

Моделиране на нервни импулси

Проект по "Семинар по математическо моделиране"

изготвил: Калоян Стоилов

**СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ
"СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ"**



ФАКУЛТЕТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

4 юни 2022 г.

Хистология на нервната тъкан

В нервната тъкан има два основни вида клетки - неврони и глиоцити. Електрични импулси се предават по невроните, а (невро-)глията, както понякога се нарича съвкупността от глиоцити, подпомага тяхната работа.

От нервна тъкан е изградена нервната система, която се дели на централна (гръбначен мозък и главен мозък) и периферна (соматична и автономна).

Невроглия

Глиоцитите могат да участват в митоза, т.е. да се делят.

"Най-важните" видове невроглия са:

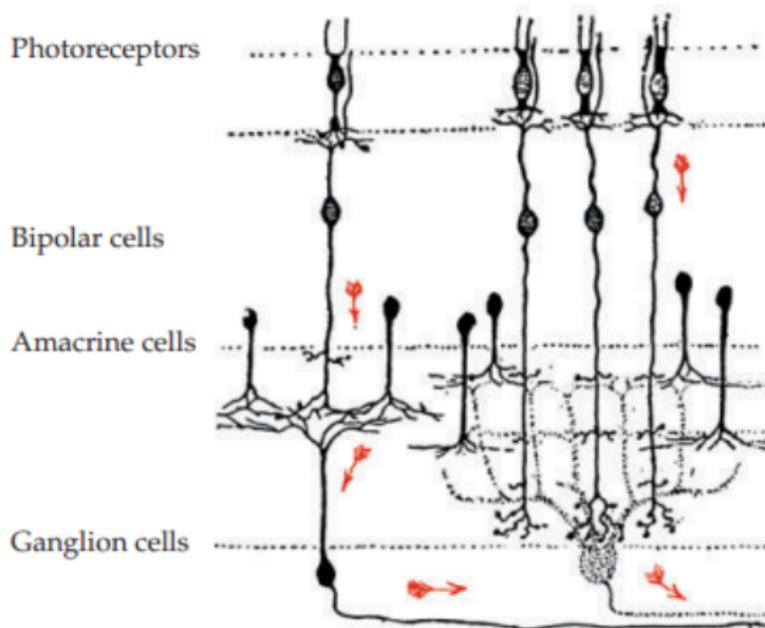
- ❶ Астроцити - връзка между невроните и кръвта
- ❷ Олигодендроцити - покриват аксоните на невроните в централната нервна система, образувайки миелинова обвивка, която действа като диелектрик
- ❸ Шванови клетки - подобни на олигодендроцитите, но в периферната нервна система
- ❹ Радиална глия - отговарят за неврогенезата и синаптичната пластичност
- ❺ Микроглия - имунна защита

Неврони

Невроните не участват в митоза. Функционално могат да се разделят на три типа

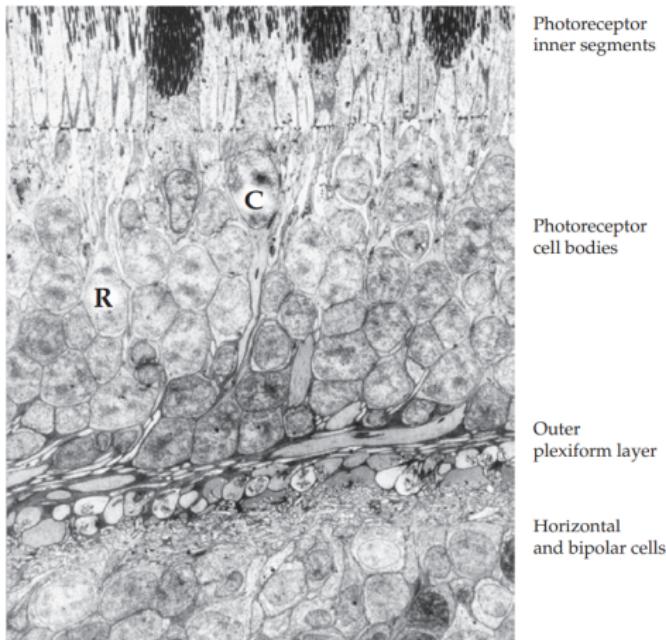
- ❶ Аферентни (рецептори) - носят информация за околния свят
- ❷ Интернерврони (конектори) - свързват различни региони на мозъка, позволяват рефлексите и обучението
- ❸ Еферентни (моторни) - активират мускули и жлези

Хистология на нервната тъкан



Фигура: Структура и връзки между клетките на ретината при бозайници. Фиг 1.2 от From Neuron to Brain

Хистология на нервната тъкан

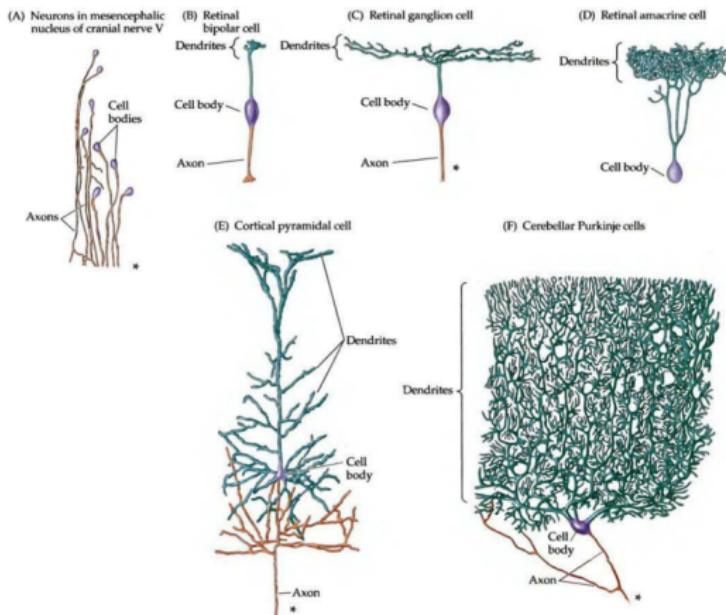


Фигура: Електромикроскопска снимка на ретина на макак. Фиг 1.3
от From Neuron to Brain

Морфология на невроните

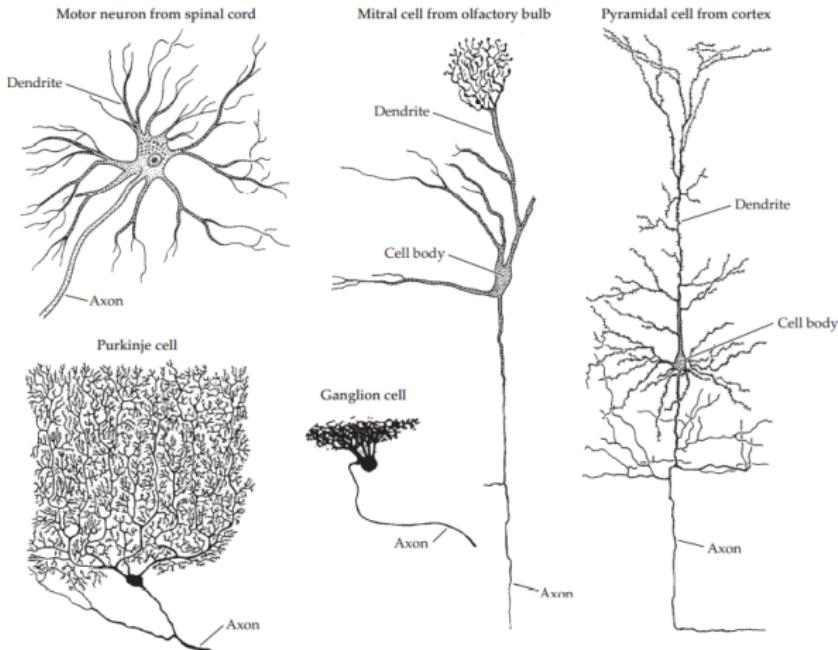
- ❶ Дендрити - разклонявания на клетната, в краищата на които бива въздействана от други неврони
- ❷ Сома - "основната" част на клетката, включваща ядрото и повечето органели
- ❸ Аксон - къс (в ЦНС) или дълъг (в ПНС) израстък, служещ за предаване на импулси към други клетки
- ❹ Телодендрдрия - разколявания на аксона в края му
- ❺ Синапс - окончание на разклоненията.
 - ❻ Електрични синапси - сдвоеване на клетки
 - ❼ Химични синапси - контакът се извършва непряко чрез невротрансмитери
- ❽ Прищъпване на Ранвие - участък между два миелинови участъка

Морфология на невроните



Фигура: Фиг 1.2 от Neuroscience

Морфология на невроните



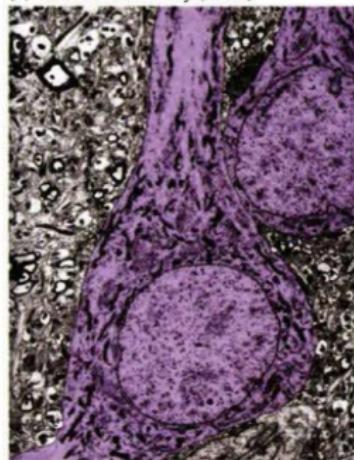
Фигура: Фиг 1.4 от From Neuron to Brain

Морфология на невроните

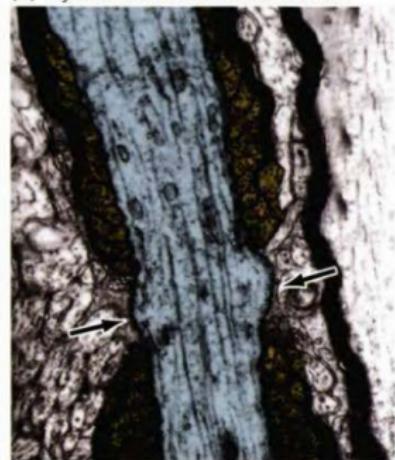
(E) Dendrites



(F) Neuronal cell body (soma)



(G) Myelinated axon and node of Ranvier

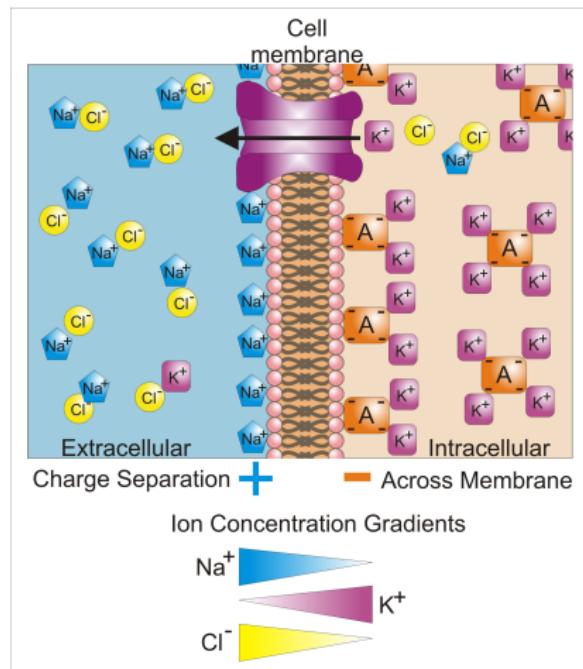


Фигура: Дендрити, сома и аксон Фиг 1.3 от Neuroscience

Физиология на невроните

Поддържане на различна концентрация на йони в цитозола спрямо околната тъкан. K^+ и някои белтъци с общ отрицателен заряд са с по-голяма концентрация в клетката, докато Na^+ и Cl^- извън нея. Това води до създаването на тъй наречения (транс-)мембраниен потенциал. Клетъчната мембрана се състои основно от липиди, чиято хидрофобна част се държи като диелектрик. Липидната част на мембраната всъщност се оказва кондензатор. Предвижването на йони през мембраната става чрез помпи (активно) и канали (пасивно). Основни са тъй наречените натриево-калиевите помпи, това са молекули $Na - K - ATPase$. Те предвиждат 3 Na^+ йона навън и 2 + навътре. Други важни помпи са натриево-калциевите, като предвиждат 1 Ca^{2+} йон навън и 3 + навътре.

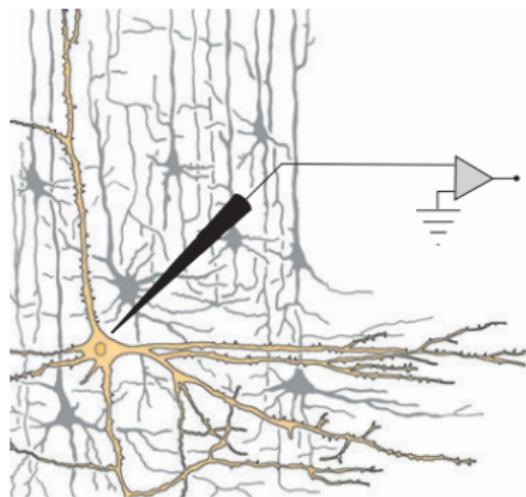
Причината за трансмембранныя потенциал



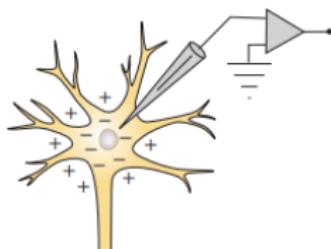
Фигура: Йони в цитозола и междуклетъчното пространство. Фиг 1.7 от Wikipedia

Физиология на невроните

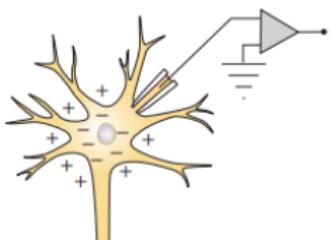
(A) Extracellular recording



(B) Intracellular recording

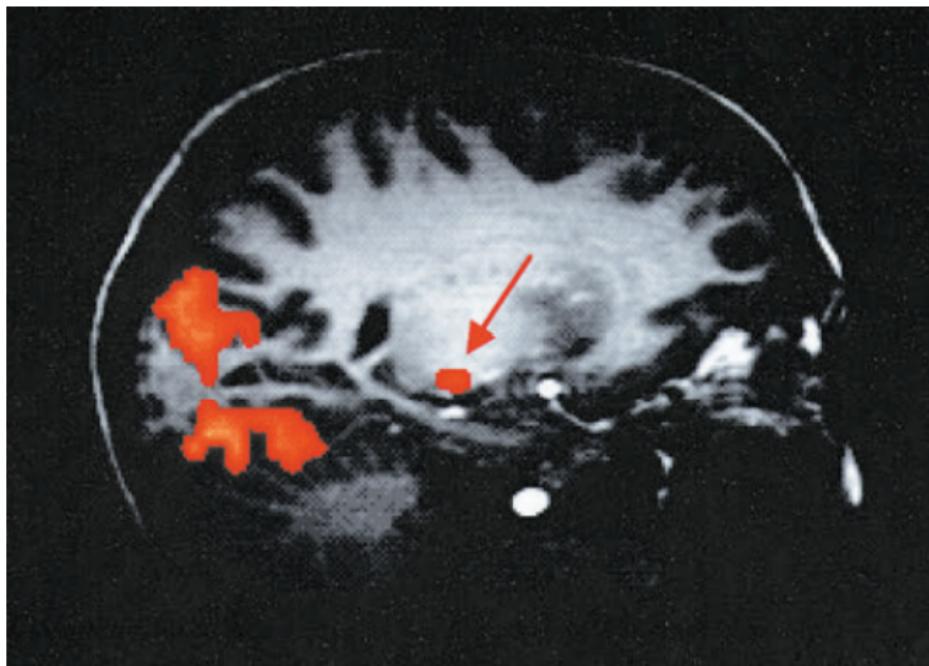


(C) Whole-cell patch recording



Фигура: Измерване на потенциала. Фиг 1.7 от From Neuron to Brain

Физиология на невроните

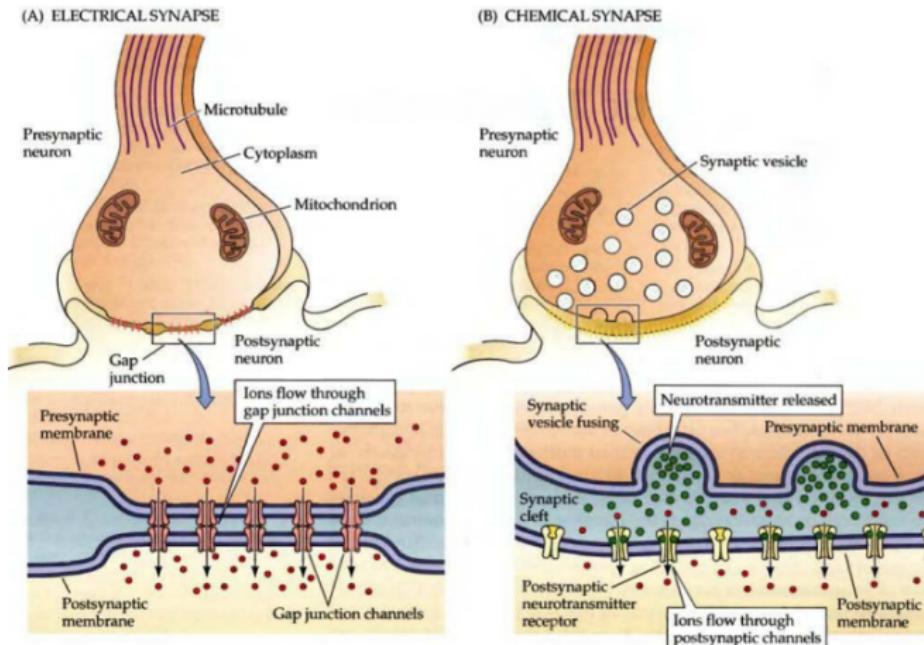


Фигура: Измерване на активността на невроните в главния мозък чрез ЯМР. Фиг 1.9 от From Neuron to Brain

Междуневронна комуникация

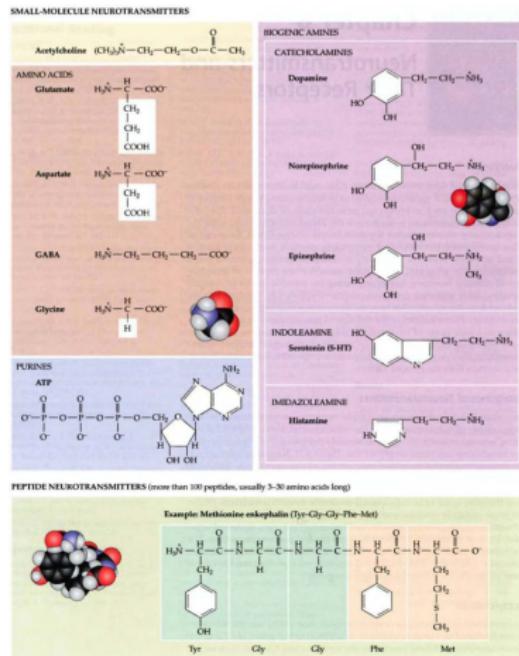
Предаване на сигнали между неврони става през синапсите. При електричните синапси става директно, едната клетка "продължава" в другата. При химическите синапси се образуват везикули (балончета с вещества) в синаптичния цитозол, които се придвижват до мем branата и освобождават вътрешността си в междуклетачното пространство. В резултат следващия неврон може или да бъде възбуден, или инхибиран.

Междуневронна комуникация



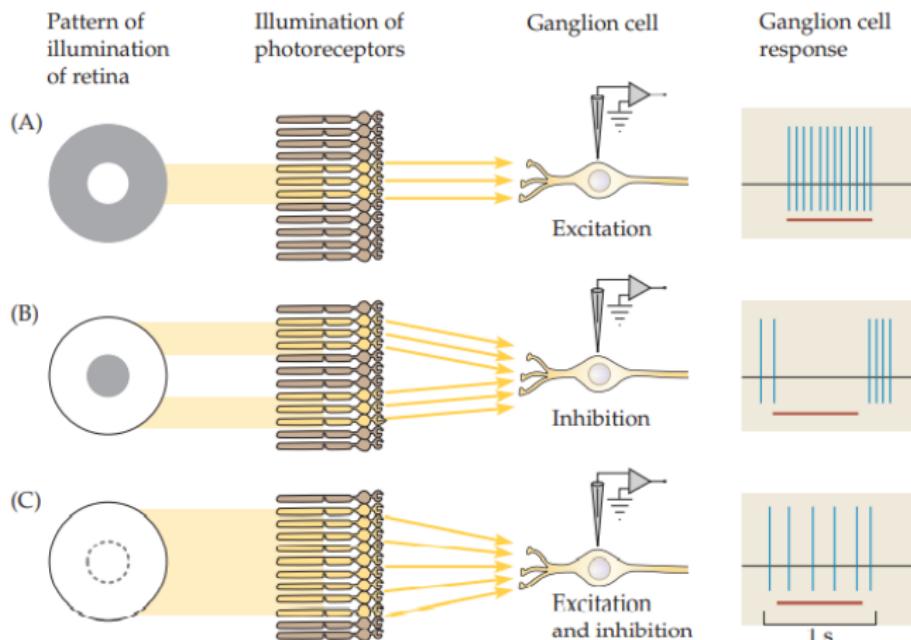
Фигура: Двата вида синапси. Фиг 5.1 от Neuroscience

Междуневронна комуникация



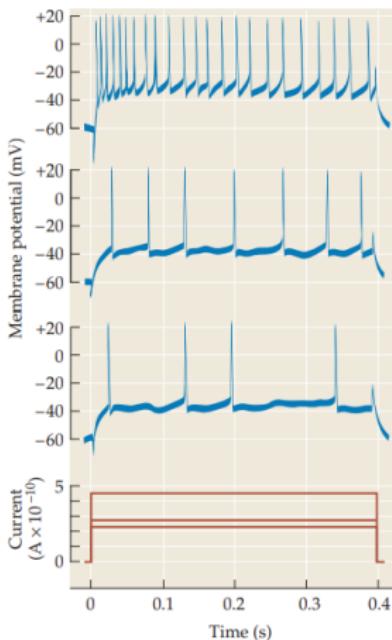
Фигура: Молекулите на някои невротрансмитери. Фиг 6.1 от Neuroscience

Междуневронна комуникация



Фигура: Интегриране от ганглийна клетка. Фиг 1.16 от From Neuron to Brain

Нервен импулс



Фигура: Резултат от подаване на прав ток чрез електрод в цитозола на ретинална ганглийна клетка. Фиг 1.12 от From Neuron to Brain

Причина за нервния импулс

Нервният импулс е резултат от каскадно действие на мембранныте помпи. В клетката излизат Ca^{2+} и влизат Na^+ , което води до промяна на потенциала и активиране на $Na - K - ATPase$. Това води до още промяна на потенциала в околност на натриево-калиевата помпа, което активира други около нея.

Източници |

Благодаря за вниманието