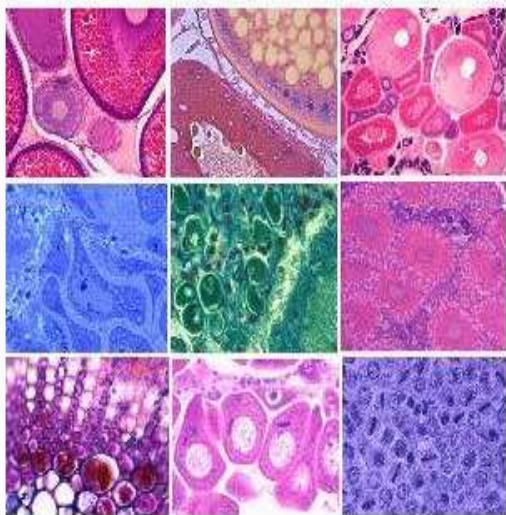


Нервна тъкан 1



1. Нервна тъкан – характеристика, хистогенеза и класификация

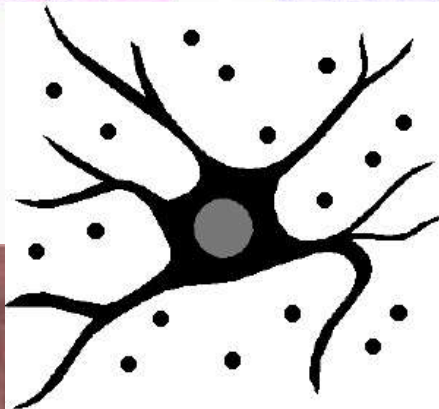
2. Неврони – видове и строеж:

- ✓ перикарион
- ✓ нервни израстъци

3. Нервни влакна – видове

4. Междуневронни синапси

5. Невротрансмитери и рецептори



Нервна тъкан

- *Textus nervosus:*

- ✓ клетки – неврони и глиални клетки
- ✓ екстрацелуларен матрикс

- Основни функции:

- ✓ приемане, обработка, съхраняване и предаване на информация
- ✓ контрол на цялостта на организма
- ✓ обезпечаване единството на тялото с околната среда

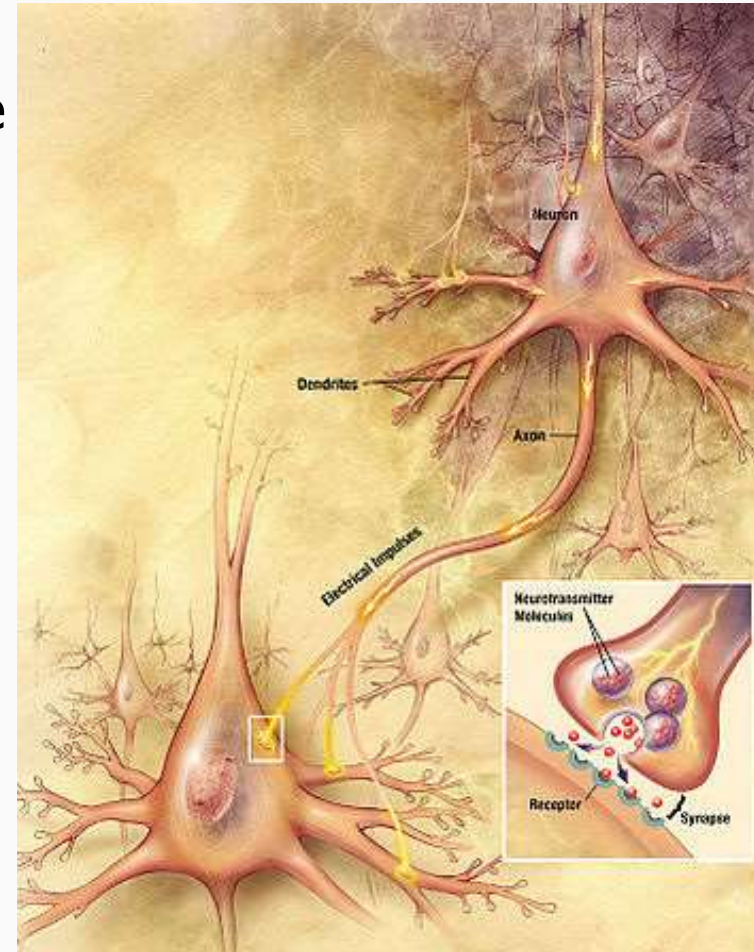
- Основни свойства:

- ✓ **възбудимост**

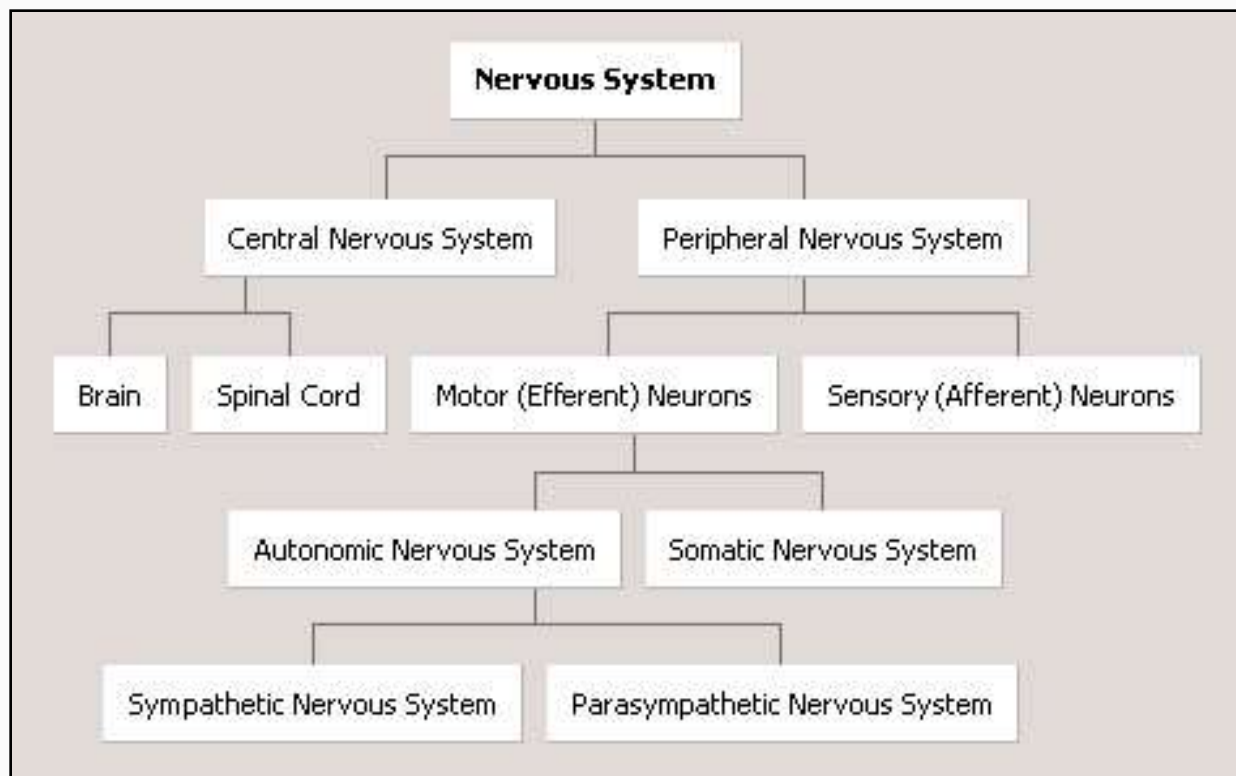
- преобразуване на външното дразнене (стимул) във възбуда – генериране на нервен импулс

- ✓ **проводимост**

- способността на неврона да разпространява възбудението

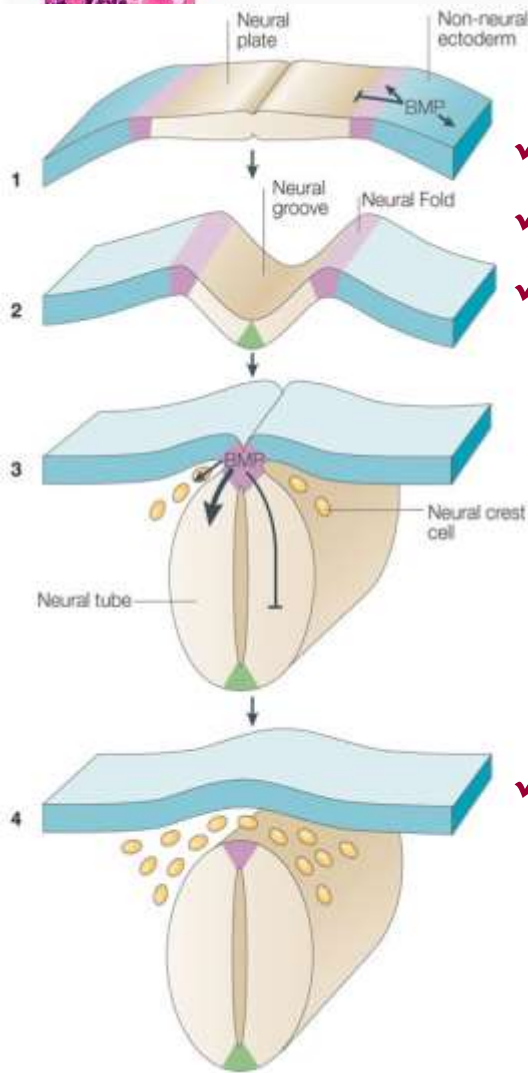
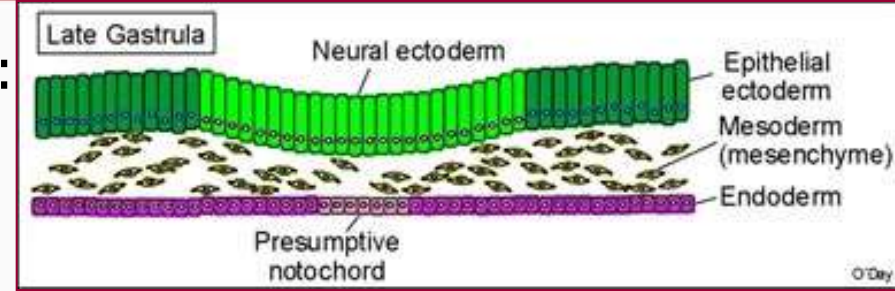


Класификация на нервната система



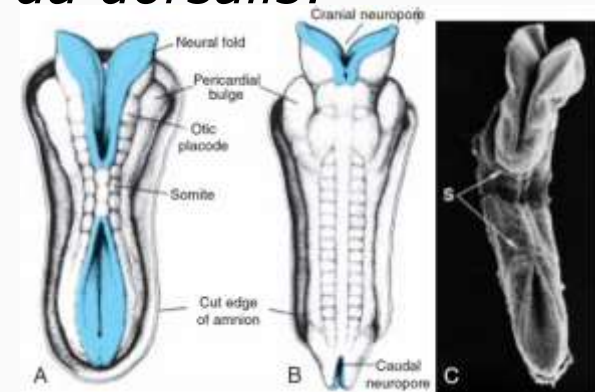
Неврулация

- ✓ ембрионален произход:
 - невроектодерма



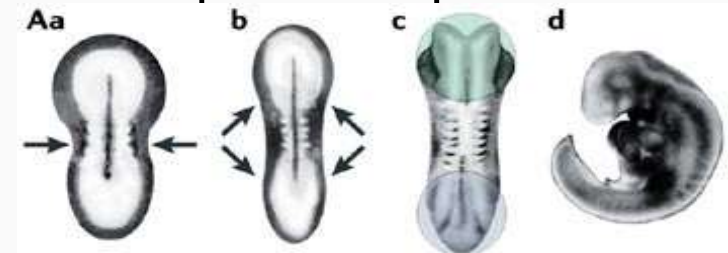
- ✓ образуване на нервна тръба (неврулация)
- ✓ начало на процеса – E17
- ✓ нервна (първична ембрионална) индукция – сигнални молекули от *chorda dorsalis*:

- нервна плочка
- нервен улей (бразда)
- нервна гънка
- нервна тръба ⇒ ЦНС
- нервен гребен ⇒ ганглийна ивица ⇒ ПНС



- ✓ напречна сегментация на нервната тръба:

- преден нервен отвор – E25
- заден нервен отвор – E27



Хистогенеза

- недиференцирани невроепителни клетки (стволови клетки) – плурипотентни:

- унипотентни прогениторни клетки:

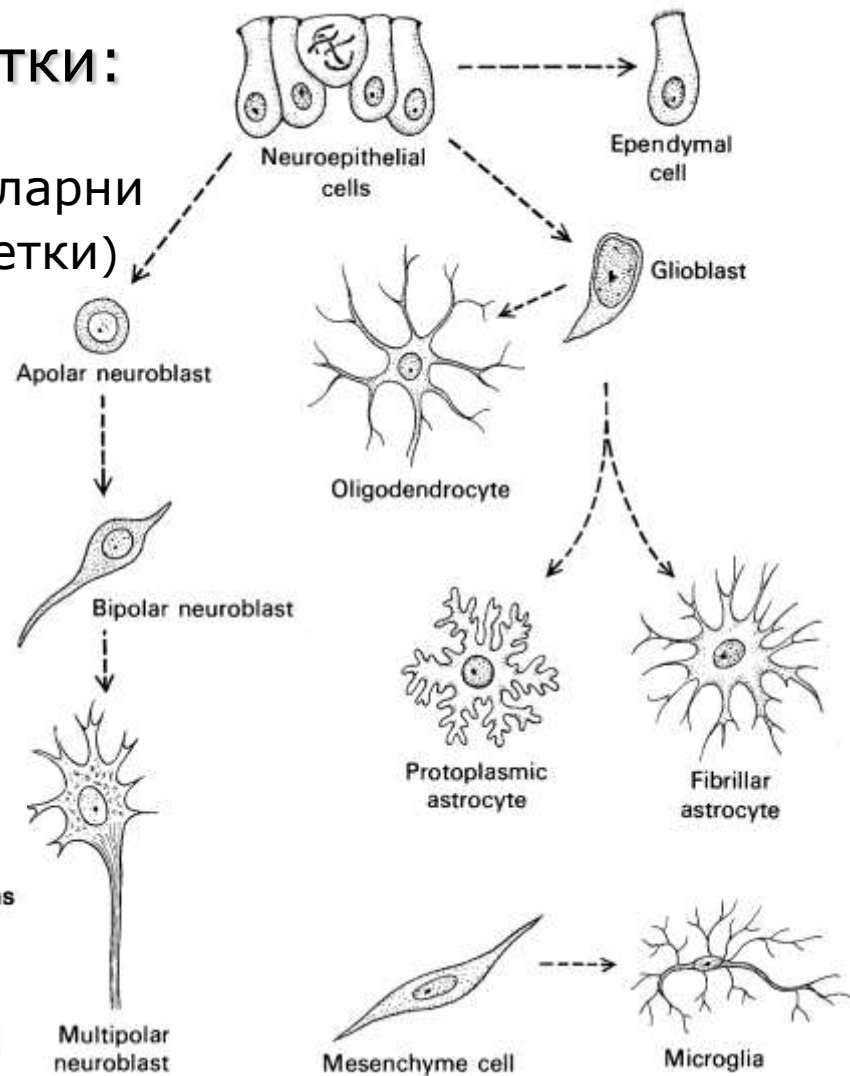
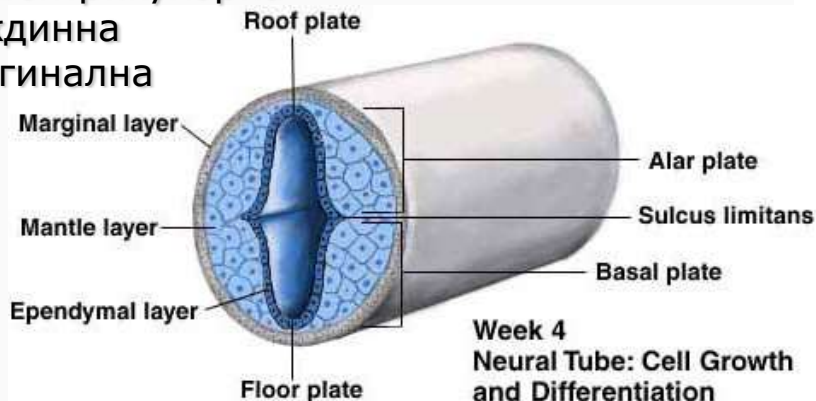
- ✓ невробласти (незрели неврони)
 - униполарни, биполарни и мултиполарни
- ✓ глиобласти (глиални прекурсурни клетки)
 - олигодендроцити
 - протоплазмени астроцити
 - фиброзни астроцити

- ✓ епендимни клетки

- микроглия ⇐ моноцитарен произход

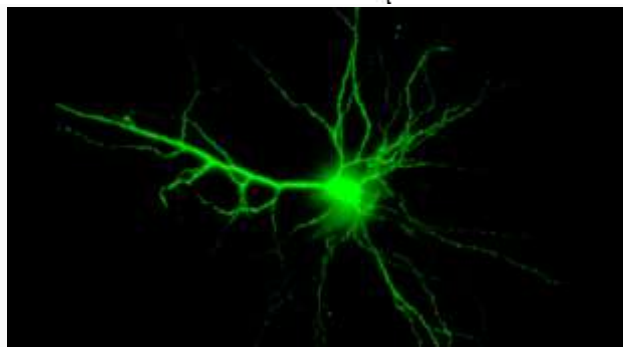
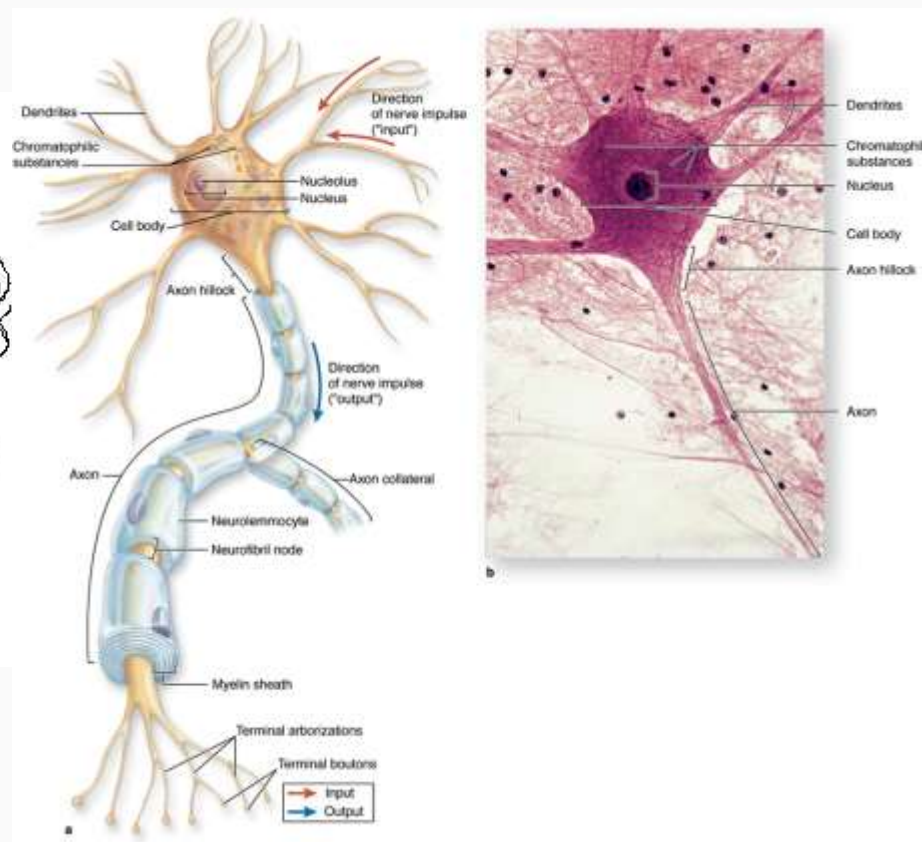
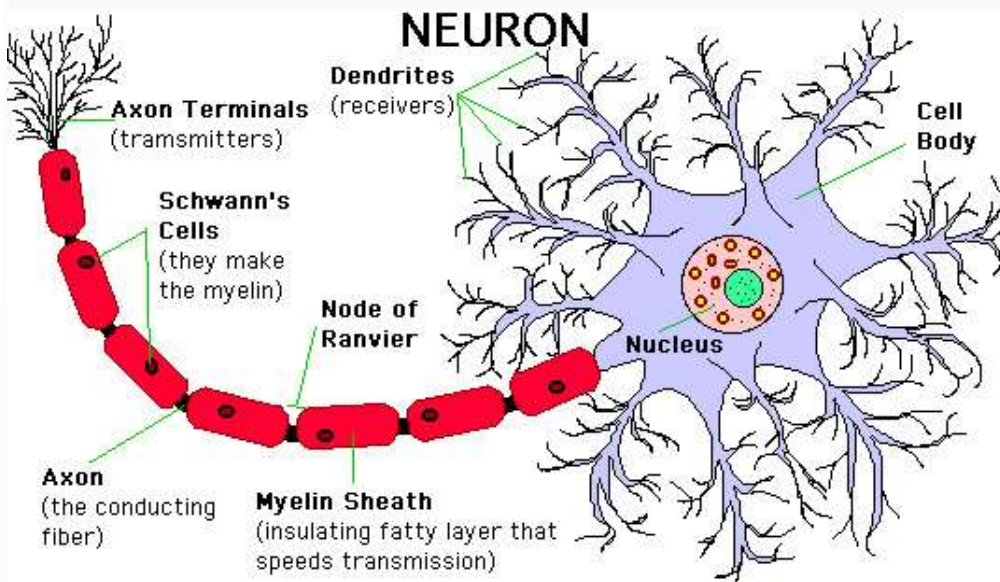
- хистогенеза – зони:

- субвентрикуларна
- междинна
- маргинална



Нервни клетки (неврони)

- нервна клетка (неврон) – мин. 10 милиарда
 - ✓ клетъчно тяло (перикарион)
 - ✓ аксон – *Golgi* тип I и II неврони
 - ✓ дендрити



Клетъчно тяло

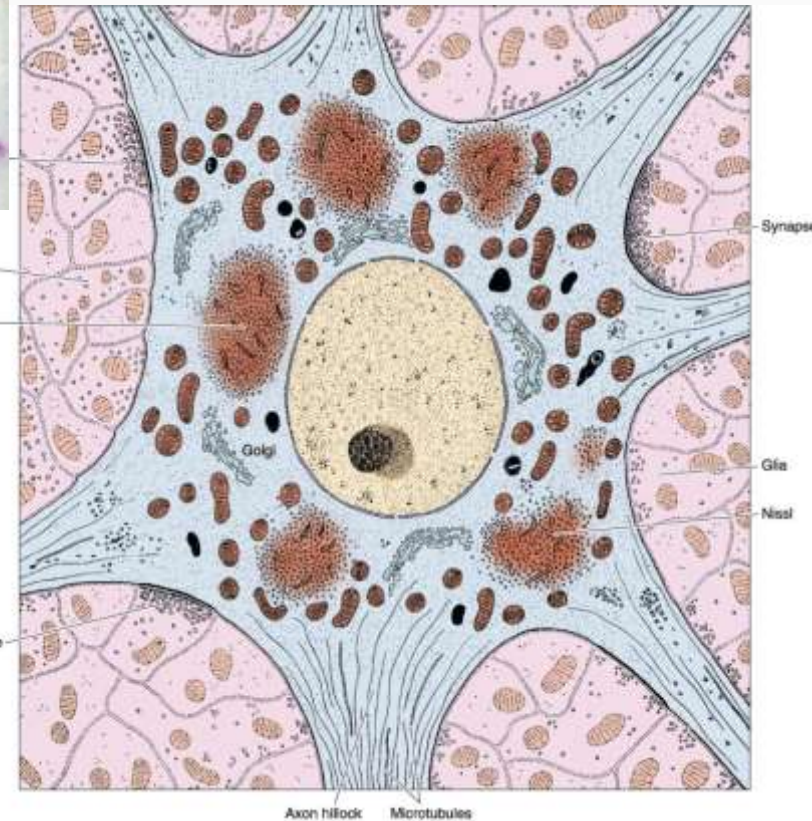
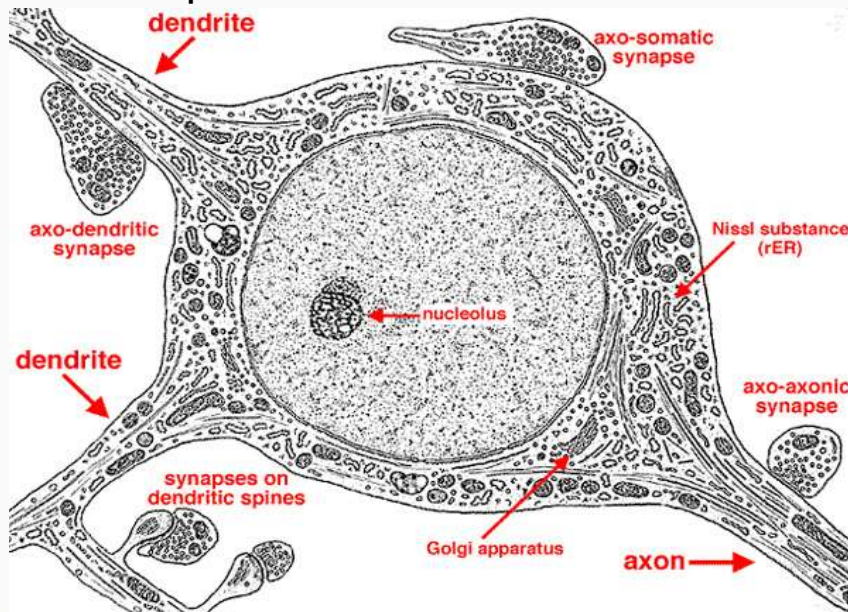
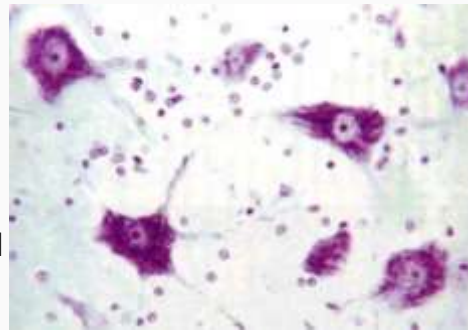
- перикарион (Gr. *peri* = около + *karyon* = ядро)
 - ✓ рецепторен и трофичен център на неврона
 - ✓ диаметър – 20-40 μm (4-120 μm)
 - ✓ форма – пирамидна, звездовидна, крушовидна и т.н.

■ състав:

✓ ядро

✓ органи:

- Нислови грануляции
- апарат на *Golgi*
- митохондрии
- микротубули
- неврофиламенти
- липофусцин и невромеланин

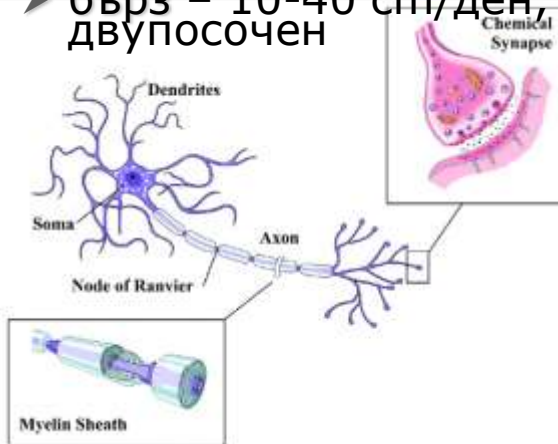
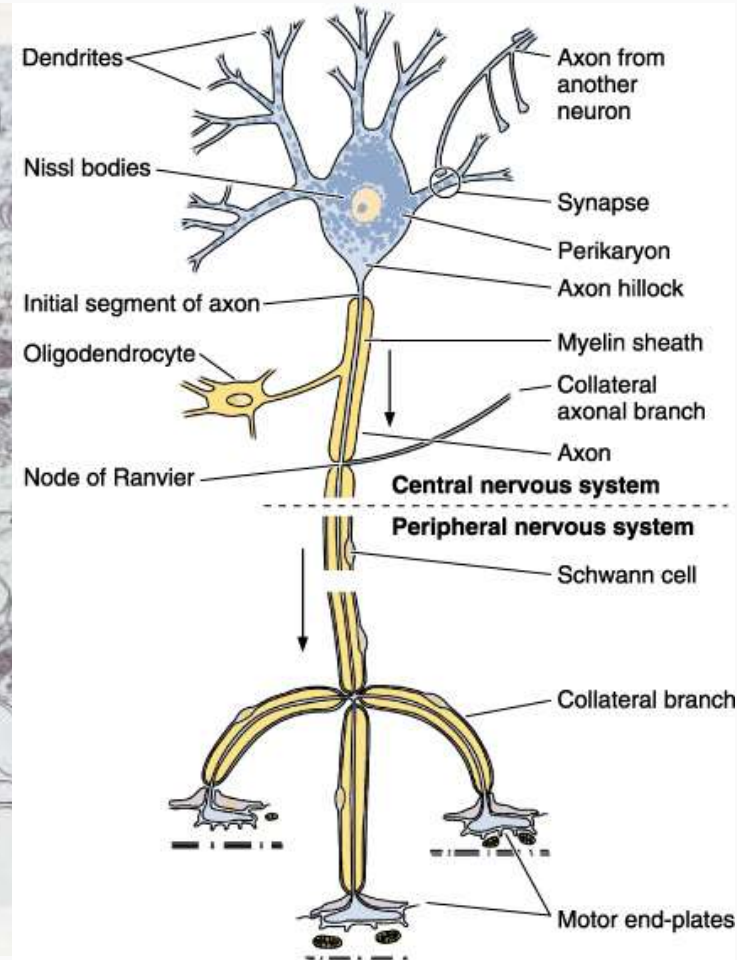
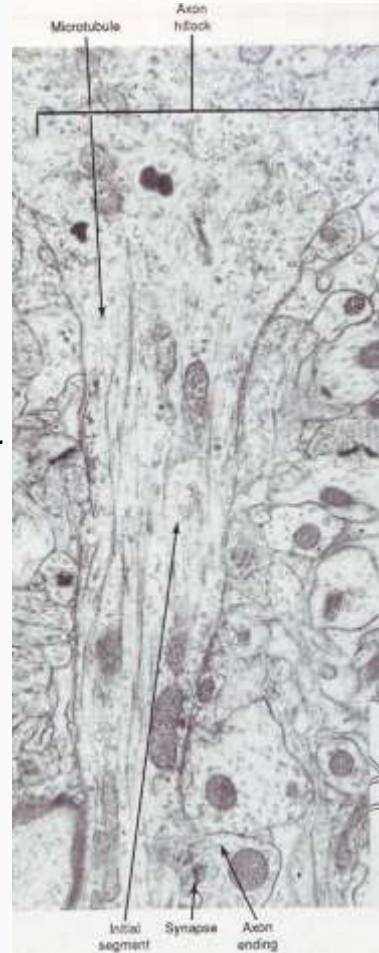


Нервни израстъци

- аксон (Gr. *axis* = ос, израстъък)
 - ✓ дължина – 1mm-100 cm
 - ✓ диаметър – 0.2-20 μm

строеж:

- ✓ аксонално хълмче
- ✓ начален сегмент
- ✓ разклонения, колатерали
- ✓ аксонално окончание, терминал \Rightarrow синапс
- ✓ аксолема
- ✓ аксоплазма:
 - рибозоми – рядко, ГрЕР и АГ – липсват
- ✓ аксоплазмен ток:
 - бавен – 0.2 $\mu\text{m}/\text{ден}$, антерограден транспорт – кинезини
 - бърз – 10-40 cm/ден, двупосочен

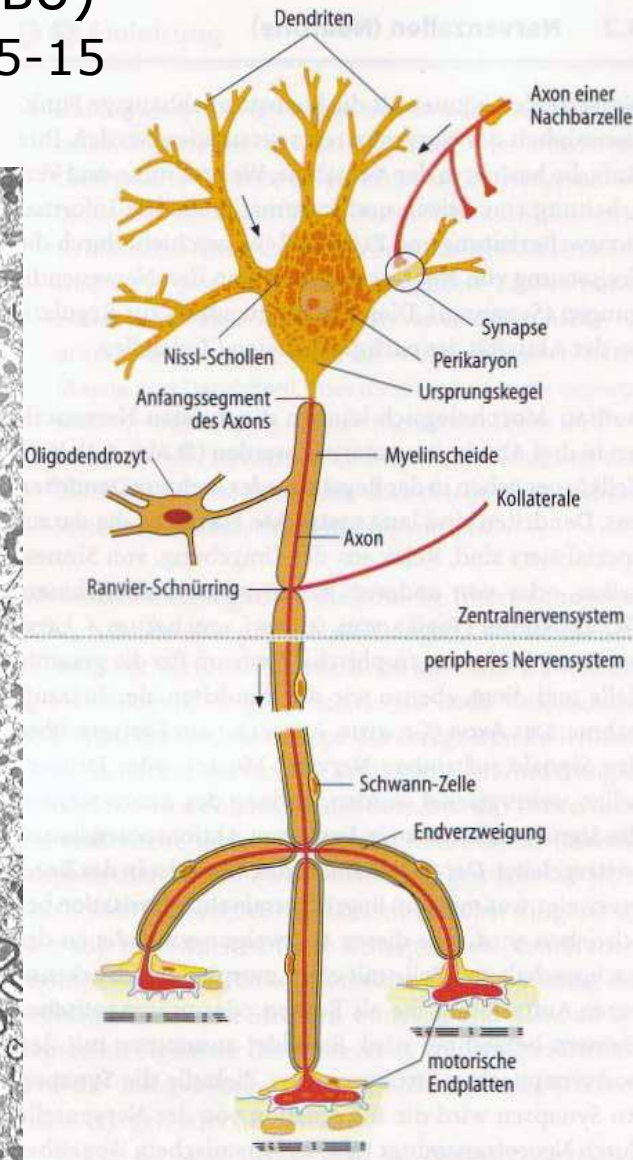
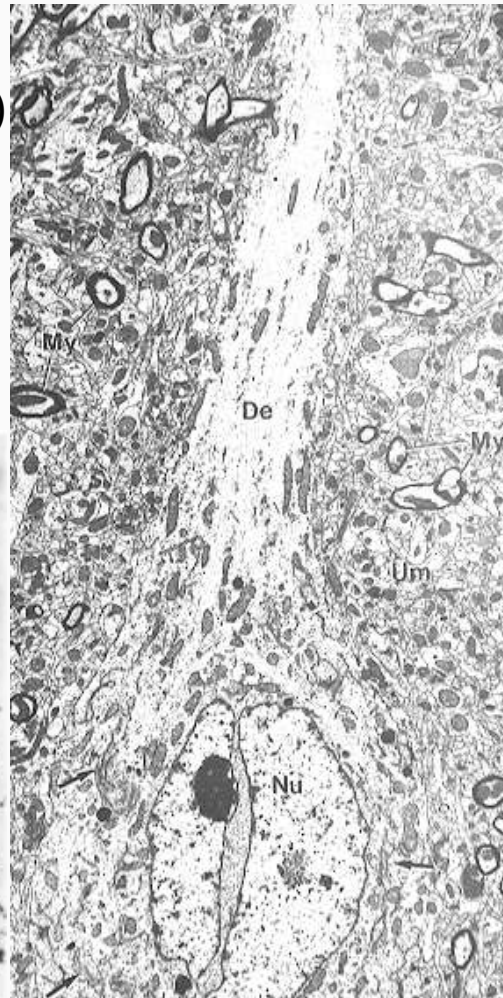
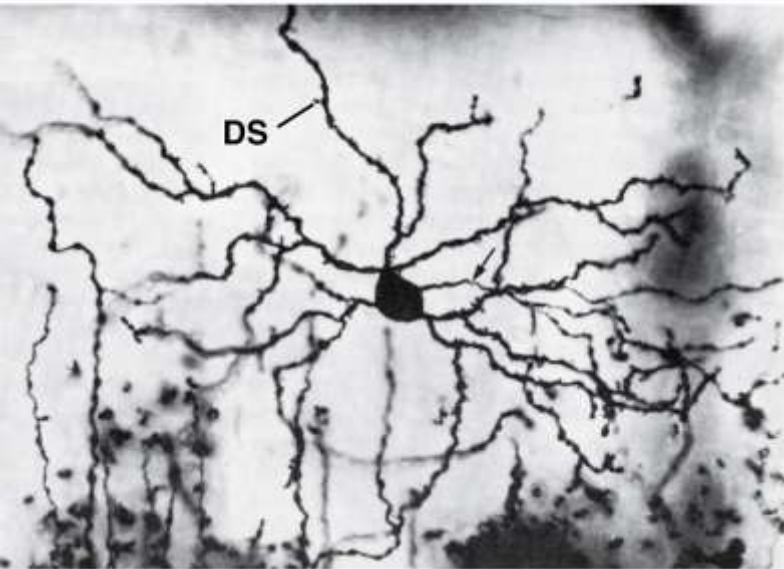


Нервни израстъци

- дендрити (Gr. *dendron* = дърво)
 - ✓ брой – вариабилен, най-често 5-15
 - ✓ 80-90% от повърхността

■ строеж:

- ✓ къси, дендритно дърво
- ✓ шипове – бодли (spines)
- ✓ дендритна цитоплазма:
 - Нислови тела
 - митохондрии
 - неврофиламенти
 - микротубули
- ✓ липсва апарат на *Golgi*



Основни невронални видове

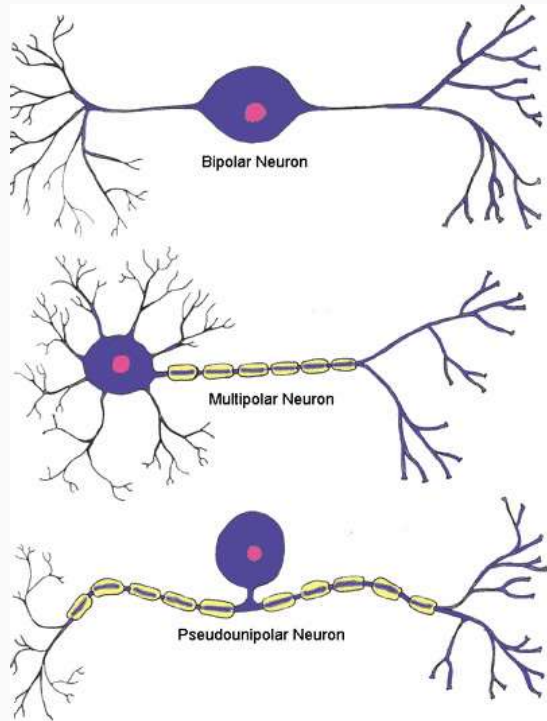
■ морфологични:

- ✓ мултиполарни
- ✓ биполарни
- ✓ (псевдо)униполарни
- ✓ анаксонни (амакринни)

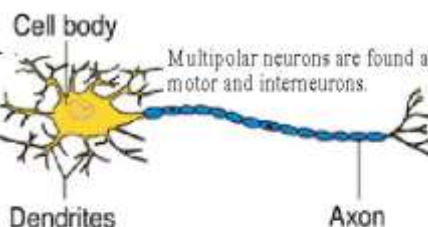
■ функционални:

- ✓ двигателни (моторни, еферентни)
- ✓ сетивни (сензорни, аферентни)
- ✓ свързочни (интерневрони) – 99% от всички неврони при възрастни

Structural Classes of Neurons

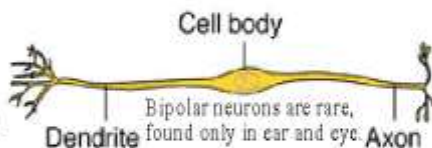


Multipolar neuron - has many dendrites and one axon.



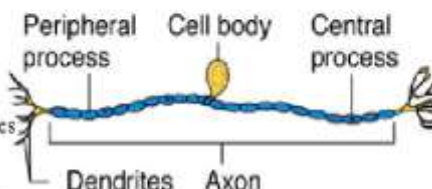
Multipolar neurons are found in motor and interneurons.

Bipolar neuron - has one dendrite and one axon attached to the cell body.



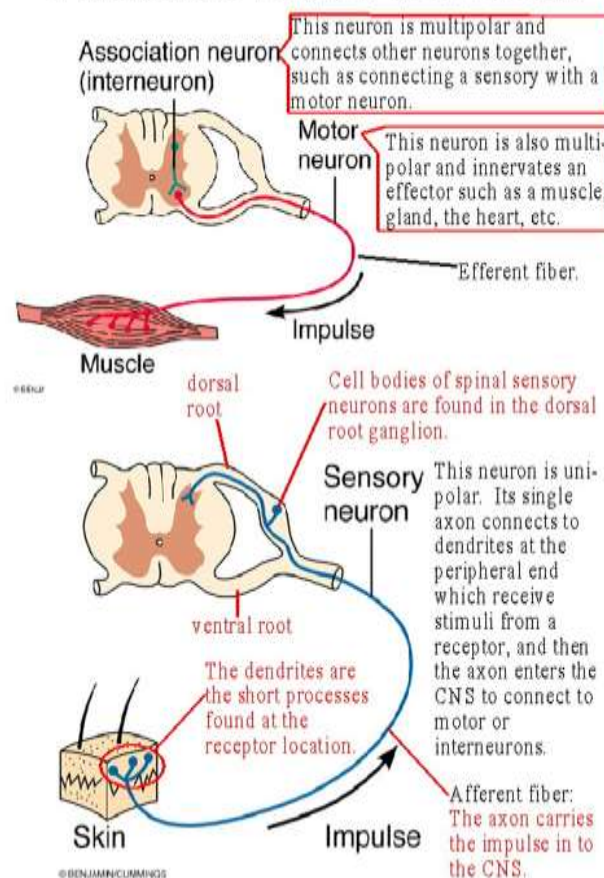
Bipolar neurons are rare, found only in ear and eye.

Unipolar neurons have one process from the cell body, an axon. It branches to connect to receptors and the spinal cord or brain.



Unipolar neurons are most of the body's sensory neurons. The dendrites are found at the receptor and the axon leads to the spinal cord or brain.

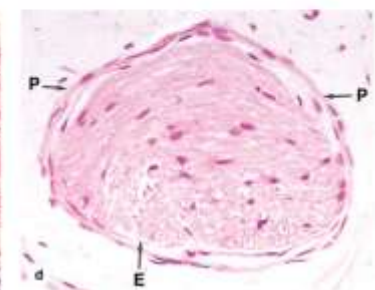
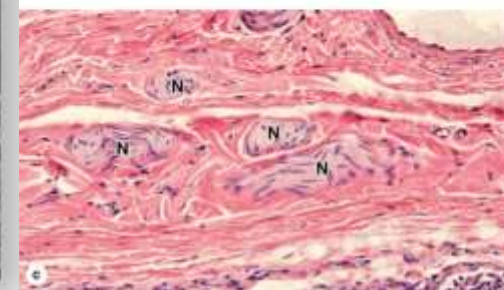
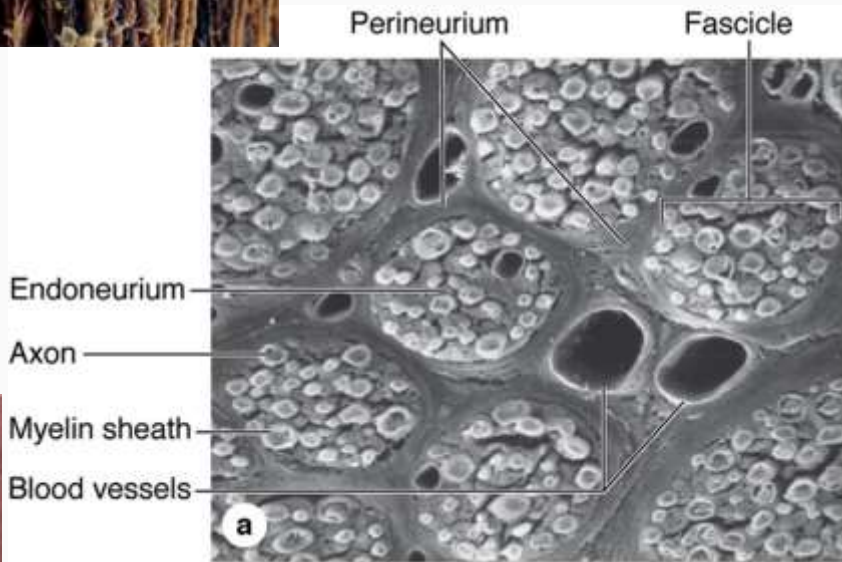
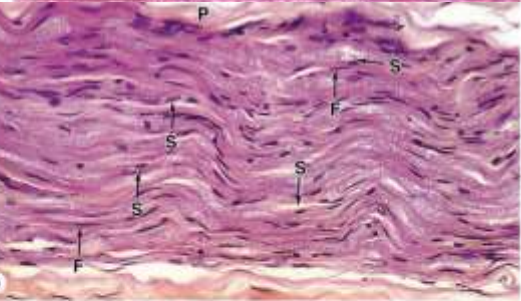
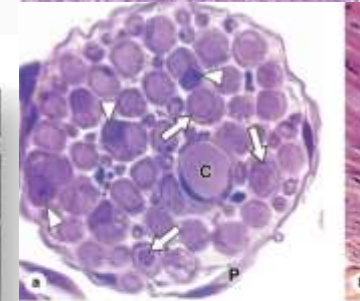
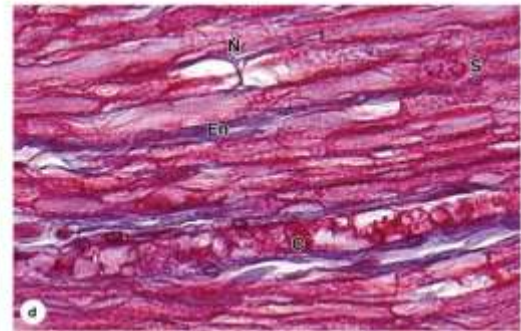
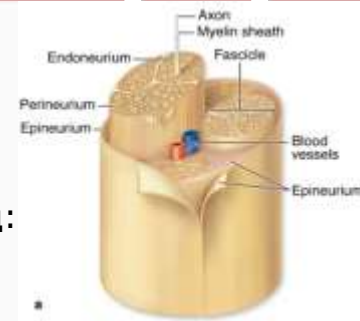
Functional Classes of Neurons



Периферни нерви

■ Периферни нерви:

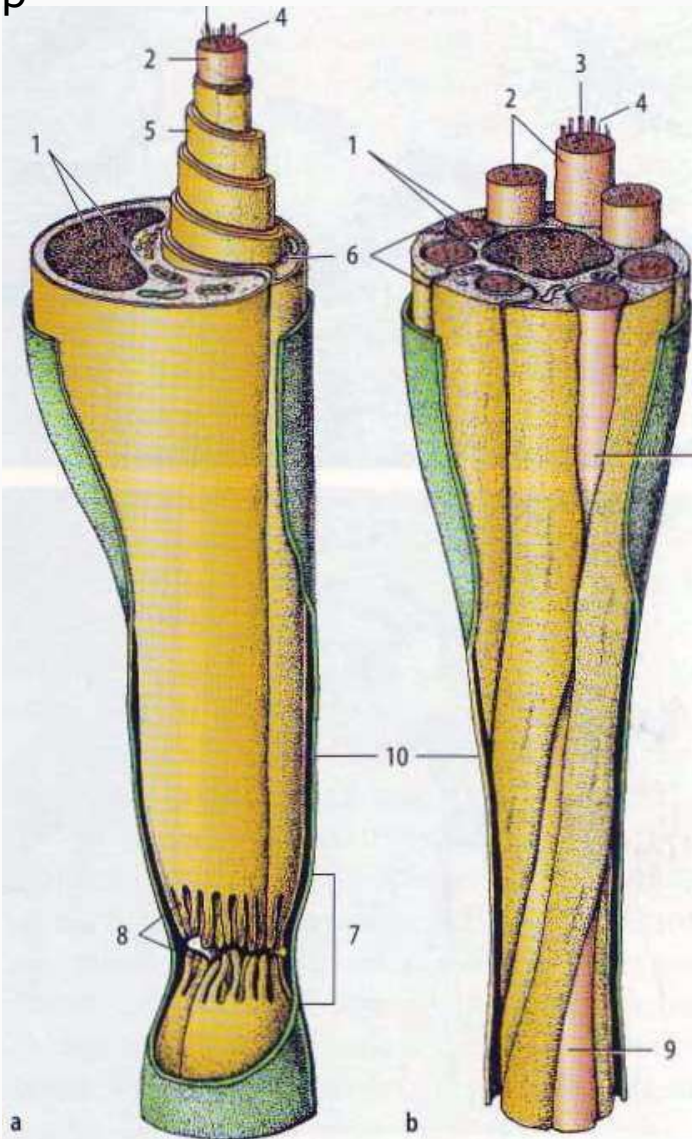
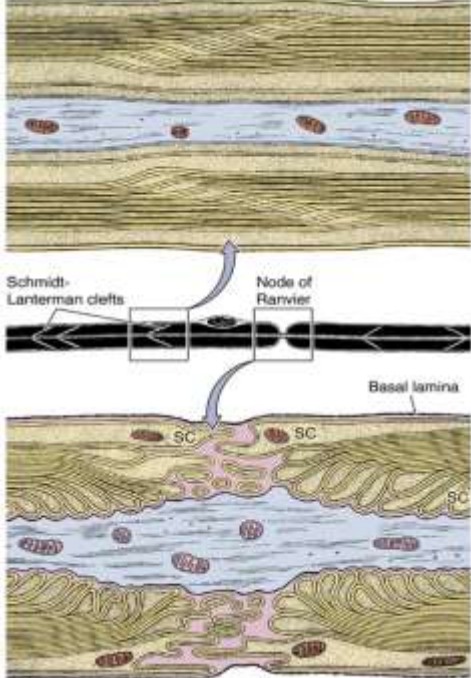
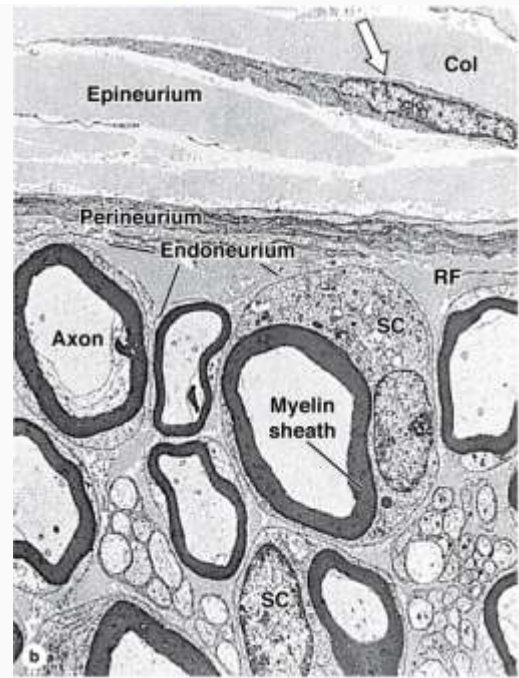
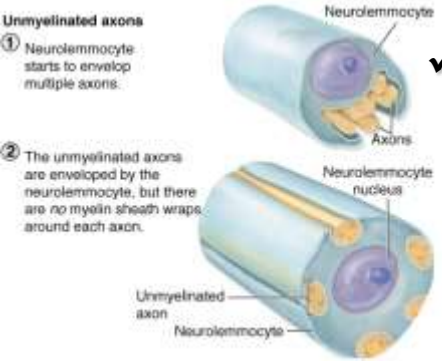
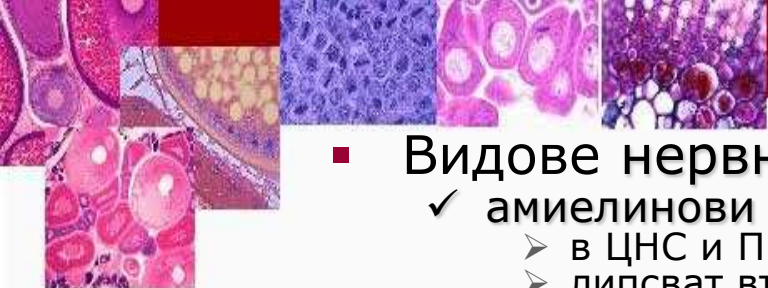
- Нервни влакна:
 - ✓ аксон (осев цилиндър)
 - ✓ обвивка с ектодермален произход:
 - олигодендроцит – ЦНС
 - Шванова клетка – ПНС
- Съединителнотъканни обвивки:
 - ✓ ендоневриум
 - ✓ периневриум
 - ✓ епиневриум



Нервни влакна

Видове нервни влакна:

- ✓ амиелинови – 0.1-2 μm диаметър
 - в ЦНС и ПНС
 - липсват възли на *Ranvier*
 - 0.5-2 m/sec скорост
- ✓ МИЕЛИНОВИ – 1-20 μm
 - в ЦНС и ПНС
 - мезаксон
 - възли на *Ranvier*
 - интернодален сегмент
 - насечки на *Schmidt-Lanterman*
 - 4-120 m/sec скорост



Нервен импулс

Нервен импулс:

- ✓ мембранен потенциал на покой -70 mV
- ✓ акционен потенциал – деполяризация
- ✓ провеждане на импулса по аксона

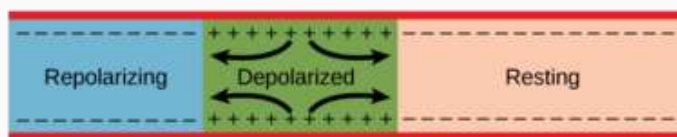


Direction of travel of action potential →

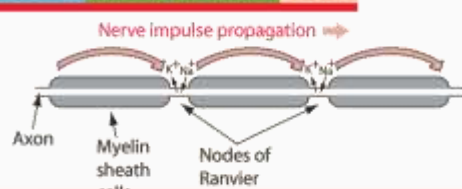
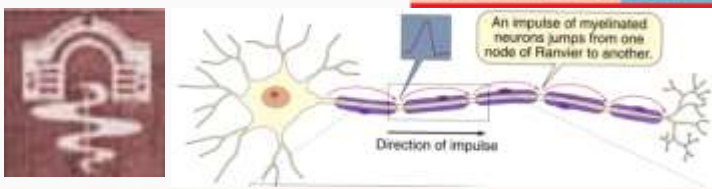
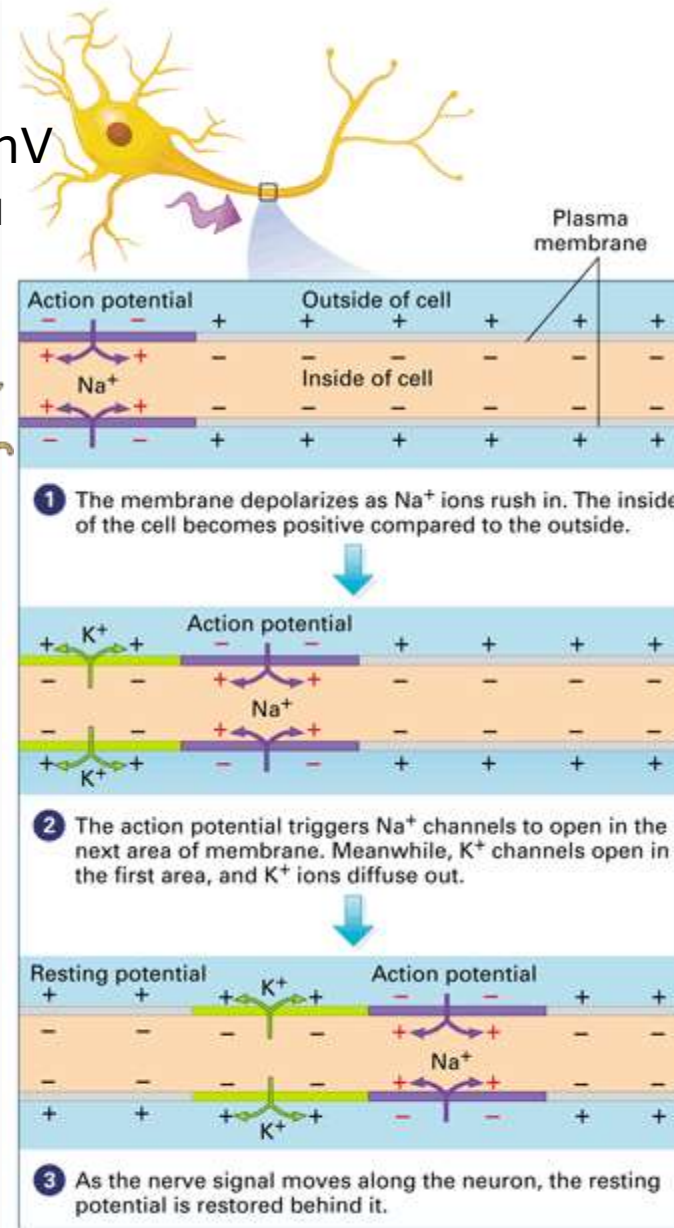
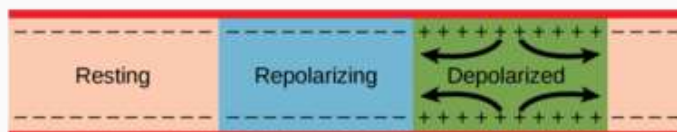
a. In response to a signal, the soma end of the axon becomes depolarized.



b. The depolarization spreads down the axon. Meanwhile, the first part of the membrane repolarizes. Because Na⁺ channels are inactivated and additional K⁺ channels have opened, the membrane cannot depolarize again.



c. The action potential continues to travel down the axon.





The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1963
Sir John Eccles, Alan L. Hodgkin, Andrew F. Huxley



Sir John Carew Eccles
Prize share: 1/3



Alan Lloyd Hodgkin
Prize share: 1/3



Andrew Fielding
Huxley
Prize share: 1/3

The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1963 was awarded jointly to Sir John Carew Eccles, Alan Lloyd Hodgkin and Andrew Fielding Huxley "for their discoveries concerning the ionic mechanisms involved in excitation and inhibition in the peripheral and central portions of the nerve cell membrane".



Синаптична комуникация



■ синапс
(Gr. *synaptein*
= свързвам)



C.S. Sherrington
1857-1952



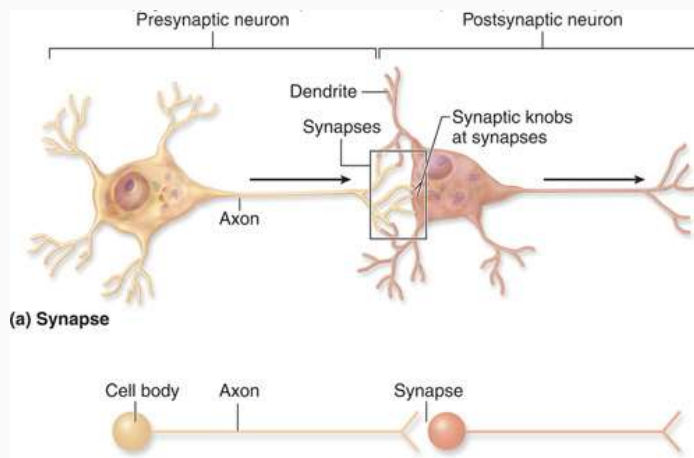
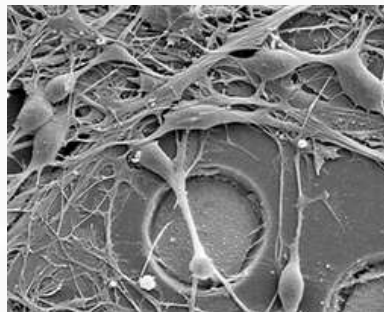
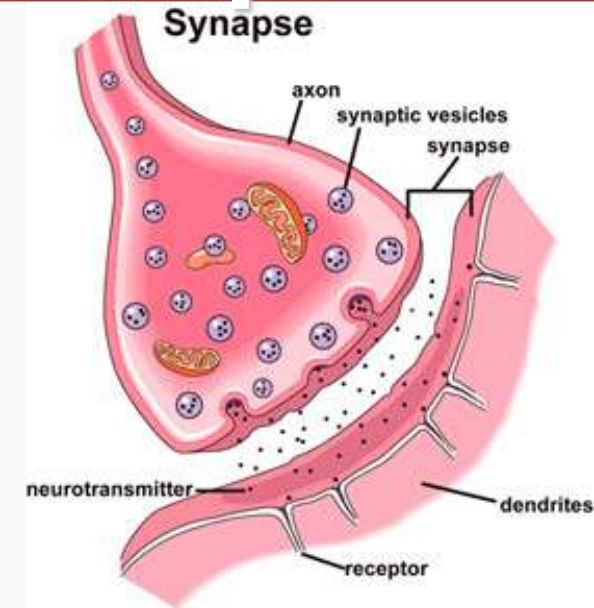
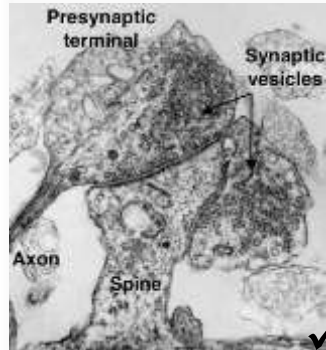
- ✓ 60000 синапса върху един пирамиден неврон
- ✓ един пирамиден неврон – 600 неврона

NB: Човешкият мозък сумарно съдържа около 90 милиарда неврона, които пренасят информация през кръгло 150 трилиона синапса!

Синапси – строеж

■ структура:

- ✓ пресинаптическая част, терминален бутон
 - пресинаптическая мембрана
 - пресинаптическая решетка
 - митохондрии
 - синапсни везикули – (20-65 nm) ⇨ медиатори
- ✓ синаптическая цепка (20-30 nm)
- ✓ постсинаптическая мембрана
 - постсинапсно уплътнение
 - рецептори



Синапси – видове

- по начин на предаване на нервния импулс:

- ✓ електрични
- ✓ химични

- според контактуващите структури:

- ✓ аксо-соматични
- ✓ аксо-дендритни
- ✓ аксо-аксонални
- ✓ дендро-дендритни
- ✓ сомато-дендритни и др.

- според морфологията:

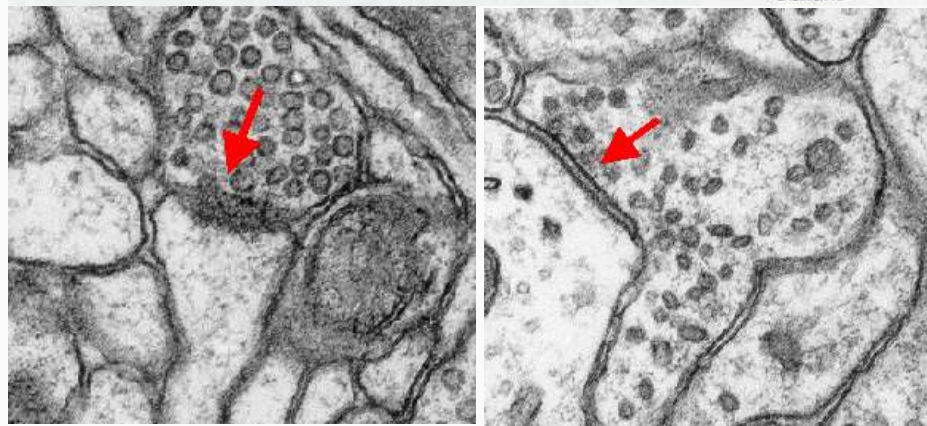
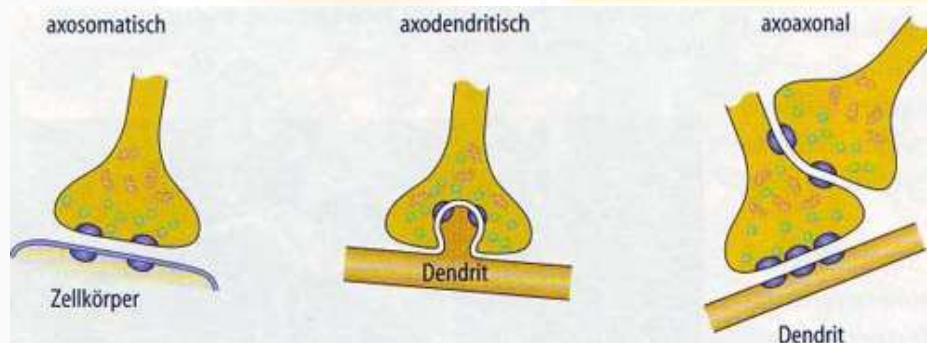
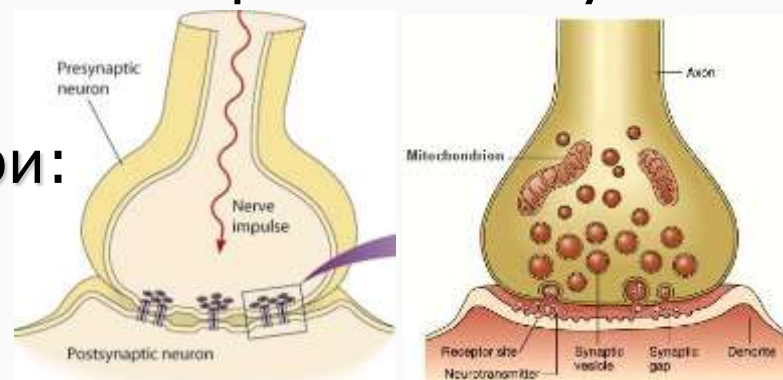
- ✓ асиметрични (тип I) – Glu
- ✓ симетрични (тип II) – GABA

- функционално:

- ✓ възбудни
- ✓ задръжни

- особени видове:

- ✓ реципрочни дендро-дендритни
- ✓ серийни
- ✓ "панделковидни"
- ✓ синаптични гломерули



Невромедиатори

- невромедиатори – критерии (невротрансмитери)
- невромодулатори

- според химичната структура:

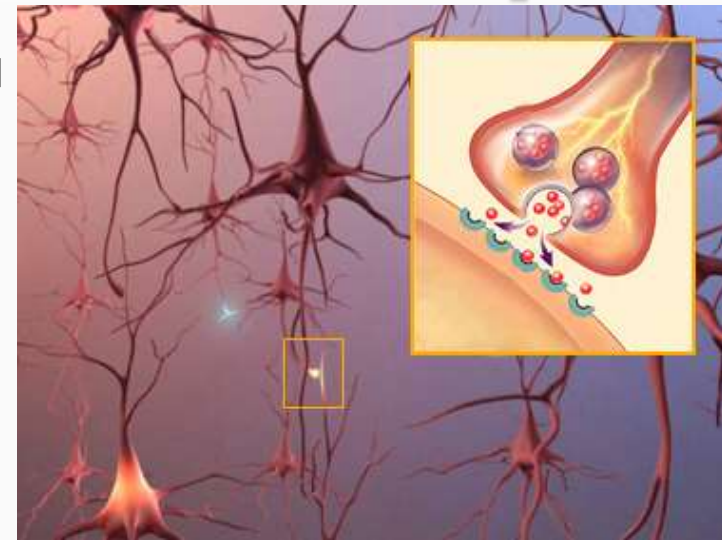
- ✓ класически трансмитери
 - биогенни амини
 - аминокиселини
- ✓ неuropeптиди

- атипични трансмитери:

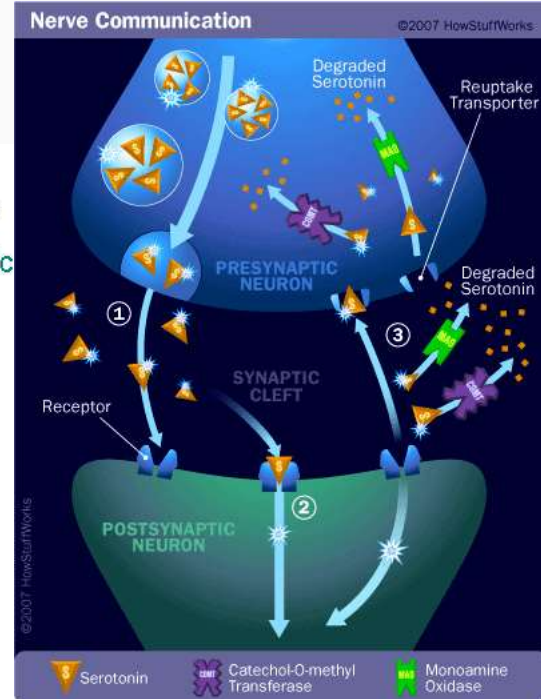
- ✓ производни на арахидоновата киселина (ейкозаноиди)
 - простагландини
- ✓ пуринови
 - аденозин и АТФ
- ✓ газове – NO, CO

- според функцията:

- ✓ възбудни
 - ацетилхолин
 - глутамат
 - аспартат
- ✓ инхибиторни
 - ди- и моноамини
 - ГАМК и глицин



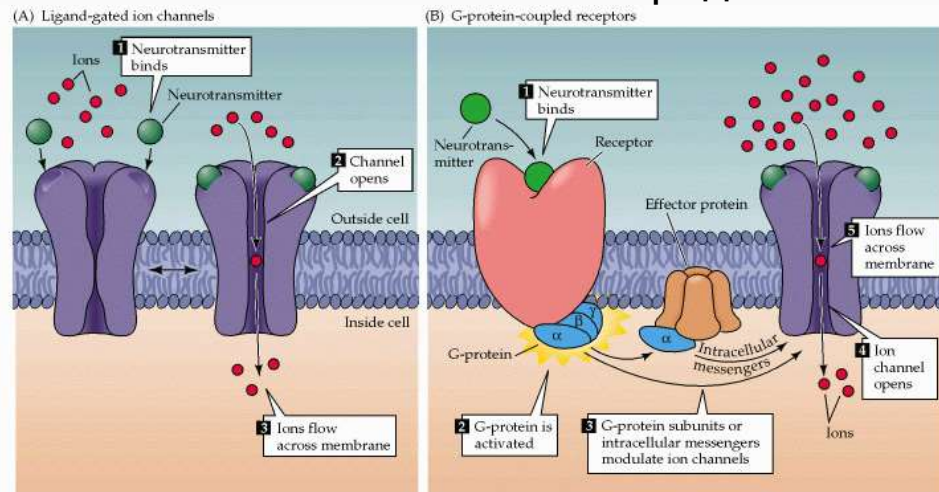
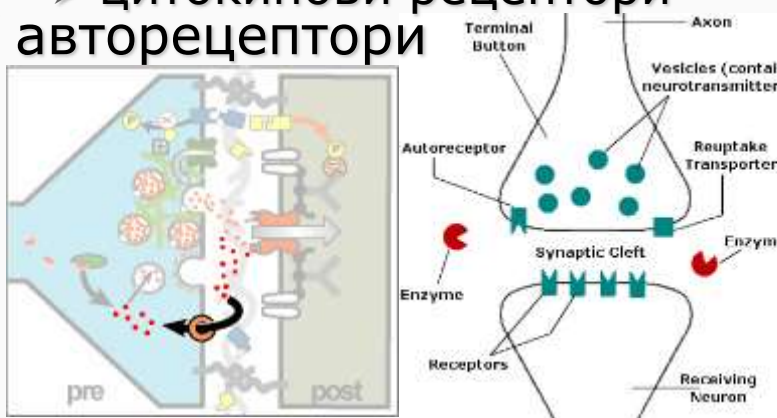
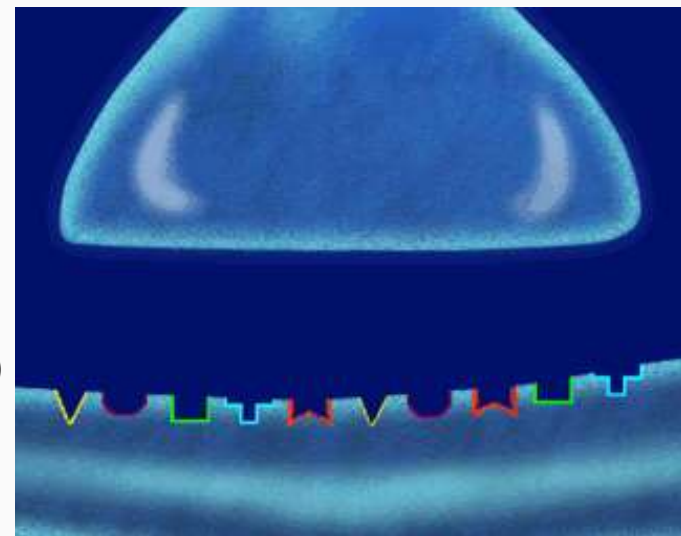
Common Neurotransmitters		
Neurotransmitter	Action	Receptor Subtypes
Acetylcholine (ACh)	+/-	Nicotinic, Muscarinic
Norepinephrine (NE)	+	α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , β_3
Dopamine (DA)	+/-	D ₁ , D ₂ (D ₃ , D ₄)
Serotonin (5-HT) (5 Hydroxytryptamine)	+/-	5-HT _{1A} , etc.
Glutamate (Glu)	+	NMDA, AMPA
GABA (Gamma-aminobutyric acid)	-	GABA _A , GABA _B
Enkephalins (Enk)	-	μ , κ , δ



Транспортери и рецептори

- Транспортери:
 - Ацетилхолинестераза (AChE)
 - ✓ интегрални протеини – Na⁺ транспорт симпортери

- Трансмитерни рецептори:
 - ✓ йонотропни (йонни канали)
 - за ACh, GABA, Gly, SER
 - за глутамат
 - NMDA-рецептори
 - non-NMDA-рецептори (AMPA и каинатни)
 - ✓ metabotropic
 - G-протеин-свързани
 - мускаринови ACh рецептори
 - α- и β-адренергични рецептори
 - рецептори за Glu, SER, GABA, неuropeптиди, мирисни рецептори, родопсин
 - тирозинкиназа-свързани
 - гуанилатциклаза-свързани
 - цитокинови рецептори
 - ✓ авторецептори





*Arvid Carlsson, Paul Greengard и Eric Kandel за откритията им
относно "сигналната трансдукция в нервната система"*

*Arvid Carlsson, Катедра по фармакология, Университет Гьотеборг, Швеция,
за откритието му на допамина като мозъчен трансмитер и ролята му
при контрола на движенията, довели до изясняване на патогенезата
на болестта на Parkinson, вследствие на дефицит на допамин в мозъка.*

*Paul Greengard, Лаборатория по молекулярна и клетъчна
наука, Рокфелеров институт, Ню Йорк, САЩ,
за откритието му как допаминът и редица други
невротрансмитери упражняват своите действия в
нервната система.*

*Eric Kandel, Център по невробиология и поведение, Колумбийски университет,
Ню Йорк за откритията му как може да бъде повлияна ефикасността
на синапсите и кои молекулни механизми участват в този процес.*



Благодаря ...

