

OD NEURONU DO SIECI: MODELOWANIE UKŁADU NERWOWEGO

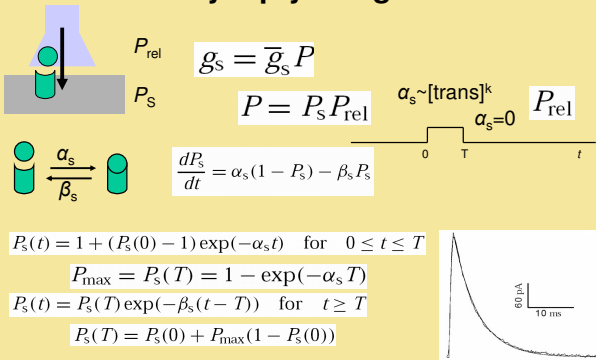
Prądy/kanaly jonowe a wzorce aktywności neuronów

Stefan KASICKI

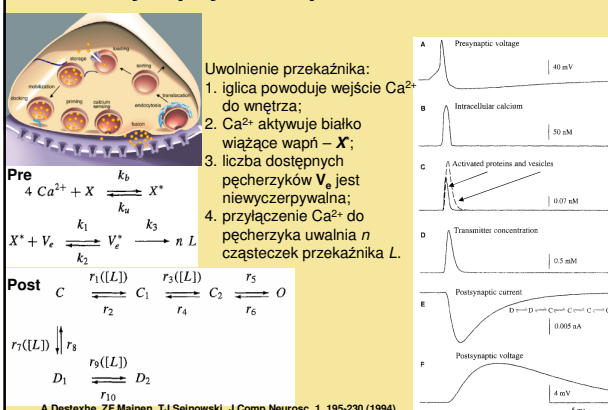
SWPS, SPIK wiosna 2007

s.kasicki@nencki.gov.pl

Opis szybkiego przewodnictwa synaptycznego



Model synapsy z receptorem AMPA/kainian

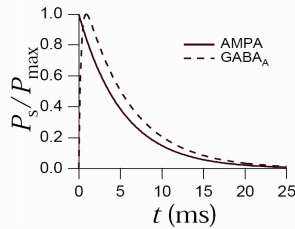


Opis wolniejszego przewodnictwa synaptycznego

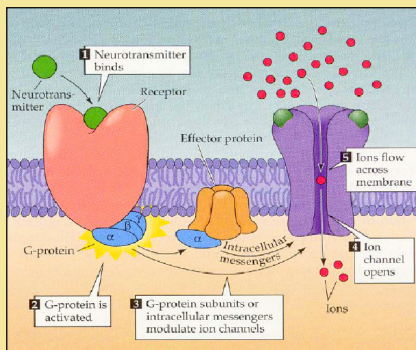
$$P_s = P_{\max} B (\exp(-t/\tau_1) - \exp(-t/\tau_2)) \quad \tau_1 > \tau_2$$

$$B = \left(\left(\frac{\tau_2}{\tau_1} \right)^{\tau_{\text{rise}}/\tau_1} - \left(\frac{\tau_2}{\tau_1} \right)^{\tau_{\text{rise}}/\tau_2} \right)^{-1}$$

$$\tau_{\text{rise}} = \tau_1 \tau_2 / (\tau_1 - \tau_2)$$

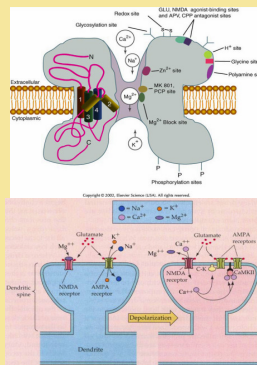


Kanały bramkowane ligandem (np. GABA_B) + białko G



Kanał zależny od ligandu i napięcia (receptor NMDA)

1. Przepuszcza Ca^{2+}
2. Aktywacja kanału wymaga depolaryzacji (uwolnienie Mg^{2+})
3. Może się wiązać z innymi ligandami (glicyna, cynk)



Prądy jonowe motoneuronu

Current (Ions)	Proposed Function	Transmitter Modulation
$I_{Na i}$ (Na^+)	Action potential	
$I_{Na p}$ (Na^+)	Acceleration of membrane potential to spike threshold, amplify EPSP, linearize firing with increased current input	5-HT
$I_{K leak}$ (K^+)	Resting V_m	TRH, SP, NE, 5-HT, Glu (metabotropic)
I_{Kir} (K^+)	Resting V_m , stabilize V_m around rest	
I_{Kdr} (K^+)	Action potential repolarization, fAHP	
I_h (K^+ , Na^+)	Resting V_m , stabilize V_m around rest, rebound potentials	5-HT, NE
I_A (K^+)	Resting V_m , control onset of firing	NE
$I_{Cl leak}$ (Cl^-)	Resting V_m	
$I_{K Ca(BK)}$ (K^+)	Action potential repolarization	
$I_{K Ca(SK)}$ (K^+)	AHP	
$I_{Ca HVA}$ (Ca^{2+})	ADP, AHP, plateau potentials	5-HT Adenosine, Glu (metabotropic)
$I_{Ca LVA}$ (Ca^{2+})	ADP, action potential repolarization	5-HT
$I_{Na Ca}$ (Na^+)	Plateau potentials, afterdepolarization in specialized motoneurons	
$I_{K Na}$ (K^+)	Postdischarge hyperpolarization	

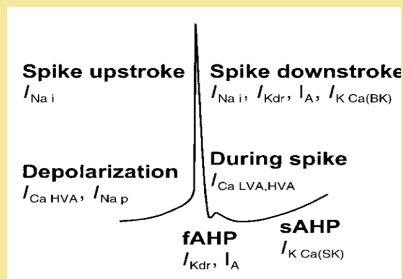
EPSP, excitatory postsynaptic potential; V_m , membrane potential; fAHP, fast afterhyperpolarization; AHP, afterhyperpolarization; ADP, afterdepolarization; 5-HT, 5-Hydroxytryptamine; TRH, thyrotropin-releasing hormone; SP, substance P; NE, norepinephrine; Glu, glutamate.

Prądy jonowe motoneuronu

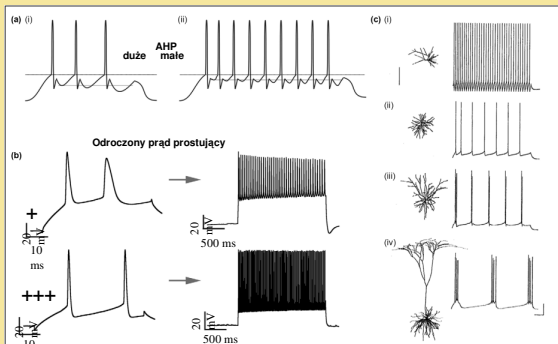
- $I_{Na i}$ (Na^+) - szybko inaktywujący
- $I_{Na p}$ (Na^+) - nieinaktywujący
- $I_{K leak}$ (K^+) - upływu potasowy
- I_{Kir} (K^+) - prostownik do wnętrza, anormalny (inward rectifier)
- I_{Kdr} (K^+) - odroczone prostownik (delayed rectifier)
- I_h (K^+ , Na^+) - aktywowany hiperpolaryzacją prąd do wnętrza
- I_A (K^+) - przejściowy, szybko inaktywowany (deinaktywacja hiperpolaryzacją)
- $I_{Cl leak}$ (Cl^-) - upływu chlorkowy
- $I_{K Ca(BK)}$ (K^+) - dużego przewodnictwa aktywowany Ca^{2+} i depolaryzacją
- $I_{K Ca(SK)}$ (K^+) - niskiego przewodnictwa aktywowany Ca^{2+}
- $I_{Ca HVA}$ (Ca^{2+}) - aktywowane wysokim napięciem
- $I_{Ca LVA}$ (Ca^{2+}) - aktywowane niskim napięciem
- $I_{Na Ca}$ (Na^+) - aktywowane Ca^{2+}
- $I_{K Na}$ (K^+) - aktywowane Na^+

Potencjał czynnościowy

- $I_{Na i}$ (Na^+)
- $I_{Na p}$ (Na^+)
- $I_{K leak}$ (K^+)
- I_{Kir} (K^+)
- I_{Kdr} (K^+)
- I_h (K^+ , Na^+)
- I_A (K^+)
- $I_{Cl leak}$ (Cl^-)
- $I_{K Ca(BK)}$ (K^+)
- $I_{K Ca(SK)}$ (K^+)
- $I_{Ca HVA}$ (Ca^{2+})
- $I_{Ca LVA}$ (Ca^{2+})
- $I_{Na Ca}$ (Na^+)
- $I_{K Na}$ (K^+)

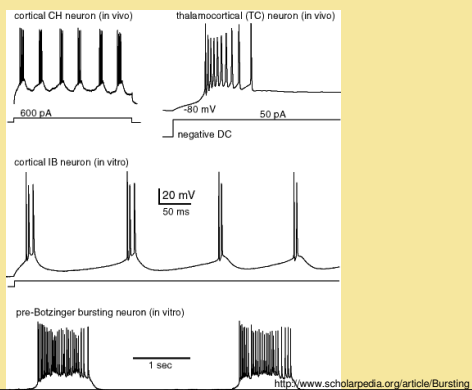


Wpływ rozmaitych kanałów jonowych na wzorec aktywności neuronu



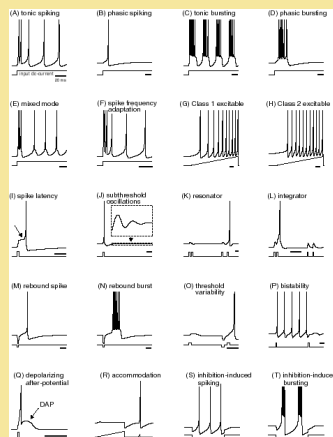
M Toledo-Rodriguez et al. TINS. 2005, 28(10):534

Kilka przykładów



<http://www.scholarpedia.org/article/Bursting>

Rozmaite wzorce aktywności w modelach



Electronic version of the figure and reproduction permissions are freely available at www.izhikevich.com
