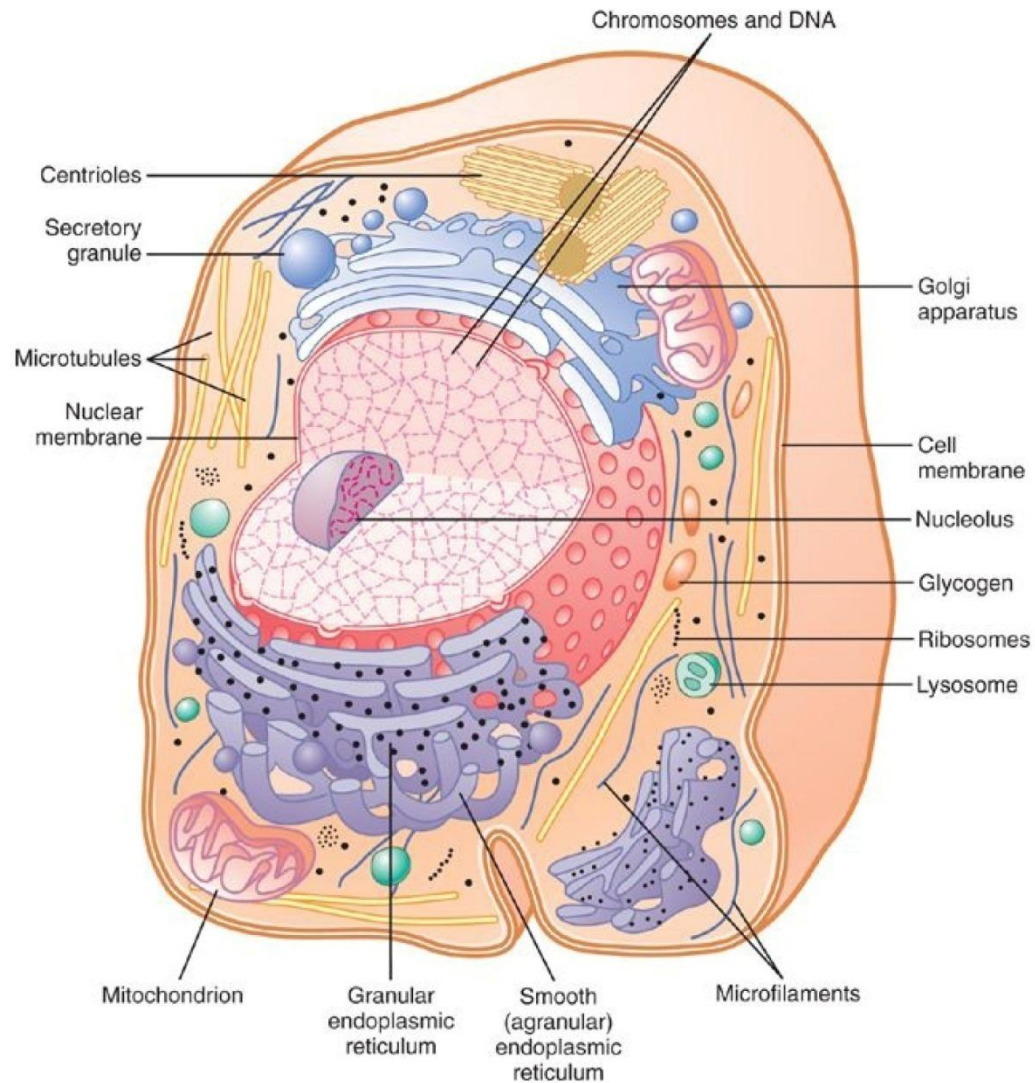


Fyziologie buňky



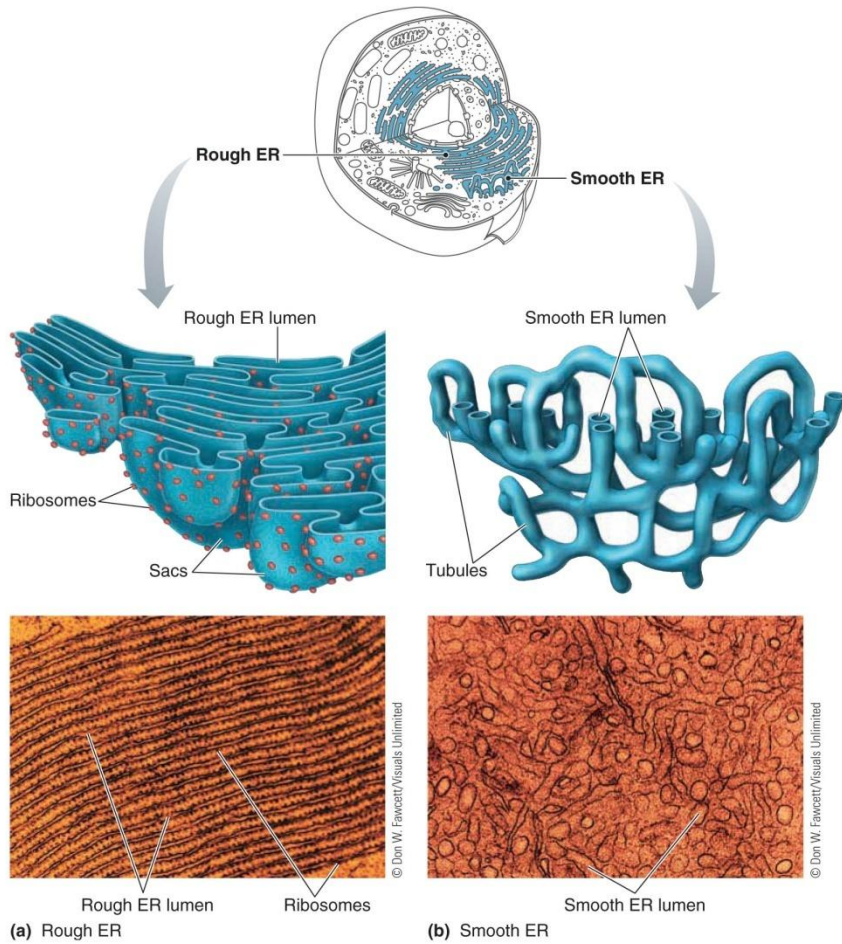
Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

Figure 2-2 Reconstruction of a typical cell, showing the internal organelles in the cytoplasm and in the nucleus.

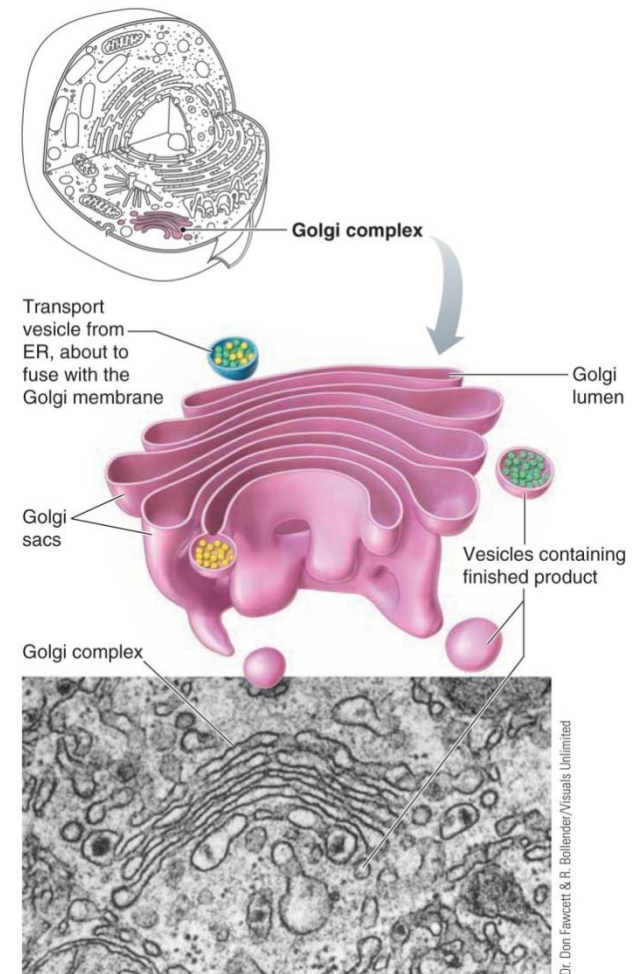
- Jádro – obsahuje genetickou informaci – DNA
- Cytoplasma
- Buněčná membrána

Organely I

- Ribosom – význam v proteosyntéze – volně v cytoplasmě nebo vázaný na ER
- Endoplasmatické retikulum – hladké (syntéza lipidů), drsné (vazba ribosomů, proteosyntéza)
- Golgiho aparát (biochemické reakce, např. tvorba glykoproteinů – vazba sacharidové složky na bílkovinu)
- Lyzom – hydrolytické enzymy („trávení“)
- Peroxysom – oxydační enzymy



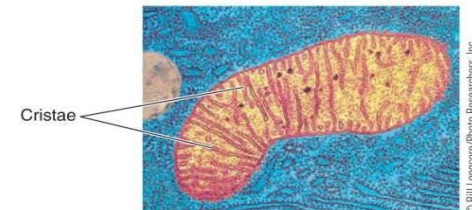
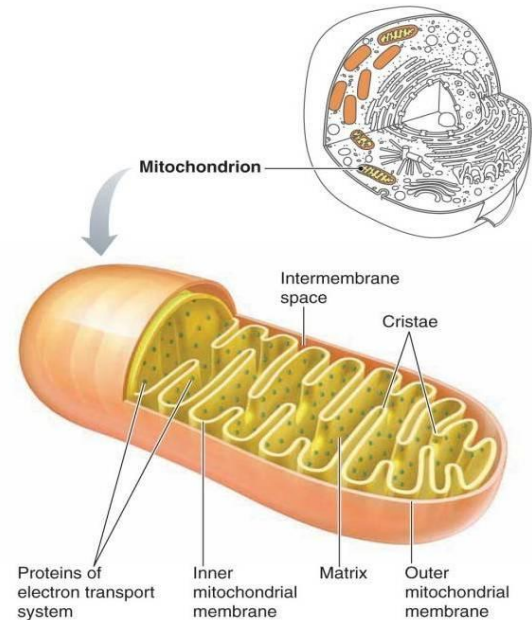
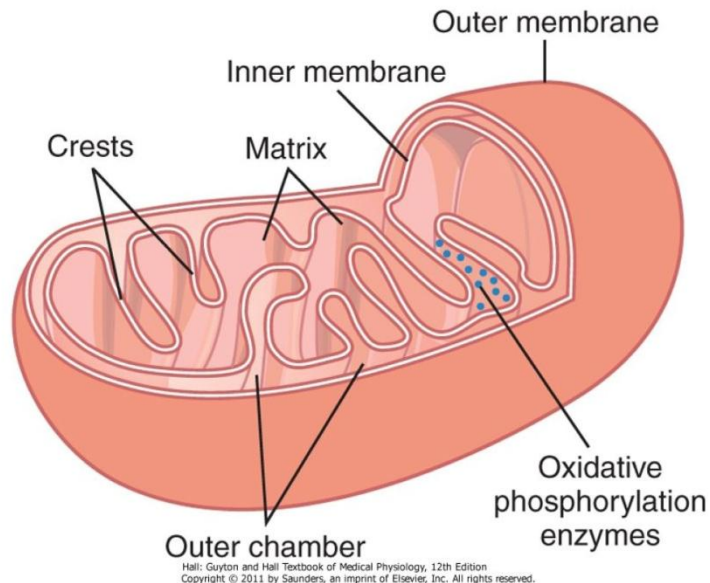
Endoplasmatické retikulum



Golgiho aparát

Organelly II

- Mitochondrie – energetické centrum, oxidace, vzniklá energie ukládána ve formě chemické vazby v ATP – **adenosintrifosfát**.
Spotřeba O_2 a energetického substrátu, vzniká CO_2 a H_2O

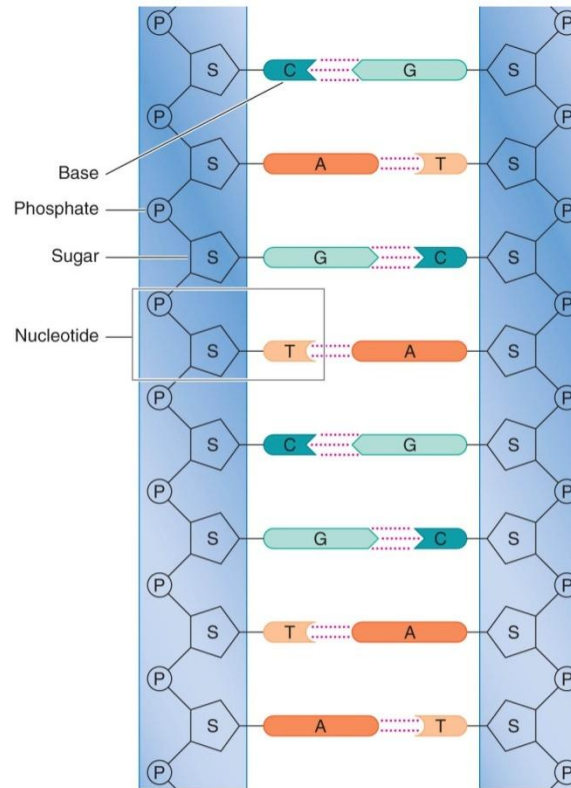


• DNA =

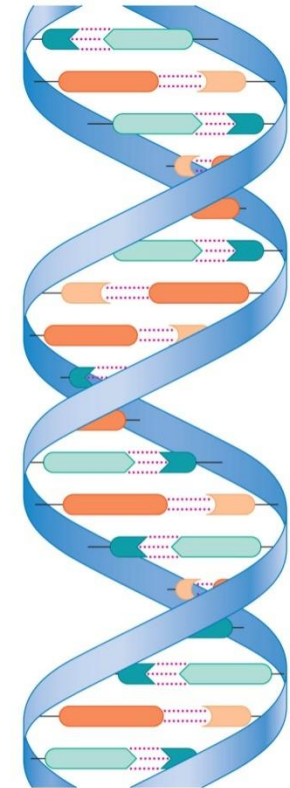
Kyselina

deoxyribonukleová

- „receptář“, návod pro výrobu bílkovin
- Dvoušroubovice, komplementární vlákna (pozitiv + negativ)



(a) Polynucleotide strands held together by weak bonds between complementary bases



(b) DNA molecule showing arrangement of polynucleotide strands

KEY

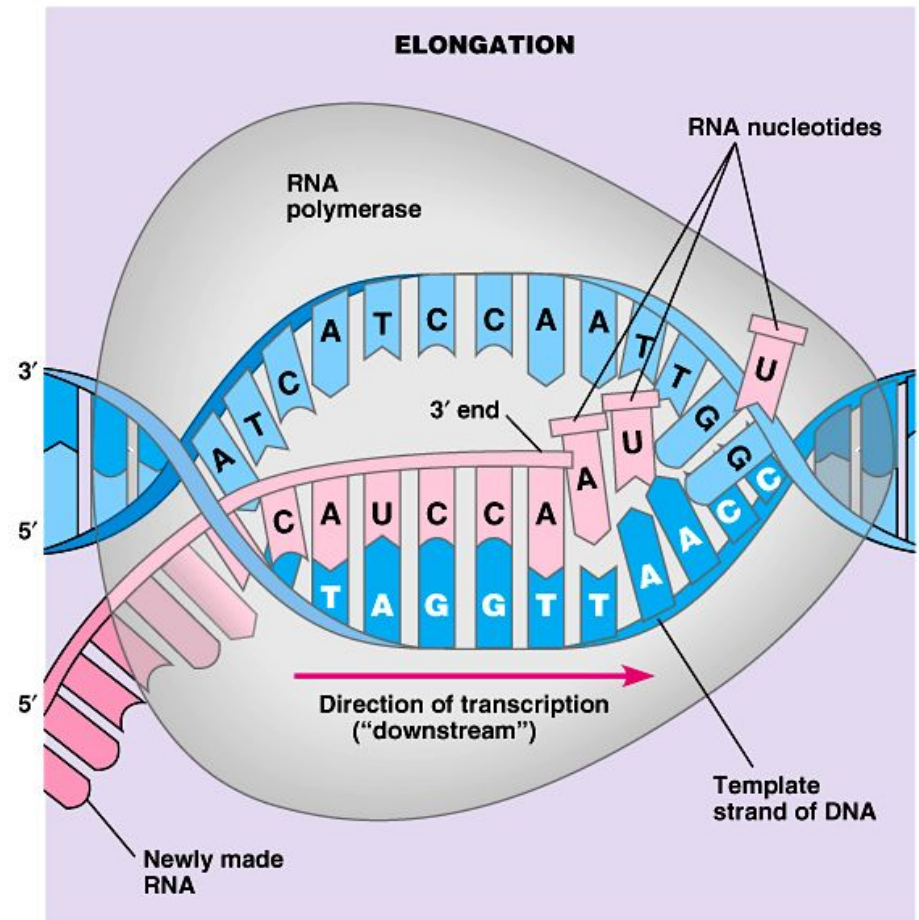
A = Adenine	G = Guanine	= Sugar-phosphate backbone
T = Thymine	C = Cytosine	= Hydrogen bonds

Genetický kód

- Baze – adenosin, guanosin, cytidin, thymidin
- Doplnují se v komplementárním vlákně: A-T, C-G
- Trojice bazí určuje aminokyselinu v bílkovinném řetězci
- Počet možností $3^4 = 81$ x 20 aminokyselin – stejná AK může být kódována několika způsoby

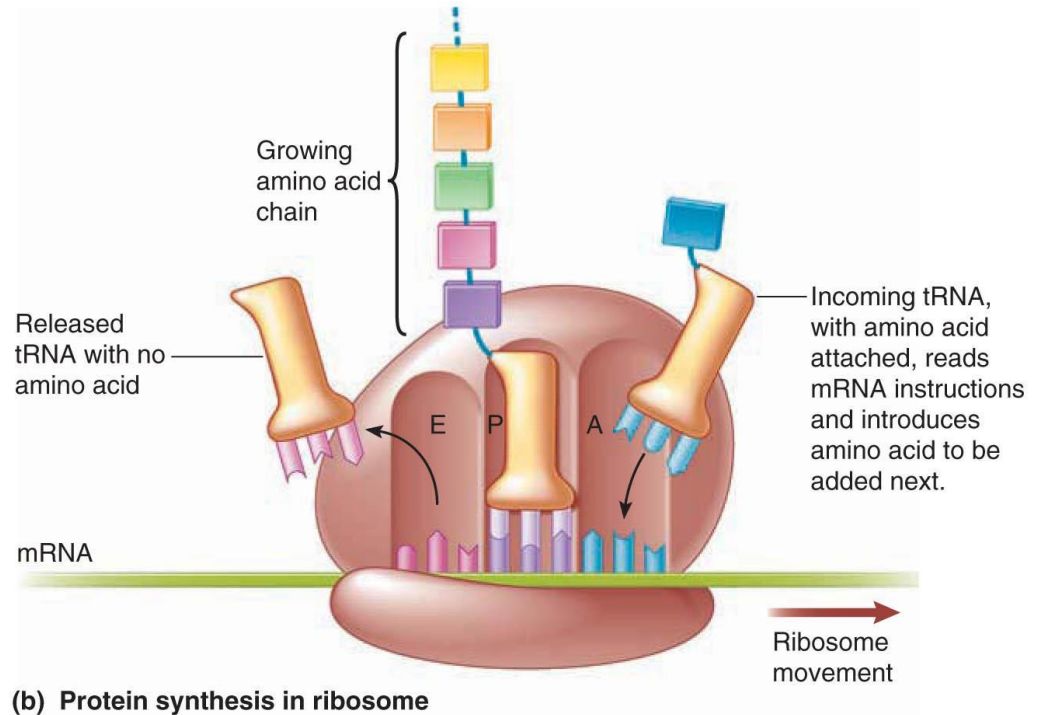
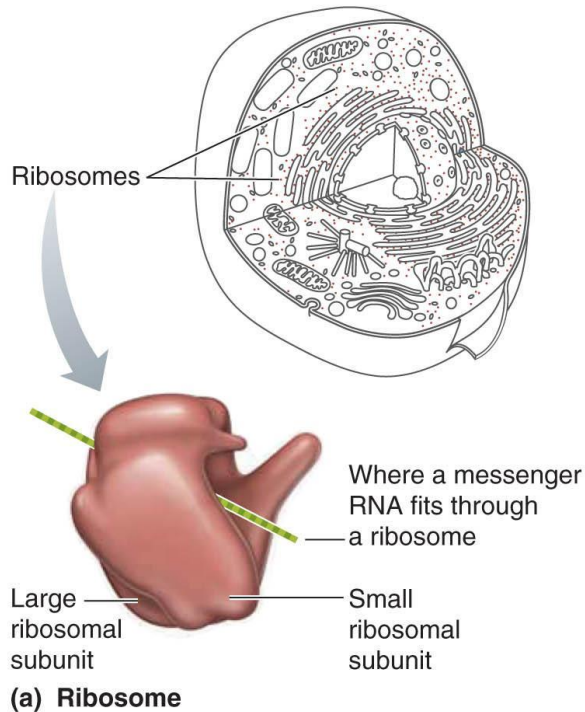
RNA – kyselina ribonukleová

- Jednovláknová molekula, odlišnost v bazích (uracil místo thymidinu)
- Přepis z DNA – **transkripce**
- RNA opouští jádro, na ribosomu se stává „návodem“ pro sestavení bílkoviny



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

Proteosyntéza



Podle receptu v RNA se na ribozómech sestavuje protein (bílkovina) tvořený řetězcem aminokyselin – **translace**. Výsledný řetězec může být dále upravován (např. připojení sacharidů).

Proteiny

- Pořadí aminokyselin (recept v DNA) určuje výslednou prostorovou strukturu bílkoviny, možnost konformačních změn, funkci
- Strukturální x funkční bílkoviny
- Příklady funkce – enzym (katalyzátor chemické reakce), receptor, membránový kanál, transportér
- Struktura bílkoviny určuje např. i její umístění v buněčné membráně
- Zachování funkčnosti bílkovin vyžaduje stabilní fyzikálně-chemické prostředí (teplota, osmolarita, pH...)!!!
- Bílkoviny určené k sekreci mimo buňku – syntéza na drsném ER, intracelulární bílkoviny – syntéza na volných ribosomech

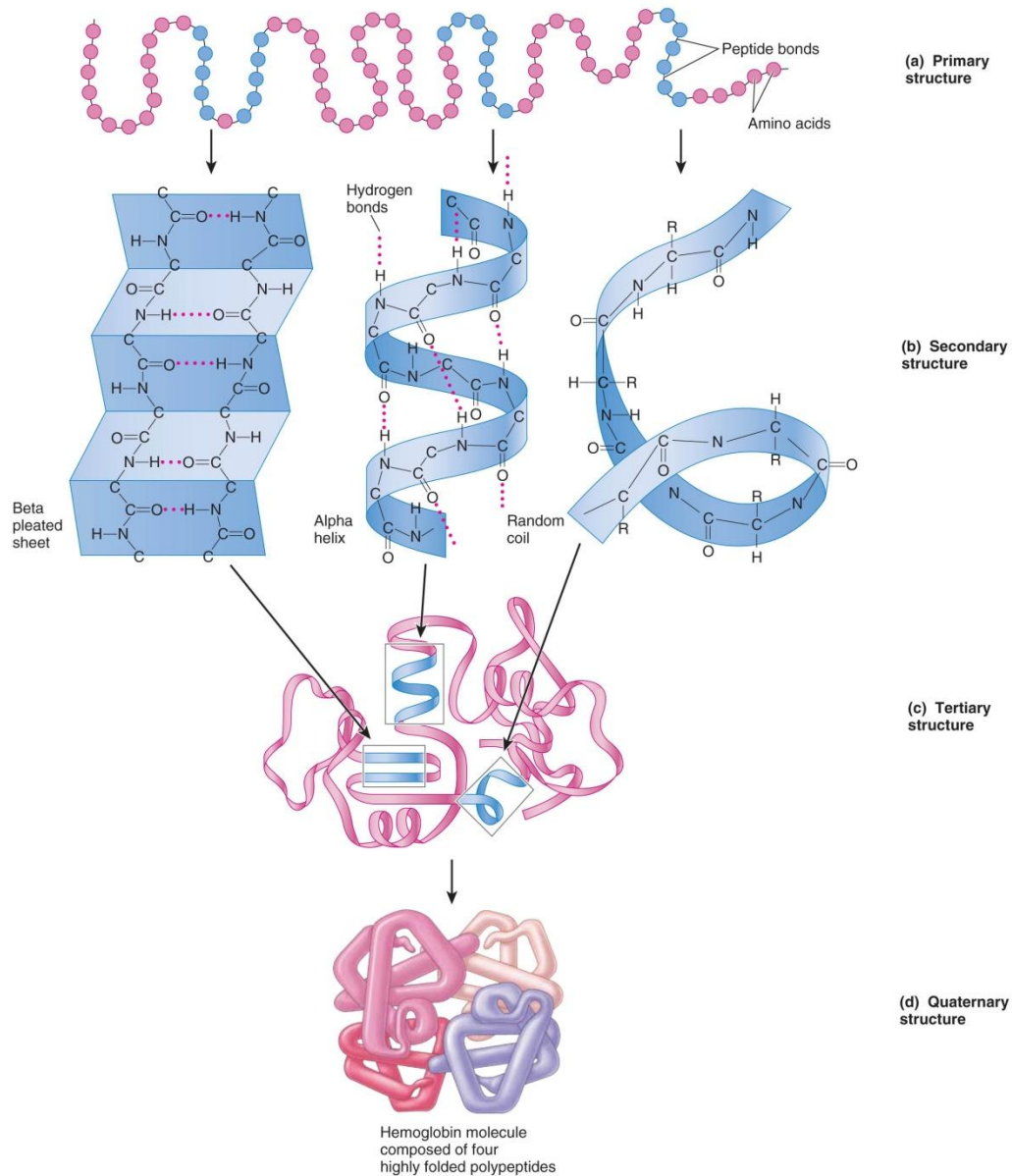
Struktura bílkoviny

Primární

Sekundární

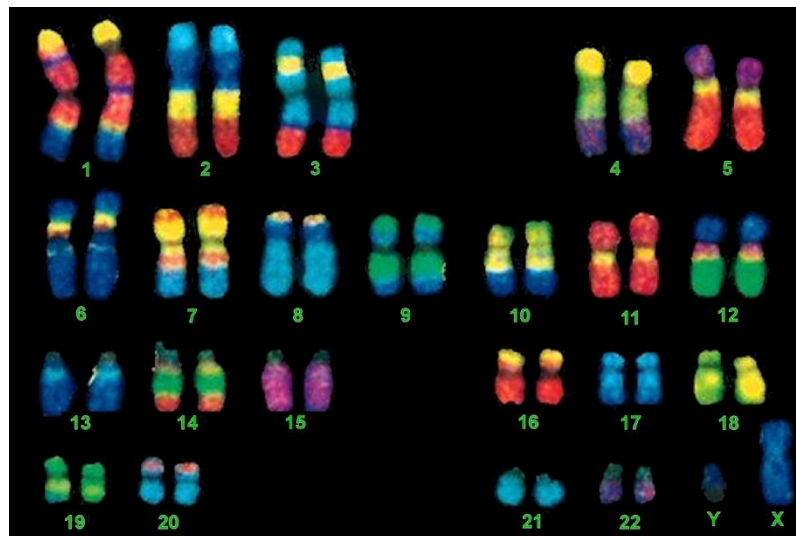
Terciální

Kvartérní



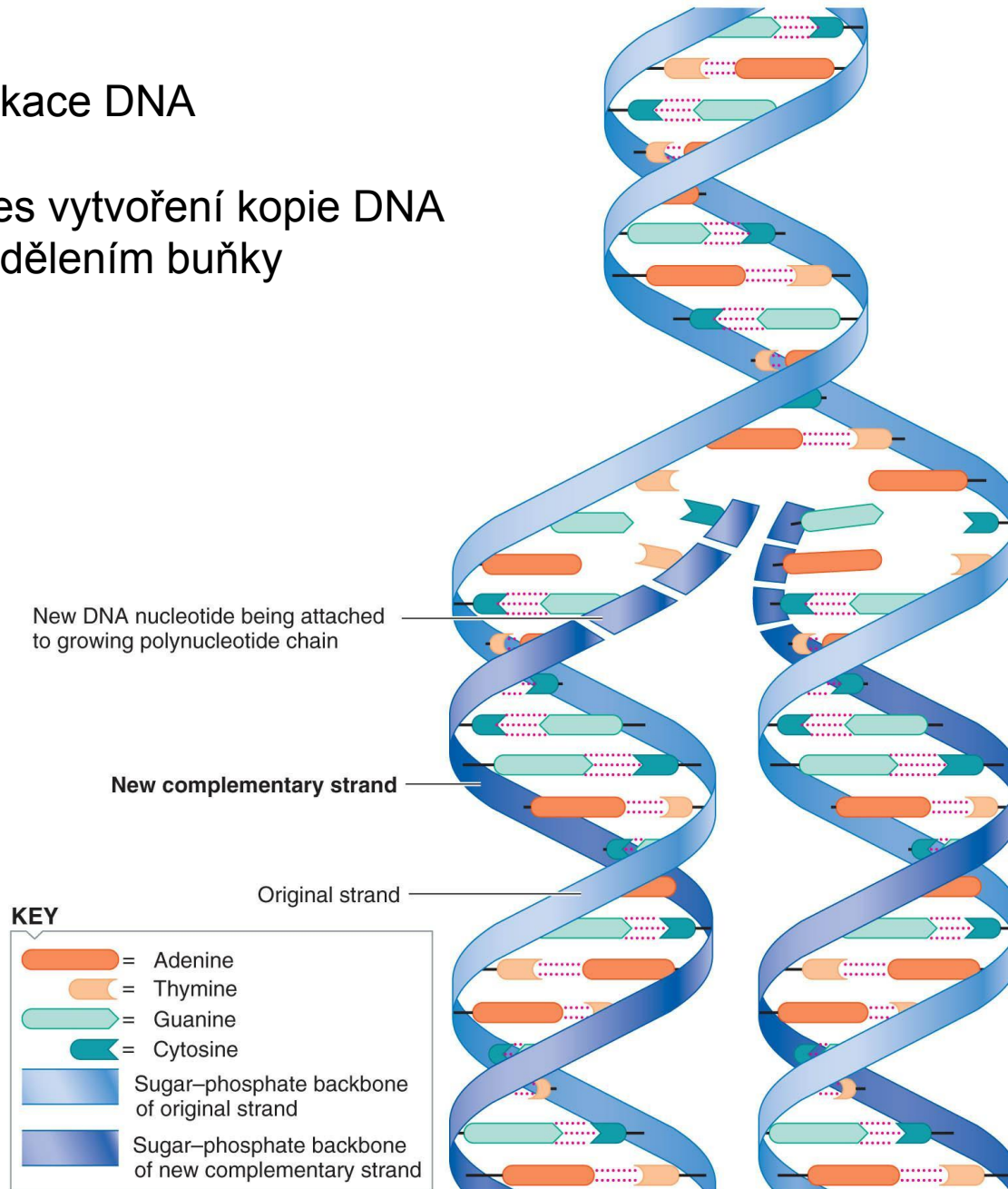
Dělení buněk

- Nutné zdvojnásobení genetické informace (DNA)
- V průběhu dělení DNA v jádře kondenzuje do formy chromozomů
- U člověka 46 chromozomů (2x22, pohlavní chromozomy X, Y)
- Mitóza – obvyklé dělení
- Meióza – tvorba pohlavních buněk, poloviční počet chromozomů (tj. 23)



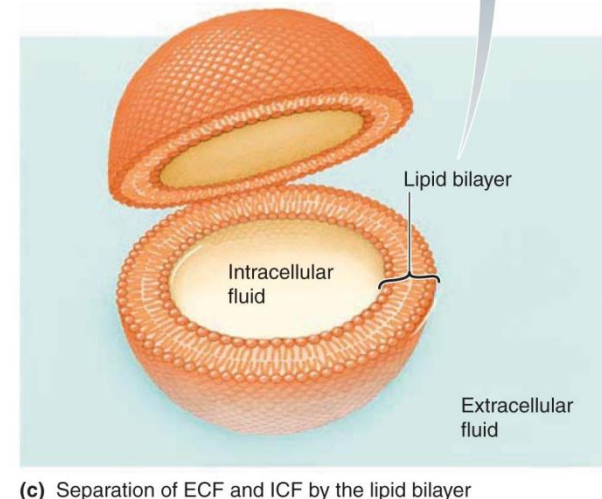
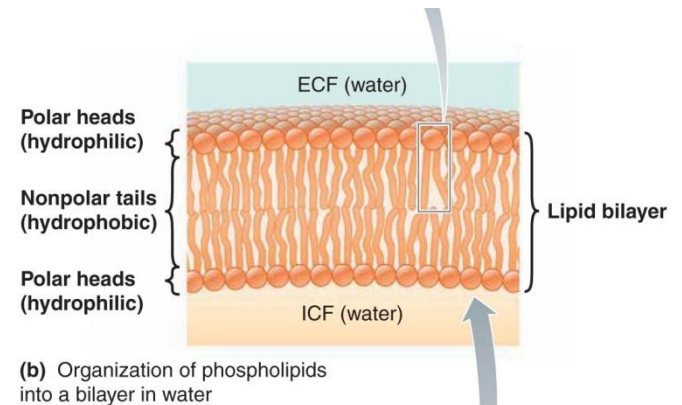
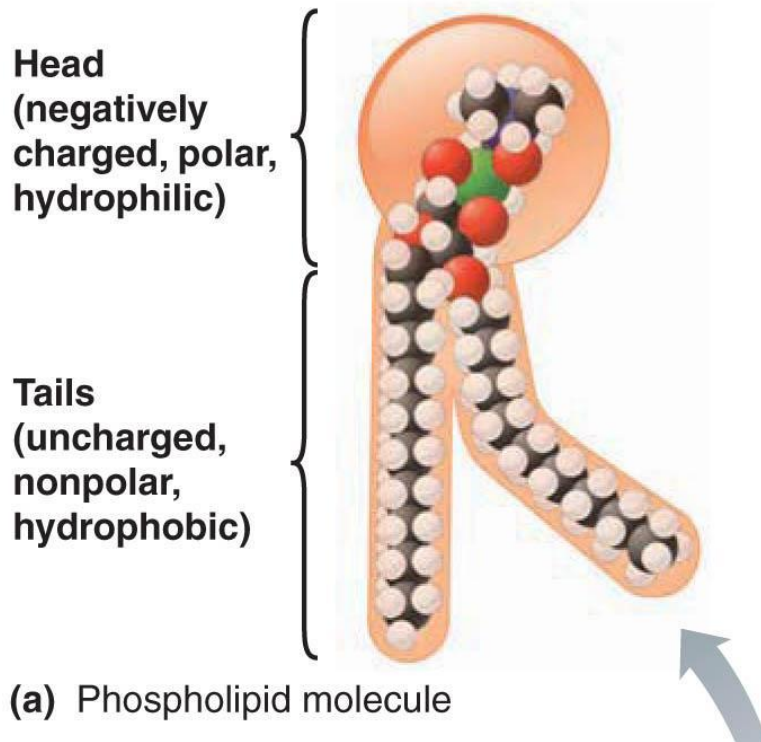
Replikace DNA

Proces vytvoření kopie DNA
před dělením buňky



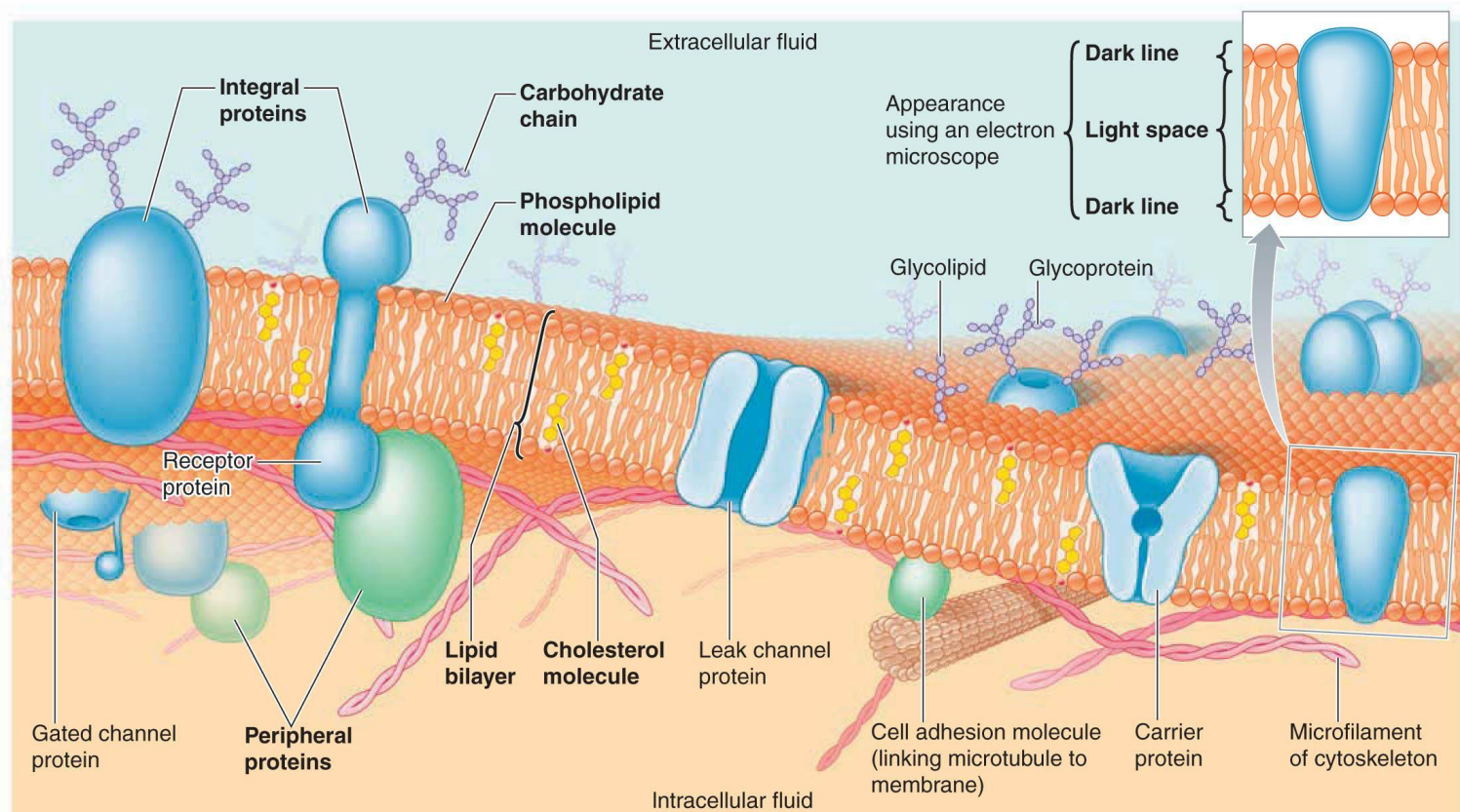
Buněčná membrána I

- Lipidová dvojvrstva (převážně fosfolipidy – hydrofobní konce uvnitř membrány, hydrofilní vně ve vodním prostředí), cholesterol



Buněčná membrána II

- Proteiny integrální (procházejí celou lipidovou dvojvrstvou) a periferní
- Funkce – receptory, transportéry, kanály....

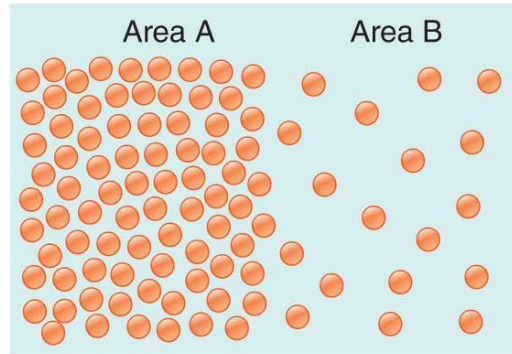


Buněčná membrána III

- Volně prostupná pro malé molekuly bez náboje (O_2 , CO_2)
- Relativně prostupná pro vodu
- Průchod ostatních látek membránou vyžaduje transportní mechanismus
- Obecně: transport po koncentračním spádu bez dodání energie, transport proti koncentračnímu spádu vyžaduje dodání energie

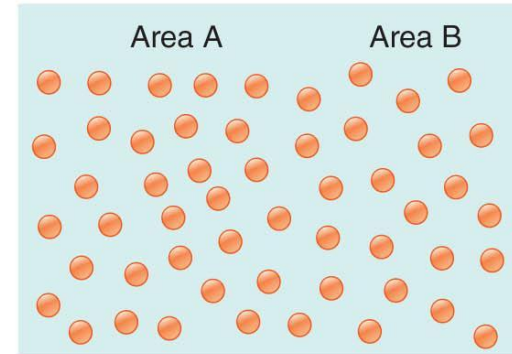
Transport - difúze

Přestup látky z místa o vyšší koncentraci do místa s nižší koncentrací



→ Diffusion from area A to area B
← Diffusion from area B to area A
→ Net diffusion

(a) Diffusion



→ Diffusion from area A to area B
← Diffusion from area B to area A
No net diffusion

(b) Dynamic equilibrium

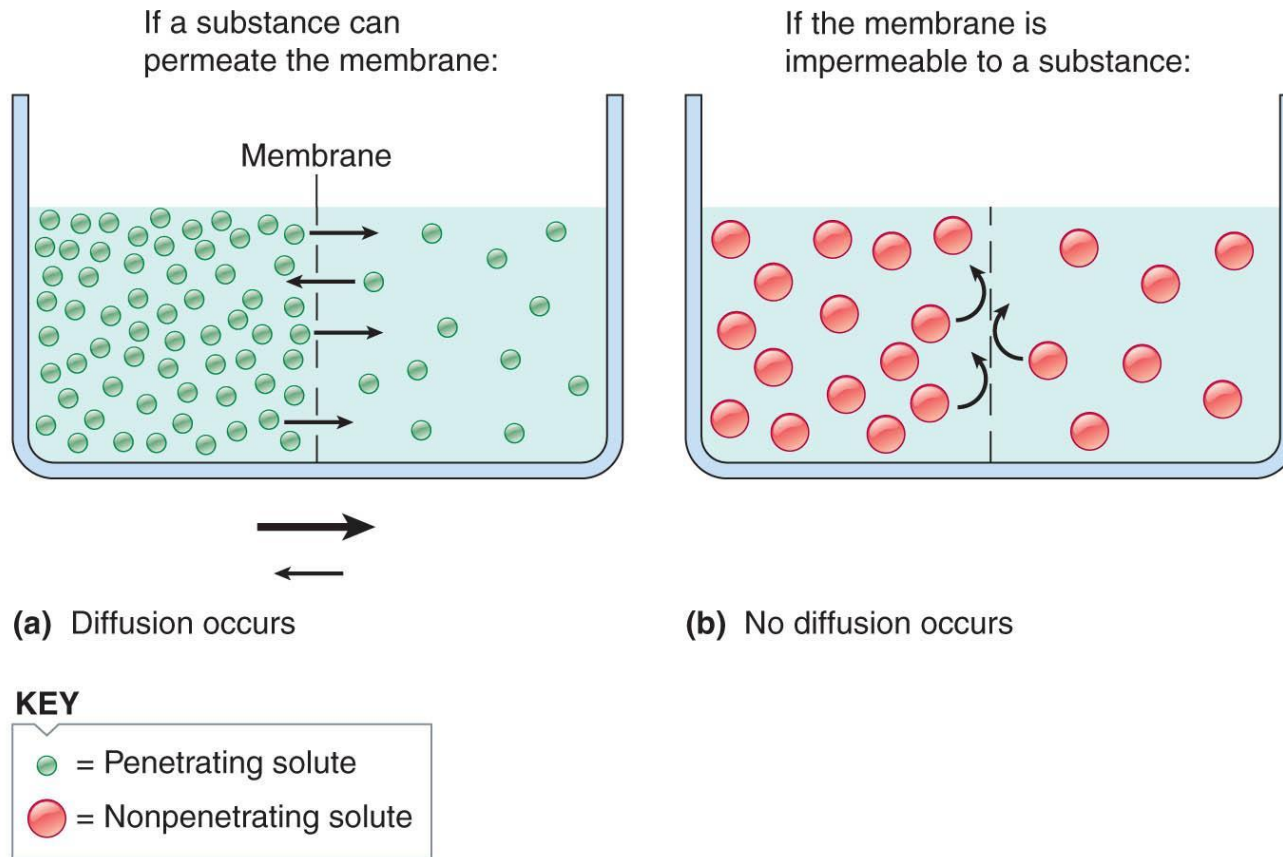
KEY

● = Solute molecule

Net diffusion = Diffusion from area A to area B minus diffusion from area B to area A

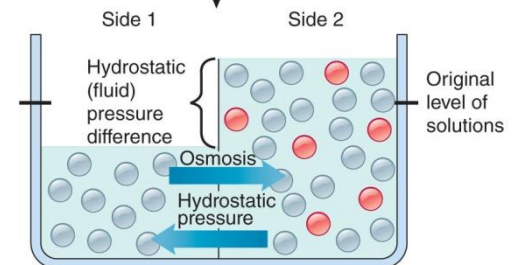
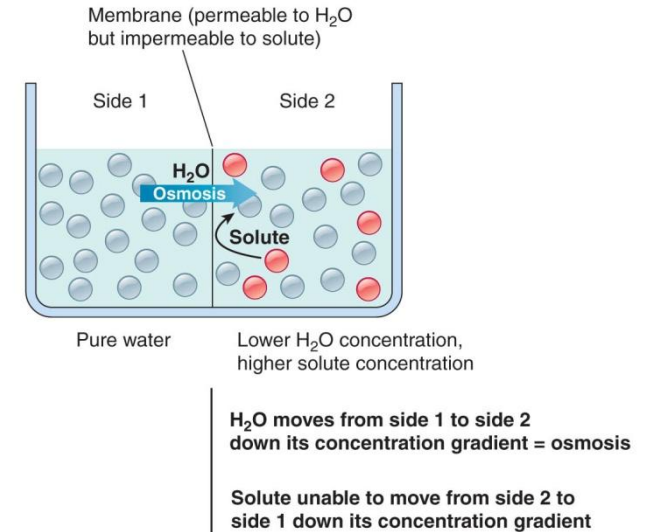
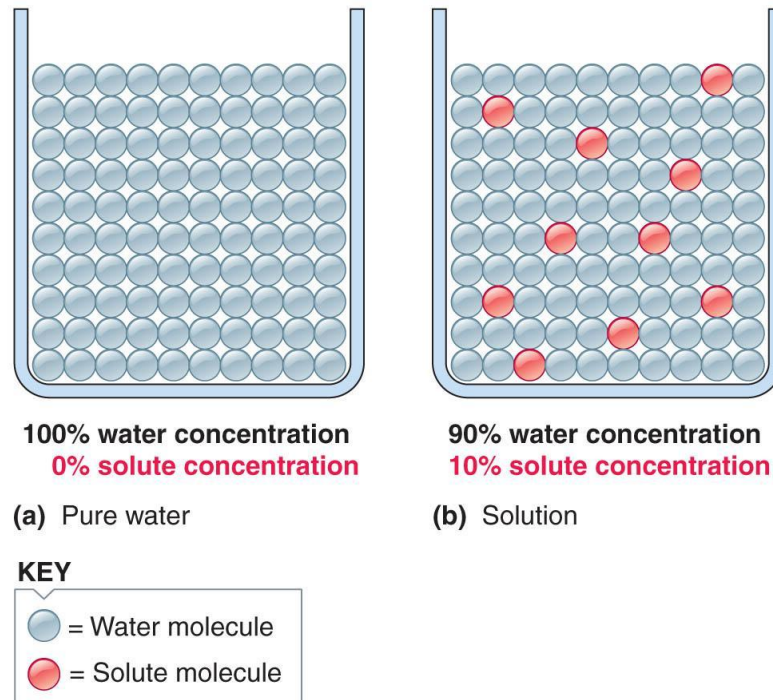
→ : Differences in arrow length, thickness, and direction represent the relative magnitude of molecular movement in a given direction.
←

Transport – difúze přes membránu

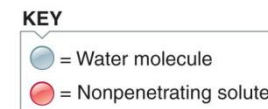


Permeabilita membrány

Osmóza, osmolarita, osmotický tlak



- Water concentrations not equal
- Solute concentrations not equal
- Tendency for water to diffuse by osmosis into side 2 is exactly balanced by opposing tendency for hydrostatic pressure difference to push water into side 1
- Osmosis ceases; dynamic equilibrium exists



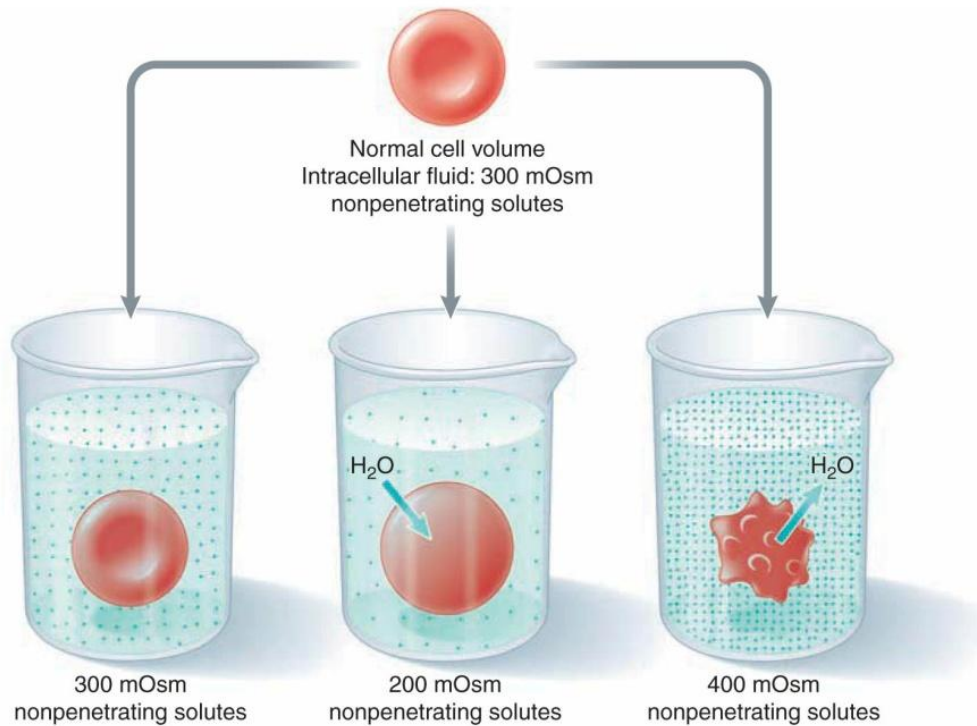
Osmotický tlak je dán počtem částic v roztoku

Roztok s vyšším osmotickým tlakem „přitahuje, nasává“ vodu přes polopropustnou membránu

V organismu – vyrovnání osmolarity přesunem vody

Osmolarita v organismu
cca 300mosmol/l

Fyziologický roztok je
isotonický



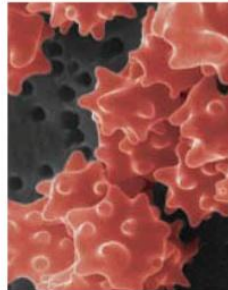
No net movement of
water; no change in
cell volume.

**(a) Isotonic
conditions**



Water diffuses into
cells; cells swell.

**(b) Hypotonic
conditions**

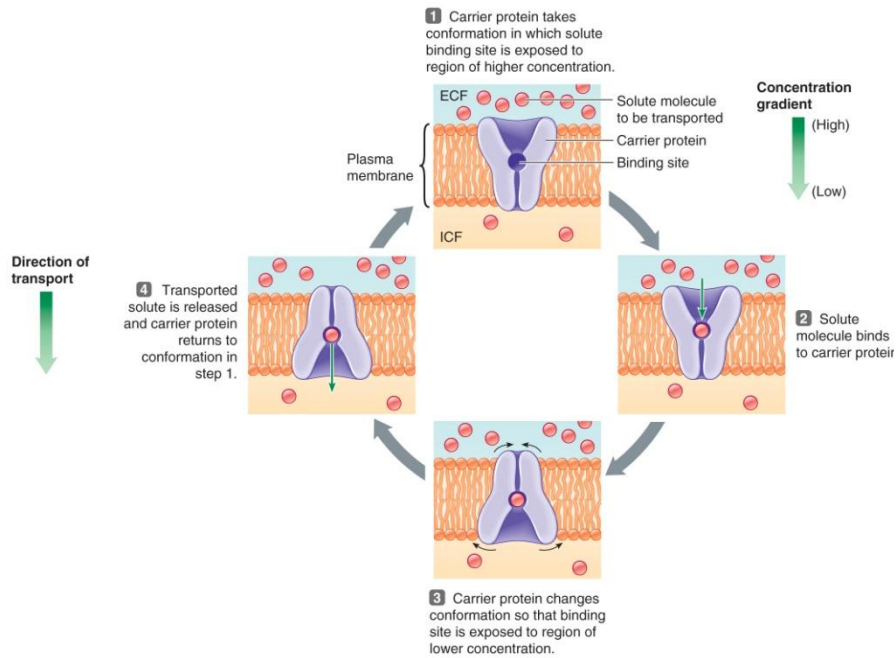


Water diffuses out of
cells; cells shrink.

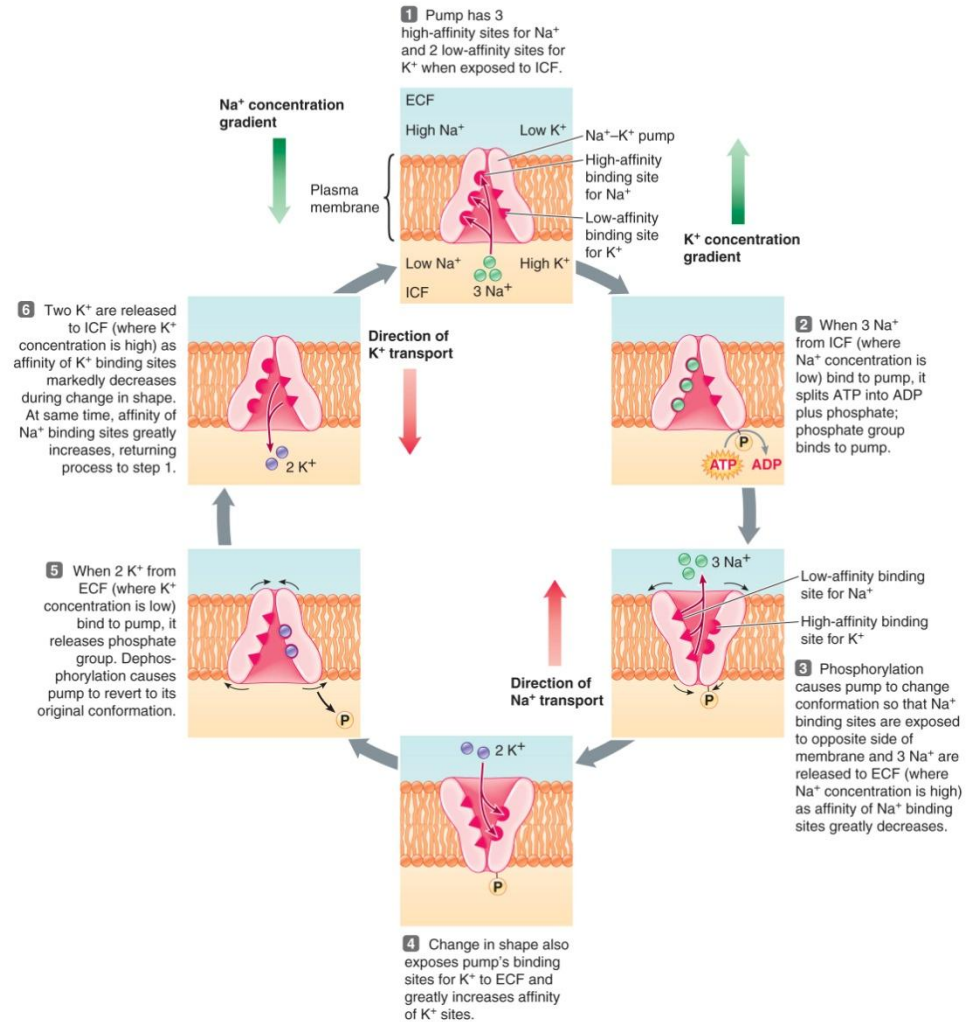
**(c) Hypertonic
conditions**

M. Sheetz, R. Painter, & S. Singer. *Journal of
Cell Biology*, 70:493, 1976. By permission of
Rockefeller University Press.

Pasivní a aktivní transport



transport po koncentračním spádu
bez dodání energie

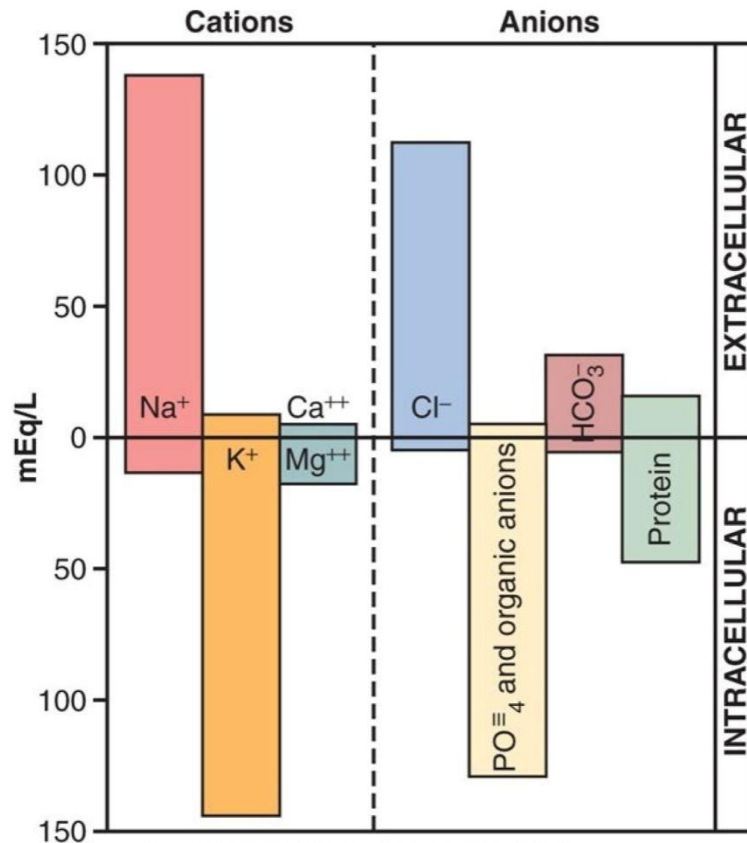


transport proti koncentračnímu spádu
nutné dodání energie (ATP)

Děje na buněčné membráně

Složení tělních tekutin

page 288



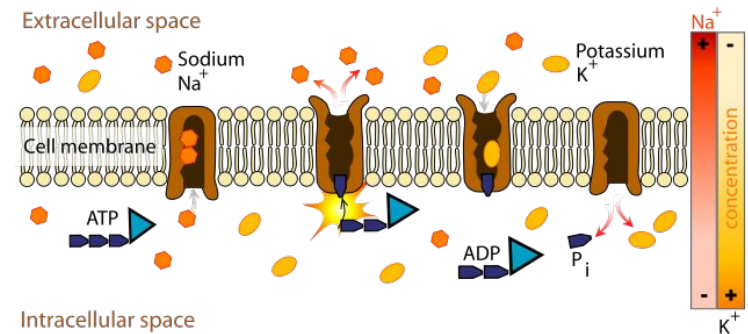
Hall: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

Figure 25-2 Major cations and anions of the intracellular and extracellular fluids. The concentrations of Ca^{++} and Mg^{++} represent the sum of these two ions. The concentrations shown represent the total of free ions and complexed ions.

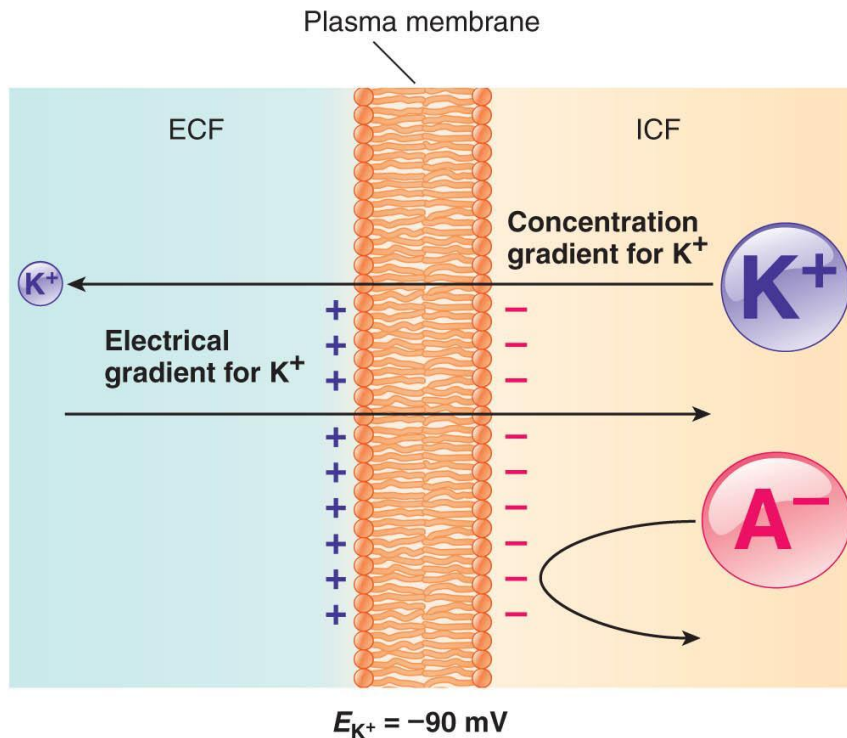
ECT hlavní kation Na^+ ,
hlavní anion Cl^-

ICT hlavní kation K^+ ,
anionty směs fosfátů,
organických aniontů a
proteinů

Na-K-ATPáza!!!



Elektrochemický gradient K^+



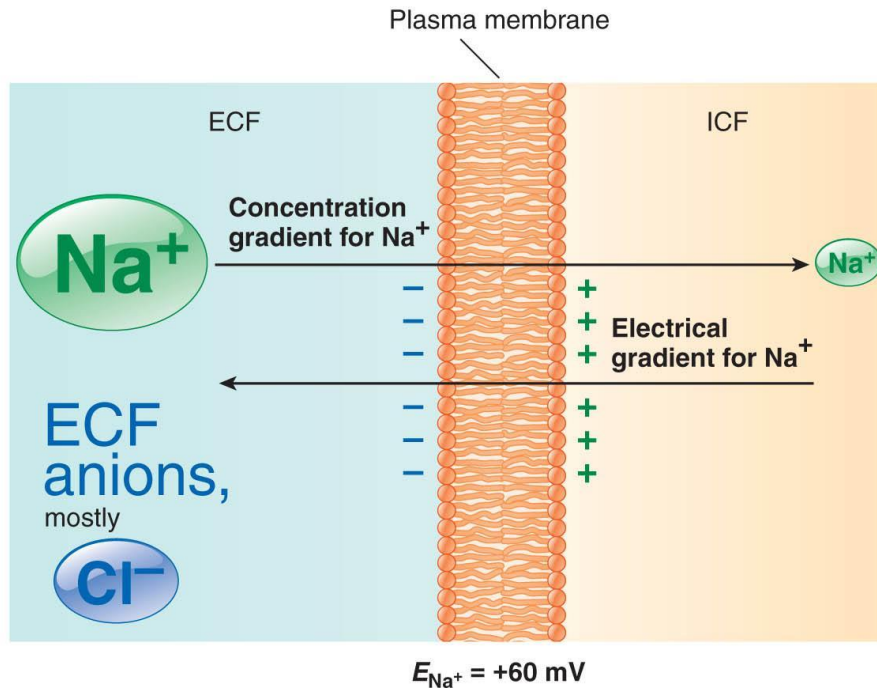
- 1 The concentration gradient for K^+ tends to move this ion out of the cell.
- 2 The outside of the cell becomes more positive as K^+ ions move to the outside down their concentration gradient.
- 3 The membrane is impermeable to the large intracellular protein anion (A^-). The inside of the cell becomes more negative as K^+ ions move out, leaving behind A^- .
- 4 The resulting electrical gradient tends to move K^+ into the cell.
- 5 No further net movement of K^+ occurs when the inward electrical gradient exactly counterbalances the outward concentration gradient. The membrane potential at this equilibrium point is the equilibrium potential for K^+ (E_{K^+}) at -90 mV .

K^+ po koncentračním spádu uniká z buňky

Buněčná membrána je nepropustná pro nitrobuněčné anionty

Hromadění + nábojů vně buňky zastaví další únik K^+ z buňky a ustaví se rovnovážný stav – vnitřek buňky negativní, vnějšek pozitivní

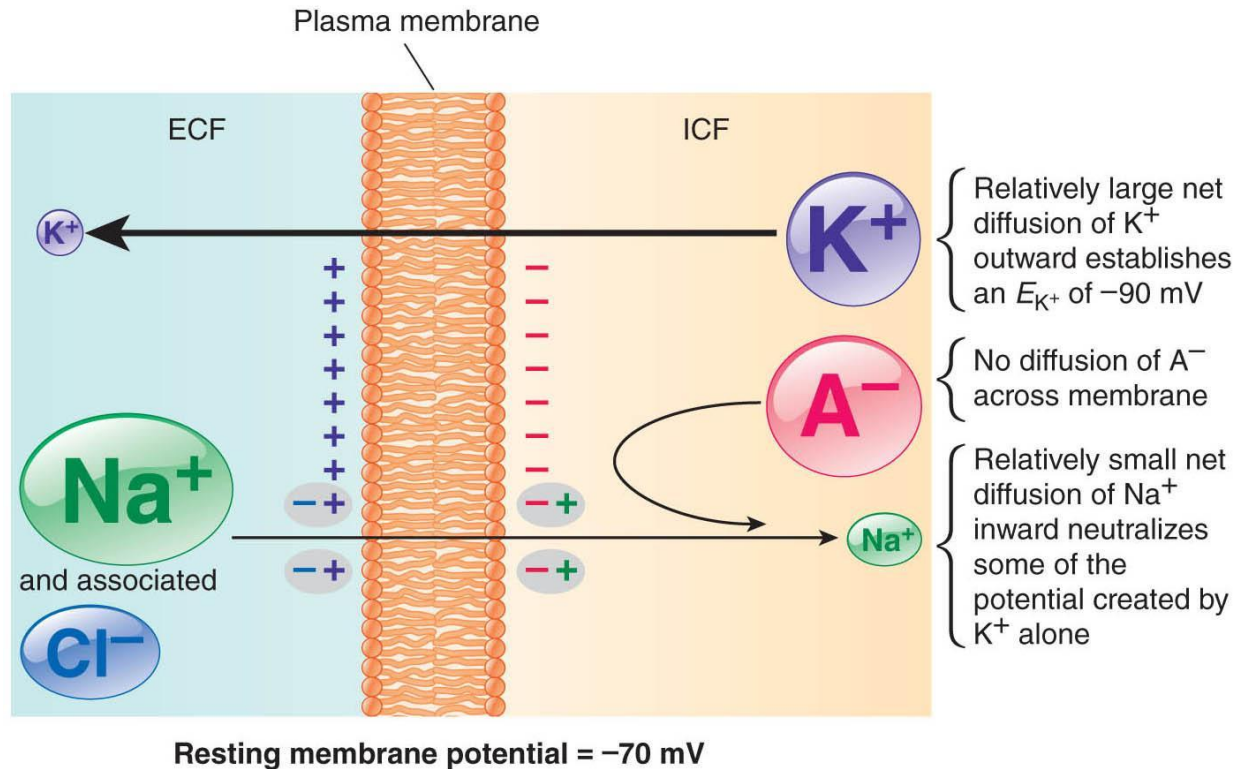
Elektrochemický gradient Na^+



- 1 The concentration gradient for Na^+ tends to move this ion into the cell.
- 2 The inside of the cell becomes more positive as Na^+ ions move to the inside down their concentration gradient.
- 3 The outside becomes more negative as Na^+ ions move in, leaving behind in the ECF unbalanced negatively charged ions, mostly Cl^- .
- 4 The resulting electrical gradient tends to move Na^+ out of the cell.
- 5 No further net movement of Na^+ occurs when the outward electrical gradient exactly counterbalances the inward concentration gradient. The membrane potential at this equilibrium point is the equilibrium potential for Na^+ (E_{Na^+}) at +60 mV.

Podobně – pokud by byla membrána prostupná pouze pro Na^+ , byl by vnitřek buňky pozitivní, vnějšek negativní

Klidový membránový potenciál

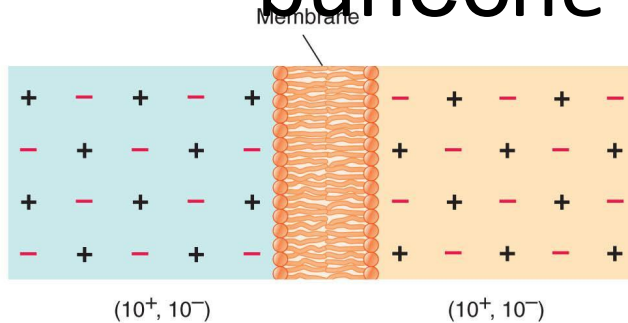


Vlastnost všech buněk – důsledek nerovnoměrného rozložení iontů mezi extracelulární a intracelulární tekutinou, membrána je obecně podstatně méně propustná pro Na^+ **Na povrchu buňky kladné náboje, vnitřek negativní**

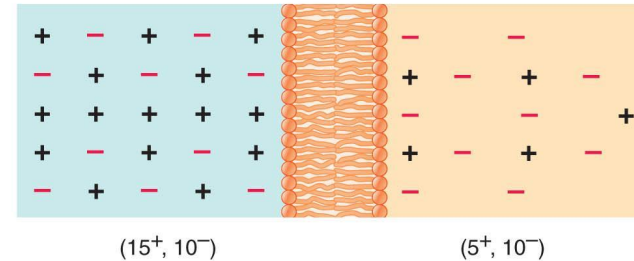
Vznik klidového membránového potenciálu

- Soli ve vodném prostředí disociují na ionty
$$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ (\text{kation}) + \text{Cl}^- (\text{anion})$$
- Anionty v buňce pevně vázány, velké molekuly
- K^+ (podstatně vyšší koncentrace v buňce) může omezeně procházet membránovými kanály – ve směru koncentračního spádu (difúze) x vně buňky se hromadí kladné náboje, vzájemně se odpuzují a výstup K^+ se zastaví
- Pro Na^+ (podstatně vyšší koncentrace vně buňky) je membrána výrazně hůře propustná, pro Cl^- tvoří bariéru již vytvořený přebytek aniontů v buňce
- Na-K-ATPáza čerpá 3 Na^+ z buňky výměnou za 2 K^+ do buňky
- Výsledný stav – vně membrány + náboje, uvnitř membrány - náboje – polarizace membrány (týká se všech buněk)

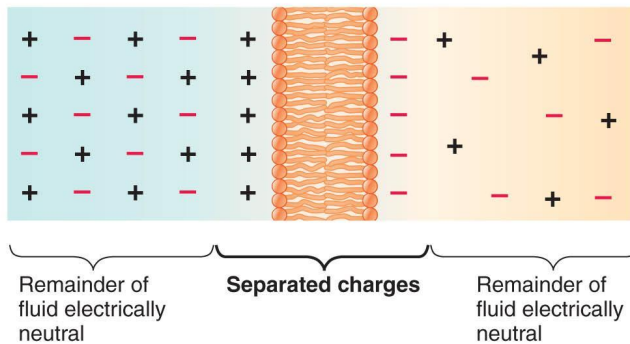
Kladné a záporné náboje se hromadí podél buněčné membrány



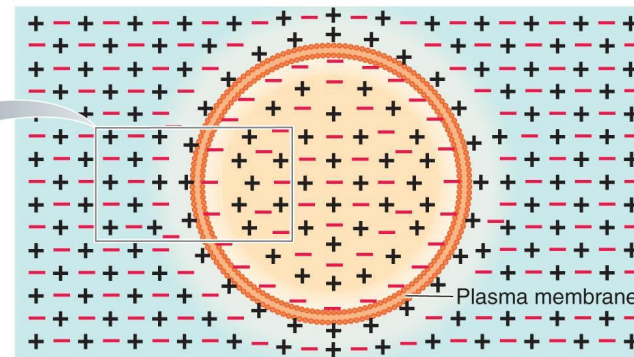
(a) Membrane has no potential



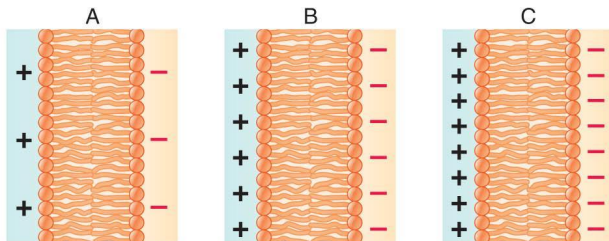
(b) Membrane has potential



(c) Separated charges responsible for potential



(d) Separated charges forming a layer along plasma membrane

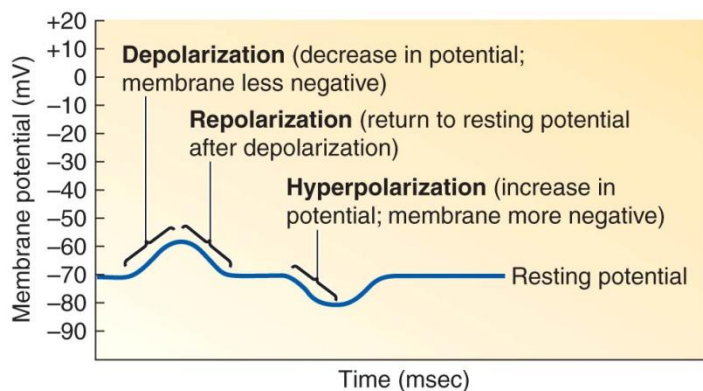


(e) Magnitude of potential: membrane B has more potential than membrane A and less potential than membrane C

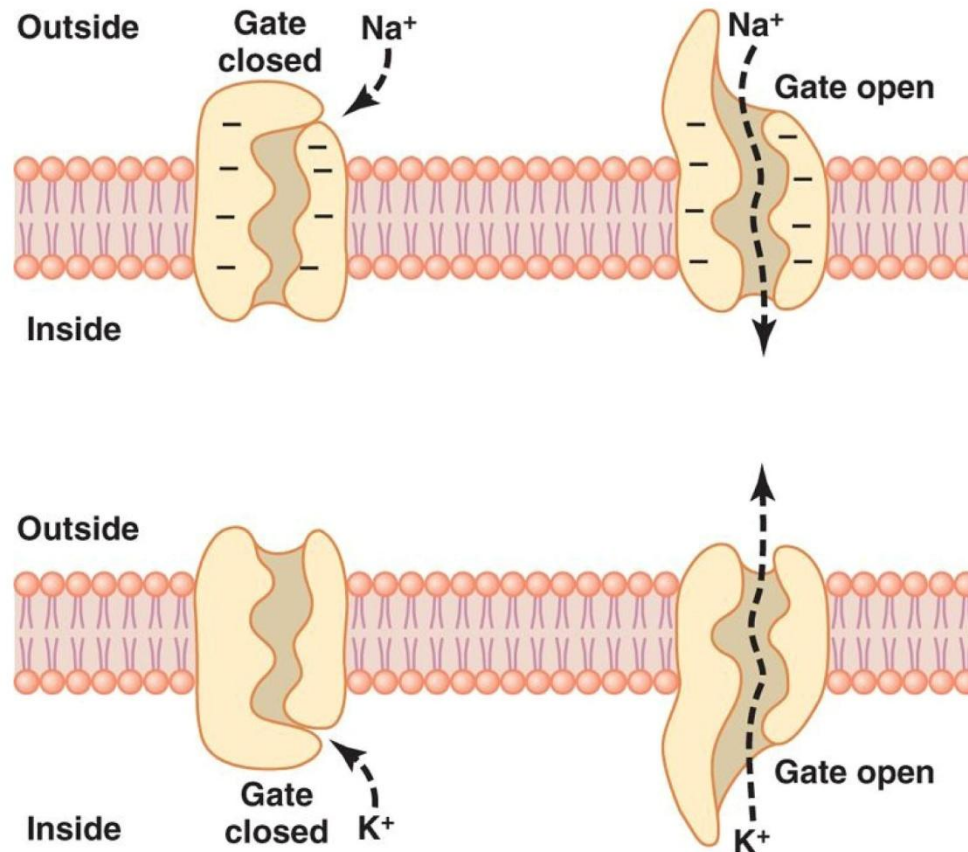
Membránové iontové kanály

- Klidový membránový potenciál je dán rozdílem v koncentracích iontů v ECT a ICT a vlastnostmi buněčné membrány
- Membránový potenciál se – v určitých buňkách - může měnit v důsledku změn propustnosti membrány pro různé ionty
- Např. zvýšení propustnosti membrány pro K – vystoupí více K iontů - **hyperpolarizace** (potenciál se zvýší)

zvýšení propustnosti pro Na – vstoupí více Na iontů – **depolarizace** (potenciál se sníží)



- Změny propustnosti membrány pro ionty jsou zprostředkovány **iontovými kanály** (bílkoviny procházející buněčnou membránou) – mohou reagovat na určitý podnět (smyslové orgány, komunikace mezi buňkami...)

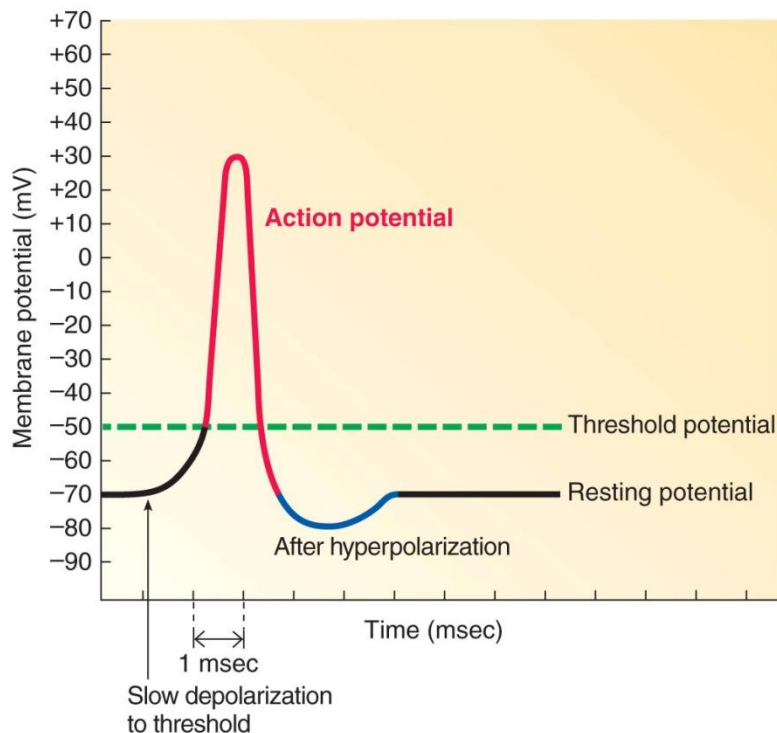


Iontové kanály II

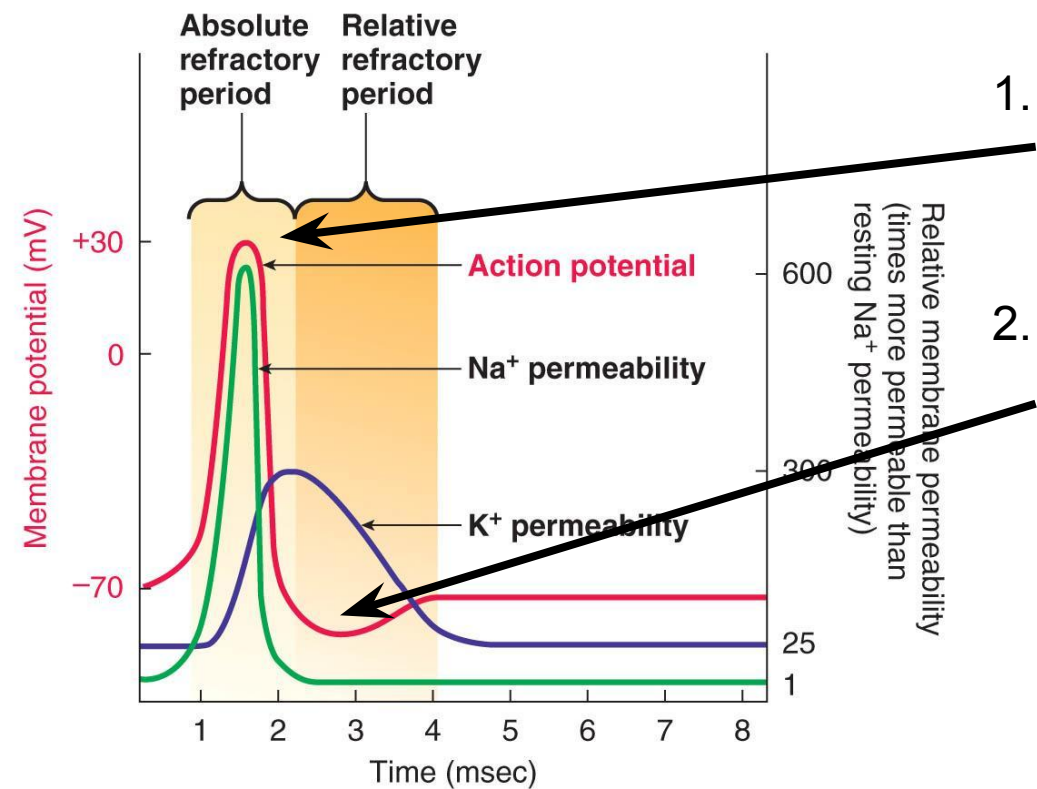
- Stále otevřené (Na^+ , K^+) – podílejí se na klidovém membránovém potenciálu
- Řízené napětím (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}) – po dosažení prahové hodnoty napětí membránového potenciálu spouští akční potenciál
- Řízené chemicky (spojeny s receptorem – např. postsynaptická membrána) vazba chemické látky na receptor vede ke změně prostupnosti kanálu, tím dojde ke změně membránového potenciálu
- Řízené mechanicky (např. smyslové buňky – vestibulární aparát)

Akční potenciál

- Vzrušivé buňky – svalová, nervová (přenos signálu)
- Dosáhne-li depolarizace membrány jakýmkoli způsobem k prahové hodnotě potenciálu (zde z -70 na -50mV), dojde k aktivaci napětím řízených iontových kanálů – nejprve otevření Na kanálů – vstup Na do buňky, poté otevření K kanálů, výstup K z buňky. Trvání v řádu ms.



Akční potenciál se šíří po celé buněčné membráně – např. vedení signálu nervovým vláknem



1. Během akčního potenciálu krátkodobě transpolarizace (povrch buňky negativní, vnitřek pozitivní)

2. Repolarizace „přestřeluje“, membrána krátkodobě hyperpolarizovaná, poté opět klidový potenciál

3. Během akčního potenciálu nejprve absolutní refrakterní perioda – žádným způsobem nelze vybudit další akční potenciál, Poté relativní refrakterní perioda – další akční potenciál se dá vybudit pouze silnějším podnětem, než obvykle

Shrnutí

- Nestejné složení extracelulární a intracelulární tekutiny a vlastnost buněčné membrány vedou ke vzniku **klidového membránového potenciálu** (hromadění kladných nábojů na povrchu buňky). Jde o vlastnost všech buněk
- Některé buňky (nervové, svalové) jsou schopny na elektrické, chemické či mechanické podněty reagovat změnami vlastností buněčné membrány a změnami v klidovém membránovém potenciálu (zvýšení potenciálu = **hyperpolarizace**, snížení = **depolarizace**. Tyto změny jsou zprostředkovány iontovými kanály
- Při dosažení určité úrovně depolarizace – **prahový potenciál** – dojde v těchto buňkách ke spuštění **akčního potenciálu**, který se rozšíří na celou buňku (krátkodobé přepólování buněčné membrány, na povrchu jsou přechodně záporné náboje)