

# Klidové membránové napětí

**Klidové membránové napětí** (KMN) je rozdíl potenciálů uvnitř (intracelulárně) a vně (extracelulárně) buňky za klidových podmínek (tzn. není-li buňka stimulována). Hodnota KMN je blízká hodnotě elektrochemického rovnovážného napětí toho iontu, pro který je buňka za klidových podmínek nejvíce vodivá – u většiny buněk se jedná o draslík. Např. KMN buněk kosterní svaloviny je  $-80$  mV, neuronů je přibližně  $-70$  mV, Purkyňových buněk v srdci je to až  $-95$  mV. Záporné znaménko před hodnotou KMN označuje, že vnitřní prostředí buňky je oproti extracelulárnímu prostředí za klidových podmínek negativní. Posun KMN do více negativních hodnot se označuje jako hyperpolarizace, posun do směrem k nule se označuje jako depolarizace.

Příčinou KMN je nerovnoměrné rozložení iontů mezi extracelulární a intracelulární tekutinou a různá propustnost buněčné membrány pro jednotlivé ionty. Mezi nejdůležitější ionty, které se podílejí na vzniku klidového membránového napětí, patří  $K^+$ ,  $Na^+$  a  $Cl^-$ . Hodnota membránového napětí je dána permeabilitou membrány, intra- a extracelulární koncentrací těchto iontů. K výpočtu aktuálního membránového napětí slouží Goldman-Hodgins-Katzova rovnice:

$$MN = 61 \times \log \left( \frac{p_K [K^+]_e + p_{Na} [Na^+]_e + p_{Cl} [Cl^-]_i}{p_K [K^+]_i + p_{Na} [Na^+]_i + p_{Cl} [Cl^-]_e} \right)$$

- **MN** = membránové napětí (mV)
- **R** = univerzální plynová konstanta [ $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ]
- **T** = absolutní teplota v K (tělesná teplota  $37^\circ \text{C} = 310 \text{ K}$ )
- **F** = Faradayova konstanta ( $96\,500 \text{ C/mol}$ )
- **ln** = přirozený logaritmus
- **$P_X$**  = permeabilita membrány pro daný iont
- **$X_e$**  = extracelulární koncentrace iontu X
- **$X_i$**  = intracelulární koncentrace iontu X

Pokud membránové napětí měříme při tělesné teplotě  $310 \text{ K}$  (tj.  $37^\circ \text{C}$ ) a převedeme-li přirozený logaritmus na dekadický ( $\ln x = 2,3 \log$ ), pak  $RT/F \cdot 2,3 = 61$ . Po těchto úpravách je nová podoba rovnice následující:

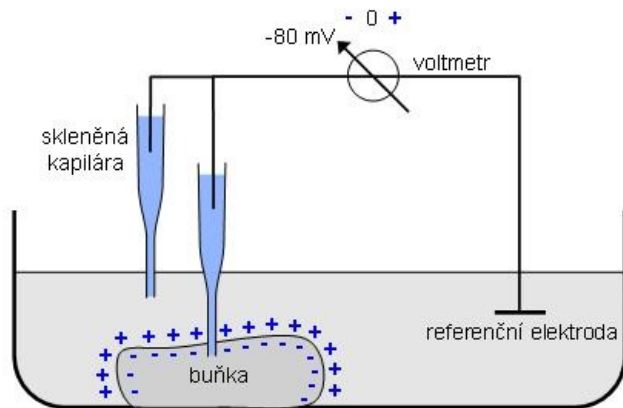
$$MN = 61 \times \log \left( \frac{p_K [K^+]_e + p_{Na} [Na^+]_e + p_{Cl} [Cl^-]_i}{p_K [K^+]_i + p_{Na} [Na^+]_i + p_{Cl} [Cl^-]_e} \right)$$

- **MN** = membránové napětí (mV)
- **log** = dekadický logaritmus
- **$P_X$**  = permeabilita membrány pro daný iont
- **$X_e$**  = extracelulární koncentrace iontu X
- **$X_i$**  = intracelulární koncentrace iontu X

Výše uvedené rovnice jsou vlastně rozšířenou verzí Nernstovy rovnice.

KMN je vlastností všech živých buněk v lidském těle, avšak pouze některé z nich (nerv a sval) mají schopnost reagovat na podráždění změnou membránového napětí. Tato změna se označuje jako akční potenciál.

Goldman-Hodgins-Katzovu rovnici popsal David Goldman, Alan Lloyd Hodgkin a Bernard Katz (poslední dva zmínění vědci jsou držitelé Nobelovy ceny za fyziologii a lékařství).



*Membránové napětí je možno měřit pomocí skleněných mikroelektrod. Jedna elektroda je umístěna extracelulárně (v živném roztoku), druhá elektroda je zavedena do buňky. Výsledné membránové napětí je potenciálový rozdíl mezi oběma elektrodami.*

## Odkazy

### Související články

- Membránový potenciál a jeho změny

### Zdroj

- ŠVÍGLEROVÁ, Jitka. *Klidové membránové napětí* [online]. Poslední revize 18. 2. 2009, [cit. 10.11.2010]. <[https://web.archive.org/web/20160306065550/http://wiki.lfp-studium.cz/index.php/Klidové\\_membránové\\_napětí](https://web.archive.org/web/20160306065550/http://wiki.lfp-studium.cz/index.php/Klidové_membránové_napětí)>.