

# FDU 脑科学 4. 突触传递和计算模型

本文参考以下教材:

- Fundamentals of Computational Neuroscience (2nd Edition T. Trappenberg) Chapter 2
- Mathematical Foundations of Neuroscience (G. Ermentrout, D. Terman) Chapter 7
- 神经科学的数学基础 (G. Ermentrout, D. Terman) 第 7 章

欢迎批评指正!

## 4.1 突触后电位

突触后电位 (Post-Synaptic Potential, PSP)

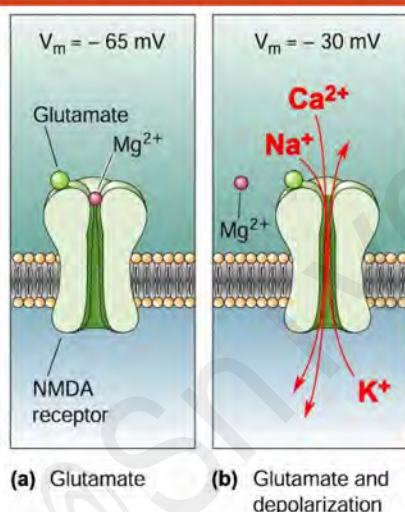
- ① 兴奋性突触后电位 (Excitatory Post-Synaptic Potential, EPSP)

兴奋性递质引起突触后膜  $\text{Na}^+$  (内流) 或  $\text{Ca}^{2+}$  (内流) 通道开放.

神经递质: 谷氨酸 (Glu)

- NMDA 受体 (离子型受体): N-甲基-D-天冬氨酸, 结合 Glu 后打开  $\text{Ca}^{2+}$  离子通道, 导致  $\text{Ca}^{2+}$  内流.

### NMDA突触受体：慢时程突触兴奋性电信号EPSP

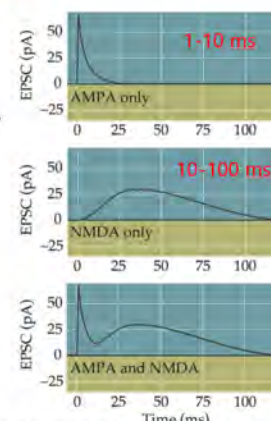


NMDA受体既受电压门控、也受递质门控，是一种独特的双重门控通道

1 AMPA受体激活使突触后膜离子通道打开，膜去极化

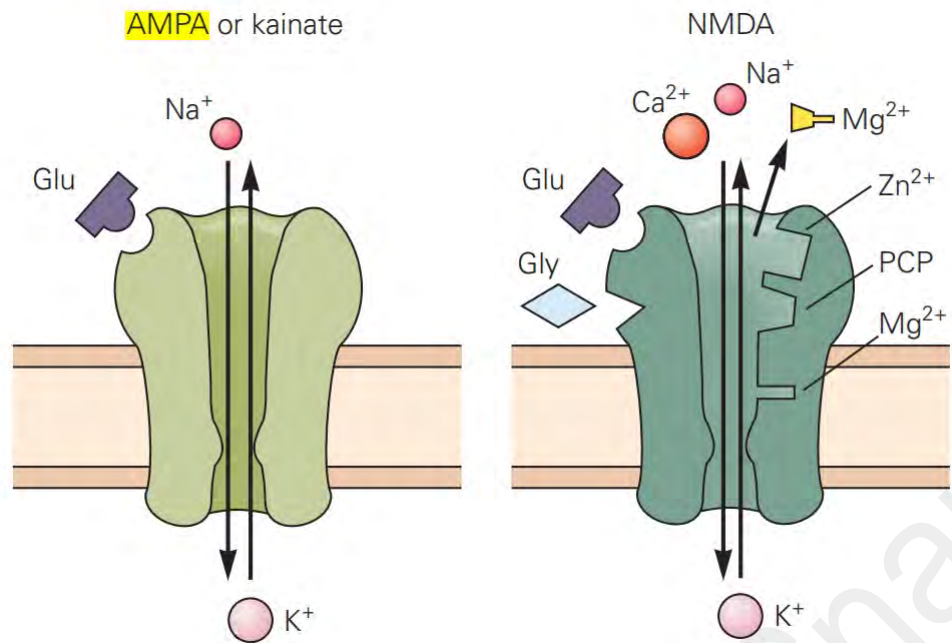
2 突触后膜去极化移开堵塞通道 $\text{Mg}^{2+}$

3 同时谷氨酸与NMDA受体结合，  
=》导致离子通道打开，  
 $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{Ca}^{2+}$ 通过



Neuroscience - Exploring the Brain 2nd Edition 2001 by M.F. Bear, B.W. Connors & M.A. Paradiso. Lippincott, Williams & Wilkins, Baltimore MD, USA. ISBN: 0683-30596-4

- AMPA 受体 (离子型受体):  $\alpha$ -氨基-3-羟基-5-甲基-4-异恶唑丙酸受体, 结合 Glu 后打开  $\text{Na}^+$  离子通道, 导致  $\text{Na}^+$  内流.  
它以快时程为特征, 快速激活 ( $1 \sim 10\text{ms}$ ) 并且快速失活.  
它通常只允许单价阳离子通过 ( $\text{Na}^+, \text{K}^+$ ), 而对  $\text{Ca}^{2+}$  不通透.



AMPA 受体负责  $\text{Na}^+$  内流，提供快速的电信号，而 NMDA 受体则负责  $\text{Ca}^{2+}$  的内流和长时间的信号调节。

- ② 抑制性突触后电位 (Inhibitory Post-Synaptic Potential, IPSP)

抑制性递质引起突触后膜突触后膜  $\text{Cl}^-$  (内流) 或  $\text{K}^+$  (外流) 通道开放。

神经递质:  $\gamma$ -氨基丁酸 (GABA)

- $\text{GABA}_A$  受体 (离子型受体): 结合 GABA 后打开  $\text{Cl}^-$  离子通道，导致  $\text{Cl}^-$  内流。
- $\text{GABA}_B$  受体 (代谢型受体): 通过 G 蛋白耦合的机制促进  $\text{K}^+$  外流或抑制  $\text{Ca}^{2+}$  内流。

