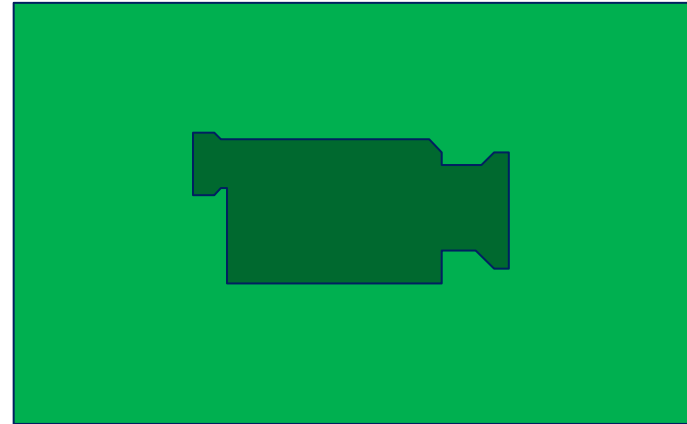


1. Екі нейронның құрылысында қандай айырмашылық байқалады?

2. Нейронның түрлері сұралып, олардың қызметтерін талқылау.



Бейнежазба ( Дыбыссыз 0.21 мин-қа дейін көру)  
<https://www.youtube.com/watch?v=8HXmsAw5euo>

Бұл бейне жазбада нені көрсетеді?

**Сабақ тақырыбы:** Миеленді, миеленсіз аксондарда жүйке импульстарының туындауы және өткізілуі. Өткізу жылдамдығы. Мембраналық потенциал, тыныштық потенциалы және әрекет потенциалы. Модельдеу «Жүйке импульстарының туындауы мен таралу жылдамдығын зерттеу».

**Сабақ мақсаттары:**

Жүйке импульсінің пайда болуын сипаттау

Жүйке импульсінің өткізілуін сипаттау

# Бағалау критерийлері:

Жүйке импульсының пайда болу  
механизмін түсіндіреді

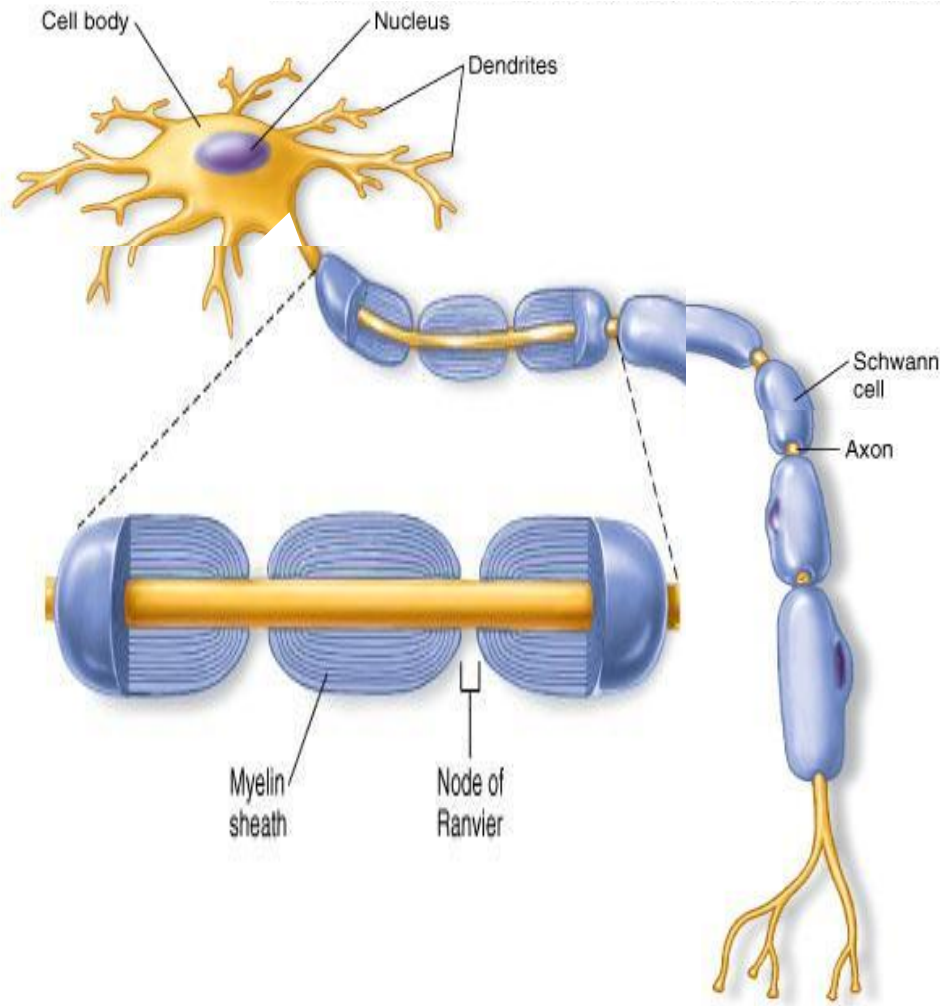
Жүйке импульсінің өткізілуін  
сипаттайды

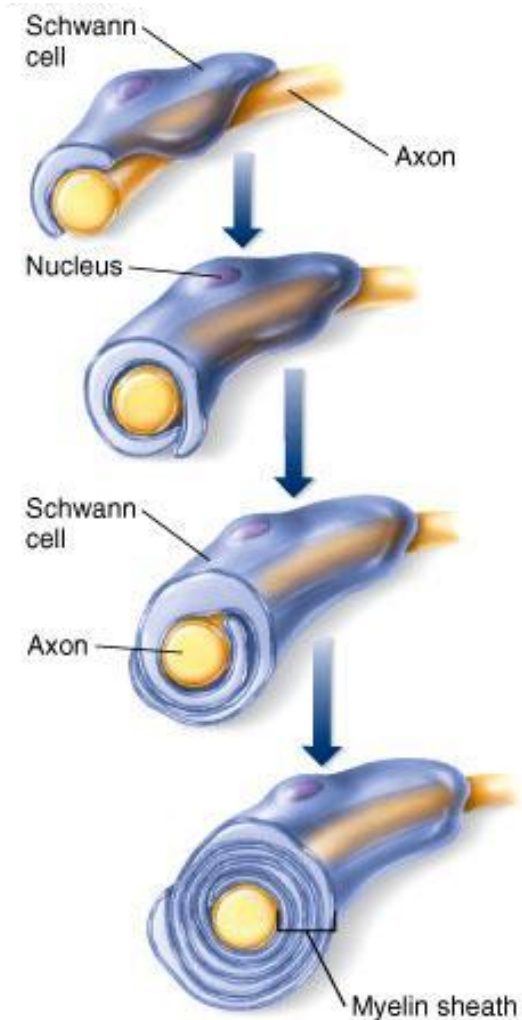
## **Жүйке талшықтарының морфологиялық белгісіне қарай:**

- Миелинді (қимыл жүйкелерінде кездеседі);
- Миелинсіз (вегетативтік жүйке жүйесінде кездеседі).

## Миелин

**қабықшасы** осьтік цилиндрді бірнеше қайтара орауының нәтижесінде пайда болады. Орамдар бір-бірімен кірігіп тығыз майлы қорап - миелин қабығы түзіледі. Ол талшықтың бойында әрбір 1-2 мм сайын үзіліс жасайды. Мұндай ашық аймақтары Ранвье буындары деп аталады, олардың диаметрі 1 мкм шамасында



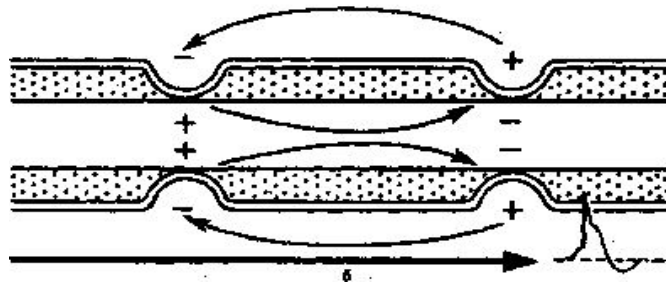
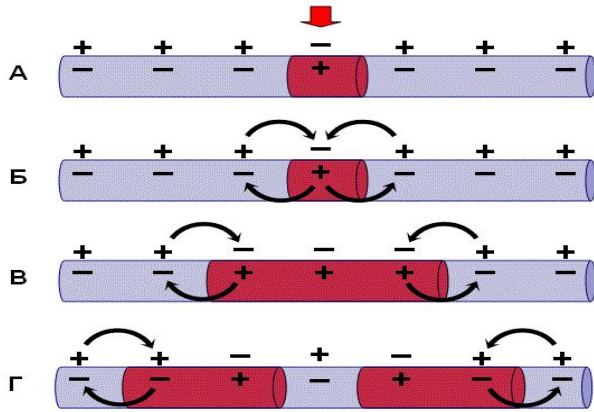


## Миелин қабықшасы

Шванн жасушаларынан жасалынып, 80% липид-терден, 20% нәруыздан тұрады. Электр тогын окшаулайды, яғни өткізбейді, нәтижесінде қозу толқындарының таралу жылдамдығы жоғары болады.



# Сальтаторлы қозғалыс



- Миелин үзілісі Ранвье буындары аймақтарында үзіледі, осы буындар әрбір 1 мм аралықтарда кездеседі. Ионды ағыс миелин арқылы өте алмағандықтан, иондардың кіруі мен шығуы тек Ранвье буындары аймақтарында жүзеге асады. Бұның себептерінен жүйке импульсінің өту жылдамдығының артуына әкеледі. Миелинденген талшықтар арқылы импульс шамамен 5-10 есе жылдам өтеді, миеленденбеген талшықтарға қарағанда.
- Жоғарыда айтылғаннан, миелин және миелиндік қабықша синоним болып келеді. Бұл әрекет потенциалының таралуын сальтаторлы деп атайды (лат. Сальтаре - секіру) импульстің таралу жылдамдығы 120 м/с жетуі мүмкін.

# Миелинді жүйке талшығы бойымен жүйке қозуының өткізілуі

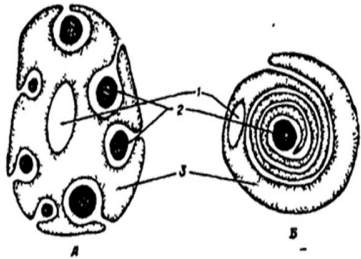
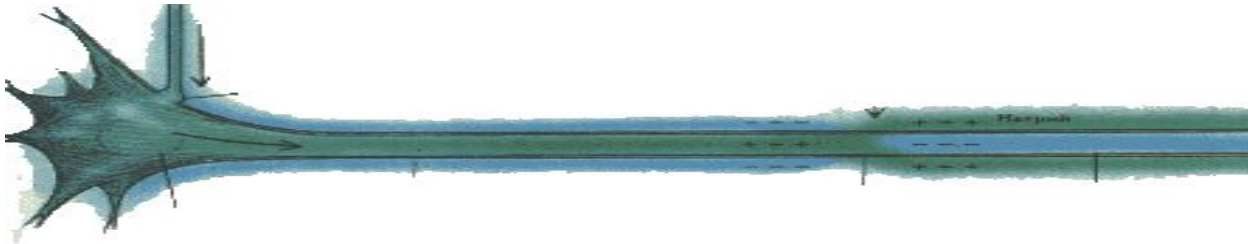


Рис. 2 А) Группа немиелизированных аксонов, имеющих общую клетку-сателлит.  
Б) Аксон, покрытый миелиновой оболочкой.  
1 - ядро клетки-сателлита; 2 - аксон;  
3 - цитоплазма клетки-сателлита.

- Екі көрші миелин қаптары арасындағы миелинмен қапталмаған аксон мембранасы (Ранвье үзілісі, 12 нм).
- Әсер потенциалы тек Ранвье үзілістерінде пайда болады. Себебі, миелин электрлік оқшаулағыш болғандықтан, алдыңғы қозған аймақтан токты шығармайды.
- Әсер потенциалы оқшауланған мембрана аймақтары арқылы «секіріп өтеді».
- Қозудың бір үзілістен екінші үзіліске секірмелі таралуын – сальтоторлы қозу.
- Миелинді жүйке талшығындағы қозу жылдамдығы , миелинбеген талшыққа қарағанда жоғары.
- **Миелинизация** – аксон аймағының, олигодендроцитпен (ОЖЖ) немесе шванн жасушасымен (ПЖЖ) дайындалған миелинмен қапталуы

Миелинсіз талшықтарда миелин қабығы болмайды, олар тек невриллемамен ғана қапталған.



### **Жүйке жүйесі импульстарының таралу жылдамдығы:**

- қалың миелинді талшықтармен (диаметрі 10-20 микрон) 70-120 м/сек
- ең жұқа миелинсіз талшықтармен (екі есе кіші) 0,5 м/сек.

# Миелинсіз талшықтарда

- Қозған және қозбаған үлескілер арасында пайда болатын бір орындағы (жергілікті) қозудың көмегімен іске асады.
- Қозған үлескіде пайда болған ӘП мембрананың тыныштық күйдегі бөлімі үшін тітіркендіргіш болып, ол жерде деполяризация жүреді.
- Ол өзінің айнымалы шамасына тез жетіп, ол жерде туған әрекет потенциалы одан әрі келесі тыныштық күйдегі бөлімді тітіркендіріп, деполяризациялайды.
- Қозу толқыны осылай эстафета жеткізген тәрізді ұлпаны бойлап тарайды.

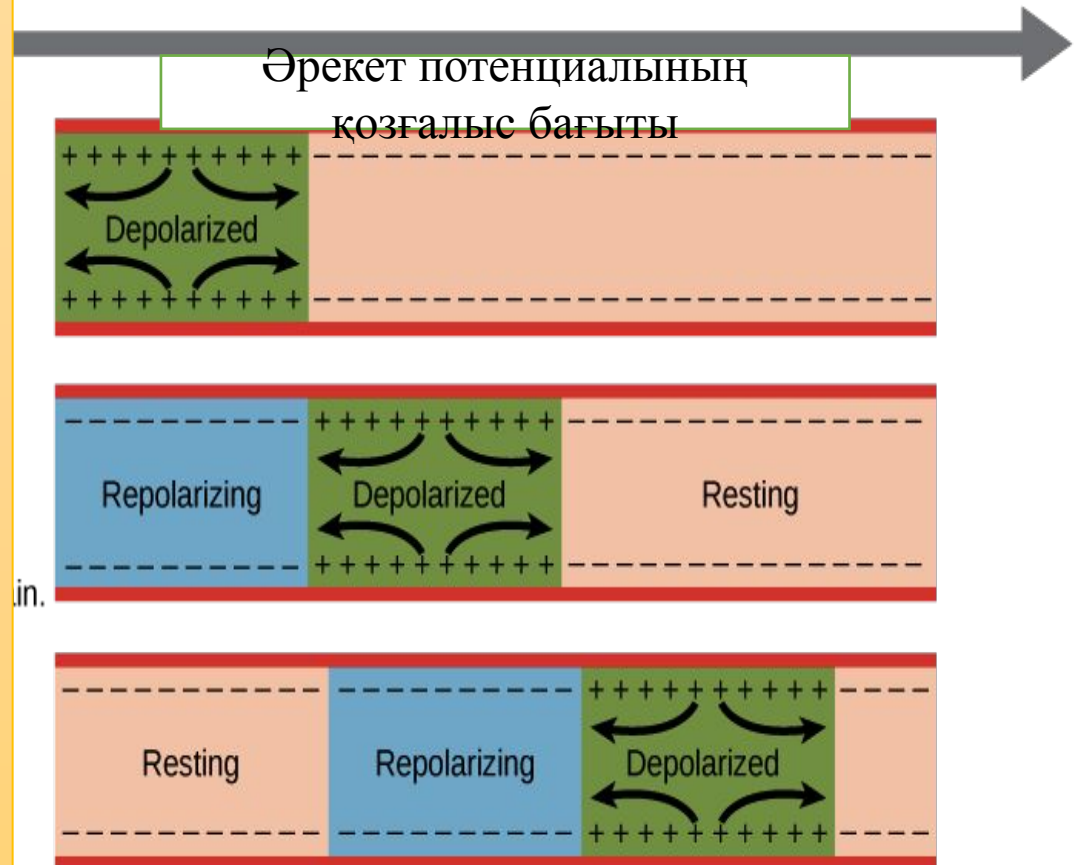
# Миеленденбеген нейрон

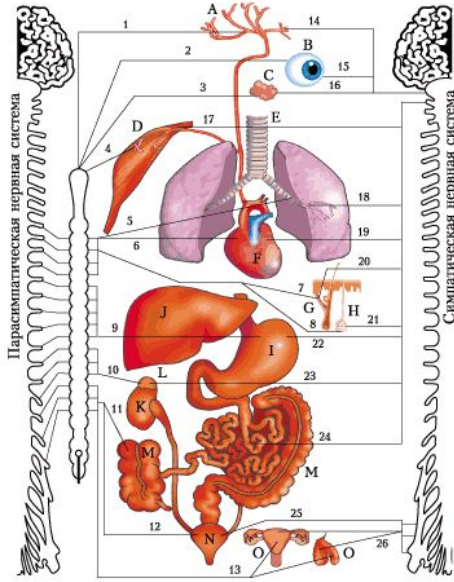


1. Жауап сигналы, сомадан соңынан аксонның басында деполяризацияланады.

2. Деполяризация аксон бойымен қозғалады. Аксон мембранасының бірінші бөлігі реполяризацияланады, себебі натрий каналдары инактивацияланады, ал калий каналдары ашылады және аксонның мембранасы деполяризацияға ұшырамайды.

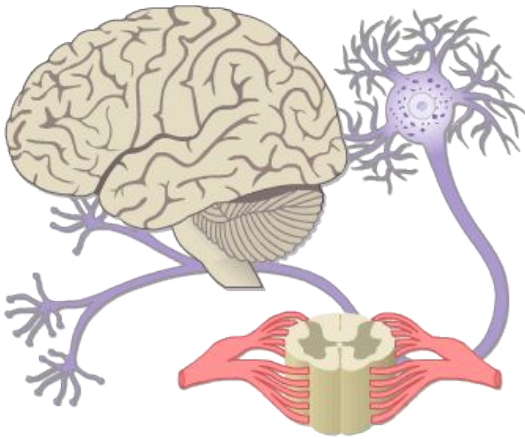
3. Эрекет потенциалы аксон бойымен қозғалады.

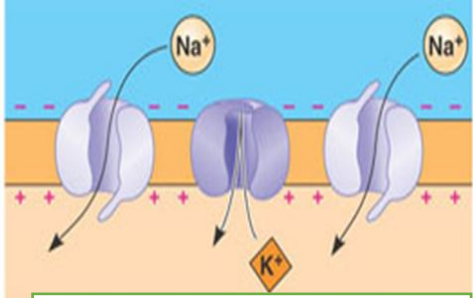




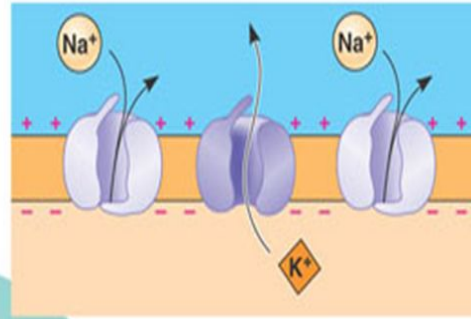
- Нейронның миелинсіз талшықтары негізінен вегетативті жүйке жүйесіне және омыртқасыз жануарларға тән.

- Нейронның миелинді талшықтары негізінен орталық жүйке жүйесіне және омыртқалы жануарларға тән.

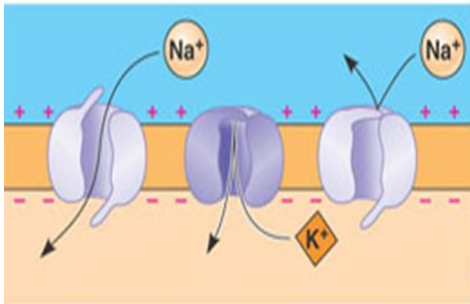




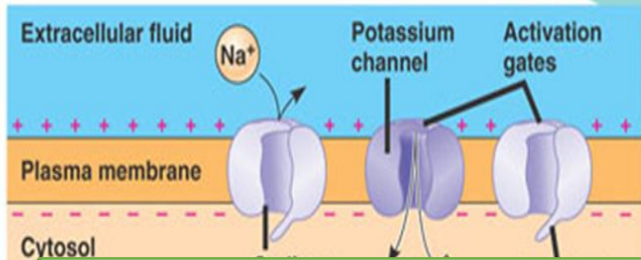
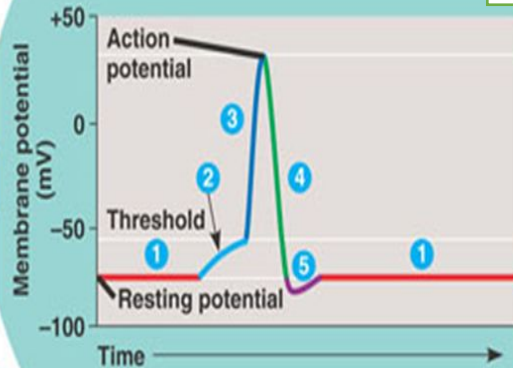
3 **Әрекет потенциалының өсу фазасы**



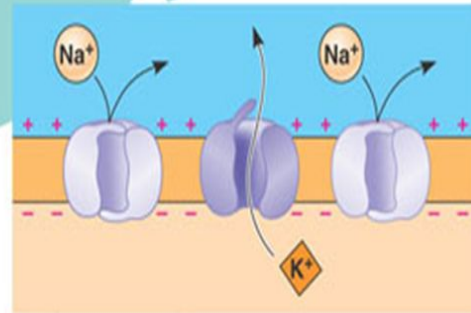
4 **Әрекет потенциалының кему фазасы**



2 **Деполаризация**

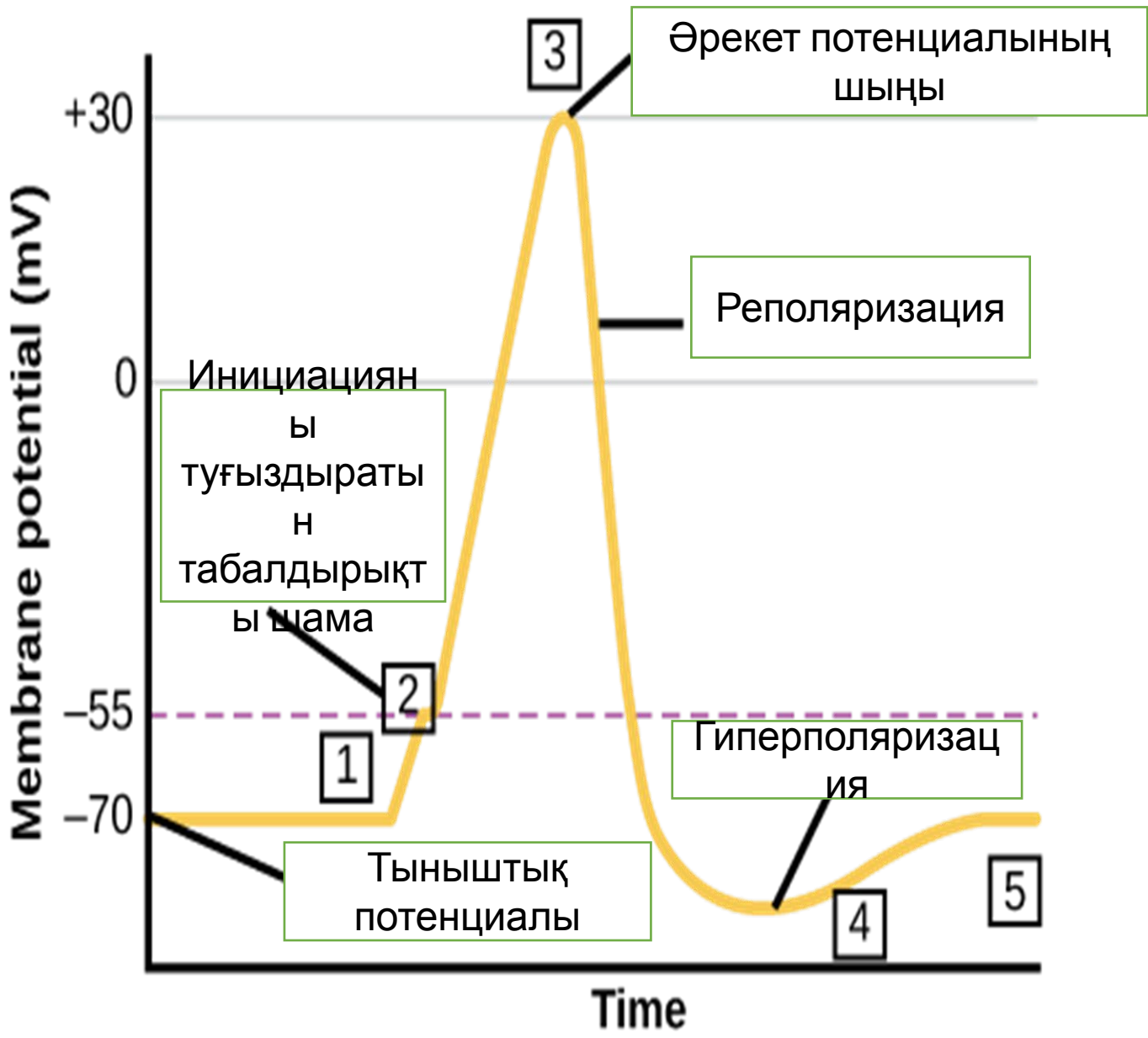


1 **Тыныштық потенциалы**



5 **Гиперполяризация**







## **1 Тыныштық кезең.**

Нейрон импульс өткізбейді.

Клетка ішінде калий концентрациясы жоғары.

Клетка сыртында натрий концентрациясы жоғары.

## **2 Деполяризация кезеңі.**

Жүйке жасушасы стимуляцияланады.

$\text{Na}^+$  иондары жасуша мембранасы арқылы оңай ішке тасымалданады.

Жасуша мембранасының сыртқы беті жасуша ішіне қарағанда көбірек оң зарядталған.

## **3 Реполяризация кезеңі.**

Жасуша мембранасы деполяризацияланғанда  $\text{K}^+$  иондары автоматты түрде жасуша мембранасы арқылы сыртқа шығады.

#### **4 Импульстың өту кезеңі.**

Аксон жасушаларындағы иондардың қозғалысы арқылы импульс өтеді. Омыртқалы жануарлардың жүйке жасушалары миелин қабығымен қапталған. Арасында буындары (узел) болады.

Миелин қабығы диэлектрик болып табылады. Ион алмасу тек буындарында жүзеге асады.

#### **5 Синапс арқылы берілу кезеңі.**

Синапс деп бір нейронның аксоны мен екінші нейронның дендритінің арасындағы байланысты айтады.

Импульстар **нейротрансмиттер** деп аталатын химиялық мессенджерлер көмегімен синапс арқылы беріледі. 30 аса нейротрансмиттерлер бар.

## **Нейротрансмиттер қызметі:**

1. Келесі жүйке жасушасының әрекет потенциалын стимуляциялайды.

2. Импульстың өтуін жылдамдатады.

3. Келесі жүйке жасушасының әрекет потенциалын тоқтатады.

4. Импульстың өтуін баяулатады немесе толықтай тоқтатады.

## **6 Рефракторлы кезең.**

Тыныштық кезеңіне өту кезеңі. Ол 0,004 с уақытты құрайды.

Жүйке импульстары дененің бір бөлігінен екінші бөлігіне бірнеше миллисекунд ішінде беріледі. Яғни, тітіркендіргіштерге тез жауап қайтарады.

Бірақ жүйке импульстары, электр проводындағы токтың жүру жылдамдығынан төменірек. **Электр тоғы  $3 \times 10^8$  м/с.**

**Жүйке импульсының өту жылдамдығы 3 факторға тәуелді:**

**1.Температура.**Температура жоғары болған сайын импульстың өту жылдамдығы да жоғары болады. Мысалы, жылықанды гомойотермды жануарларда, салқынқанды пойкилотермділерге қарағанда жүйке импульсы тез беріледі.

**2.Аксон диаметрі.** Аксон диаметрі үлкен болған сайын импульстың берілуі де жылдам болады.

Мысалы, 0<sup>0</sup>С температура шамасында тіршілік ететін теңіз омыртқасыздарының аксондары қалың болып келеді. Кальмарлардың алып аксондары болады.

**3.Миелин қабығы.** Тек омыртқалы жануарларда аксонды қаптайтын миелин қабығы болады.

# Жүйке қозуының пайда болуы

- Нейронның қозуы – әрекет потенциалының пайда болуы
- Мембрана поляризациясының 10мВ-қа төмендеуі - **деполяризация**
- Натрий иондарының жасушаға **потенциалға тәуелді натрий каналдары** арқылы енуі
- Мембрана потенциалы +55мВ (натрий тепе-теңдік потенциалы) – **натрийлік инактивация** (0,5-1м/с)
- **Калий иондарының шығуы** мембраналық потенциалды бастапқы деңгейге қайтарады
- **Хлор иондарының енуі** (гиперполяризация) тежелу туғызады

# Жүйке қозуының өткізілуі

- Әрекет потенциалдарының генерация аймағы – аксон қыраты
- Әрекет потенциалы түрінде қозу нейрон денесінен оның өсіндісі-аксонға беріледі
- Қозу аксон бойымен тек бір бағытта таралады, себебі аксон аймағы қозуды өткізгеннен кейін онда қозбаған аймақ (**рефракторлы күй**) пайда болады, сондықтан импульс кері бағытта тараймайды.
- Қозудың мұндай сипаты **миелинбеген** жүйке талшығына тән
- Әдетте, ауырсынғаны, температурасы туралы ақпарат жеткізетін талшықтар миелинбеген болады. Олар баяу жұмыс жасайтын ішкі мүшелер-қуық, ішек және т. б. басқарады.

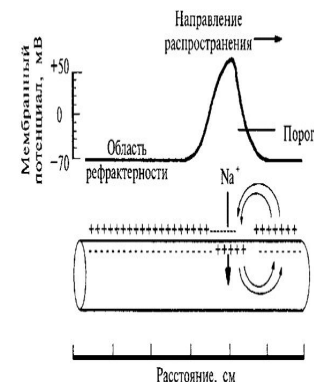


Рис. 2.10. Распространение возбуждения по немиелинизированному нервному волоку: после прохождения потенциала действия в нервом волокне возникает зона невозбудимости, или рефрактерности.

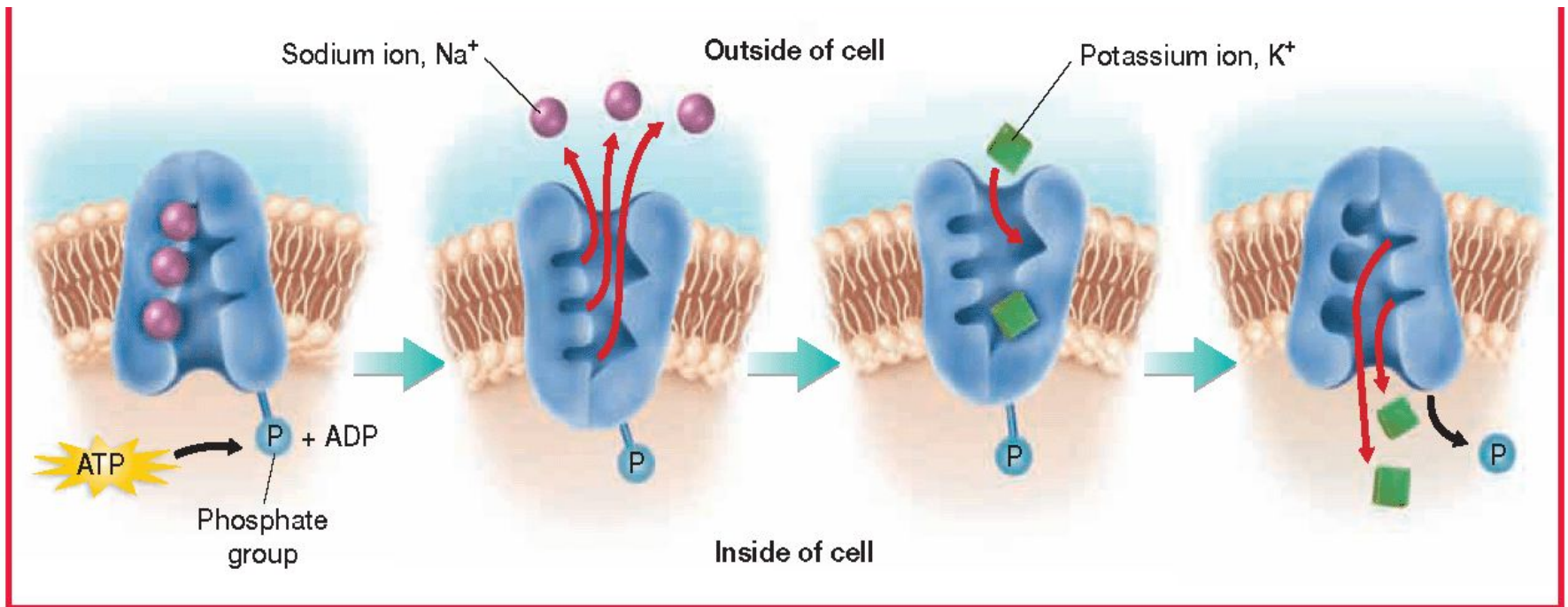
**Тыныштық потенциалы немесе мембраналық потенциал тыныштық күйдегі жасуша мембранасының сыртқы бетінің оң электр зарядты, ал ішкі бетінің (цитоплазмасының) онымен салыстырғанда теріс электр заряды болатындығынан туатын айырманың нәтижесі.**

## **Мембраналық потенциалдың туындау механизмі.**

Na-K насосы  $\text{Na}^+$  іштен сыртқа қарай сорып,  $\text{K}^+$  сырттан ішке қарай айдайды. Нәтижесінде натрий және калий иондары концентрациясының градиенті сақталынып, потенциалдар айырмасы ұсталынып тұрады.



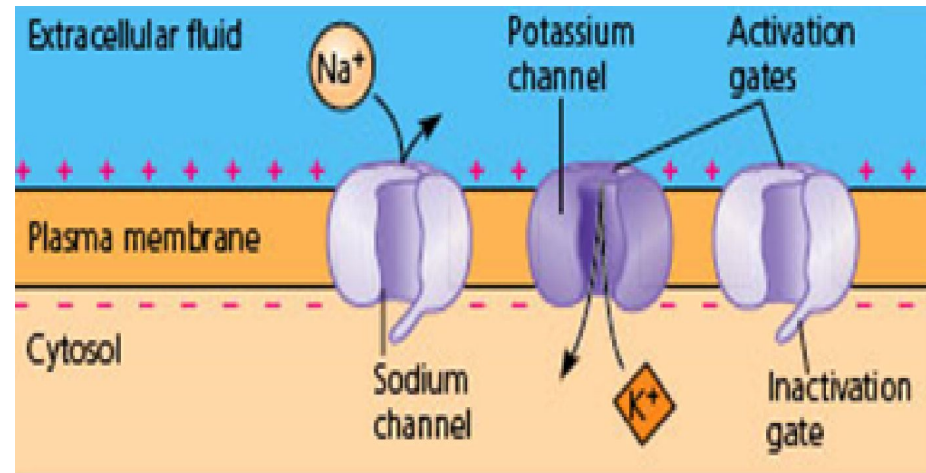
Натрий-калийлі насосы -  $K^+ / Na^+$   
 $K^+$  - аденозинтрифосфатаза (АТФаза),  
 $Na^+$  сыртқа, ал  $K^+$  ішке тасымалдайды.



Ішкі ортаның теріс заряды азайса,  
мембранада деполяризация,  
ал керісінше өссе гиперполяризация  
жүреді.

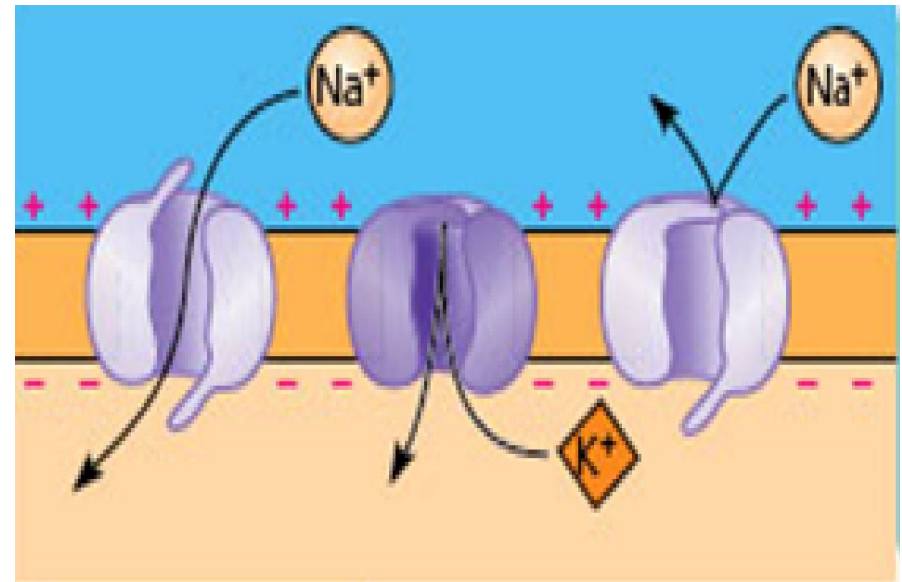
# Тыныштық потенциалы

- Натрий каналдарының қақпалары активацияланады, ал калий каналдарының қақпалары жабық болады.
- Аксонның мембранасы тыныштық потенциалында болады.
- Натрий иондары мембрананың сыртында, ал калий иондары цитозольде орналасады.



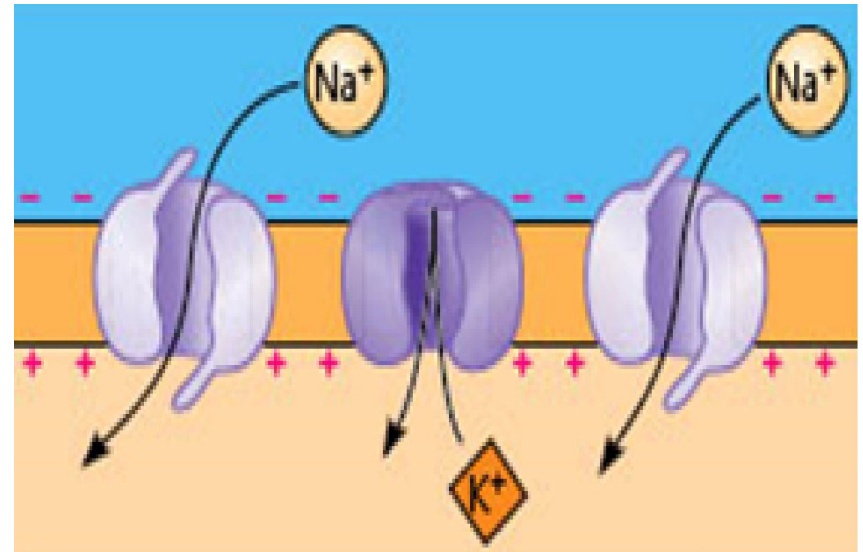
# Деполаризация

- Стимул табалдырық шамасына жеткенде кейбір натрий каналдарының қақпалары ашылады.
- Натрий иондары канал арқылы цитозольге енеді, мембрана деполаризацияланады.
- Әрекет потенциалы пайда болады.



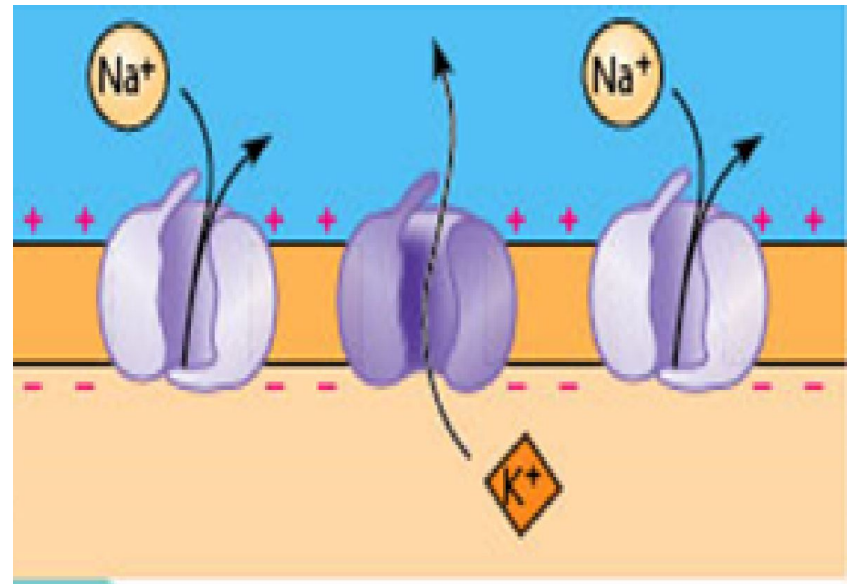
# Әрекет потенциалының өсу фазасы

- Мембрананың деполяризация натрий каналдарының көбісін ашады, ал калий каналдарының қақпалары жабылады.
- Натрий иондары цитозольды оң зарядтайды, ал мембрананың сырты теріс зарядталады.



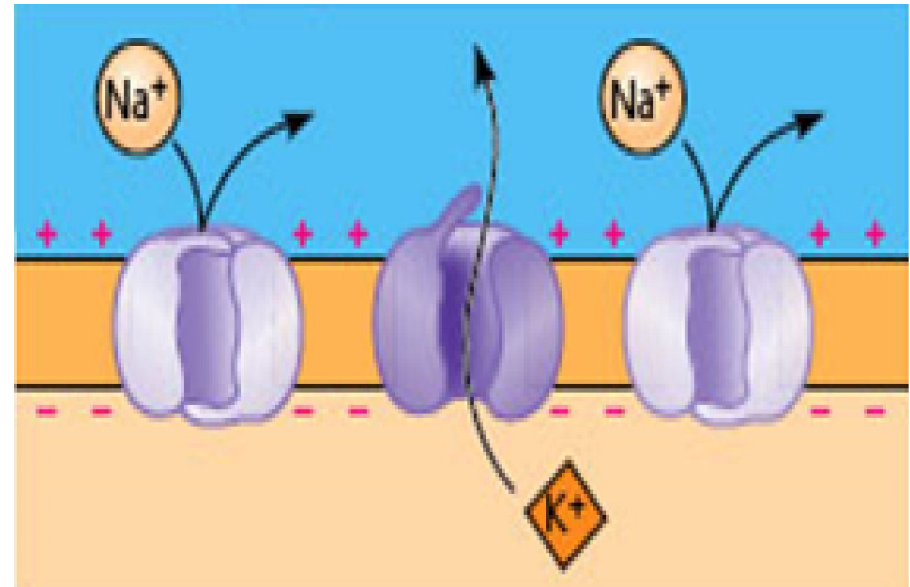
# Әрекет потенциалының кему фазасы

- Көптеген натрий каналдары инактивацияланады, қақпалары жабылады.
- Натрий иондары цитозольге өте алмайды.
- Көптеген калий каналдарының қақпалары ашылады.
- Калий иондары мембрананың сыртына шығады, цитозоль теріс зарядталады.



# Гиперполяризация

- Натрий каналдарының қақпалары жабық болады, ал кейбір калий каналдарының қақпалары ашық болады.
- Калий иондары мембрананың сыртына кеңінен шығарылады.



# Әрекет потенциалы

Күші табалдырықты және табалдырықтан жоғары тітіркендіргіштер әсер еткен кезде мембрананың деполяризациясы айнымалы деңгейге дейін жетіп, сол жерде қозу туындайды. Мұны әрекет потенциалы деп атайды. ӘП шамасы +30 - +50 мВ.

## ӘП қасиеттері:

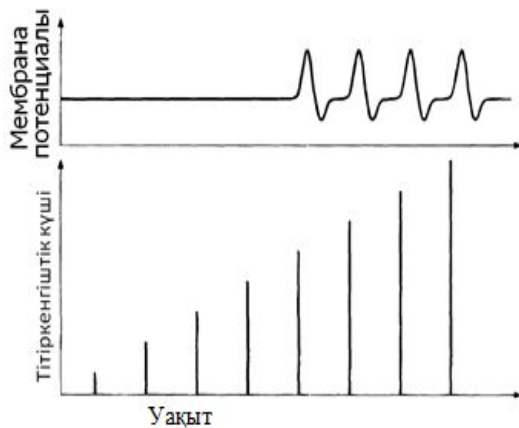
“БӘРІ НЕМЕСЕ ЕШТЕҢЕ” заңына бағынады, яғни қозу туындауының анық табалдырығы бар;

Қозу түрінде 120 м/сек жылдамдықпен таралады;

Егер құрылымға табалдырықтан төмен күшпен тітіркендірсе, онда қозу туындамайды (“ештеңе”), тітіркендіру табалдырыққа жетсе максималды қозу туады (“бәрі ”)



# «Бәрі немесе ештеңе» заңы



- Суретте «бәрі немесе ештеңе» типі бойынша жауап берілген. Нейрондарда әрекет потенциалы п.б. үшін, тітіркендіргіш белгілі бір «шектеуші (пороговый) күшке» жетуі тиісті. Кейінгі тітіркендіргіштіктің күшінің жоғарылауы келесі әрекет потенциалдарының амплитудаларының жоғарылауына әкелмейді, бірақ олардың генерация жиілігі жоғарылайды.

**Жүйке талшығы бойынша қозудың өту жылдамдығы мыналарға тәуелді:**

1-қабықша құрылысы;

2-талшықтар диаметрі;

3-температураға

(температураны шамамен 40С

дейін арттырса, импульстер

өткізу жылдамдығы артады).

# Жүйке талшықтарының Эрлангер-Гассер бойынша жіктелуі

Талшықтар типі	Талшықтар диаметрі (мкм)	Өткізу жылдамдығы (м/с)	Қызметтері
<b>A<math>\alpha</math></b>	<b>12-22</b>	<b>70-120</b>	Бұлшықет ұршықтарының бастапқы афференттері, қаңқа бұлшықеттерінің қозғалтқыш талшықтары
<b>A<math>\beta</math></b>	<b>8-12</b>	<b>40-70</b>	Жанасу және қысымның тері афференттері
<b>A<math>\gamma</math></b>	<b>4-8</b>	<b>15-40</b>	Бұлшықет ұршықтарының қозғалтқыш талшықтары
<b>A<math>\delta</math></b>	<b>1-4</b>	<b>5-15</b>	Температураның, ауырғанның тері афференттері
<b>B</b>	<b>1-3</b>	<b>3-14</b>	Симпатикалық преганглионарлы талшықтар
<b>C</b>	<b>0,5-1,0</b>	<b>0,5-2</b>	Симпатикалық постганглиоларлы талшықтар. Ауырғанның тері афференттері

# **Термин сөздерімен жұмыс**

**Деполиризация, реполиризация, гиперполиризация  
Миелин қабаты, Шванн жасушасы, Барлығы немесе ештеңе  
Сальторлы қозғалыс, Табалдырық, тыныштық потенциалы**

# Моделдеу «Жүйке импульсінің берілуі және пайда болу жылдамдығын зерттеу».



# Сұрақтар

1. Жүйке импульсінің берілуі қалай жүреді? 2. 2. Оның жүруі үшін қажетті факторлар қандай болуы мүмкін?
3. Оның жылдамдығы қандай болуы мүмкін?
4. Бірінші және екінші эксперименттің нәтижелерін салыстырып және олардың арасындағы айырмашылықтарды түсіндіріңіз?

## **Жеке жұмыс: Тапсырмалар**

1. Жүйке импульстарының жүру ретін көрсетіңіз
2. Жүйке импульсының өту жылдамдығына тәуелді факторларды сипаттаңыз.
3. Жүйке импульсінің туындау механизмін түсіндіріңіз
4. Жүйке импульсінің аксон бойымен өтуінің «мылқау» графигін жазыңыз
5. Берілген кестеден миелинді және миелинсіз нейрондардаға сәйкес келетін сипаттамаларды анықтаңыз.

# Қорытынды

1. Жүйке импульстері,  $\text{Na}^+$  және  $\text{K}^+$  үшін жүйке жасушалары мембранасы өткізгіштігінің өзгеруі кезінде пайда болады, бұл мембранадағы потенциалдар айырмасының өзгеруіне және **әсер потенциалының** пайда болуына әкеледі.
2. Тыныштық потенциалы негізінен калий иондарымен, ал әсер потенциалы - натрий иондарымен анықталады
3. Жүйке импульстері **деполяризация толқыны** түрінде аксон бойымен таралатын әсер потенциалдары болып табылады. Аксонның сыртқы бетінің әсер ету орны теріс зарядталған.
4. Деполяризация-ішкі ортаның теріс заряды азайса, мембранада деполяризация, ал керісінше өссе гиперполяризация жүреді.



# Қорытынды

5. Тыныштық потенциалында нейрон мембранасының сыртында натрий иондарының концентрациясы жоғары болады, ал мембрананың ішінде калий иондарының концентрациясы жоғары болады. Аксон арқылы импульс берілген кезде натрий иондары жасуша ішіне кіреді де, кернеудің күшін жояды, оны әрекет потенциалы дейді.

6. Егер тітіркендіргіш әсерінен ТП  $-50$  мВ-ке дейін өзгерсе (шекті мән), онда ӘП дамиды. Егер тітіргендіргіш бұл мәнге жете алмаса, ӘП генерацияланбайды («барлығы немесе ештеңе» принципі).

7. Миелин талшығы бойымен қозудың таралуының

Артықшылығы:

- жоғары жылдамдық;
- үнемділік.

8. Жүйке талшығы бойынша қозуды өткізу жылдамдығы мыналарға тәуелді:

1-қабықша құрылысы;

2-талшықтар диаметрі;

3-температураға