

Rovnice Hodgkina a Huxleyho

Buněčná membrána obsahující iontové kanály je popsána rovnicemi Hodgkina a Huxleyho. Je to soustava obyčejných diferenciálních dynamických rovnic. Jako příklad uvádíme soustavu, která popisuje aktivitu v nucleus magno-cellularis u ptáků:

$$C \frac{dV}{dt} = G_{Na} m_{Na}^2 h_{Na} (V_{Na} - V) + G_K m_K^2 h_K (V_K - V) + G_L (V_L - V) + I, \quad (1)$$

$$\frac{dj}{dt} = \frac{j_{ss}(V) - j}{\tau_j} \quad \text{pro } j = m_{Na}, h_{Na}, m_K, h_K,$$

$$j_{ss}(V) = \frac{1}{1 + \exp((V_{j, \text{half}} - V)/K_j)},$$

kde jsou jako parametry: C je kapacita membrány, I je externě aplikovaný proud. G_{Na} , G_K a G_L jsou maximální vodivosti **sodíkových** (Na^+) a **draselných** (K^+) iontových kanálů, a pasivní (**leakage, L**) vodivost membrány. V_{Na} , V_K , a V_L jsou rovnovážné potenciály pro příslušné iontové proudy. Proměnné jsou: V je membránový potenciál, a dále aktivační (m) a inaktivační (h) proměnné pro Na^+ a K^+ ionty, $j = m_{Na}, h_{Na}, m_K, h_K$. Druhá rovnice je zápisem čtyř rovnic pro tyto čtyři proměnné. Časové konstanty v těchto rovnicích značíme τ_j . Ustálené (steady state, ss) vodivosti $j_{ss}(V)$ jsou dány jako funkce napětí popsané sigmoideálními (Boltzmannovými) křivkami. Dalšími parametry jsou $V_{j, \text{half}}$, napětí, kdy je aktivována právě polovina příslušných iontových kanálů a K_j , příslušné koeficienty strmosti Boltzmannových křivek. Příklady numerických hodnot: pasivní vodivost je $G_L = 1$ nS, rovnovážné potenciály jsou $V_{Na} = 50$ mV, $V_K = -95$ mV a $V_L = -66$ mV a zbytek parametrů je zde v tabulce aktivních parametrů. Jako počáteční podmínky blízko stabilního rovnovážného bodu (=klidového potenciálu) můžeme použít např: $V(0) = -66$ mV, $m_{Na}(0) = 0$, $h_{Na}(0) = 1$, $m_K(0) = 0.05$, $h_K(0) = 0.97$.

konstanty	jednotky	m, Na	h, Na	m, K	h, K
$V_{j, \text{half}}$	mV	-40	-45	-54	-50
K_j	mV	3	-3	6.5	-6.5
τ_j	ms	0.05	0.5	0.43	1.2
G_{ion}	nS	200	200	120	120