

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

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

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)

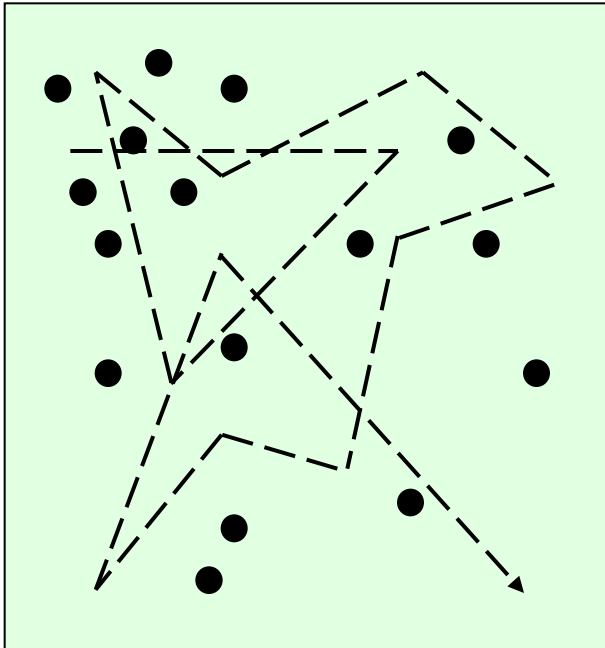
MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

Plazmatická membrána

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



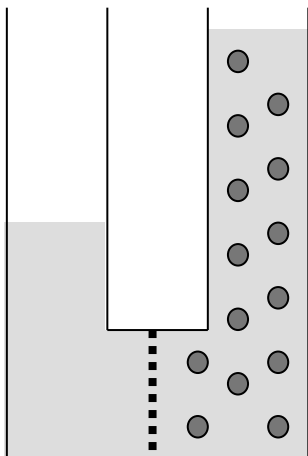
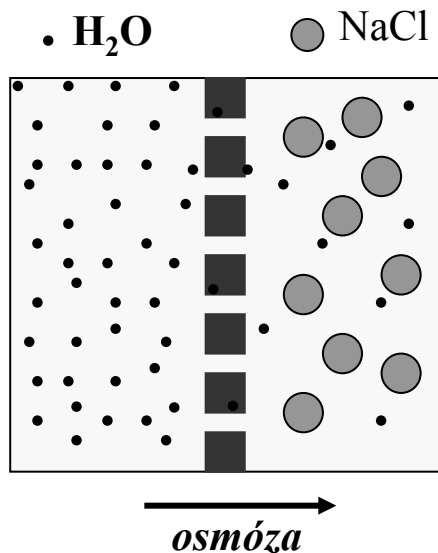
DIFUZE



- **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

Usnadněná (facilitovaná) difuze – regulovaný transport

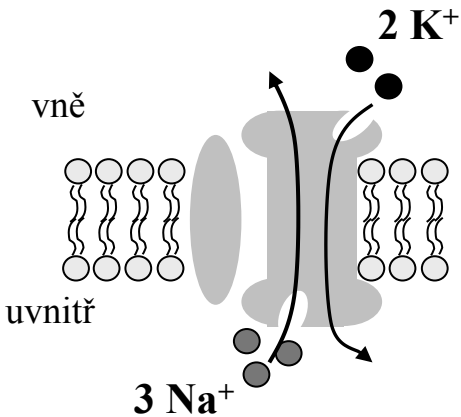
Transport zprostředkovaný proteiny plazmatické membrány

Nevyžaduje energii

Probíhá ve směru koncentračního gradientu, ale je možné ho regulovat množstvím přenašečů

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

Sekundárně aktivní transport – regulovaný transport

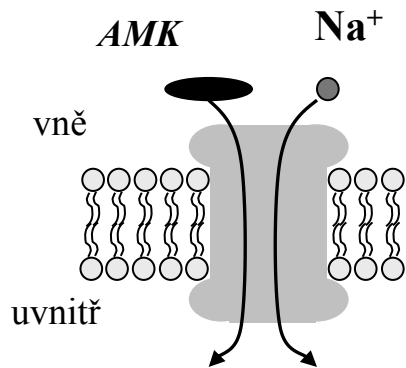
Vazebná afinita proteinu na vnitřní a vnější straně membrány se nemění fosforylací ale navázáním iontů (nejčastěji sodíkových).

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 – je nejčastěji používaný

MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT-aktivní

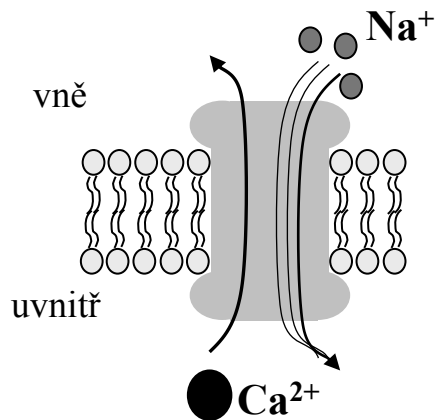
Sekundárně aktivní transport – regulovaný transport



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)

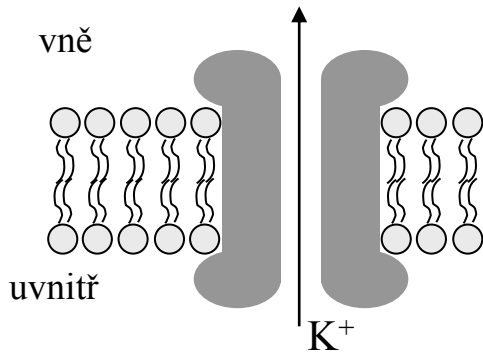
– spřažený transport látek opačným směrem

• *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 fyzikálními impulzy

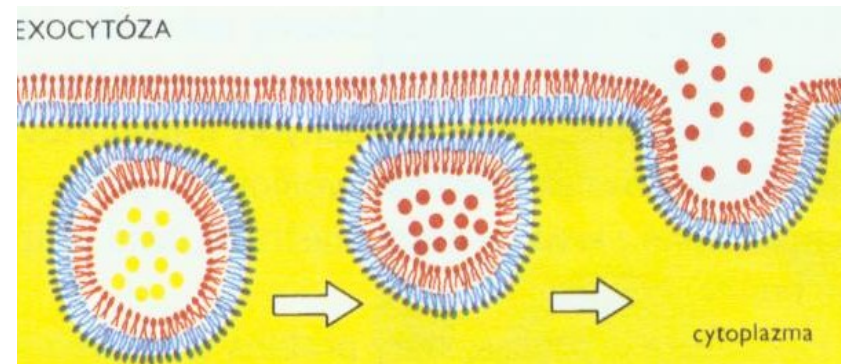
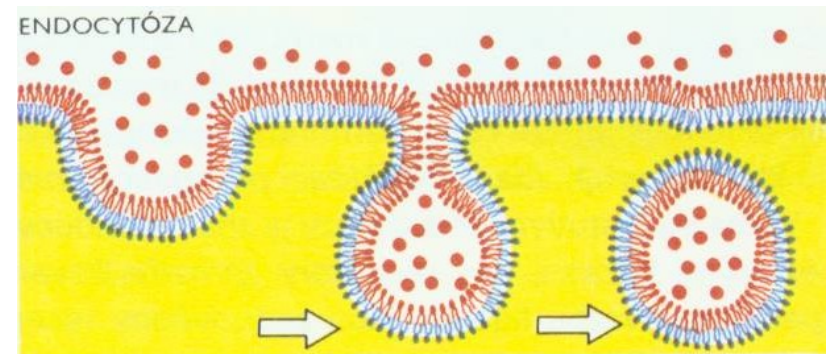
MEMBRÁNOVÝ TRANSPORT

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:

- ✓ rozdílné propustnosti buněčné membrány pro ionty sodíku (Na^+) a draslíku (K^+)
- ✓ přítomnosti sodíko-draslíkové pumpy v buněčných membránách, která toto nerovnoměrného rozložení iontů intracelulární a extracelulární tekutiny podporuje

Fenomény uplatňující se při klidovém membránovém potenciálu

- ✓ Malá propustnost (permeabilita) membrány pro Na^+
- ✓ Vysoká permeabilita membrány pro K^+
- ✓ Primárně aktivní transport: Na^+ ven z buňky a K^+ do buňky (dáno přítomností Na^+ - K^+ ATPázy, v poměru: 3 Na^+ ven / 2 K^+ dovnitř)
- ✓ **Uvnitř buňky zůstávají anionty bílkovin a fosfátů**

(díky tomu měříme elektrické napětí mezi vnějškem a vnitřkem buňky)

uzavíráme, že :

Buněčná membrána je v klidu

POLARIZOVÁNA

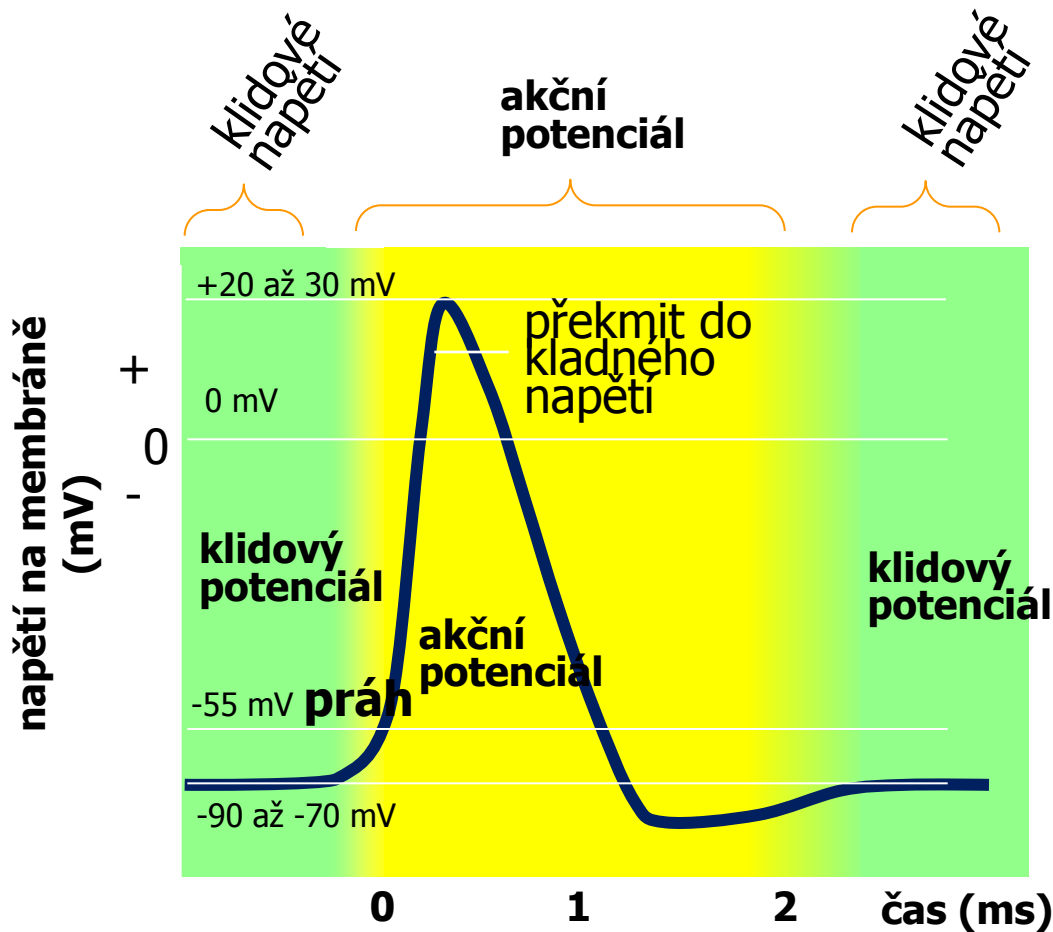
- Pro jednotlivé ionty jsme schopni vypočítat tzv. ROVNOVÁŽNÝ potenciál podle NERNSTOVY ROVNICE
- V této souvislosti se nejvíce mluví o draslíku, protože jeho rovnovážný potenciál se nejvíce blíží hodnotě klidového membránového potenciálu ($E_k = -70\text{mV}$)
- E_k – rovnovážný potenciál draslíku znamená, že síla pohánějící difuzi K^+ ven (chemický gradient) je právě tak velká jako síla potenciálu působícího v opačném směru (elektrický gradient)
- pro sodík: $E_{Na} = +40\text{mV}$

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

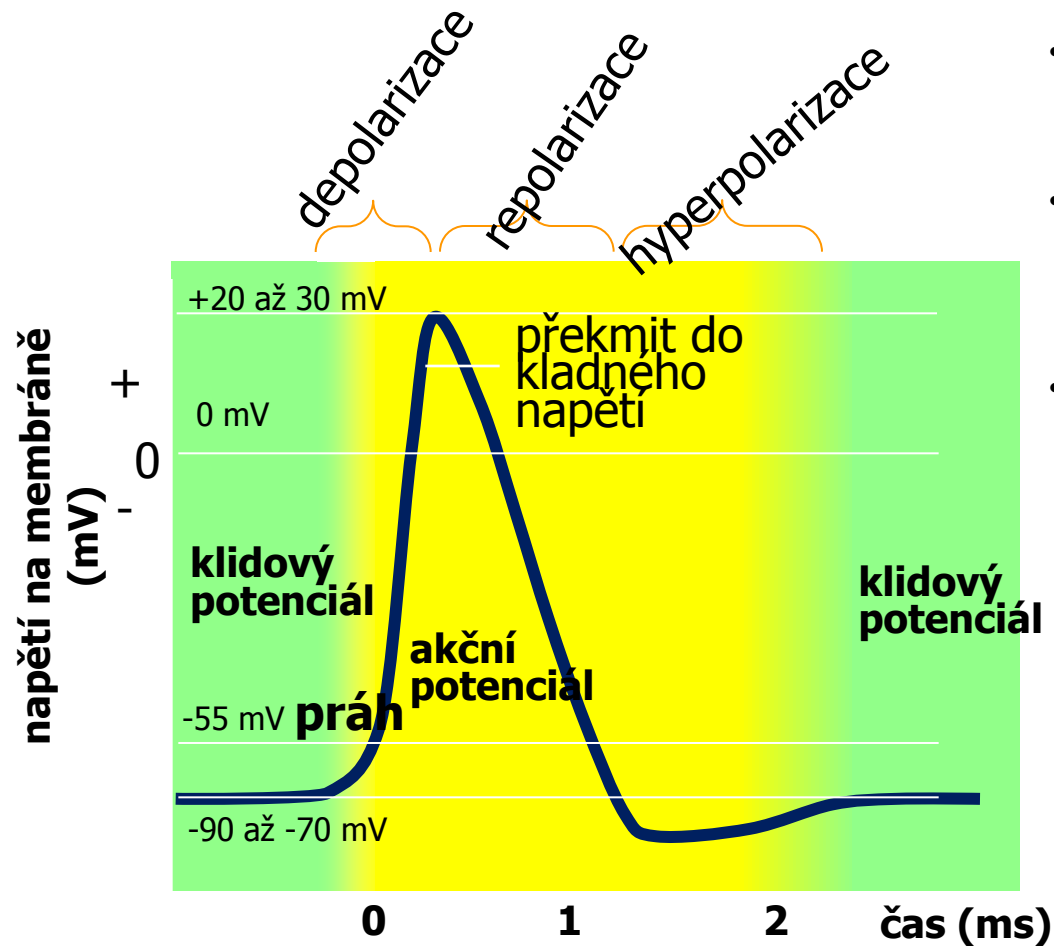
AKČNÍ POTENCIÁL (AP)

- **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:

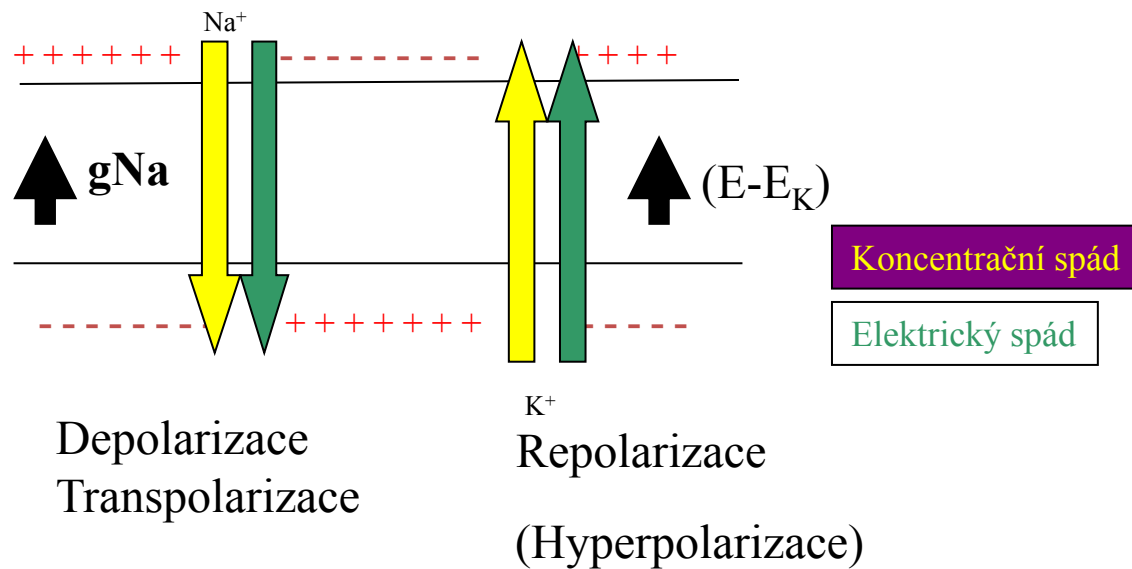
- na membráně buňky za klidových podmínek
- uvnitř buňky je záporný náboj, na povrchu buňky je kladný náboj
- buňka je nepropustná pro Na^+
- uvnitř buňky je větší koncentrace K^+ , mimo buňku je větší koncentrace Na^+
- koncentrace K^+ uvnitř je menší než koncentrace Na^+ vně
→ záporný náboj uvnitř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

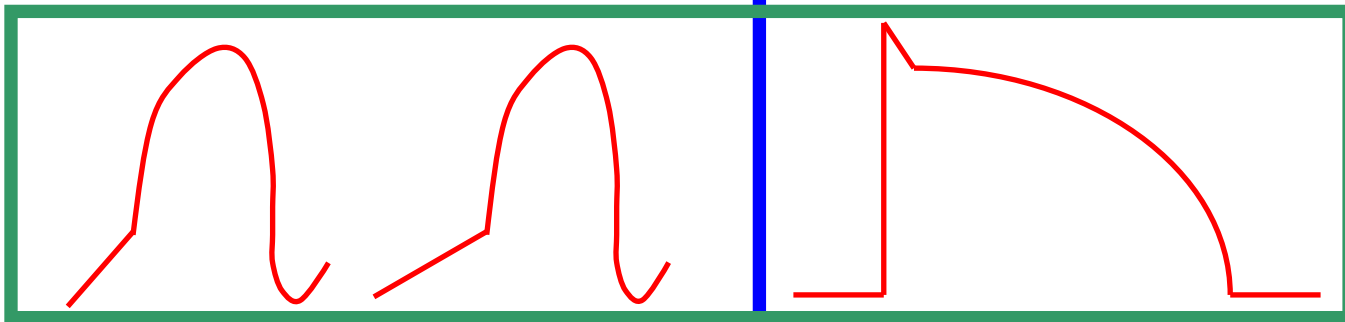
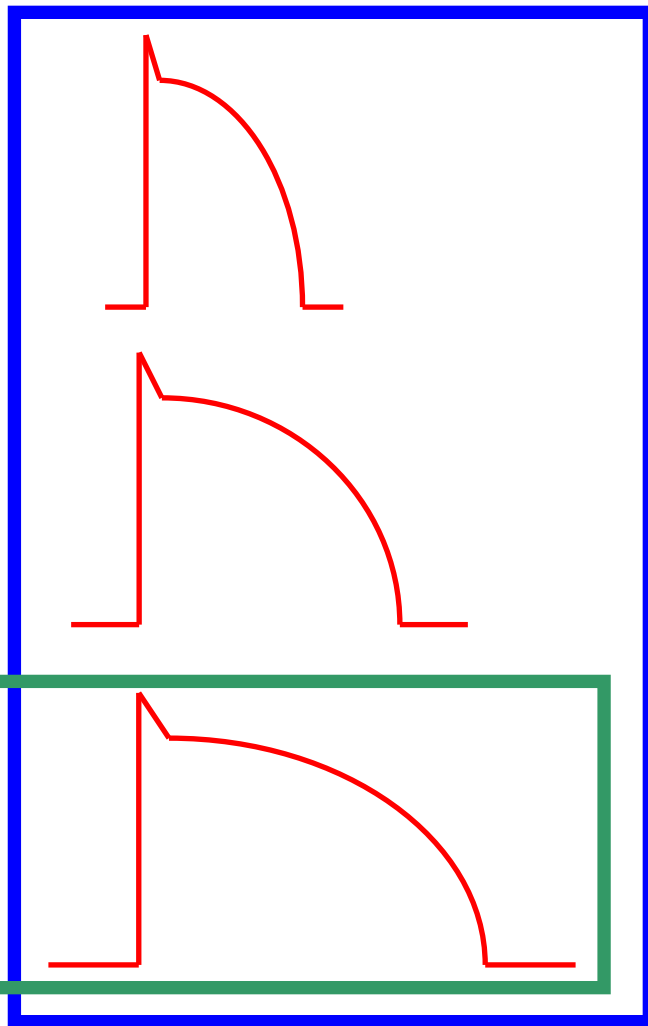
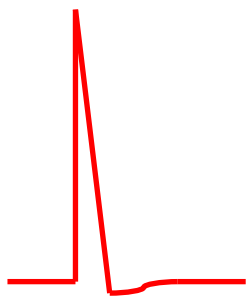


Akční potenciál (AP)

- 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





Marie Nováková, Fyziologický ústav LF MU

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