

2 курс ЖМФ №3 тәж. саб.

**Биоэлектрлік
құбылыстар.**

**Биопотенциалдар
табиғаты туралы қазіргі
кездегі көзқарас.**

Сабақтың мақсаты:

- биологиялық мембраналар қызметі, құрылысы бойынша білім алу және оны бекіту;
- әрекет потенциалы және мембраналық потенциал сипаты мен пайда болу механизмі оқытуда білім алу және оны бекіту;
- экспериментте мембраналық потенциалды тіркеу дағдысын үйрену және оны бекіту;
- эксперимент жүзінде Гальвани (I және II тәжірибелері), Маттеучи және Мюллер-Келликер тәжірибелерін орындау дағдыларын үйрену және оны бекіту;

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

- 1. Биоэлектрлік құбылыстардың даму тарихы (Гальванидің I және II тәжірибелері, Вольта, Дюбуа-Реймон).**
- 2. Биомембраналар: құрылысы, қызметі, өтімділігі, заттары активті және пассивті тасымалдау**
- 3. Мембраналық потенциал: пайда болу механизмі, тіркеу әдістері, қасиеттері.**
- 4. Әрекет потенциалы: пайда болу механизмі, тіркеу әдістері, қасиеттері.**
- 5. Қозу кезінде ұлпа қозғыштығының өзгеруі.**
- 6. Локальды жауап және оның сипаты.**

Қозғыш ұлпалардағы биоэлектрлік құбылыстар

Қозу жасушалар мен
ұлпалардың электрлік,
химиялық, функциялық және
структуралық өзгерістері
жиынтығымен сипатталады.

- Қозу кезіндегі ыдырау процесі нәтижесінде химиялық энергияның 0,00001 бөлігі электр энергиясына ауысады.
- Бұл энергия тіркеледі. ЭЭГ, ЭКГ, ЭМГ.



ПОТЕНЦИАЛДАР ПАЙДА БОЛУ
СЕБЕПТЕРІ:

МЕМБРАНАНЫҢ

ТАҢДАМАЛЫ

ӨТКІЗГІШТІГІ;

ИОНДАР АСИММЕТРИЯСЫ;

ИОНДАРДЫҢ АКТИВТІ

ЖӘНЕ ПАССИВТІ

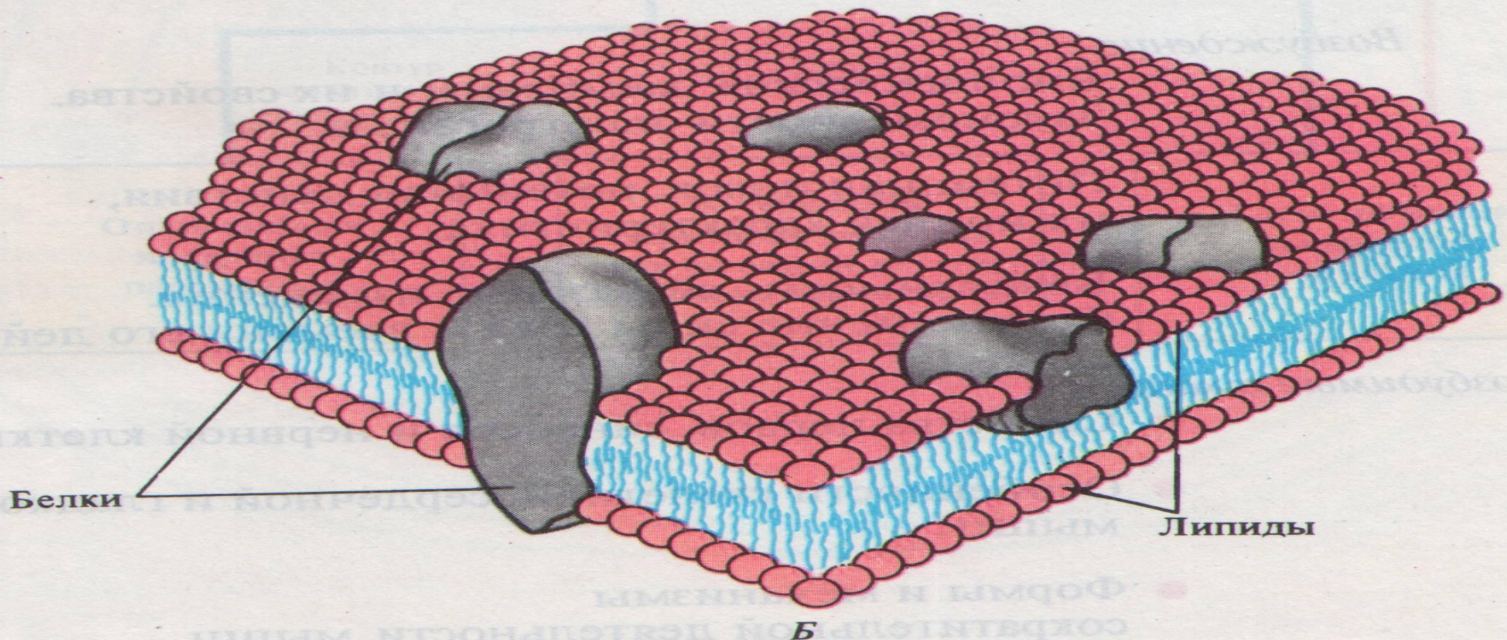
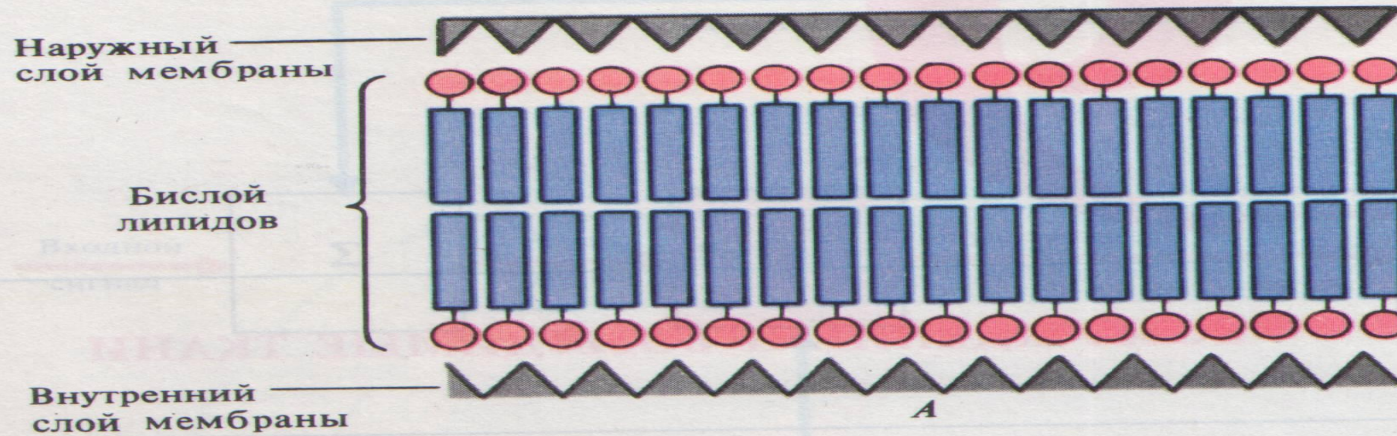
ТАСМАЛДАНУЫ;

Биологиялық мембраналар

Мембраналар қасиеттері:

1. **шектеуші** (барьерлі, еркін қозғалысты болдырмайды; жасуша мен жасуша аралық сұйықтықтарда концентрациялық айырым тууына ықпал жасайды);
2. **реттеуші** (жасушадан тыс биологиялық әрекетшіл заттар рецепциясы есебінен жасуша ішілік құрылым мен реакцияларды реттеу);
3. **сыртқы ортаның әсерін электр тогына айналдыру** (рецепторларда байқалады);
4. **синапстық құрылымдарда нейромедиаторлар өндіру**;
5. **тасымалдау** (мембрана саңылаулары арқылы Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Cl^- , OH^+ , H^+ және бас.). Саңылаулар қақпа принципі бойынша жұмыс істейді – ашық немесе жабық.

Мембрананың құрылысы



Қозғыш ұлпалар мен жасушалардың электрлік жауаптары түрлері

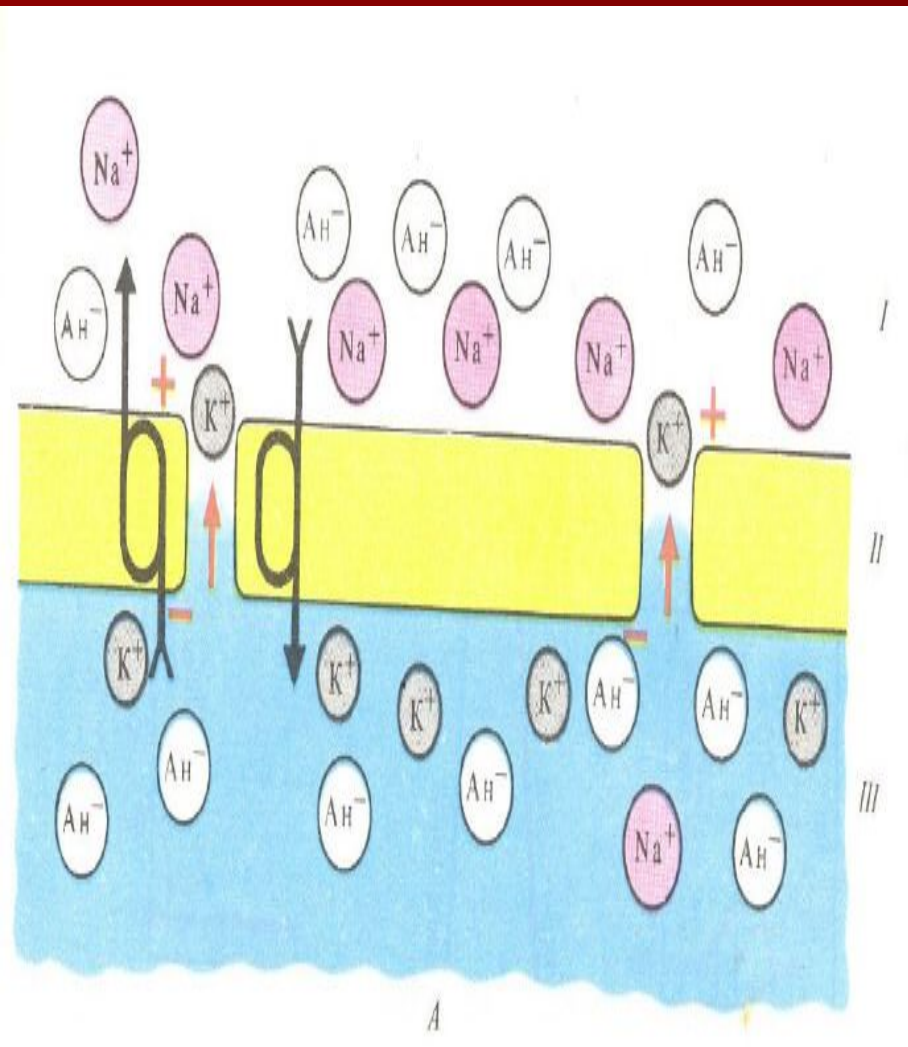
1. Мембрана (тыныштық) потенциалы;
2. Қозу (әрекет) потенциалы;
3. Локалды жауап, жергілікті потенциал;
4. Іздік потенциалдар;
5. Генераторлы рецепторлы потенциал;
6. Қоздырғыш және тежегіш
постсинапстық потенциалдар;

Қазіргі кезде тыныштық күйде пайда болатын биопотенциал микроэлектродты техника көмегімен тіркеледі және мембраналы потенциал деп аталады.

Екі тәсілі бар:

1. Жасуша ішілік;
2. жасушадан тыс.

Мембраналық потенциал



Мембраналық

потенциал – бұл жасуша мембранасының беті мен оның протоплазмасы арасындағы потенциалдар айырмасы.

Мембрананың сыртқы беті «+» зарядталған;

Мембрананың ішкі беті «-» зарядталған.

МЕМБРАНАЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛ СИПАТЫ:

- 1 өте тұрақты ток;
- 2 бір фазалы бағытты ток;
- 3 бұлшық ет талшығының мембраналық потенциалы мөлшері: – 60 - – 95 mV.

- Тыныштықта биологиялық мембраналардың калий иондарына деген өтімділігі аса жоғары, бұл иондар мембрана арқылы еркін өтеді; натрий иондарына өтімділік бар, бірақ нашар.
- Аниондарға өтімділік жоқ.

- **Дюбуа-Реймон** биоэлектрлікті түсіндірмек болған. Оның айтуынша, тірі құрылымдарда айрықша “**электромоторлы молекулалардың**” болуы, олардың 2 жартыдан тұратындығы: оң және теріс. Оңы жасуша сыртына, терісі жасуша ішіне бағытталған. Бұл теория бойынша бұлшық еттер мен жүйкелерде электродиссоциалық күш олардың бүлінгендеріне дейін болады. Ал бүліну іштегі оң зарядтың көрініп қалуымен сипатталады дейді. Бұл негізсіз теория.

- Биоэлектрлік потенциалдарды ортақ физико-химиялық заңдарға бейімдеген **В. Ю. Чаговец (1896)**. Егер тірі ұлпаның бір бөлігінде әртүрлі жыламдықты екі ионнан тұратын электролит болса, онда жыламдығы жоғары заряд ерте қозғалып электролит концентрациясы за жаққа қарай қозғалады да өз зарядын тудырады. Мысалы, қышқыл болса оң заряд, қай антион болмасын H^+ тез қозғалады.

- 1902 жылы Дюбуа –Реймонның оқушысы Бернштейн биопотенциалдардың мембраналы-ионды теориясының теориялық болжамын құрады. Әрбір жасуша өте жұқа, көзге көрінбейтін мембранамен қапталған. Олар кейбір иондарды өткізетін болса, енді біреуін өткізбейді. Бернштейн бойынша, мембрананың беткей қабатында оң зарядты иондар, ал протоплазмасында теріс зарядты иондар орналасқан. Әр аттас зарядтар бірін-бірі тартқанмен, мембранадан өте

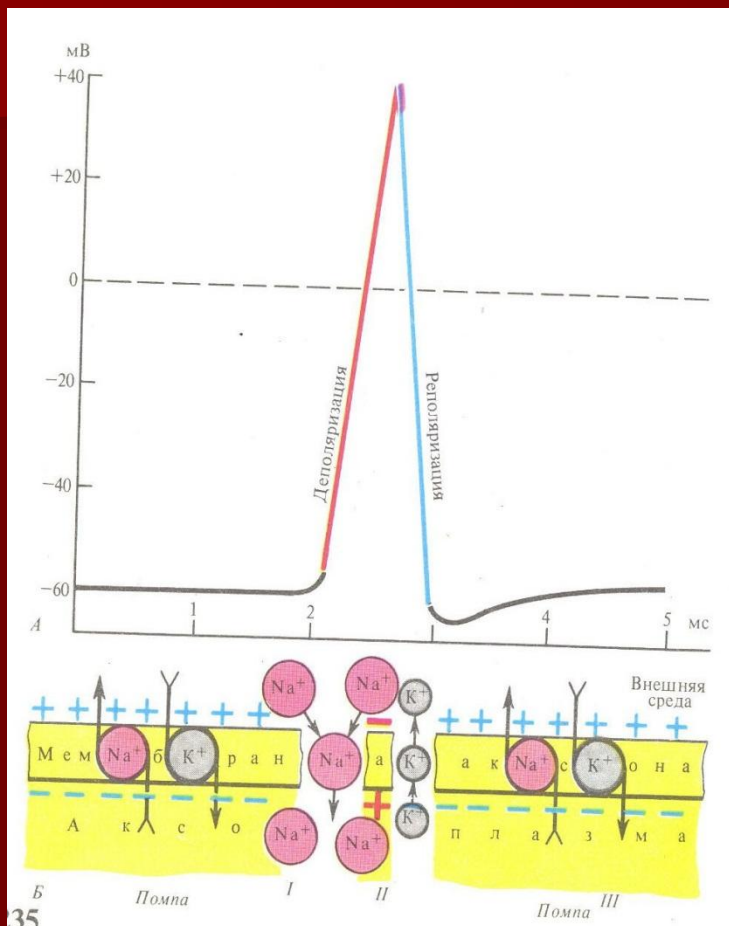
■ Кейінірек бұл теорияны ары қарай дамытқан және тәжірибе жүзінде дәлелдегендер **Ходжкин және Хаксли, Кац (1952)** Бұл теория бойынша биоэлектрлік потенциалдар жасушаның ішкі және сыртқы жақтарында K^+ , Ca^+ , Cl^- иондарының концентрациясының бірдей болмауымен және жасуша мембранасының оларға өтімділігінің әр түрлілігімен түсіндіріледі. Жасуша ішінің терістігі органикалық қышқылдардың орналасуымен түсіндіріледі.

Мембраналық потенциал

Жасуша	ІШІ	Сырты
K	150 ммоль/л	4 – 5 ммоль/л
Na	14 ммоль/л	140 ммоль/л

- Тыныштық күйде қозғыш ұлпаның беткей қабатында оң заряд әлде қайда көп болады, ал ішкі қабатында керісінше теріс заряд артық көлемде, ал қозған кезде керісінше қоза бастаған аймақта жасушада терістік байқалады, бүлінбегені оң зарядты болады.

Әрекет потенциалы

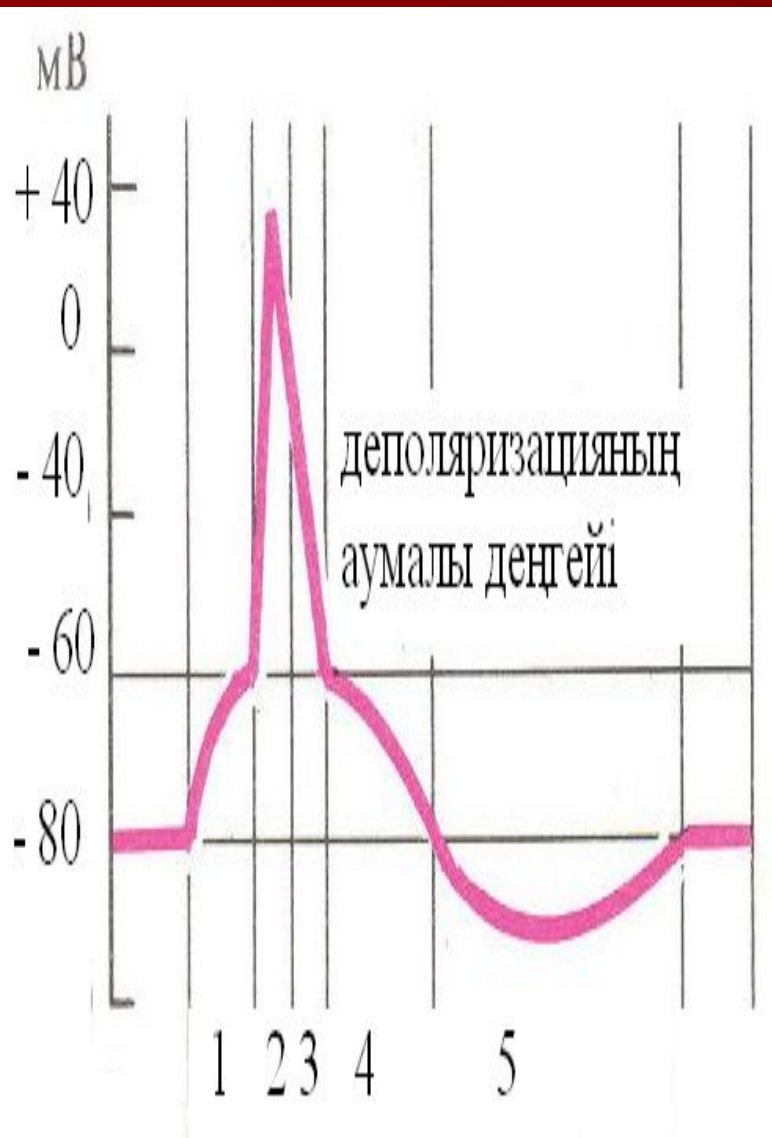


Әрекет потенциалы – бұл қозу кезеңіндегі мембраналық потенциалдың жойылуы және жаңа токтың пайда болуы (мембранадағы зарядтар, олардың айырымы өзгереді).

Қозу (әрекет) потенциалы сипаты

- Екі фазалы ток;
- Қысқа мерзімді ток;
- Көлемі — 100-120 mV

Әрекет потенциалы кезеңдері



1. Локалды жауап (жергілікті өзгерістер).
2. Деполяризация (натрий активациясы).
3. Реполяризация (натрий инактивациясы).
4. Теріс іздік потенциал (калий активациясы).
5. Оң іздік потенциал (натрий-калий насосы жұмысы).

Қозу кезіндегі қозғыштықтың өзгеру кезеңдері

1. Абсолюттік

рефрактерлік кезең

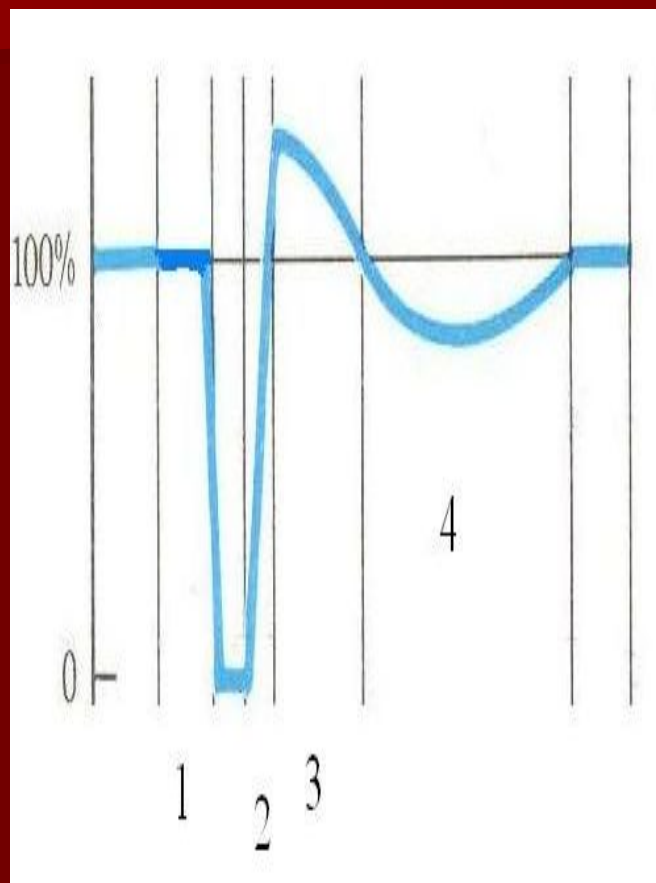
2. Салыстырмалы

рефрактерлік кезең.

3. Супернормалды

кезең.

4. Субнормалды кезең.



Абсолютті рефрактерлік кезен

**Бұл кезеңде ұлпалар
ешқандай тітіркендіргішке
жауап бермейді.**

**Бұл кезеңнің ұзақтығы:
жүйке талшығында – 1-2
мсек;**

бұлшық етте – 4-5 мсек;

Салыстырмалы
рефрактерлік кезең
Бұл кезеңде
табалдырық күшінен
жоғары
тітіркендіргішке
жауап реакциясы
туады.

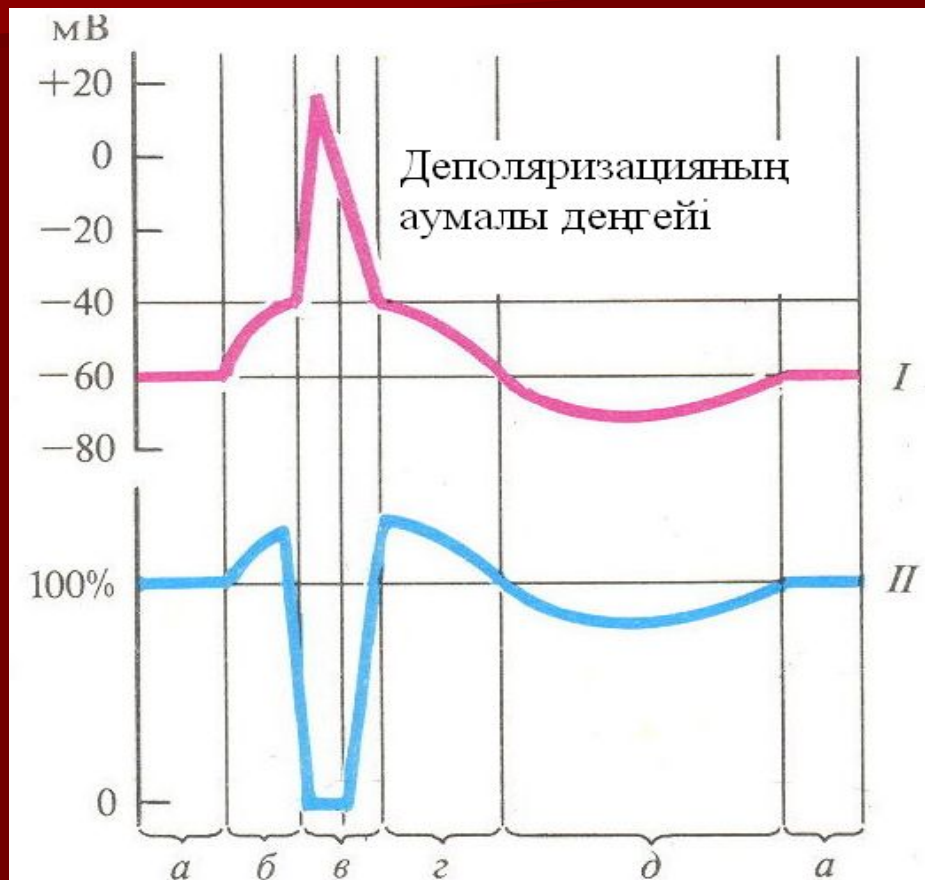
Супернормалды кезең

**Бұл кезеңде ұлпа
табалдырықтан төмен
күшкеде жауап береді.**

Субнормалды кезең

Бұл кезеңде ұлпаның қозғыштық қасиеті күрт төмендейді де, тек табалдырық күшінен жоғары тітіркендіргішке жауап береді.

Әрекет потенциалы мен ұлпа қозғыштығы кезеңдерінің ара қатынасы



I - әрекет потенциалы.

II - ұлпа қозғыштығы.

ПОТЕНЦИАЛДАРҒА ЖАУАПТЫ ИОНДАР:

- МЕМБРАНАЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛДЫҢ КӨЛЕМІН НЕГІЗІНЕН КАЛИЙ ИОНДАРЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫ АНЫҚТАЙДЫ;
- ҚОЗУ ПОТЕНЦИАЛЫ КӨЛЕМІ НАТРИЙ ИОНЫНЫҢ ӨТІМДІЛІГІНЕ ТӘУЕЛДІ.

Локальды жауап сипаттамасы

- Козу потенциалынан айырмашылығы - пайда болу бастамасы белгісіз.
- 1. Локальды жауап амплитудасы тітіркендіргіш күшіне тәуелді; әсер еткен күш өскен сайын арта түседі.
- 2. Локальды жауап Na^+ өтімділігімен сипатталады, дегенмен де Na^+ өтімділігі төмен сондықтан козу потенциалы байқалмайды.
- 3. Локальды жауап таралмайды.
- 4. Рефрактерлігі жоқ.
- 5. Декрементті; тітіркендіргіш алыстаған сайын жойылады.

Тәжірибелік жұмыстар:

1. Гальванидің бірінші, екінші тәжірибелері.
2. Маттеучи тәжірибесі.
3. Мюллер және Келликер тәжірибесі.
4. Мембраналық потенциалды тіркеу.

Бастапқы білім деңгейін бағалауға арналған бақылау сұрақтары:

1. Мембраналық потенциал дегеніміз не?
2. Мембраналық потенциалды қалай тіркейді ?
3. Әрекет потенциалы дегеніміз не?
4. Әрекет потенциалының қасиеттері.
5. «Жүйке-бұлшық ет физиологиясының шынайы, негізгі тәжірибесі » деп қандай тәжірибе аталған?
6. Локальды жауап дегеніміз не?

Қорытынды білім деңгейін бағалауға арналған бақылау сұрақтары:

1. Ион каналдары дегеніміз не?
2. Активті және пассивті тасмалдау заттардың мембранасын қалай ажыратуға болады?
3. Әрекет потенциалының деполяризация кезеңінің механизмі.
4. Іздік потенциал дегеніміз не?
5. Қандай күшпен тітіркендіргенде локальды жауап пайда болады?
6. Қозудың қисық кезеңін атаңыз және сипаттаңыз?

Қорытынды білім деңгейін бағалауға арналған есептер:

1. Бұлшық ет талшығының мембрана бетіне микроэлектрод қояды, екінші микроэлектродпен бұлшық ет талшығының мембранасын теседі, сонда осциллограф стрелкасының 60 мV -нан жоғары ауытқуы байқалады.

■ Сұрақтар:

1. Неге микроэлектродтар осциллографпен байланысқан?
2. Неге екінші электродпен бұлшық ет талшығының мембранасын тескен уақытында осциллограф стрелкасының ауытқуы байқалады?
3. Қозуға деполяризация кезеңінде қосымша тітіркендірсек, жауап реакциясын алуға бола ма? Жауабыңызды түсіндіріп беріңіз?