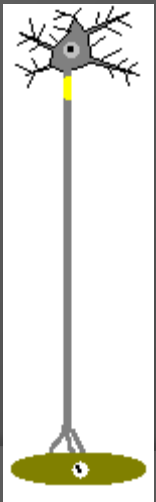


ФИЗИОЛОГИЯ НА ВЪЗБУДИМИТЕ ТЪКАНИ. МЕМБРАНЕН ПОТЕНЦИАЛ НА ПОКОЙ. АКЦИОНЕН ПОТЕНЦИАЛ. ПРОВЕЖДАНЕ НА АКЦИОННИЯ ПОТЕНЦИАЛ



доц. д-р Боряна Русева, д.м.
Сектор “Физиология”
МУ-Плевен

Възбудимост и възбуждение

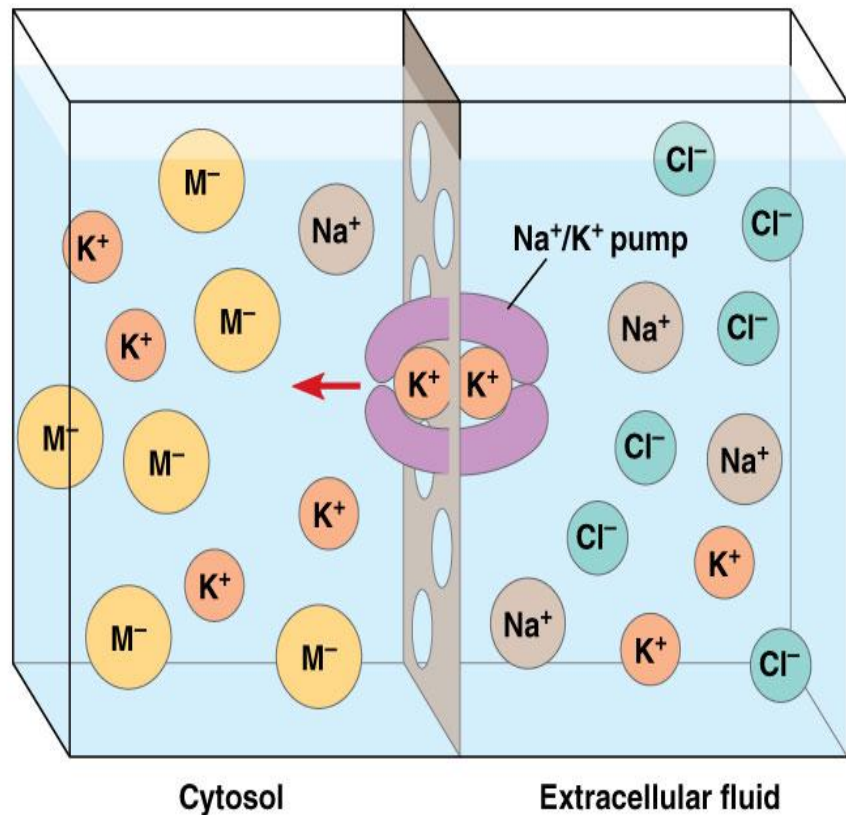
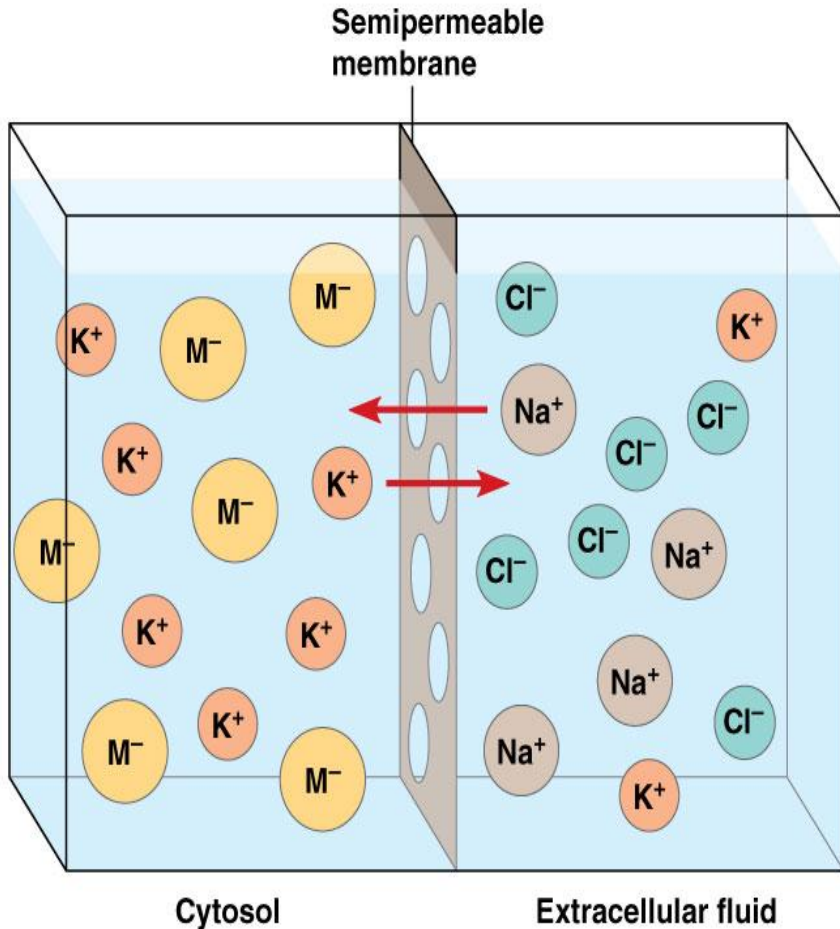
- ◎ **Дразнимост** - свойство на живата тъкан да реагира на въздействия от вътрешната или външната среда.
- ◎ **Възбудимост** - свойство на възбудимите тъкани (нервна и мускулна) да реагират на въздействия с процес на възбуждение.
- ◎ **Възбуждението** е специфична промяна на електричния потенциал на цитоплазмената мембрана на нервните или мускулните клетки.

Мембранен потенциал на покой

- Мембранният потенциал на покой е разликата в електричния потенциал на вътреклетъчната и извънклетъчната повърхност на клетъчната мембрана. Тази разлика нормално е около 60 - 90 миливолта, като вътреклетъчната повърхност е електроотрицателна спрямо извънклетъчната повърхност.

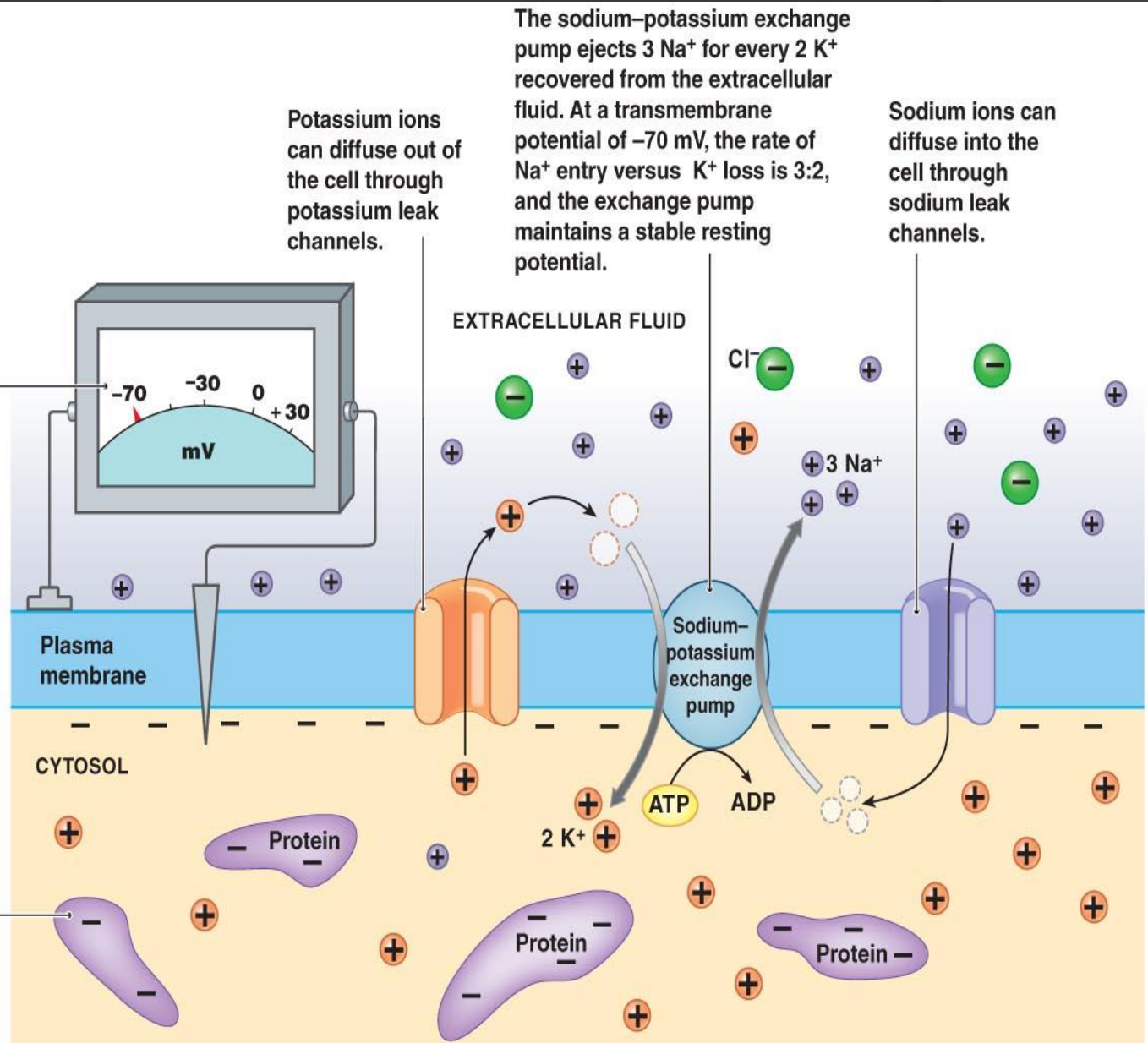
A small number of sodium (Na^+) ions continually leak into the cell. This makes the membrane potential more positive, weakening the electrical restraint on the movement of potassium (K^+) ions. A small number of ions now leak out of the cell.

As Na^+ ions accumulate in the cytosol, they are pumped outward in exchange for potassium ions by the Na^+/K^+ pump. The result is a low concentration of Na^+ ions inside the cell. Some Na^+ ions in the cytosol cause the membrane potential to be more positive than the equilibrium membrane potential for K^+ .



The unit of measurement of potential difference is the volt (V), and the transmembrane potential of a neuron is usually near 0.07 V. Such a value is usually expressed as -70 mV (or -70 millivolts—thousandths of a volt) with the minus sign indicating that the interior is negatively charged.

The cytosol contains an abundance of negatively charged proteins, whereas the extracellular fluid contains relatively few. These proteins cannot cross the plasma membrane.



An overview of the events responsible for the normal resting potential of a neuron

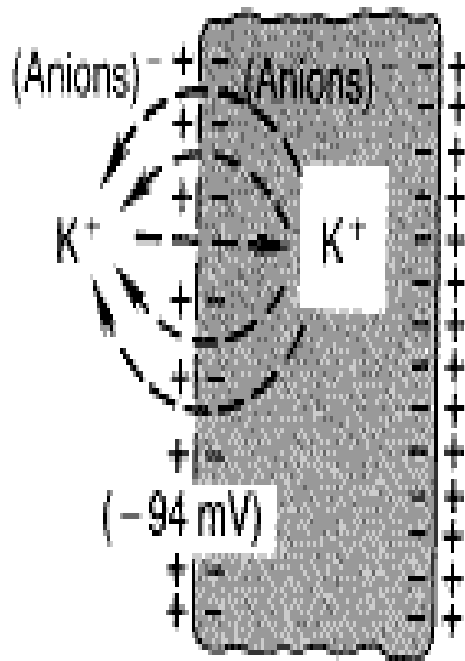
- ⦿ **Уравнение на Nernst** - за равновесен потенциал на даден йон

$$E_x \text{ (mV)} = \pm 61 \log C_{x_e}/C_{x_i}$$

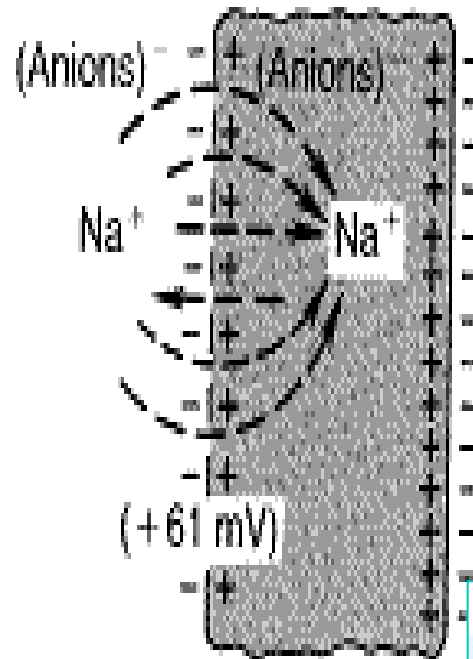
- ⦿ **Уравнение на GOLDMAN** - за мембранен потенциал на покой

$$E_M \text{ (mV)} = - 61 \log \frac{C_{Na_i} \cdot P_{Na_i} + C_{K_i} \cdot P_{K_i} + C_{Cl_e} \cdot P_{Cl_e}}{C_{Na_e} \cdot P_{Na_e} + C_{K_e} \cdot P_{K_e} + C_{Cl_i} \cdot P_{Cl_i}}$$

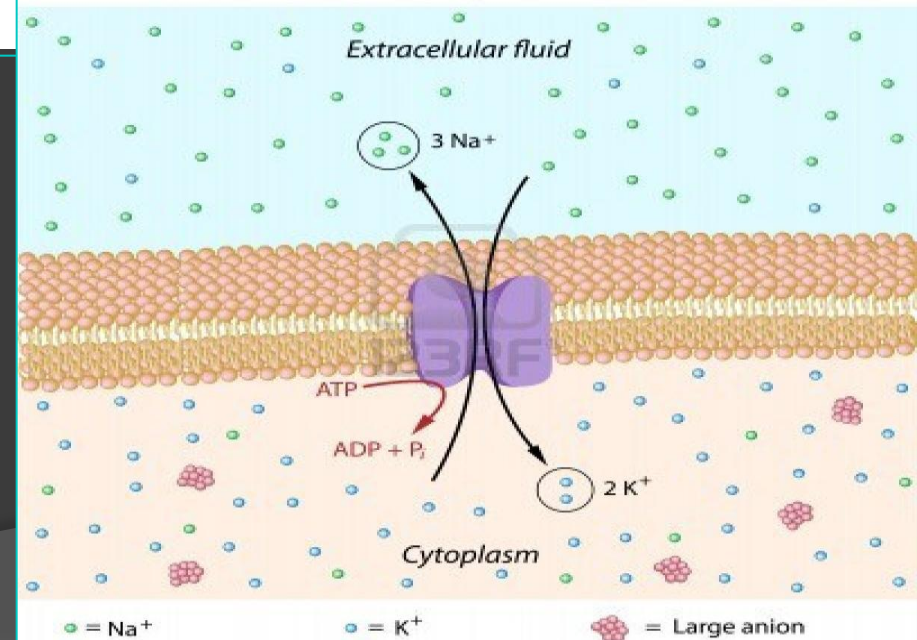
Nerve fiber



Nerve fiber



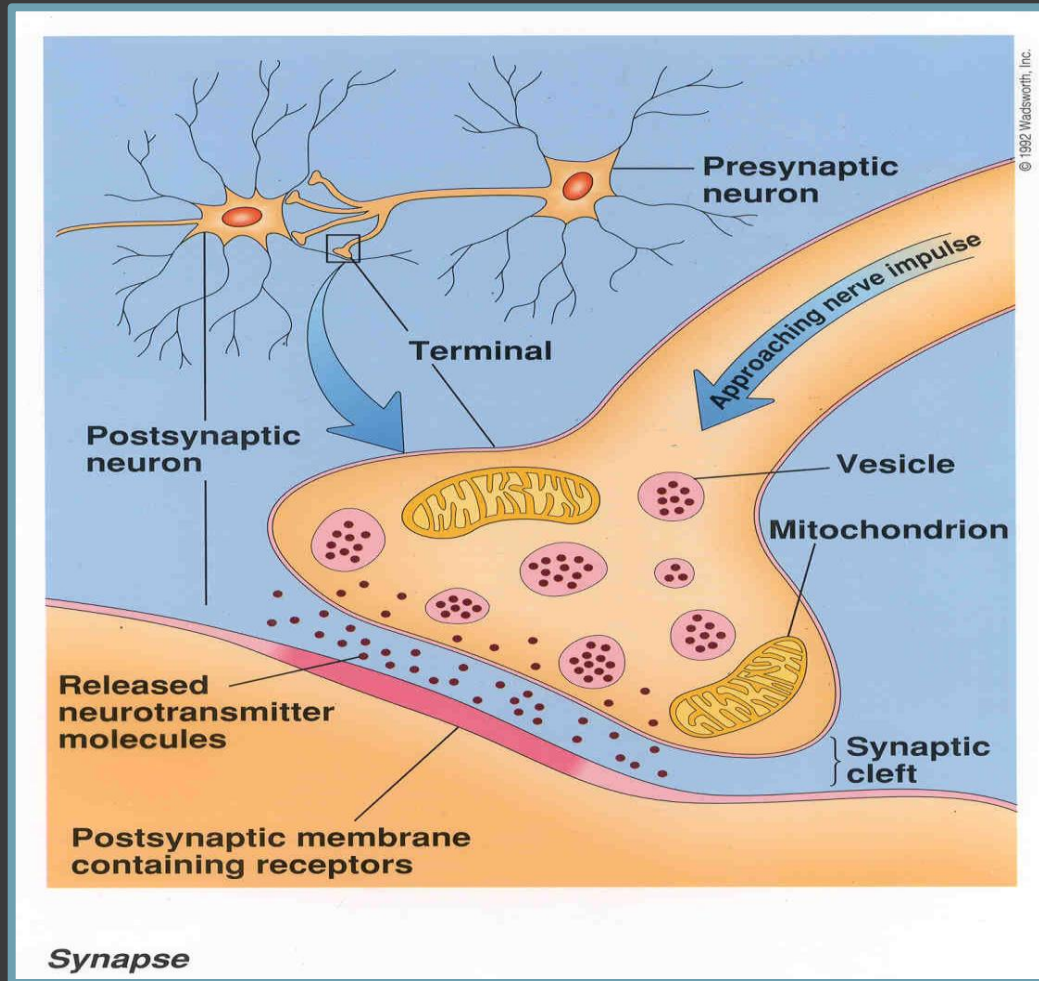
Ionic Basis of the Resting Membrane Potential



Видове възбудими мембрани

- Електровъзбудими мембрани са тези, които променят пропускливостта си за йони в зависимост от мембранния потенциал (мембраната на аксона, на мускулната клетка, на кардиомиоцита).
- Електроневъзбудимите мембрани променят пропускливостта си за йони в резултат на свързване на мембранни рецептори с невромедиатори (постсинаптичната мембрана) или под въздействие на някакъв вид енергия (мембраната на рецепторите на сетивните системи).

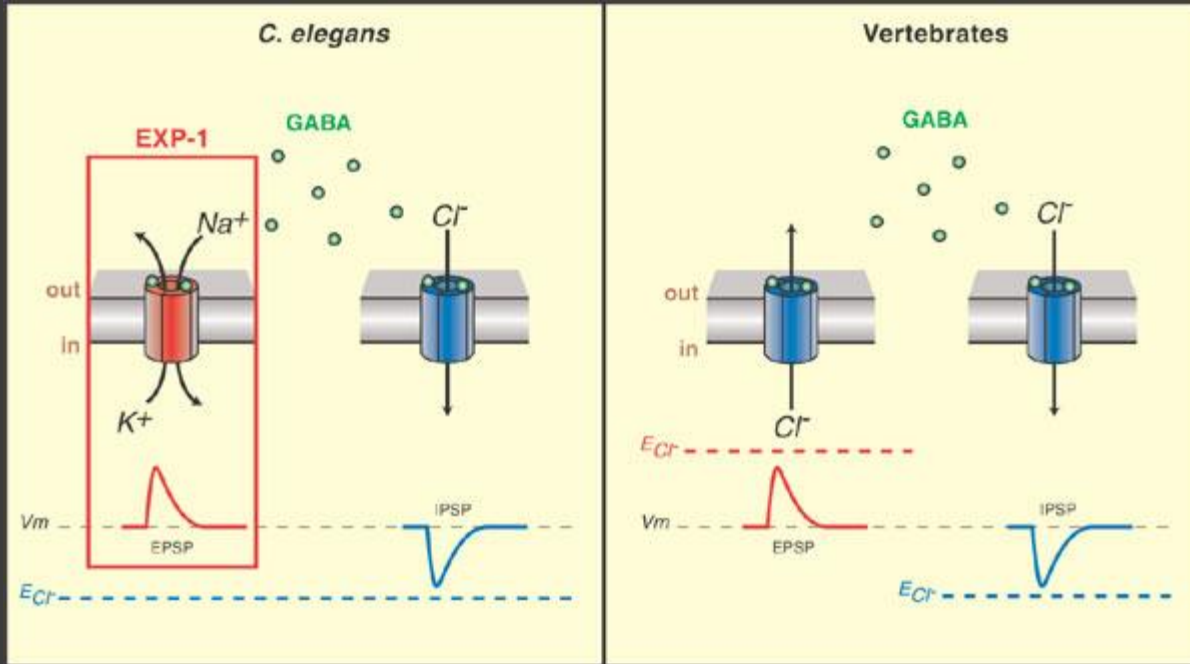
Химичен синапс



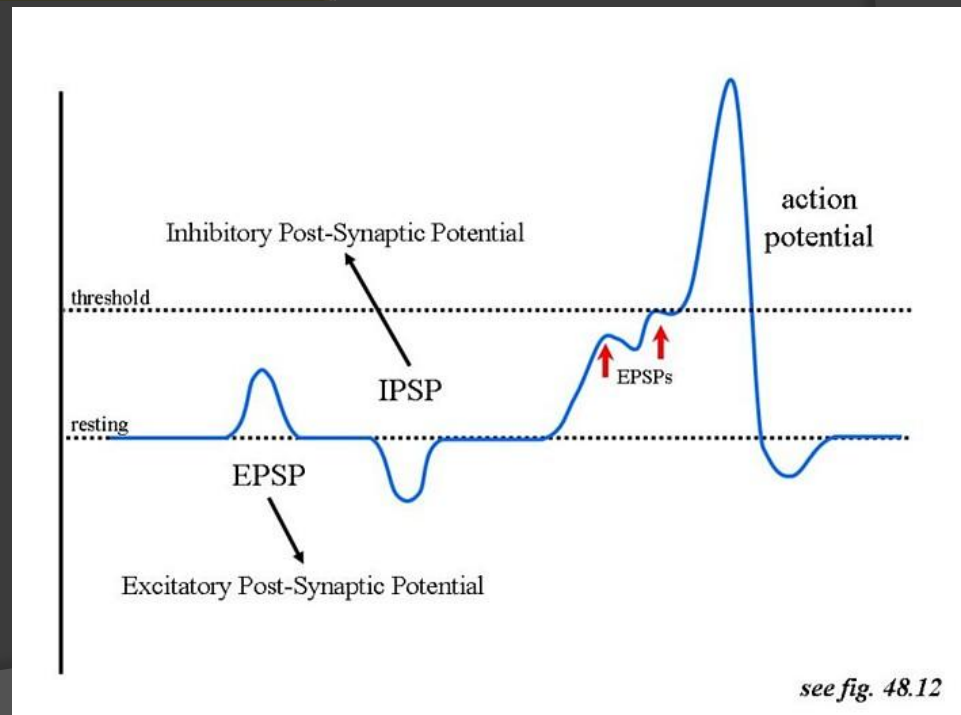
Synapse

Характеристика на Локалния отговор

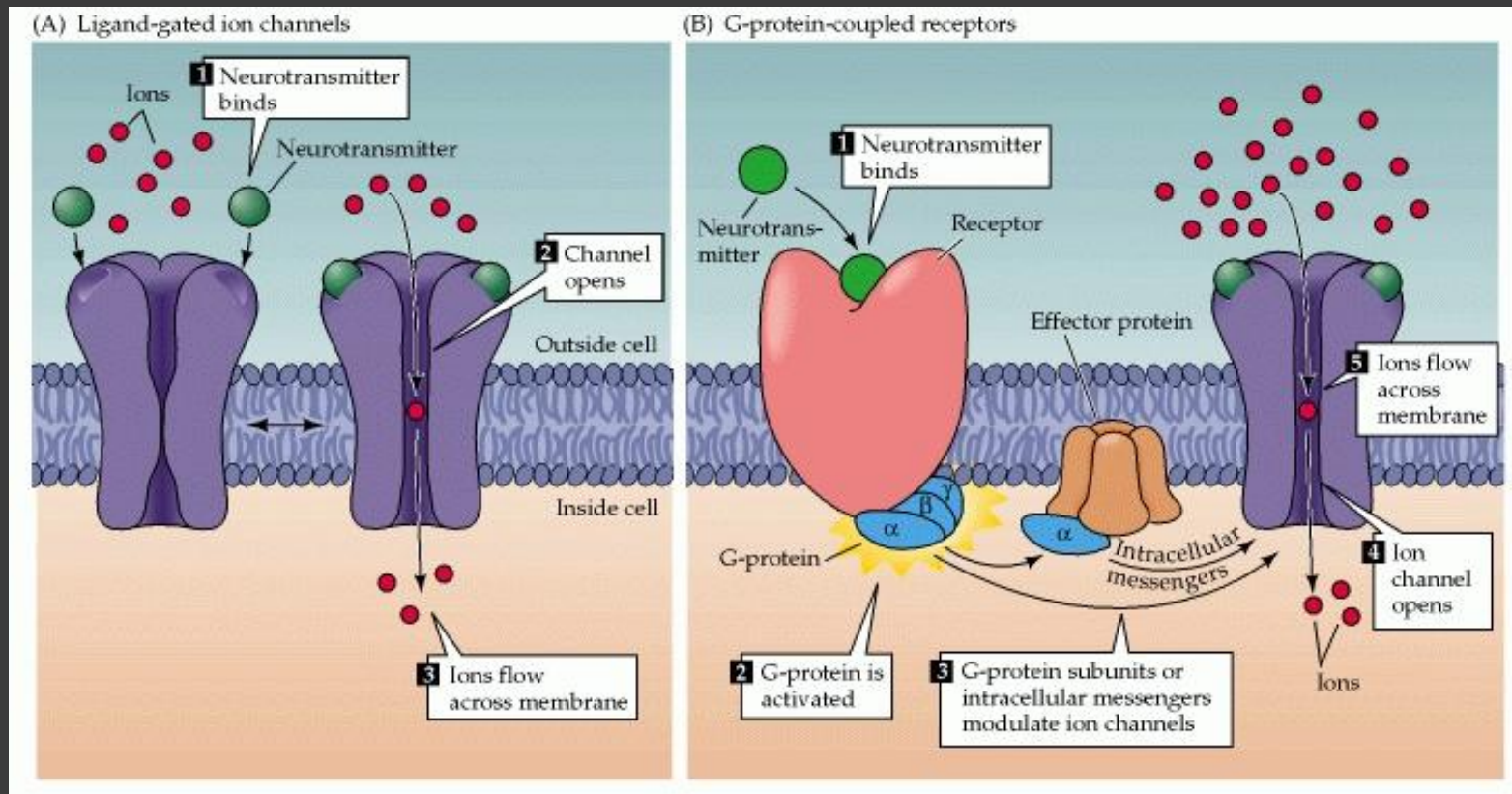
- Амплитудата му е пропорционална на силата на дразнителя (амплитудно кодиране на информацията за силата на дразнителя);
- Разпространява се със затихване в ограничен участък от мястото на генериране;
- Има възможност за сумиране на локалните отговори.



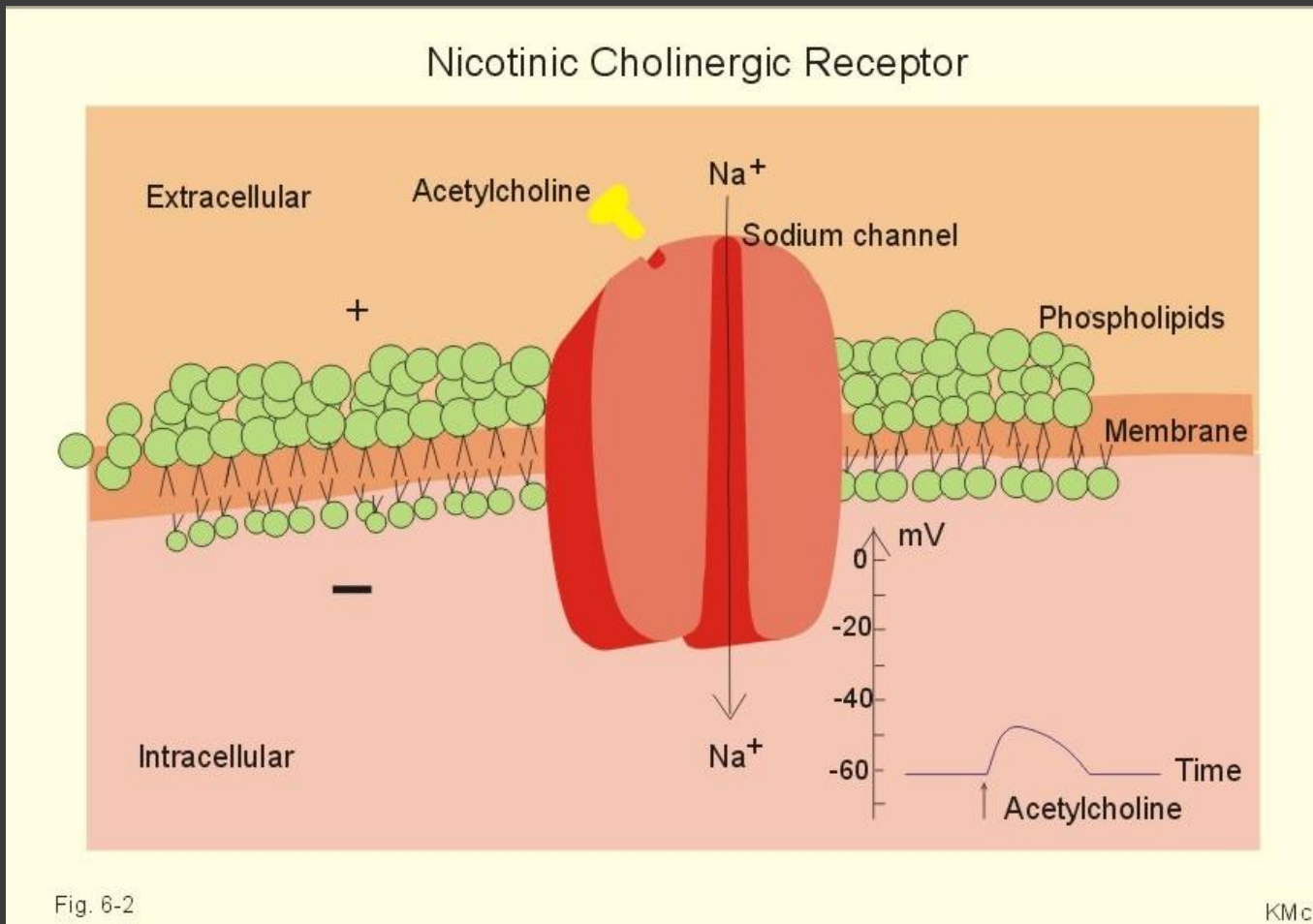
Електроневъзбудимите мембрани (сетивни рецептори и постсинаптичните мембрани) генерират Локален отговор при възбуждане.



Видове рецептори на постсинаптичната мембрана



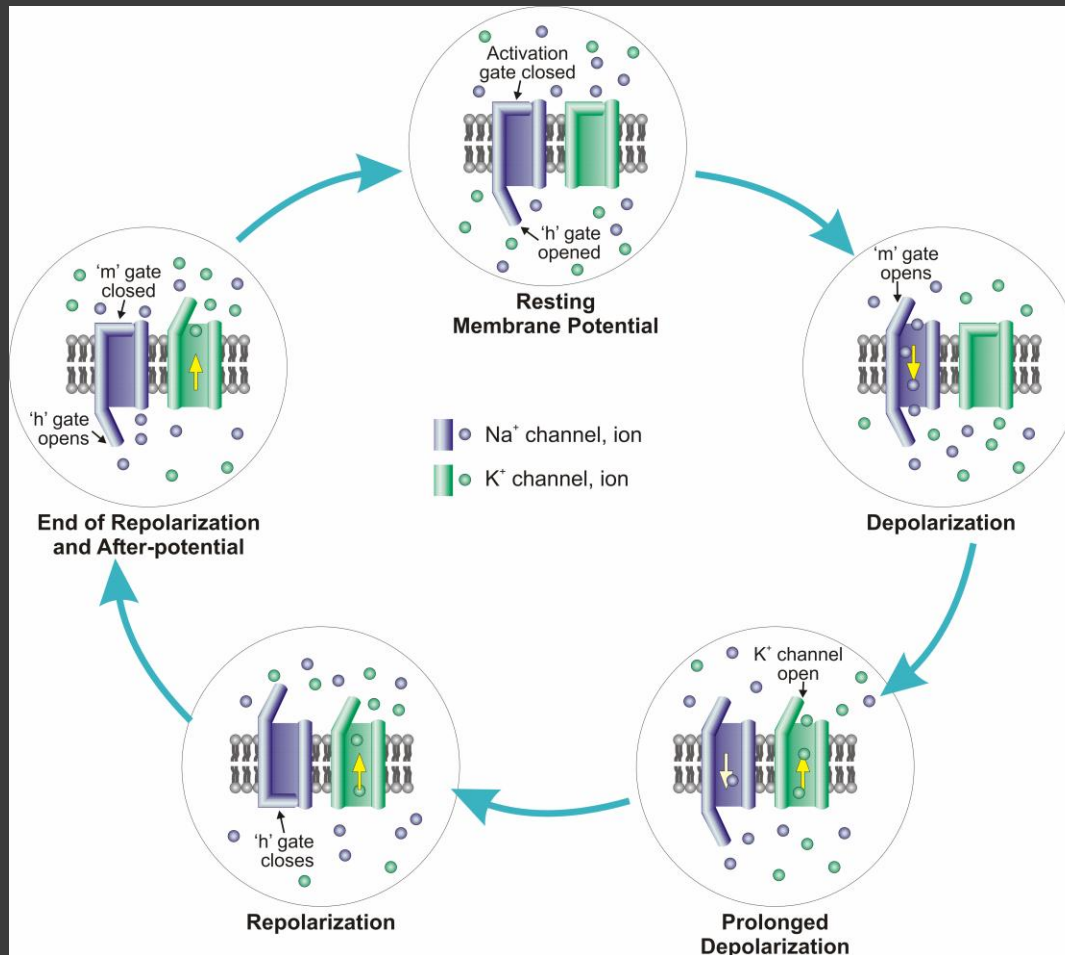
N – холинергични рецептори



Акционен потенциал

- *Под действие на достатъчно силен дразнител (прагов) в електровъзбудимата мембрана протичат последователно и за точно определено време следните промени: намаляване на мембранния потенциал (деполяризация) до определена стойност, последвана от възстановяване на мембранния потенциал (реполяризация). Съвкупността от тези промени се нарича **акционен потенциал**.*

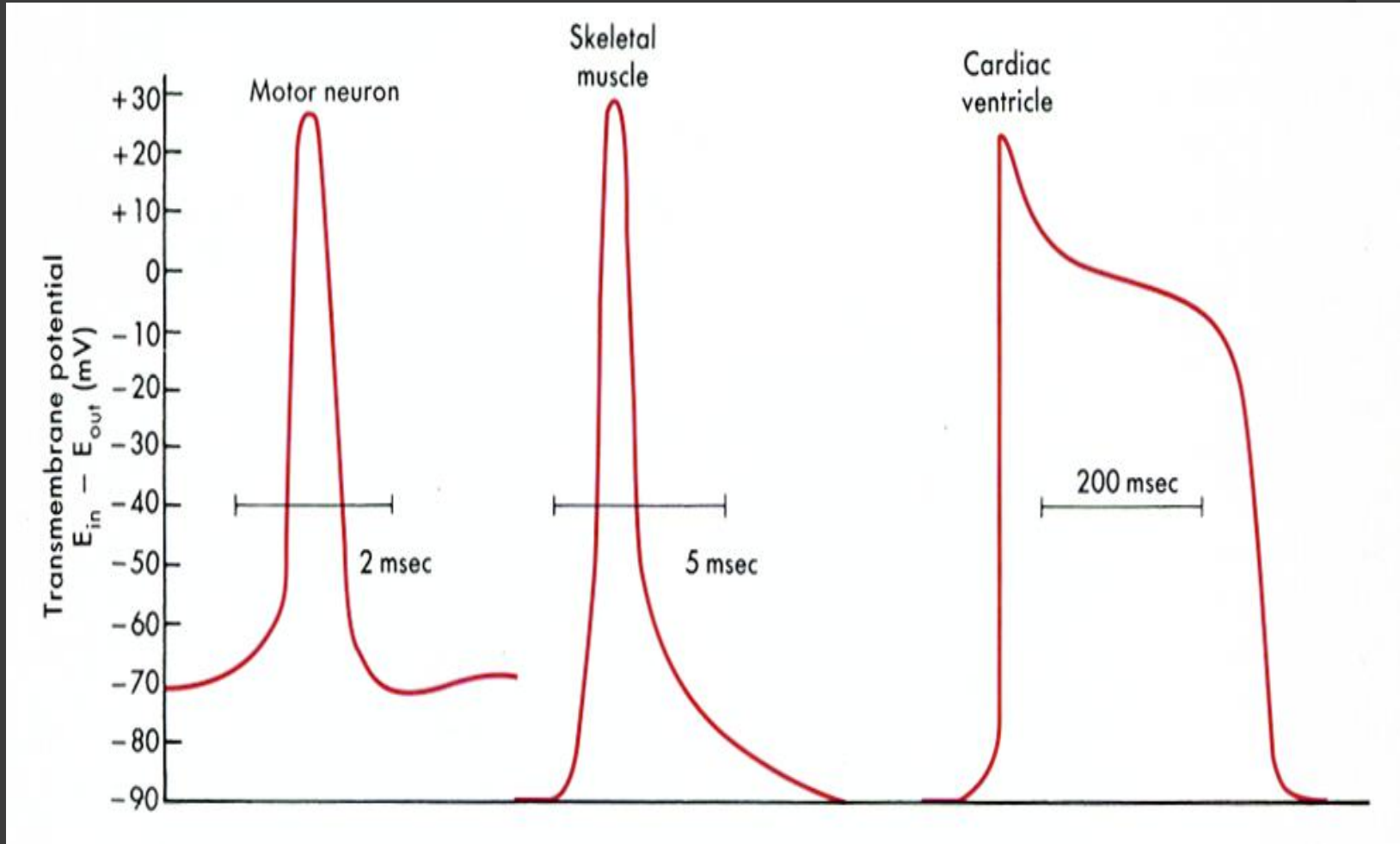
Потенциал-зависими натриеви канали



Характеристика на акционния потенциал

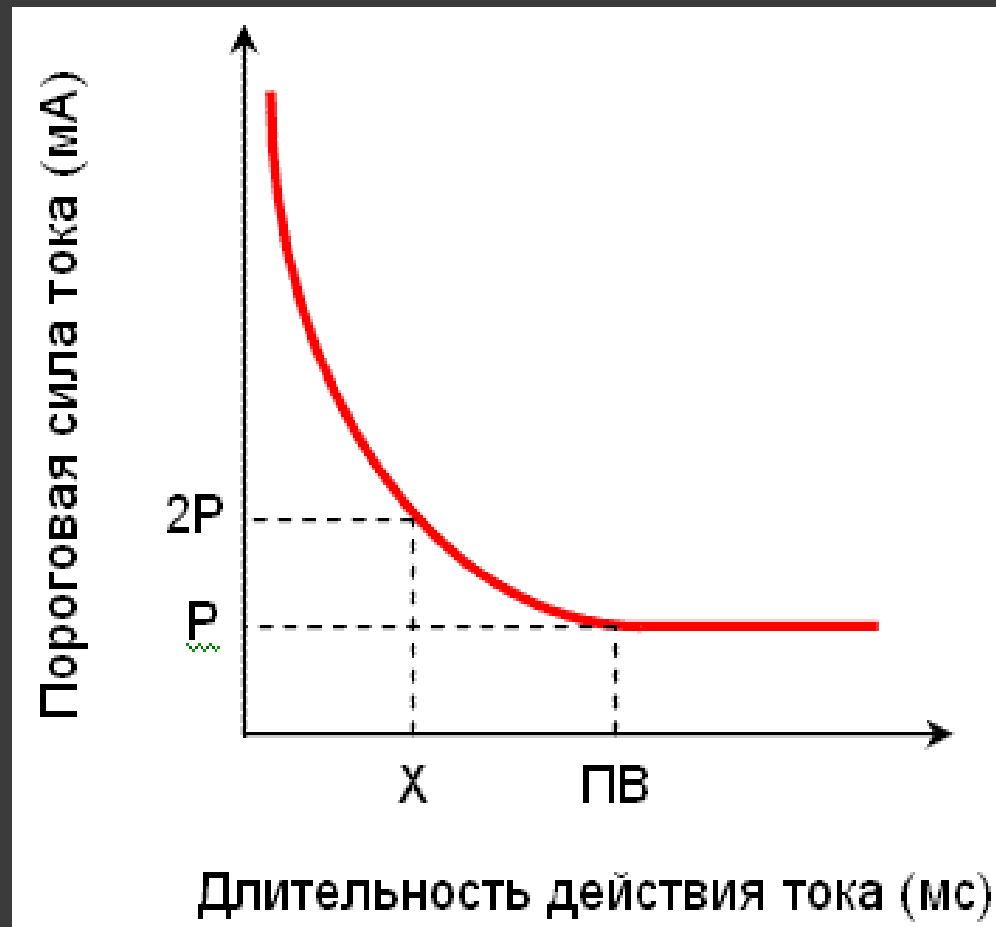
- ◎ закон за “всичко или нищо”
- ◎ честотно кодиране на информацията за силата на надпраговите дразнителни

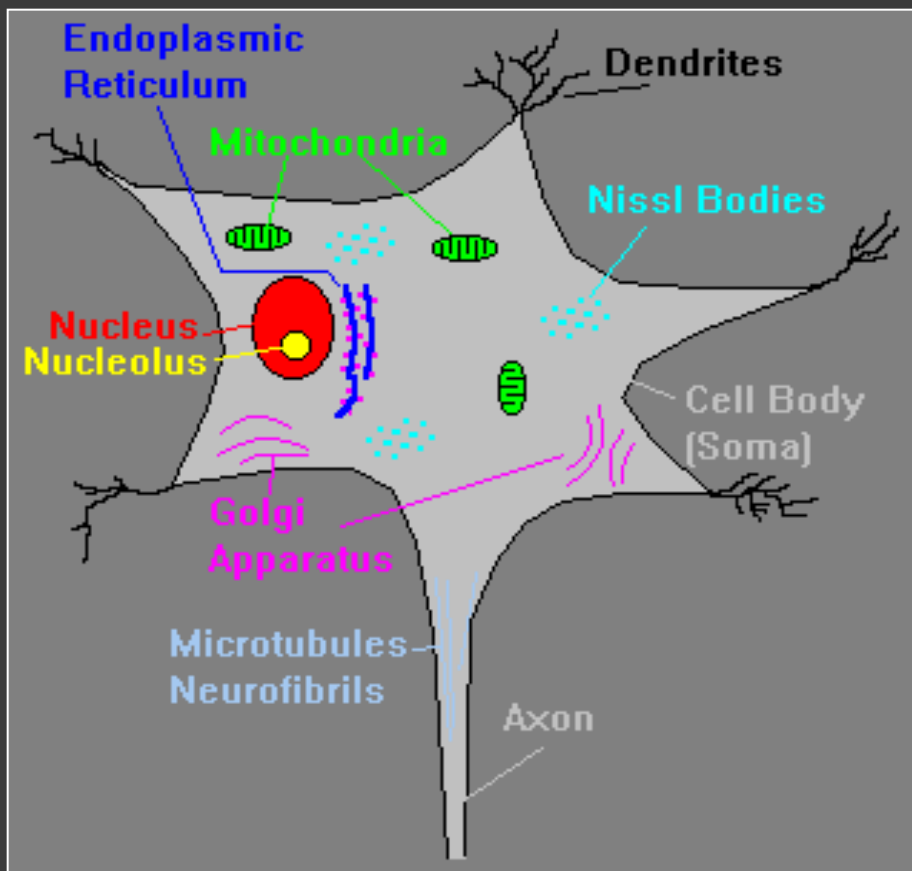
Електровъзбудимите мембрани при възбуждане генерират Акционен потенциал.



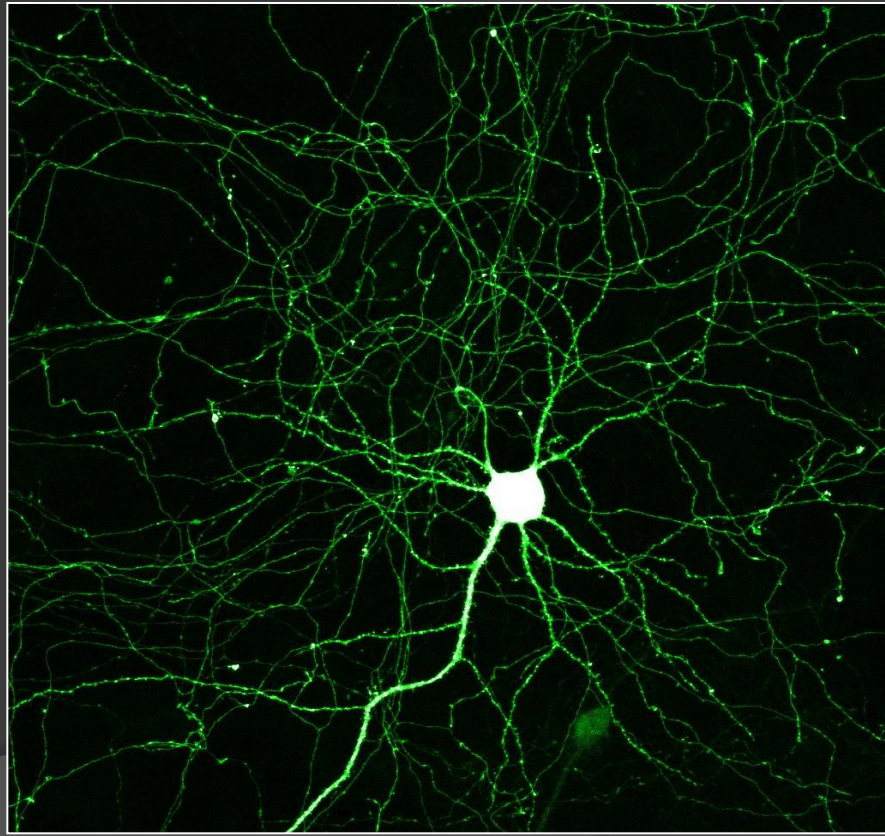
Крива на Хорвег-Вайс

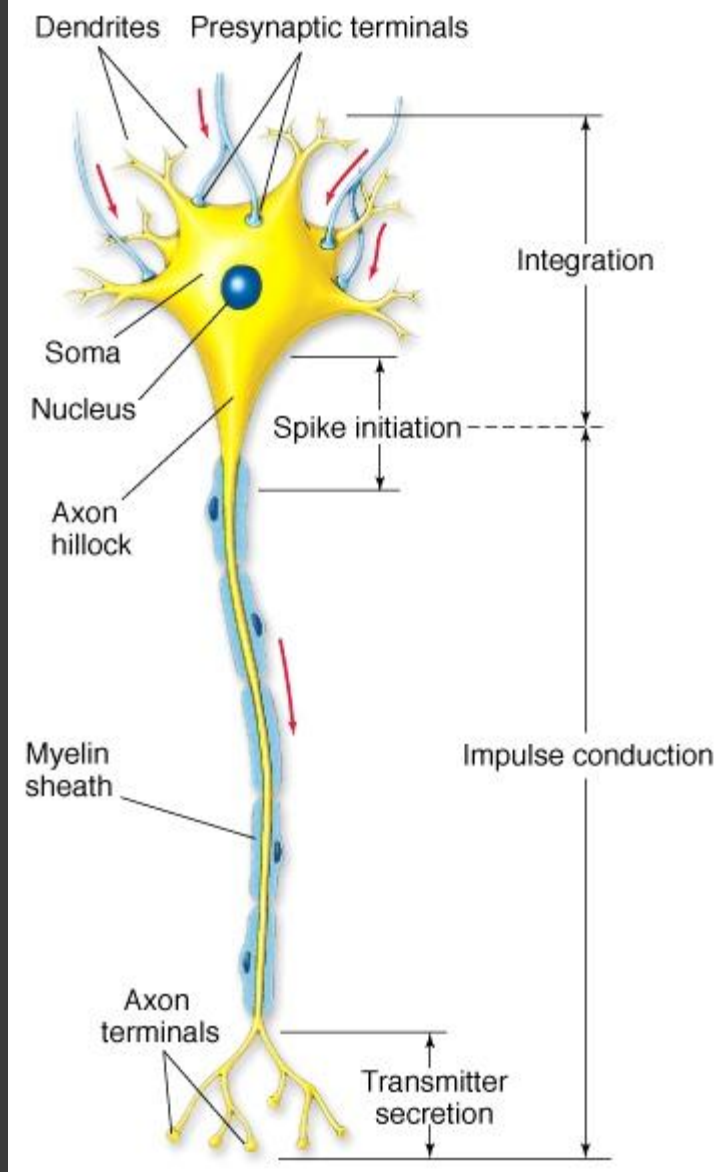
(зависимост сила-продължителност)



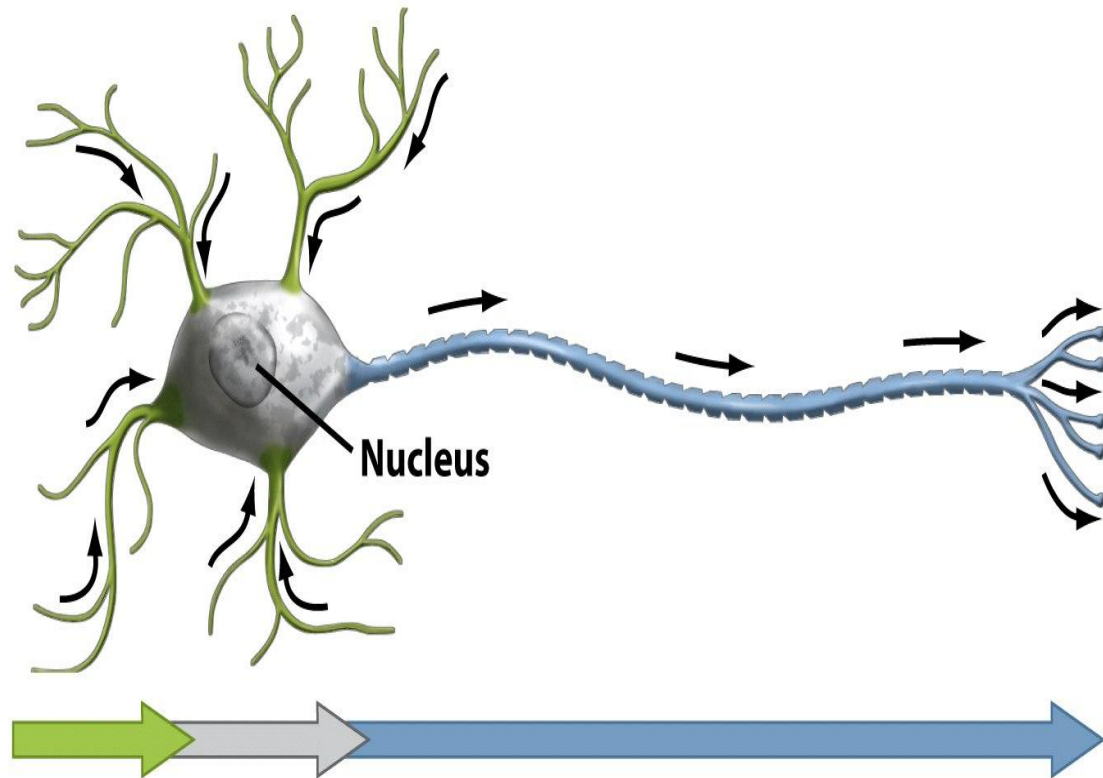


Неврон





Information flow through neurons



Dendrites

Collect electrical signals

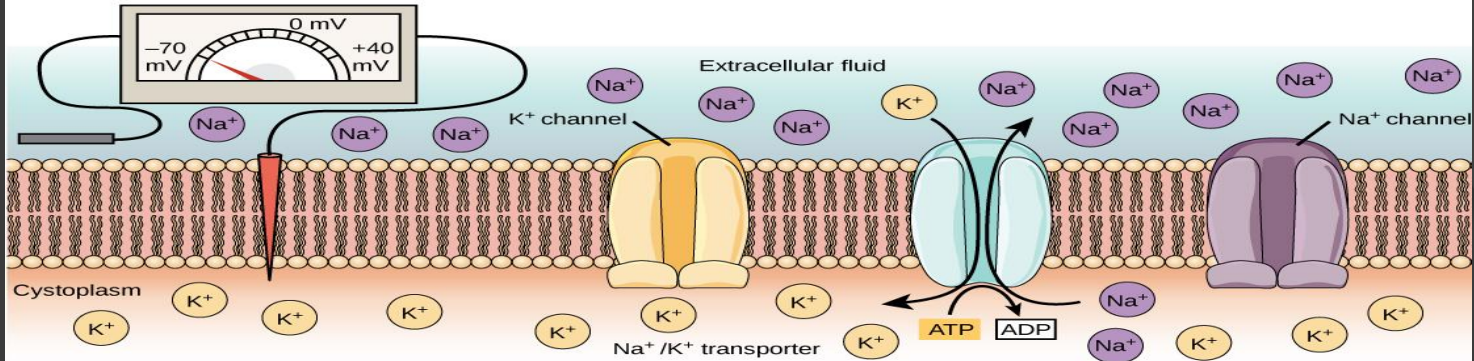
Cell body

Integrates incoming signals and generates outgoing signal to axon

Axon

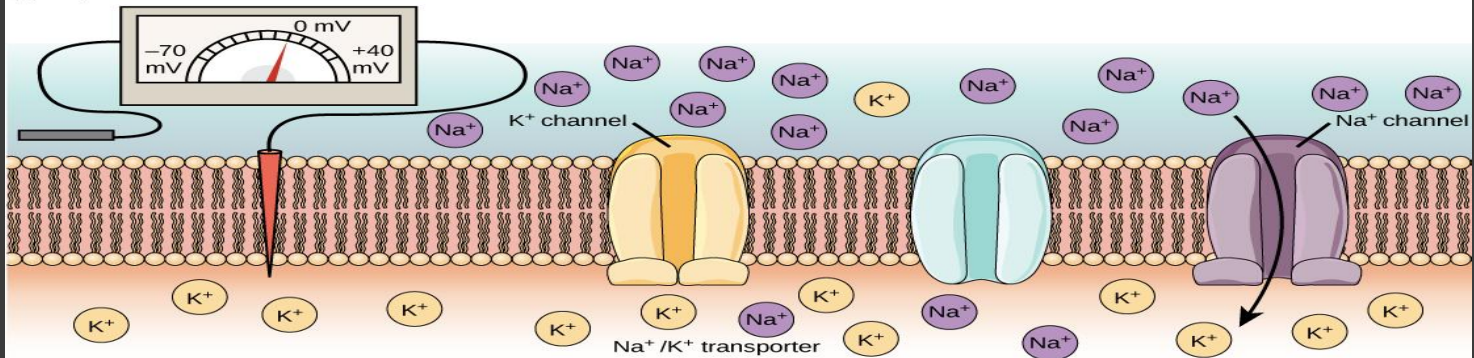
Passes electrical signals to dendrites of another cell or to an effector cell

(a) Resting potential



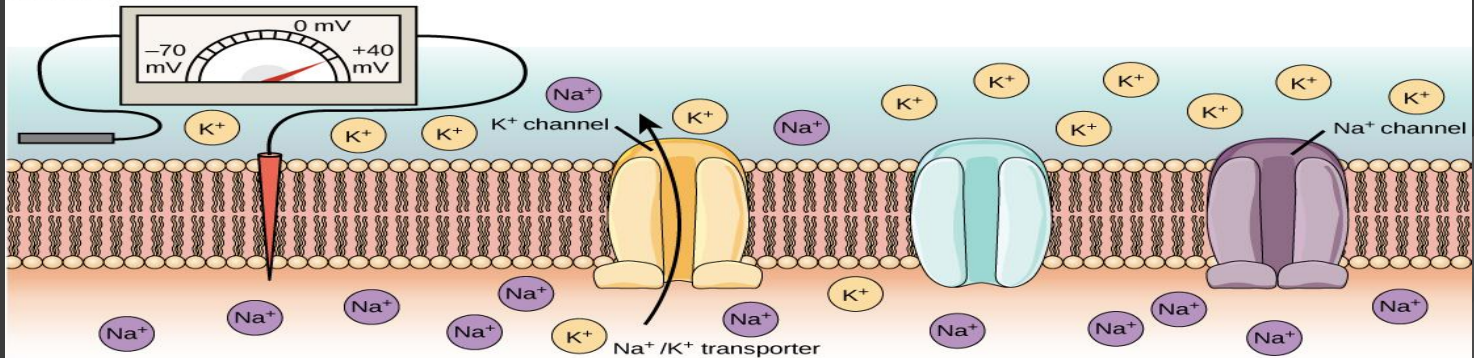
At the resting potential, all voltage-gated Na^+ channels and most voltage-gated K^+ channels are closed. The Na^+/K^+ transporter pumps K^+ ions into the cell and Na^+ ions out.

(b) Depolarization



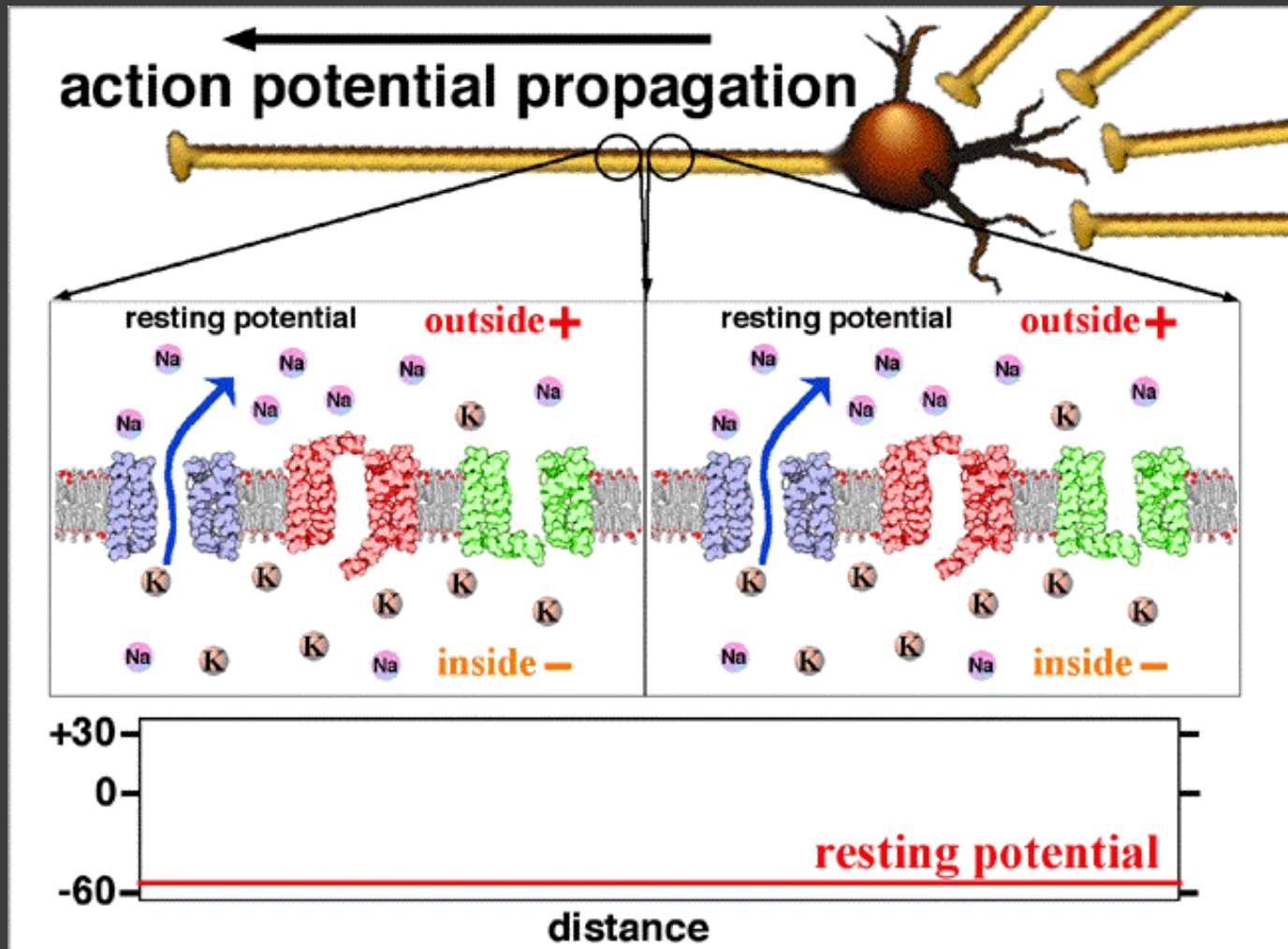
In response to a depolarization, some Na^+ channels open, allowing Na^+ ions to enter the cell. The membrane starts to depolarize (the charge across the membrane lessens). If the threshold of excitation is reached, all the Na^+ channels open.

(c) Hyperpolarization

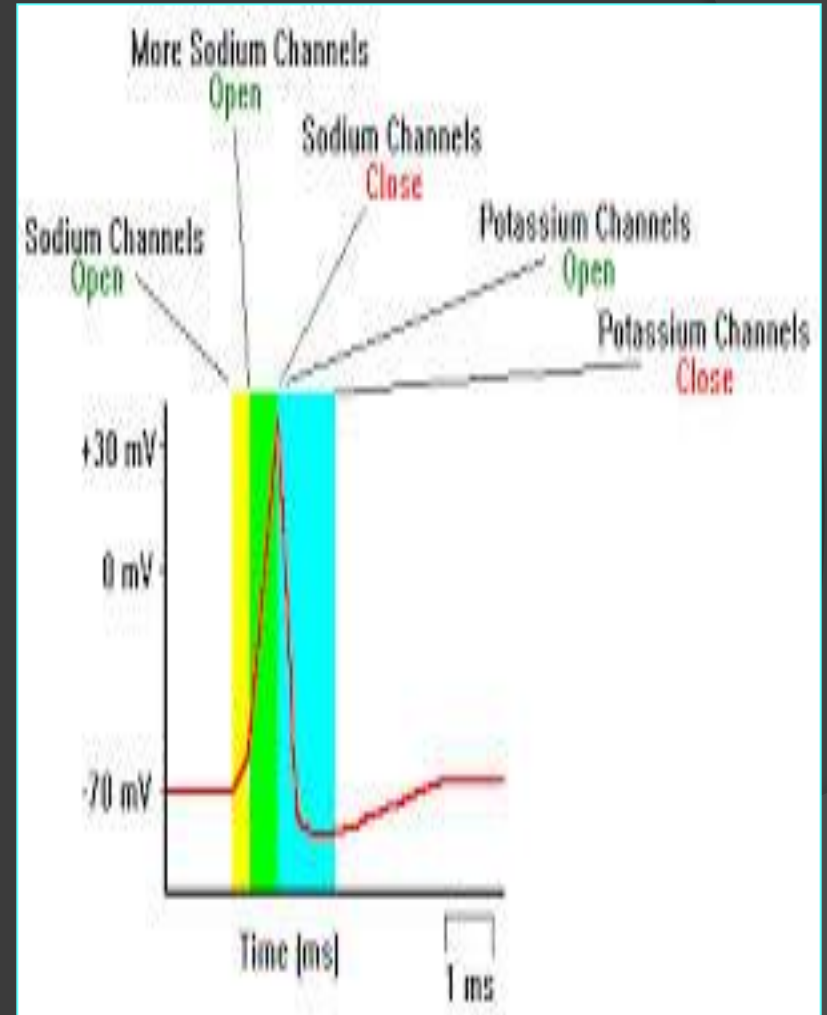
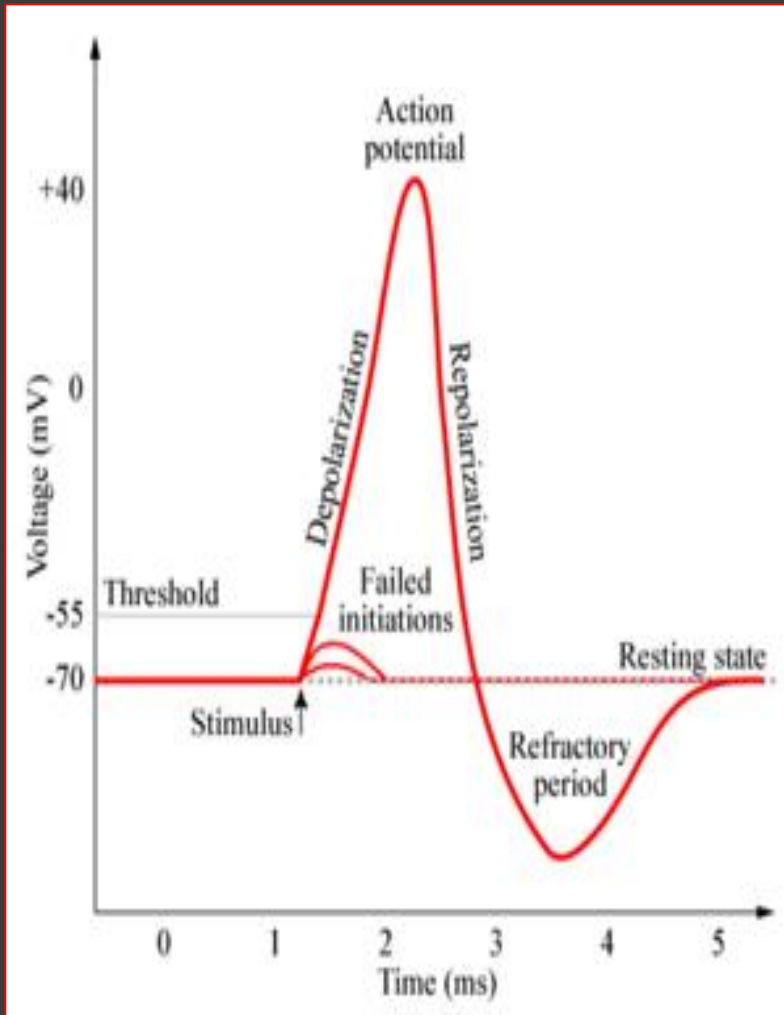


At the peak action potential, Na^+ channels close while K^+ channels open. K^+ leaves the cell, and the membrane eventually becomes hyperpolarized.

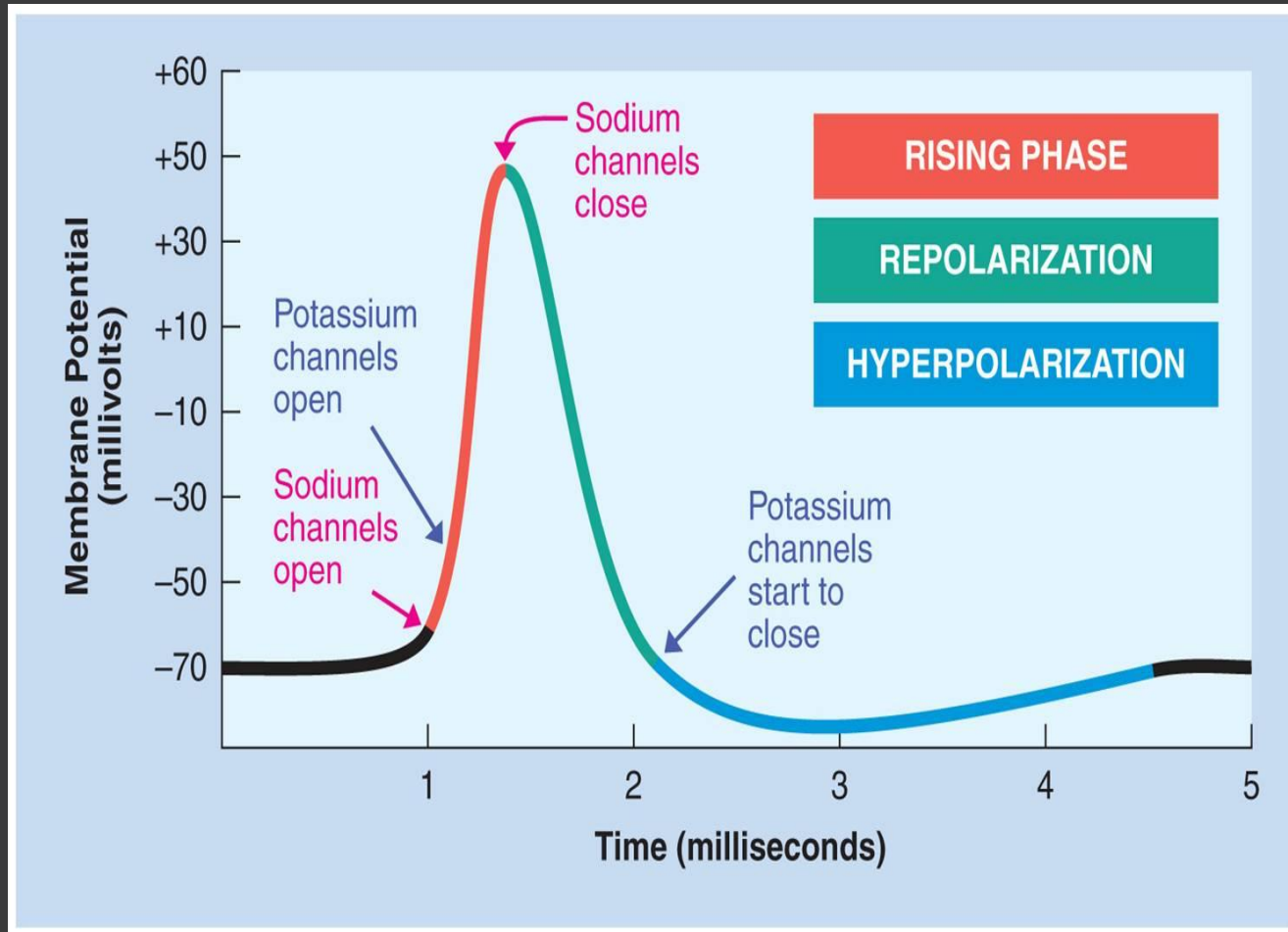
Акционен потенциал на неврон

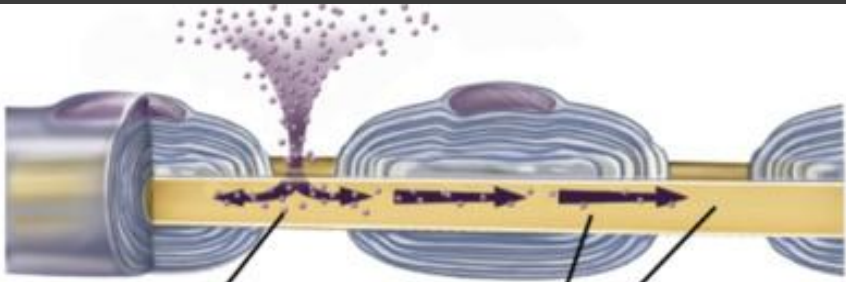


Генериране на акционен потенциал



Акционен потенциал на неврона

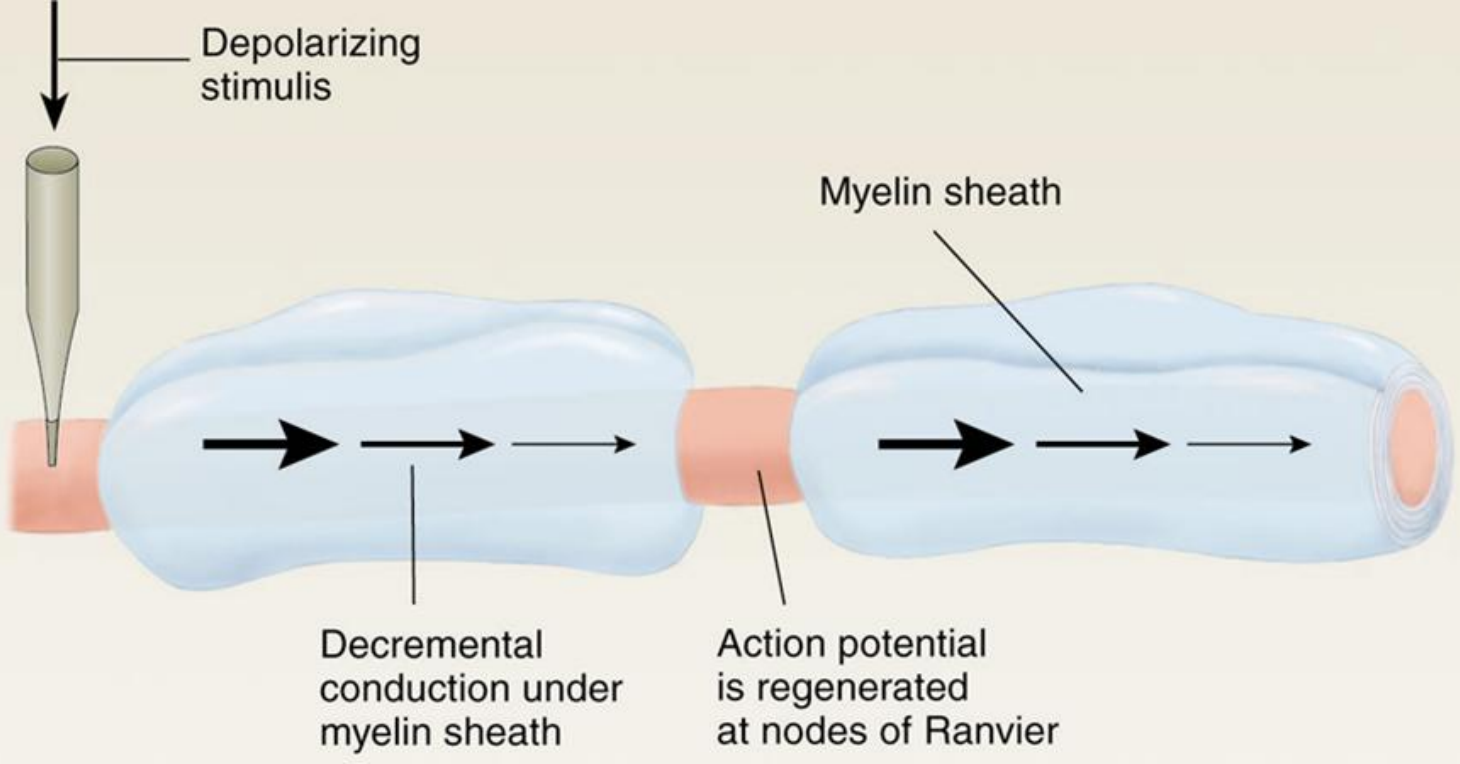




Na⁺ inflow at node generates action potential (slow but nondecremental)

Na⁺ diffuses along inside of axolemma to next node (fast but decremental)

Excitation of voltage-regulated gates will generate next action potential here



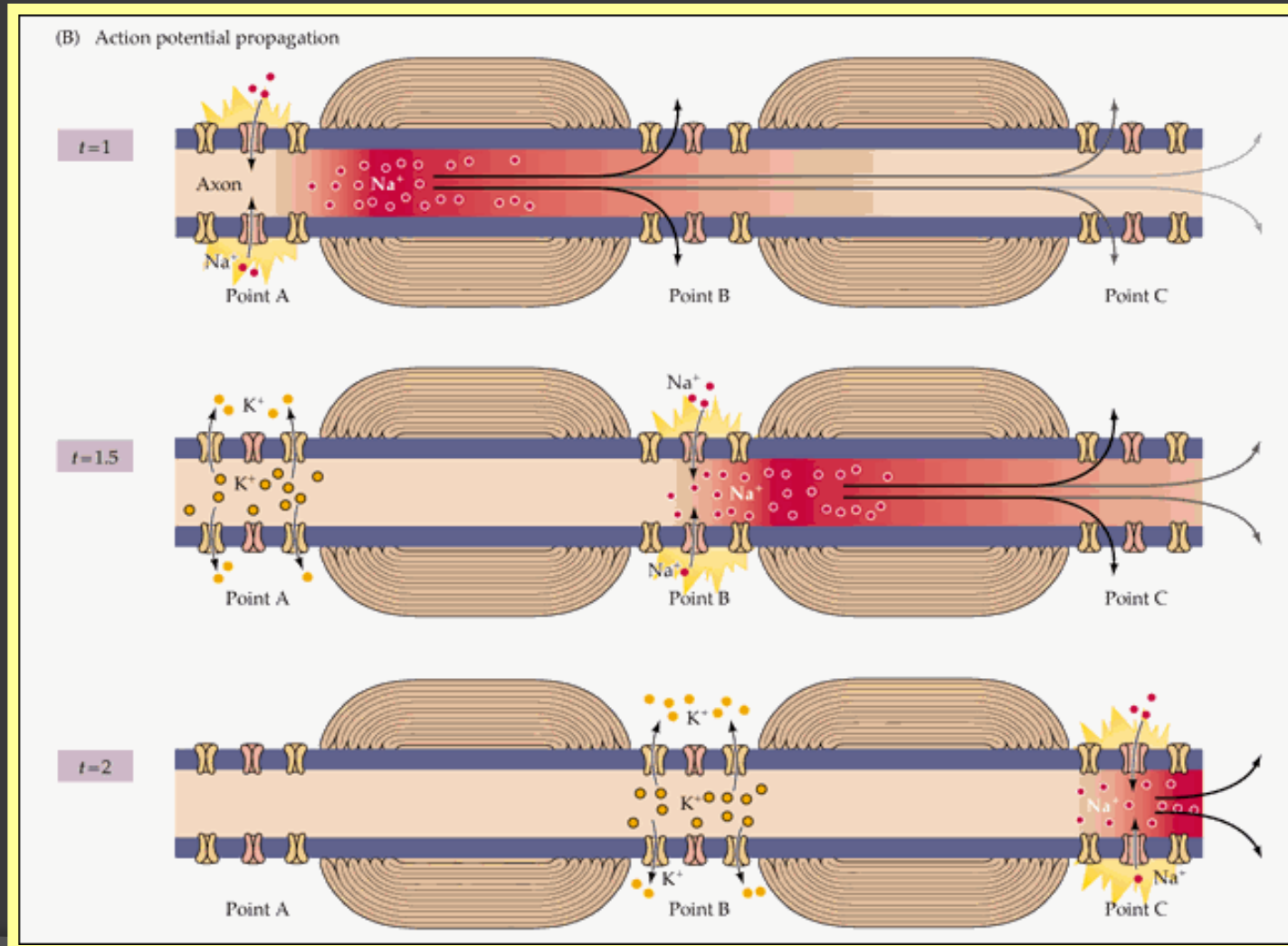
Depolarizing stimulus

Myelin sheath

Decremental conduction under myelin sheath

Action potential is regenerated at nodes of Ranvier

Разпространение на акционния потенциал



Видове нервни влакна

Table 2: Nerve Fiber Types and Nerve Blocking

Fiber Type	Function	Diameter (microns)	Myelination	Conduction Velocity (m/s)	Sensitivity to Nerve Block
Type A					
Alpha (α)	Proprioception, motor	12-20	Heavy	70-120	+
Beta (β)	Touch, pressure	5-12	Heavy	30-70	++
Gamma (γ)	Muscle spindles	3-6	Heavy	15-30	++
Delta (δ)	Pain, temperature	2-5	Heavy	12-30	+++
Type B	Preganglionic autonomic	<3	Light	3-15	++++
Type C					
Dorsal root	Pain	0.4-12	None	0.5-2.3	++++
Sympathetic	Postganglionic	0.3-1.3	None	0.7-2.3	++++

- Pain practitioners block the nerves transmitting pain impulses (Type A- δ , Type C)
- Lower concentrations of local anesthetic will only block the small unmyelinated and lightly myelinated (Type C and Type A- δ) fibers
- Middle-frequency currents (2,000-20,000 Hz) block smaller unmyelinated (Type C) and small myelinated (Type A- δ) fibers
- Larger fibers (Type A- α , β , γ) require high-amplitude currents and are usually spared in electrical, low-dose chemical (eg, labor epidural) blocks

Закони за провеждане на възбуждението по нервните влакна:

1. Закон за физиологичната цялост на нерва
2. Закон за двупосочното провеждане
3. Закон за изолираното провеждане

Благодаря за вниманието!

