

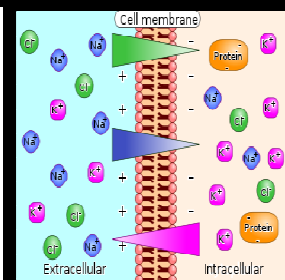
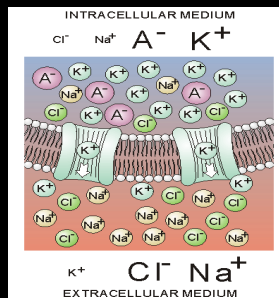
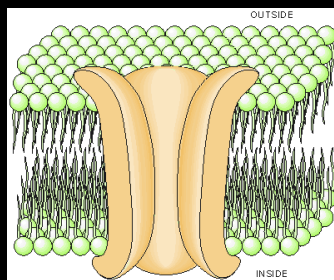
**Základy fyziologie – buňka a buněčný potenciál:**

- Buňka jako zákl. stavební jednotka živého organismu je většinou elektricky činná (jsou i výjimky)
- na buněčné stěně u většiny buněk vzniká el. potenciál-  $U$  [mV], důkazem je EKG- elektrická aktivita srdce, EEG- el. Aktivita mozku. . .
- El. potenciál (Napětí) na buňkách vzniká v důsledku chemických reakcí aniontu  $\text{Na}^-$  a kationtu  $\text{K}^+$  . . . výsledkem rozdílu napětí na obou stranách buněčné stěny je tzv. Membránový potenciál, který se dále dělí na klidový a akční.



## Základy fyziologie – buňka a buněčný potenciál:

- Buněčná membrána je propustná jen pro  $K^+$  (velikost kanálů vs. iontů)
- $K^+$  proudí ven z buňky po koncentračním spádu, tím zvyšuje elektrostatickou sílu, kterou je poután dovnitř. Při vyrovnání sil – rovnovážný potenciál  $E_K$ . Práce na překonání koncentračního gradientu = práce na překonání elektrostatického gradientu.



## Základy fyziologie – buňka a buněčný potenciál:

### Klidový membránový potenciál

= nerovnoměrného rozdělení iontů na buněčné membráně. Pohybuje se v rozmezí hodnot -30 až +90 mV ( U neuronových buněk může být -70 až -90 mV), obvykle se uvádí -90mV

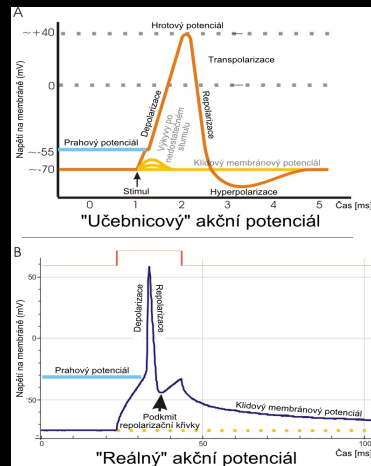
= rozdíly v koncentracích iontů ( $Na^+$  a  $K^+$ ,  $Cl^-$ ) vně a uvnitř buňky způsobí, že vnitřní povrch membrány nese záporný náboj, vnější povrch pak náboj kladný. Klidový membránový potenciál je výsledek rovnováhy, která se ustaví na základě koncentračního a elektrického gradientu jednotlivých iontů.



## Základy fyziologie – buňka a buněčný potenciál :

**AKČNÍ POTENCIÁL**- proces začíná otevřením sodíkových kanálů

(jejich propustnost se zvýší přibližně 500x), to se projeví rychlým překmitem membránového potenciálu do kladných hodnot - tento jev, při kterém sodné ionty pronikají do nitra buněk, se označuje jako **depolarizace**. Tím se současně zvyšuje i propustnost draslíkových kanálů. Draselné ionty proudí z buňky do jejího okolí a přitom dochází k zastavení překmitu potenciálu a konečně k jeho poklesu (**repolarizace**), který vede k hodnotám potenciálu ještě o něco nižším, než odpovídá klidové hodnotě (**hyperpolarizace**). Dočasné vymizení nebo snížení vnímavosti na další podnět v období depolarizace se nazývá **refrakterní fáze**.



## Základy fyziologie – buňka a buněčný potenciál :

Několik hodnot pro představu:

- šířka draselného kanálů 50-100Å (1 angström =  $10^{-10}$ m)
- příčný odpor 1-10 kΩ.cm<sup>2</sup>
- kapacita membrány  $C_m = k\epsilon_0/d$

kde  $k=3$  (dielektrická konstanta pro tuk)

$\epsilon_0 = 10^{-9}/\pi$  (propustnost volného prostoru)

$d = 30 \cdot 10^{-10}$ m (šířka lipidové vrstvy membrány)

$C_m = 0,9 \mu\text{F}/\text{cm}^2$



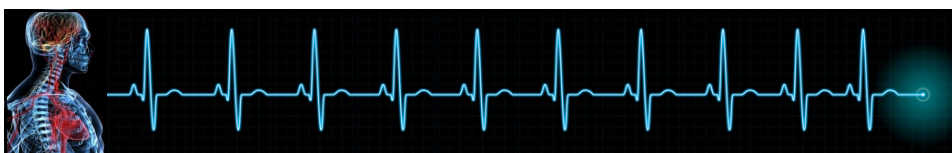
## Základy fyziologie – buňka a buněčný potenciál :

### Akční membránový potenciál (nervový impuls):

-**OBECNĚ**- dočasné, vratné a rychlé změny membránového potenciálu vyvolané např. vzruchem, které umožňují přenos vzruchu a svalový stah.

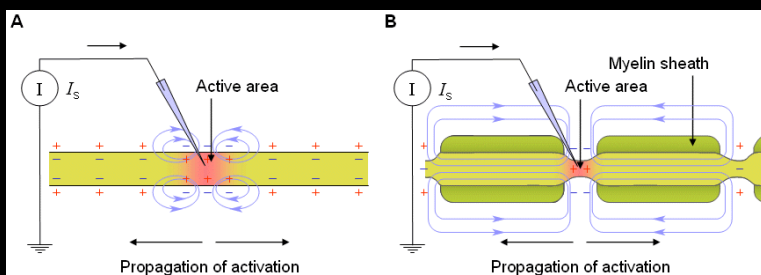
**U NERV. BUNĚK**- je místní a přechodná změna membránového potenciálu, k níž dochází na buněčné membráně neuronů a svalových buněk. Příčinou této náhlé změny je otevření sodíkových kanálů, což má za následek rychlé vtékání sodíkových iontů ( $\text{Na}^+$ ) dovnitř buňky po koncentračním spádu. Akční potenciál se v axonech nervů přenáší na dlouhé vzdálenosti a ve svaích způsobuje svalový stah.

Akční potenciál (AP) vyvolává dráždění svalů, EEG, EKG signály ...

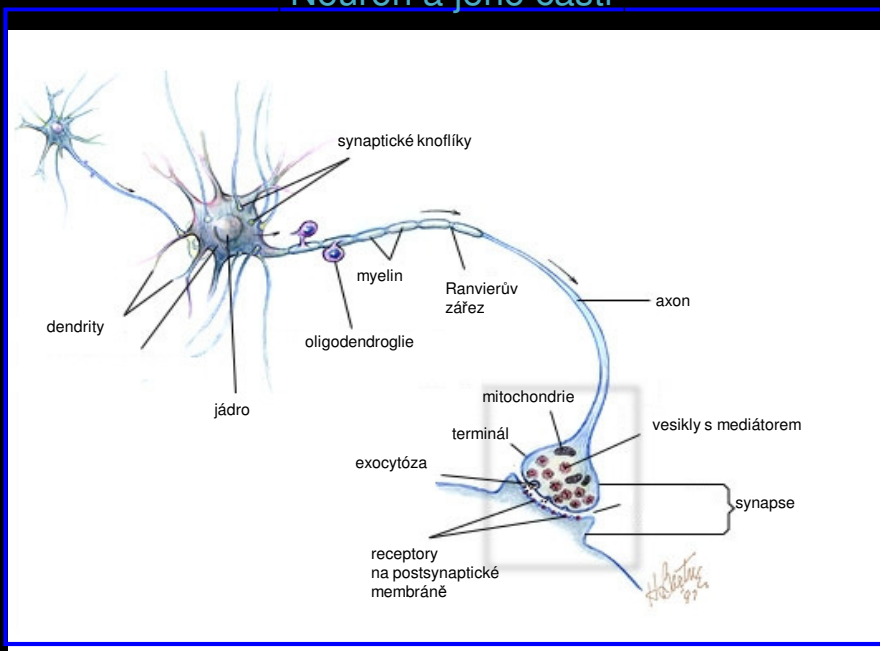


### Šíření akčního potenciálu:

- Myelizované vlákno je elektricky izolované od okolního elektrolytu. Po cca po 1mm jsou přerušena Ranvierovými zářezy, což jsou „obnažené“ úseky.
- AP v zářezu vyvolá místní proudy, které se mohou projevit až na dalším zářezu. AP se šíří po zářezích skokově (tzv. saltatorické vedení vzruchu)
- To urychluje šíření a je méně energeticky náročné
- Převod AP mezi buňkami- elektricky X chemicky (elektr. Nebo chem. Synapse)

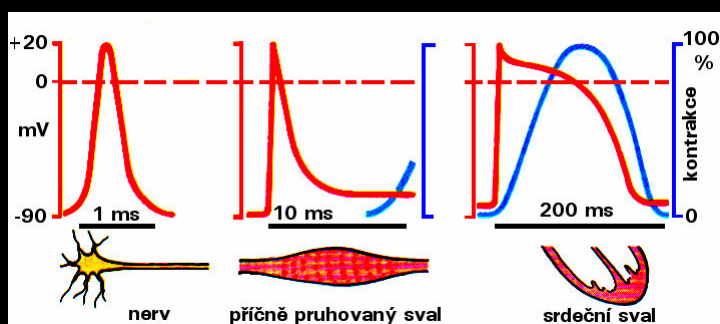


## Neuron a jeho části



## Elektrické projevy srdečního svalu:

- Srdce- dutý svalový orgán, tvořený speciálním příčně pruhovaným svalstvem (myokardem)
- Z elektrofyziologického hlediska jsou dlouhé intervaly trvání AP (200- 300ms).
- Rychlá depolarizace je způsobena vtokem  $\text{Na}^+$  iontů do vlákna myokardu.
- Dlouhá doba depolarizace je způsobena ionty  $\text{Ca}^{2+}$ , vstupujícími do vlákna







### Biosignály:

- fenomén, umožňující přenos informace humorálně (hormony) nebo nervovými mechanismy
- Biosignál je signál, vyjadřující informaci v medicíně o sledovaném biologickém systému
- Biosignál je také ovlivněn rušením a šumem- složité zpracování- ovlivněno druhem, velikostí, frekvencí atd. sledovaného signálu

### -Rozdělení:

- Podle zdroje
- Podle oboru lékařských aplikací
- Deterministické (EKG- neperiodický, mat. popis,
- Stochastické (náhodné, mat. popis pravděpodobnost. Fcemi, významné, např. EEG, EMG )
- Podle charakteristik signálu
  - Spojité (téměř vždy, při zpracování A/D převod)
  - Diskrétní



### Biosignály- typy:

- **Elektrické**— generují nerv a sval. Buňky- EKG, EEG, EMG, FEKG, EGG, ENG ...
- **Impedanční**- 2/4 elektrody,  $I=20\mu A$ -  $2mA$ ,  $f=50Hz$ -  $1MHz$ , sleduje impedanci tkáně, info o prokrvení, el. Aktivitě, nerv. Aktivitě...
- **Magnetické**- např. srdce a mozek el. Aktivní=> slabá mg. Pole, které sledujeme- H nižší než geomagn. pole
- **Akustické**- průtok kapaliny nebo vzduchu, překážky, typicky plicí, srdeční chlopně, klouby, trávicí trakt
- **Chemické**- pH, chemické rozborů krve,  $pO_2$ ,  $pCO_2$ ,
- **Mechanické**- původ v některé z mech. Fcí, odvozené z tlaků, přemístování krve- TK (NiBP)
- **Optické**- např. saturace krve kyslíkem-  $SpO_2$ , jsou výsledkem pozorování
- **Tepelné**- tepelné změny- fyzikální a biochemické procesy v organismu, teploměry...
- **Radiologické**- vznikají interakcí biologických struktur s ionizujícím zářením, výsledkem je 2D/ 3D obraz
- **Ultrazvukové**- vznikají interakcí tkání s ultrazvukovým vlněním- vyjadřují akustické impedance biologických struktur- sono, doppler



## Biosignály- přehled parametrů vybraných biosignálů:

### Biosignály

Biosignál	Napětový rozsah	Frekvenční rozsah	Elektroda
Elektrokardiogram EKG	0,5–5 mV	0,05–100 Hz	plošná
Elektroencefalogram EEG	2–200 $\mu$ V	0,5–200 Hz	plošná
delta vlny		0,5–4 Hz	
theta vlny		4–8 Hz	
alfa vlny		8–13 Hz	
beta vlny		13–22 Hz	
Elektromyogram EMG	0,05–5 mV	2–500 Hz	plošná – sval
	0,01–2 mV	5 Hz–10 kHz	jehlová – vlákno
Elektrogastrogram EGG	10–1000 $\mu$ V	0–1 Hz	plošná – kůže
	0,5–80 mV	0–1 Hz	plošná – žaludek
Elektrookulogram EOG	10 $\mu$ V–3,5 mV	0–100 Hz	plošná
Elektroretinogram ERG	0,5–1 mV	0–200 Hz	mikroelektroda
Fetální EKG, FEKG	10–300 $\mu$ V	0,2–100 Hz	plošná



### Kontakt:

Ing. Jan Sládek

sladekj@fnplzen.cz