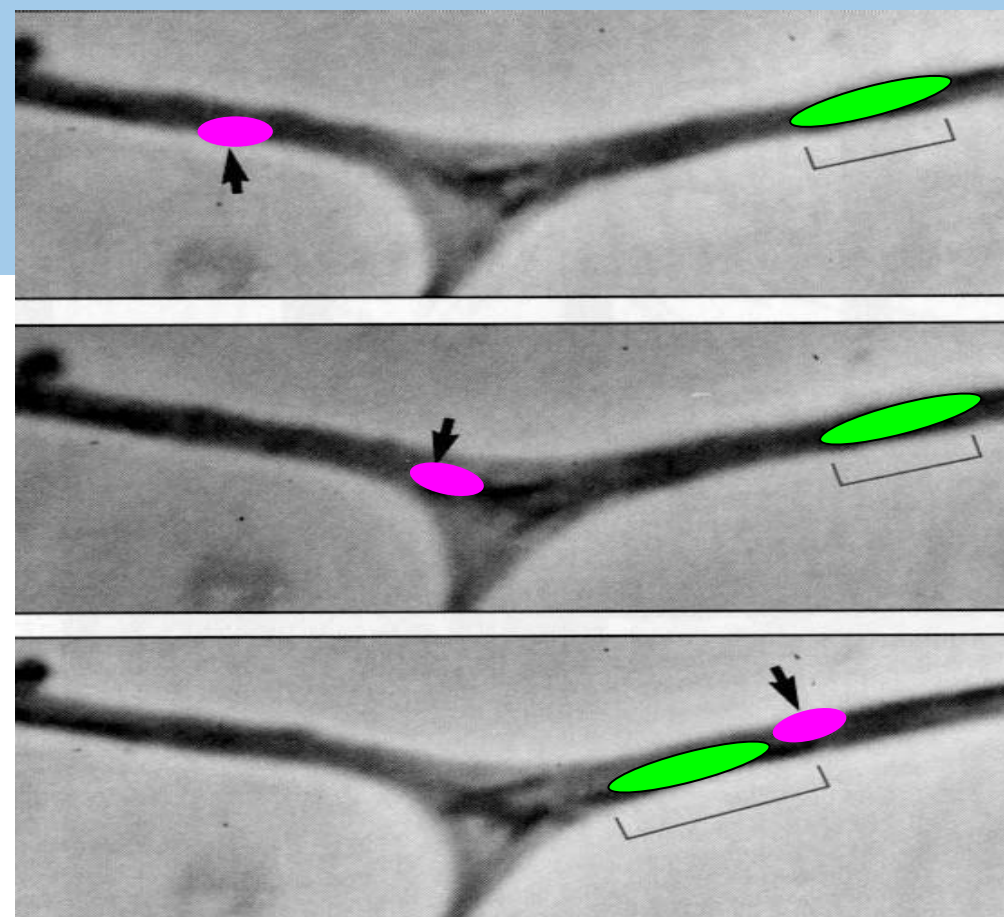




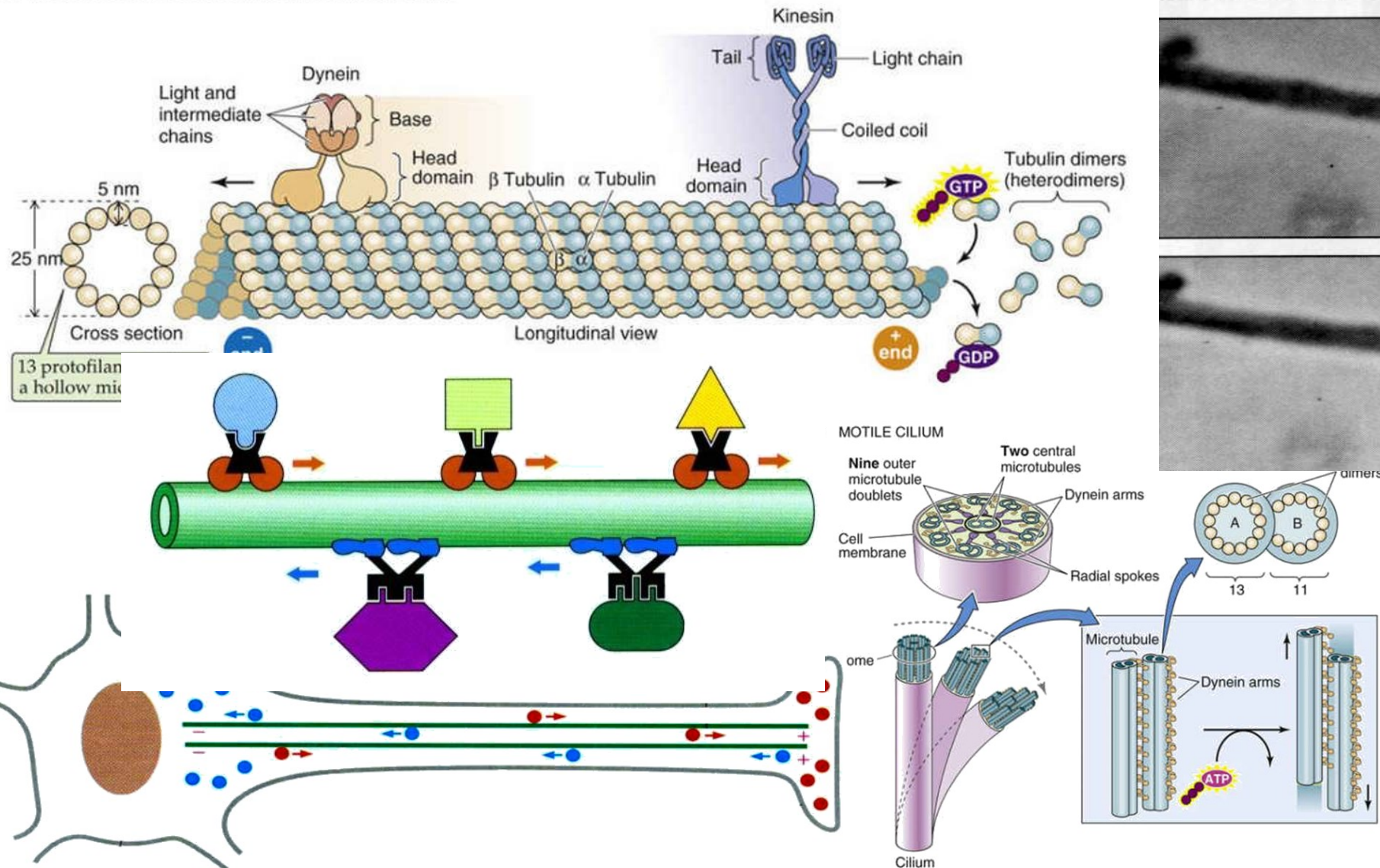
# MOLEKULÁRNÍ MOTORY

Rodina	Motor	Trasa	Pohyb	Fyziologická funkce
Cytoskeletální motory	Myosin	Aktinová filamenta	Lineární	Svalová kontrakce, buněčný pohyb, funkce řasinek
	Dynein	Mikrotubuly	Retrográdní transport	Pohyb řasinek a bičíků
	Kinesin	Mikrotubuly	Anterográdní transport	Intracelulární transport membránových organel, tvorba mitotického / meiotického vřeténka
Motory nukleových kyselin	DNA polymeráza	DNA	Lineární	DNA replikace
	RNA polymeráza	DNA	Lineární	DNA transkripce
	Helikáza	DNA	Lineární	DNA replikace
	Topoisomeráza	DNA	Lineární	DNA transkripce

# MOLEKULÁRNÍ MOTORY



A MICROTUBULE AND ITS MOLECULAR MOTORS



<https://www.youtube.com/watch?v=tMKIPDBRJ1E>