



FARABI UNIVERSITY

Дәріс №4

Тірі жүйелердегі электрлік құбылыстар: Тыныштық және әрекет потенциалдары

Дәріскер: **Қайрат Бақытжан Қайратұлы**

философия докторы (PhD), биофизика, биомедицина және нейроғылым кафедрасы меңгерушісінің ғылыми-инновациялық және халықаралық байланыстар жөніндегі орынбасары

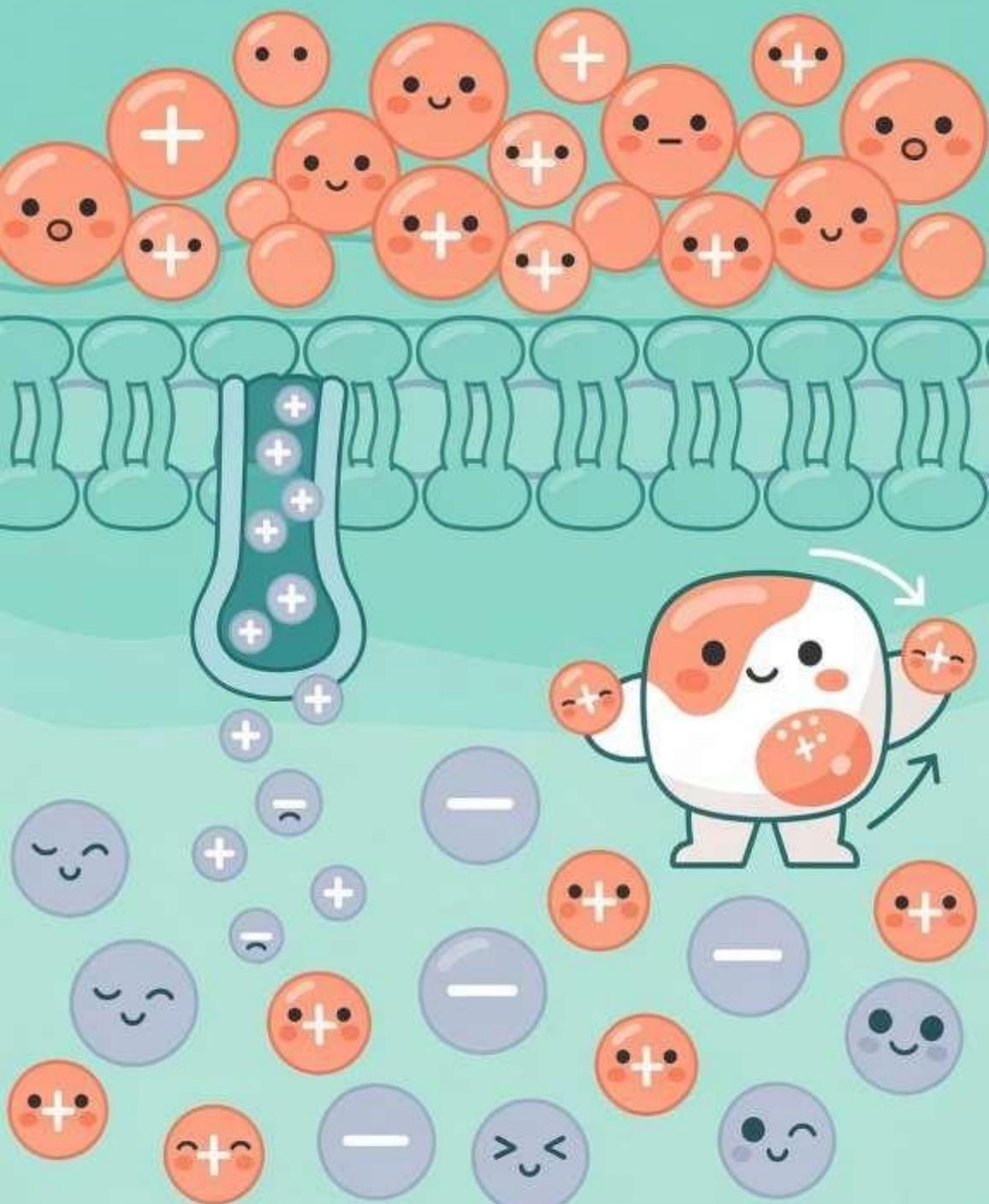
Электрлік құбылыстар:

Биоэлектрлік потенциалдардың маңызы

Тірі жасушалар үнемі электрлік белсенділікті көрсетеді. Бұл құбылыс жүйке импульстарының таралуынан бастап, жүрек қызметіне дейінгі барлық маңызды процестердің негізі болып табылады.

Электрқозушылықтың негізгі түсінігі

Жасушалық мембраналар арқылы иондардың селективті қозғалысы электрлік потенциалдардың пайда болуына әкеледі. Бұл потенциалдар ақпарат тасымалдаудың, бұлшық еттердің жиырылуының және басқа да көптеген физиологиялық үдерістердің негізін құрайды.



Тыныштық потенциалы дегеніміз не?

Анықтамасы

Тыныштық потенциалы - жасуша қозбаған кезде мембрананың ішкі және сыртқы жағы арасындағы электрлік потенциал айырмасы. Бұл күй барлық тірі жасушалар үшін тән болып келеді.

Иондық тепе-теңдік

Тыныштық потенциалының қалыптасуы иондардың мембрана бойынша біркелкі емес таралуына және мембрананың әртүрлі иондарға өткізгіштігіне негізделген. K^+ , Na^+ , Cl^- және органикалық иондардың үлесі әртүрлі болады.

Мембраналық потенциалдың құрылымы

Мембрананың екі жағы

Жасуша мембранасы екі түрлі ортаны бөледі: ішкі цитоплазма және сыртқы жасушааралық сұйықтық. Бұл екі орта арасында иондардың концентрациясы айтарлықтай өзгеше болып келеді.

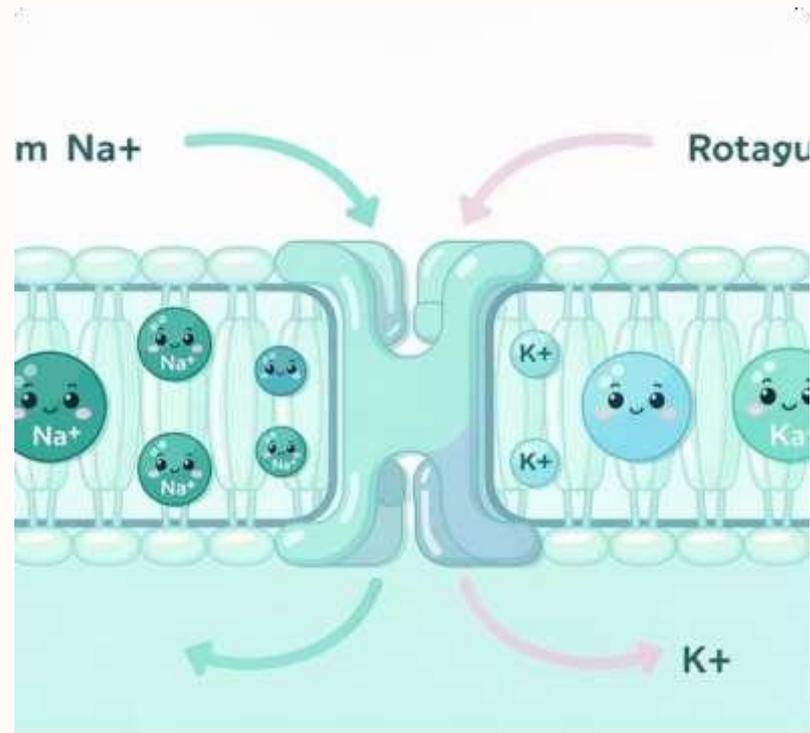
- Ішкі орта: K^+ иондары жоғары концентрацияда, Na^+ төмен
- Сыртқы орта: Na^+ жоғары, K^+ төмен концентрацияда
- Мембрана өткізгіштігі иондарға селективті әсер етеді

Иондық градиенттер

Концентрациялық градиенттер мен электрлік күштердің өзара әрекеттесуі тыныштық потенциалын қалыптастырады. Мембрананың K^+ иондарына жоғары өткізгіштігі маңызды рөл атқарады.

Типтік жасушада K^+ концентрациясы ішінде 140 мМ, сыртында 5 мМ; Na^+ үшін - керісінше: ішінде 12 мМ, сыртында 145 мМ

Иондық каналдар мен насостардың рөлі



Na⁺/K⁺ насосының қызметі

Натрий-калий насосы - мембраналық потенциалды ұстап тұратын негізгі механизм. Ол АТФ энергиясын пайдаланып, 3 натрий ионын жасушадан сыртқа шығарады және 2 калий ионын ішке алып кіреді. Бұл үнемі концентрациялық градиенттерді қалпына келтіреді.



Иондық каналдардың динамикасы

Каналдардың ашылып-жабылуы мембраналық потенциалды жылдам өзгертуге мүмкіндік береді. Кернеуге тәуелді каналдар электрлік сигналдарға жауап береді, ал лигандтық каналдар химиялық заттарға әрекет етеді. Олардың үйлесімді жұмысы қозу үдерісін қамтамасыз етеді.

Нернст теңдеуі: иондардың тепе-теңдік потенциалы

Математикалық негіз

Нернст теңдеуі әр ион үшін жеке тепе-теңдік потенциалын есептеуге мүмкіндік береді. Бұл теңдеу иондардың мембрана бойынша таралуын термодинамикалық тұрғыдан сипаттайды.

$$E_{ion} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[ion]_{out}}{[ion]_{in}}$$

Мұндағы: R - газ тұрақтысы, T - температура, z - иондық заряд, F - Фарадей тұрақтысы

Иондардың үлесі

Na⁺ және K⁺ иондары мембраналық потенциалдың қалыптасуында негізгі рөл атқарады:

- K⁺ үшін тепе-теңдік потенциалы: шамамен -90 мВ
- Na⁺ үшін тепе-теңдік потенциалы: шамамен +60 мВ
- Cl⁻ иондары да үлес қосады, бірақ екінші дәрежелі
- Нақты тыныштық потенциалы барлық иондардың өткізгіштігіне байланысты

Тыныштық потенциалының нақты шамалары

-70

40x

-90

Тыныштық потенциалы

K⁺ өткізгіштігі

K⁺ потенциалы

Милливольтпен өлшенетін
қалыпты мән

Na⁺ қарағанда жоғары

Калий үшін тепе-теңдік мәні (мВ)

Қалыпты жағдайда тыныштық потенциалының шамасы әртүрлі жасуша түрлері үшін әр түрлі болуы мүмкін, бірақ жүйке және бұлшық ет жасушаларында ол көбінесе -70 милливольт (мВ) шамасында болады. K⁺ иондарының негізгі үлесі осы мәннің -90 мВ-қа жақын болуына әкеледі, бірақ Na⁺ иондарының аздаған ағымы оны біраз оң жаққа қарай ығыстырады.



Микроэлектродтық техника арқылы тыныштық потенциалын өлшеу

01

Микроэлектродтарды дайындау
Өте жұқа шыны капиллярлардан жасалған электродтар ұшының диаметрі 1 микрометрден кіші болуы керек

02

Жасушаға енгізу
Микроманипулятор көмегімен электрод мембранаға сақтықпен енгізіледі

03

Потенциалды тіркеу
Күшейткіш пен осциллоскоп арқылы потенциал айырмасы өлшенеді және тіркеледі

Микроэлектродтық әдістердің дәлдігі мен маңызы зор, өйткені олар тірі жасушаларда потенциалды нақты уақыт режимінде өлшеуге мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы patch-clamp техникасы тіпті жеке иондық каналдардың жұмысын зерттеуге жол ашады.

Әрекет потенциалының негіздері

Әрекет потенциалының анықтамасы

Әрекет потенциалы - жасушаның қозу үдерісі кезінде мембраналық потенциалдың жылдам және қысқа уақытты өзгеруі. Бұл электрлік импульс жүйке талшықтары бойымен ақпаратты жеткізудің негізгі тәсілі болып табылады.

Әрекет потенциалының маңызы зор: ол жүйке жүйесінде сигналдарды тасымалдайды, бұлшық еттерді жиырылуға әкеледі және көптеген басқа физиологиялық процестерді іске қосады.

Деполаризация - қозудың басталуы

Қозу басталған кезде мембраналық потенциал тыныштық деңгейінен оң жаққа қарай ауысады. Бұл деполаризация деп аталады. Егер деполаризация белгілі бір шекті деңгейге (табалдырық) жетсе, әрекет потенциалы толық амплитудамен пайда болады.

"Барлығы я ештеңе" принципі: табалдырықтан асқан кезде әрекет потенциалы әрқашан максималды амплитудада пайда болады

Әрекет потенциалының фазалары

Жылдам деполяризация

1

Кернеуге тәуелді Na^+ каналдары жылдам ашылады, натрий иондары жасушаға ағып кіреді. Потенциал -70 мВ-тан $+30$ мВ-қа дейін көтеріледі. Бұл фаза өте қысқа - шамамен 1 миллисекунд.

Гиперполяризация

3

K^+ каналдары жабылғанша калий шығып жатқандықтан, потенциал тыныштық деңгейінен төмен түседі (шамамен -80 мВ). Содан кейін Na^+/K^+ насосы мен иондық каналдардың әрекеті арқылы тыныштық потенциалына қайта оралады.

2

Реполяризация

Na^+ каналдары инактивацияланады (жабылады), ал K^+ каналдары ашылады. Калий иондары жасушадан шығып, потенциалды теріс мәндерге қайтарады. Бұл процесс $2-3$ миллисекунд жалғасады.

Мембрананың өткізгіштігінің өзгеруі

Динамикалық өзгерістер

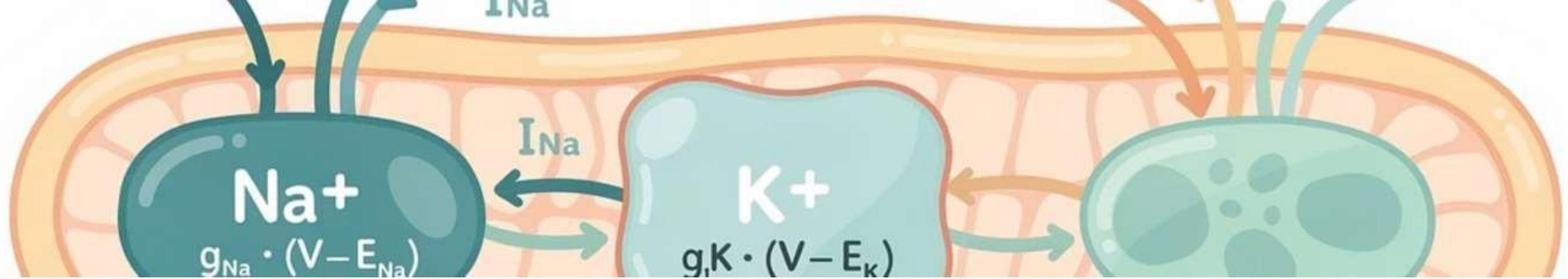
Әрекет потенциалы кезінде мембрананың иондық өткізгіштігі драматикалық түрде өзгереді. Бұл өзгерістер өте жылдам болып, миллисекунд бөлшектері ішінде орын алады.

Қозу кезінде Na^+ иондарына өткізгіштік 500 есеге дейін артуы мүмкін. Бұл натрий иондарының жасушаға массалық ағуына әкеледі және мембраналық потенциалды оң мәндерге дейін тез жеткізеді.

K^+ иондарының рөлі

Деполаризациядан кейін K^+ каналдары ашылып, калий иондарының жасушадан шығуы 30-40 есе артады. Бұл үдеріс мембраналық потенциалды қалыпқа келтіреді және әрекет потенциалын аяқтайды.

- Na^+ және K^+ өткізгіштігінің уақыт бойынша ауысуы әрекет потенциалының формасын анықтайды. Екі ионның өткізгіштік өзгерістері бір-біріне қарама-қарсы бағытта жүреді.



Ходжкин-Хаксли моделі

1952 жылы Алан Ходжкин мен Эндрю Хаксли әрекет потенциалын математикалық тұрғыдан сипаттайтын модель жасады. Бұл модель мембрана қозуының барлық негізгі аспектілерін теңдеулер жүйесі арқылы көрсетеді.

Иондық токтар

Модель Na^+ , K^+ және "ағып кету" токтарын бөлек қарастырады, әрқайсысының өзіндік өткізгіштігі мен тепе-теңдік потенциалы бар

Кернеуге тәуелділік

Каналдардың ашылу-жабылу ықтималдығы мембраналық потенциалға тәуелді, бұл өзін-өзі күшейтетін немесе тежейтін кері байланыс тудырады

Уақытша динамика

Модель әрбір иондық каналдың уақыт бойынша қалай өзгеретінін дифференциалдық теңдеулер арқылы сипаттайды

Ходжкин мен Хакслидің тәжірибелік ашылуы

Зерттеудің маңызы

1952 жылы жүргізілген олардың жұмыстары нейрофизиологияда төңкеріс жасады. Олар кальмар аксонын пайдаланып, әрекет потенциалының иондық негіздерін эксперименталды және теориялық тұрғыдан толық сипаттады.

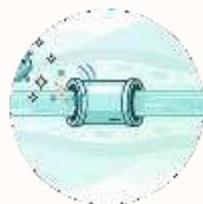
Бұл жұмыс үшін Ходжкин мен Хаксли 1963 жылы физиология және медицина бойынша Нобель сыйлығын алды. Олардың моделі бүгінгі күнге дейін нейробиологияның іргетасы болып қала береді.

Нерв талшықтарындағы әрекет потенциалы

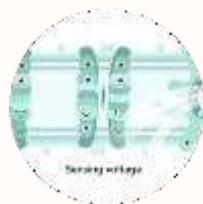
Олардың зерттеулері әрекет потенциалының нақты механизмін ашты:

- Деполяризация фазасында Na^+ токтары басым
- Реполяризацияда K^+ токтары басым болады
- Каналдардың инактивациясы рефрактерлік кезеңді түсіндіреді
- Математикалық модель эксперименталды мәліметтерді нақты болжайды

Иондық каналдардың түрлері және олардың физиологиялық рөлі



Лигандтық каналдар
Химиялық заттардың
(нейромедиаторлар,
гормондар) әсерінен
ашылады.
Синаптикалық
тасымалдауда маңызды
рөл атқарады және
жасушааралық сигнал
берудің негізі болып
табылады.



Кернеуге тәуелді
каналдар
Мембраналық
потенциалдың өзгеруіне
жауап береді. Әрекет
потенциалының пайда
болуы мен таралуын
қамтамасыз етеді. Na^+ ,
 K^+ және Ca^{2+} каналдары
осы топқа жатады.



Na^+/K^+ насосының
энергетикасы
Насос жасушаның АТФ
энергиясының 20-40%
дейін тұтынады. Ол
иондық градиенттерді
үнемі қалпына келтіріп
отырады, бұл тыныштық
және әрекет
потенциалдарын ұстап
тұру үшін өте маңызды.

Тыныштық пен әрекет потенциалдарының физиологиялық маңызы



Жүйке жүйесінің ақпарат тасымалдауы

Әрекет потенциалдары жүйке талшықтары бойымен сигналдарды жылдам және дәл жеткізеді. Бұл сезімдік ақпаратты қабылдаудан бастап, қозғалтқышты жауапқа дейінгі барлық үдерістердің негізі.



Бұлшық еттердің жиырылуы

Моторлық нейрондардан келген әрекет потенциалдары бұлшық ет талшықтарын қоздырады және олардың жиырылуына әкеледі. Жүрек бұлшық етінде ритмикалық әрекет потенциалдары жүректің тұрақты соғуын қамтамасыз етеді.



Басқа тірі жүйелердегі рөлдері

Электрлік потенциалдар эндокриндік жасушаларда гормон секрециясын реттейді, иммундық жасушаларда белсенділікті басқарады және тіпті өсімдіктерде де электрлік сигналдар маңызды рөл атқарады.



Қазіргі зерттеулер мен технологиялар

Микроэлектродтық әдістердің дамуы

Patch-clamp техникасы жеке иондық каналдардың жұмысын зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл әдіс арқылы каналдардың ашылу-жабылу кинетикасын, өткізгіштігін және фармакологиялық қасиеттерін нақты өлшеуге болады.

Иондық каналдардың молекулалық құрылымын рентген кристаллографиясы мен крио-электронды микроскопия арқылы атомдық деңгейде зерттеу олардың қалай жұмыс істейтінін терең түсінуге мүмкіндік берді. Бұл білім жаңа дәрілік препараттарды әзірлеуде қолданылады.

Оптикалық әдістер

Флуоресцентті индикаторлар арқылы мембраналық потенциалдарды және иондық концентрацияларды визуализациялау мүмкін болды. Оптогенетика жарық көмегімен нейрондарды нақты басқаруға жол ашты.

Биологиялық ұлпалар мен сұйықтықтардың электрөткізгіштігі. Тірі ұлпалар үшін Ом заңы

Тірі организмдердегі электрлік құбылыстар - физиология мен медицинаның негізгі аспектілерінің бірі. Биологиялық ұлпалар мен сұйықтықтардың электрөткізгіштік қасиеттері нерв импульстарының таралуынан бастап, жүрек қызметіне дейінгі барлық процестерді анықтайды.





БӨЛІМ 1

Электрөткізгіштік негіздері мен тірі ұлпалардағы ерекшеліктер

Биологиялық жүйелердегі электрөткізгіштік - бұл тірі материяның ең маңызды қасиеттерінің бірі. Ол жасушалар арасындағы байланыстан бастап, күрделі физиологиялық процестерді реттеуге дейін көптеген функцияларды қамтамасыз етеді. Тірі ұлпалардың электрөткізгіштігі олардың құрылымдық және биохимиялық ерекшеліктерімен тығыз байланысты.

Бұл бөлімде біз электрөткізгіштіктің жалпы принциптерін және оның биологиялық жүйелердегі ерекше көрінісін қарастырамыз.

Электрөткізгіштік дегеніміз не?

Электрөткізгіштік негізі

Электрөткізгіштік - заттың электр тогын өткізу қабілеті. Бұл электр зарядтарының бағытталған қозғалысы арқылы жүзеге асады.

Биологиялық жүйелердегі ерекшеліктер

- Электр тогы негізінен иондардың қозғалысы арқылы өтеді
- Металдардағы электрондық өткізгіштіктен айырмашылығы бар
- Иондық өткізгіштік сұйықтық орталарда жүзеге асады
- Мембраналық құрылымдар өткізгіштікті реттейді

Биологиялық ұлпалар мен сұйықтықтарда электрөткізгіштік иондардың - оң және теріс зарядталған бөлшектердің қозғалысымен анықталады. Бұл процесс физикалық және химиялық факторларға, соның ішінде температураға, рН деңгейіне және иондық концентрацияға тәуелді.



Биологиялық сұйықтықтардың электрөткізгіштігі

Қан плазмасы

Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- иондарының жоғары концентрациясы.

Электрөткізгіштігі 1,0-1,5 См/м аралығында.

Лимфа

Қанға ұқсас иондық құрам, бірақ ақуыз концентрациясы төмен.

Өткізгіштік қаннан сәл төмен.

Жасушааралық сұйықтық

Жасушаларды қоршайтын орта.

Иондық тепе-теңдік жасуша функцияларына тікелей әсер етеді.

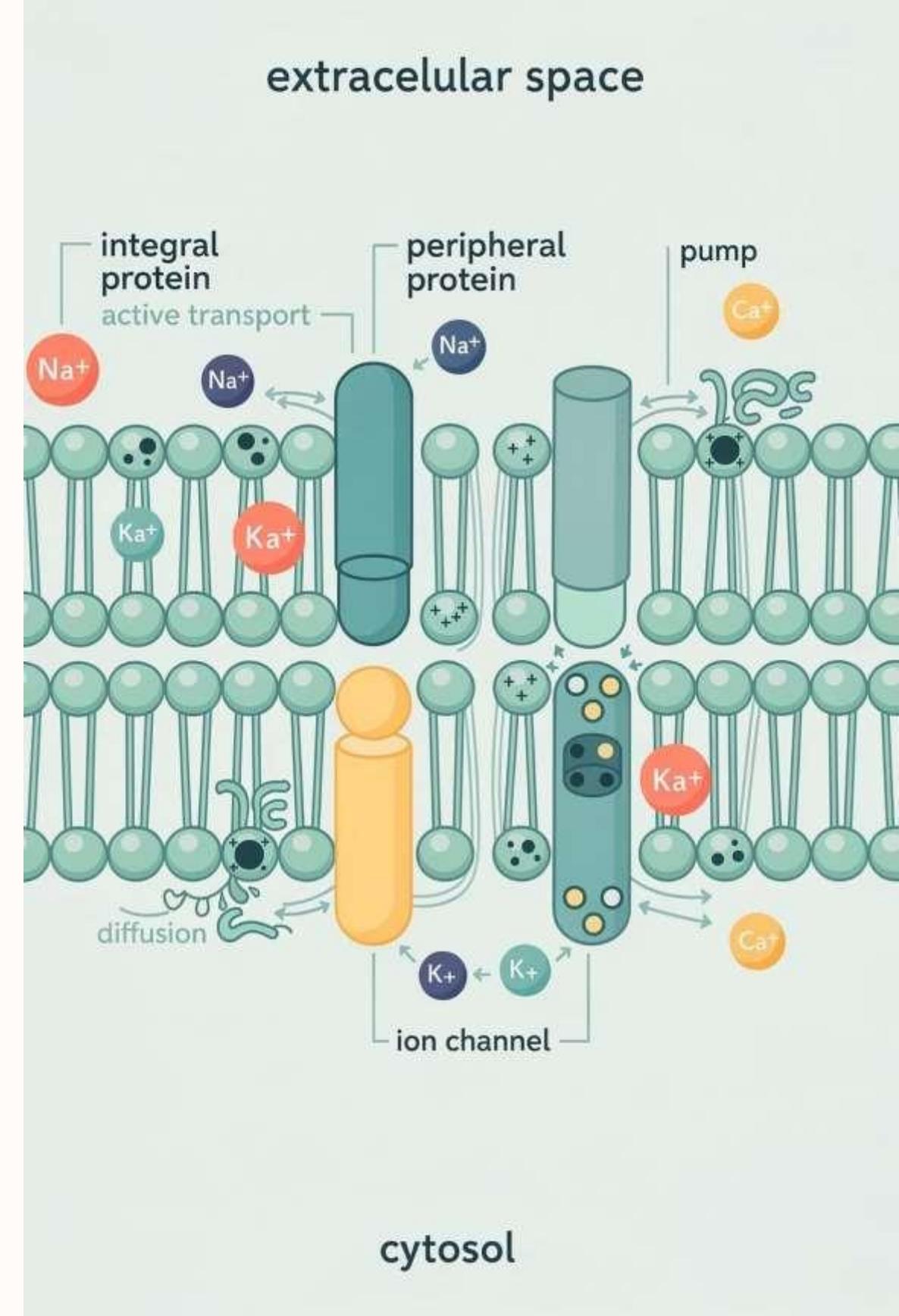
Биологиялық сұйықтықтардың электрөткізгіштігі еркін иондардың болуымен анықталады. Қан, лимфа және жасушааралық сұйықтықтар организмдегі электрөткізгіш орталар болып табылады. Иондардың концентрациясы мен түріне байланысты өткізгіштік айтарлықтай өзгеруі мүмкін, бұл диагностикалық мақсаттарда қолданылады.

Жасуша мембранасының құрылымы мен иондық каналдар

Иондық каналдар – электрөткізгіштіктің негізі

Жасуша мембранасы - екі қабатты липидтік құрылым, ол жасушаның ішкі ортасын сыртқы ортадан бөледі. Мембранада орналасқан иондық каналдар мен тасымалдаушы ақуыздар иондардың селективті өтуін қамтамасыз етеді. Бұл каналдар электрөткізгіштіктің негізгі элементтері болып табылады.

Иондық каналдар кернеуге тәуелді немесе лигандқа тәуелді болуы мүмкін. Олардың ашылуы мен жабылуы мембраналық потенциалды өзгертіп, электрлік сигналдардың пайда болуына әкеледі. Натрий, калий, кальций және хлор каналдары әртүрлі физиологиялық процестерді реттейді.

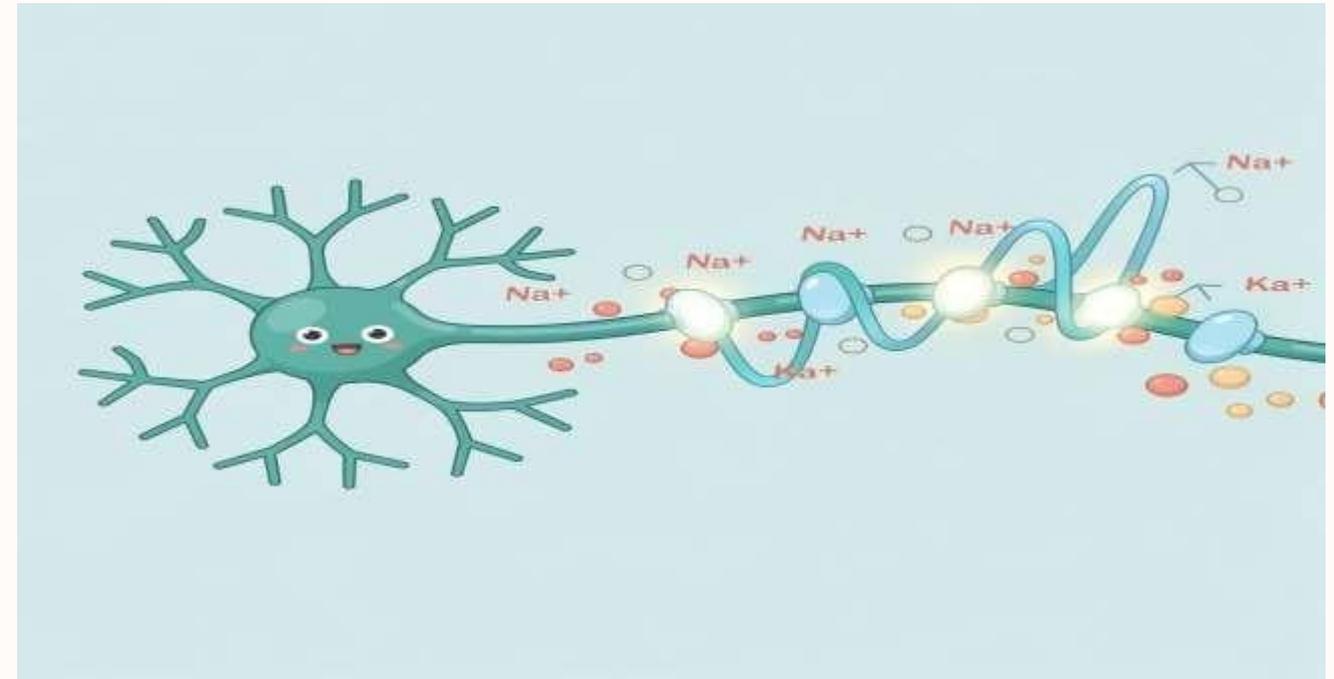


Тірі ұлпалардағы электрөткізгіштік ерекшеліктері

Мембраналық потенциал

Жасуша мембранасының ішкі және сыртқы беттері арасындағы потенциалдар айырмасы. Тыныштық потенциалы әдетте -70 мВ болады.

Иондық тепе-теңдік Na^+/K^+ -АТФ-аза сорғысы арқылы белсенді түрде қолдау көрсетіледі. Бұл сорғы энергия жұмсап, 3 натрий ионын сыртқа, 2 калий ионын ішке тасымалдайды.



Тыныштық потенциалы

Жасушаның қалыпты жағдайы, -70 мВ



Деполаризация

Мембраналық потенциалдың өсуі



Әрекет потенциалы

Электрлік импульс таралуы

Қозғыш тіндерде (нерв және бұлшық ет) электрлік сигналдардың пайда болуы мен таралуы - тірі организмдердің негізгі қасиеті. Әрекет потенциалы дегеніміз - мембраналық потенциалдың жылдам, қысқа мерзімді өзгерісі, ол электрлік сигналдың жасуша бойымен таралуын қамтамасыз етеді.

Ом заңының классикалық формуласы

1827 жылы неміс физигі Георг Симон Ом электр тізбегіндегі ток күші, кернеу және кедергі арасындағы қатынасты ашты. Бұл заң электротехниканың және электрофизиологияның іргетасы болып табылады.



Ток күші (I)

Өткізгіш арқылы өтетін электр зарядының мөлшері, амперде (A) өлшенеді



Кернеу (U)

Тізбектің екі нүктесі арасындағы потенциалдар айырмасы, вольтте (V) өлшенеді



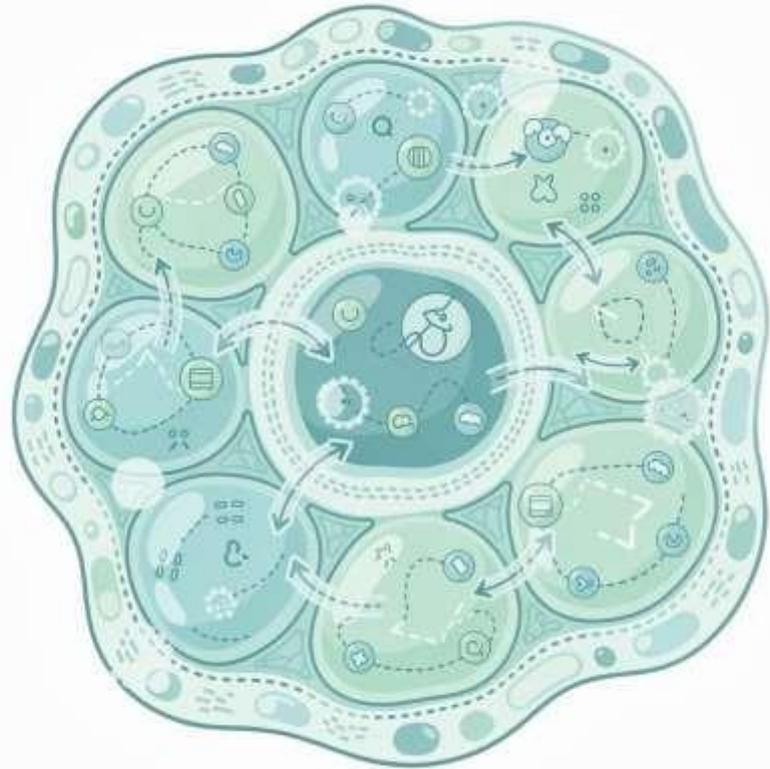
Кедергі (R)

Өткізгіштің ток өтуіне қарсылығы, олда (Ω) өлшенеді

$$I = \frac{U}{R}$$

Бұл формула электр тізбегіндегі үш негізгі параметрдің өзара байланысын көрсетеді. Ом заңы металдық өткізгіштер үшін дәл орындалады және электротехникада кеңінен қолданылады.

Ом заңы тірі ұлпаларға қалай қолданылады?



Тірі ұлпаларға Ом заңын қолдану кезінде бірқатар ерекшеліктерді ескеру қажет. Биологиялық жүйелердегі электрөткізгіштік көптеген факторларға тәуелді және уақыт бойынша өзгеруі мүмкін.

Температураға тәуелділік

Температура артқан сайын иондардың қозғалу жылдамдығы өседі, өткізгіштік жақсарады

Иондық құрамның әсері

Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- концентрациялары кедергіні анықтайды

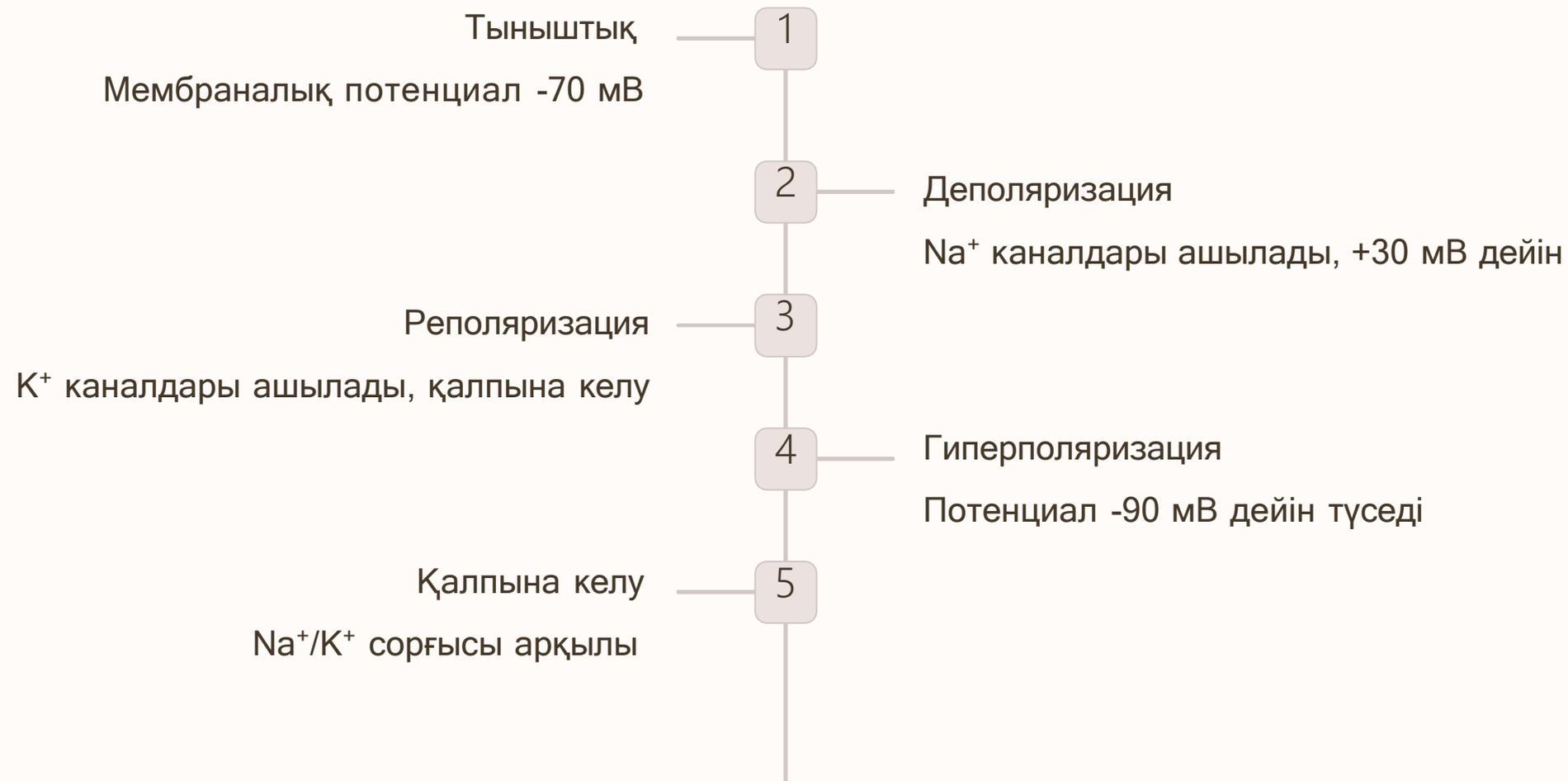
Мембраналық қасиеттер

Липидтік қос қабат пен иондық каналдардың жағдайы

Ұлпалардың өткізгіштігі тұрақты емес - ол физиологиялық жағдайға, метаболизмге және көптеген басқа факторларға байланысты. Кедергінің өзгеруі мембраналық және ішкі сұйықтықтардың қасиеттеріне тікелей байланысты. Бұл динамикалық сипат тірі жүйелерді жай физикалық өткізгіштерден ерекшелендіреді.

Нерв талшықтарындағы токтың таралуы

Нерв импульсінің таралуы - биоэлектр құбылыстарының ең көрнекті мысалы. Әрекет потенциалы нерв талшығы бойымен үздіксіз немесе секірмелі түрде тарайды, бұл миелиннің болуына байланысты.



Әрекет потенциалының таралу жылдамдығы талшықтың диаметріне және миелин қабығының болуына байланысты. Миелиндалған талшықтарда импульс секірмелі түрде, Ранвье түйіндері арқылы таралады, бұл жылдамдықты 120 м/с дейін жеткізеді.

Биологиялық ұлпалардағы Ом заңының шектеулері



Белсенді иондық тасымалдау

Тірі ұлпаларда пассивті өткізгіштік жеткіліксіз. Na^+/K^+ -АТФ-аза сорғысы АТФ энергиясын пайдаланып, иондарды концентрация градиентіне қарсы тасымалдайды. Бұл процесс Ом заңына сәйкес келмейді.



Динамикалық кедергі
Мембраналық кедергі тұрақты емес - ол иондық каналдардың ашылуы мен жабылуына байланысты миллисекунд ішінде өзгереді. Әрекет потенциалы кезінде кедергі он есеге дейін төмендеуі мүмкін.



Мембраналық сыйымдылық
Жасуша мембранасы конденсатор ретінде жұмыс істейді, электр зарядын жинақтай алады. Бұл сыйымдылық әсер Ом заңының қарапайым қолданылуын шектейді.

Ом заңы тірі ұлпаларда шектеулі қолданылады, өйткені биологиялық жүйелер белсенді, энергияны тұтынатын процестермен сипатталады. Мембраналық потенциалдың динамикасы классикалық Ом заңынан айтарлықтай ерекшеленеді және күрделі математикалық модельдерді қажет етеді.



Электрөткізгіштік пен физиологиялық процестер байланысы

Нерв жүйесіндегі процестер
Нерв импульстарының пайда болуы мен таралуы - жүйке жүйесінің негізгі функциясы. Электрлік сигналдар сенсорлық ақпаратты өңдеуге, қозғалысты реттеуге және когнитивті процестерге жауап береді.

- Синаптық тасымалдау
- Рефлекторлық доға
- Ми қызметінің электрлік негізі
- Сенсорлық рецепция

Бұлшық ет тіндеріндегі қолданыс
Бұлшық еттердің жиырылуы электрлік сигналдар арқылы реттеледі. Қозғалыс нейрондарынан келген импульс бұлшық ет талшықтарына беріліп, жиырылуды тудырады.

- Нервті-бұлшық ет қосылысы
- Электр-механикалық байланыс
- Жүрек бұлшық етінің автоматизмі
- Тегіс бұлшық етті реттеу

❑ **Маңызды:** Электрөткізгіштік көптеген физиологиялық процестердің негізі болып табылады. Жүрек ырғағынан бастап ойлау процестеріне дейін барлық функциялар электрлік сигналдармен реттеледі.

Ом заңын тірі ұлпаларда зерттеу әдістері



Микроэлектродтық техника

Шыны микропипеткалар арқылы жасушалардың мембраналық потенциалын өлшеу. Кедергісі 1-10 МОм болатын электродтар қолданылады.



Вольтамперлік әдістер

Patch-clamp техникасы арқылы жеке иондық каналдардың токтарын тіркеу. Бұл әдіс пикоампер деңгейіндегі токтарды өлшеуге мүмкіндік береді.



Импеданс спектроскопиясы

Ұлпалардың жиілікке тәуелді кедергісін зерттеу. Әртүрлі жиіліктердегі өткізгіштікті талдау ұлпалардың құрылымдық қасиеттері туралы ақпарат береді.

Электрофизиологиялық әдістер тірі ұлпалардағы электрлік процестерді зерттеудің негізгі құралдары болып табылады. Бұл әдістер нерв және бұлшық ет жасушаларының қызметін, иондық каналдардың жұмысын және мембраналық потенциалдың динамикасын зерттеуге мүмкіндік береді.

ЭКГ және ЭЭГ

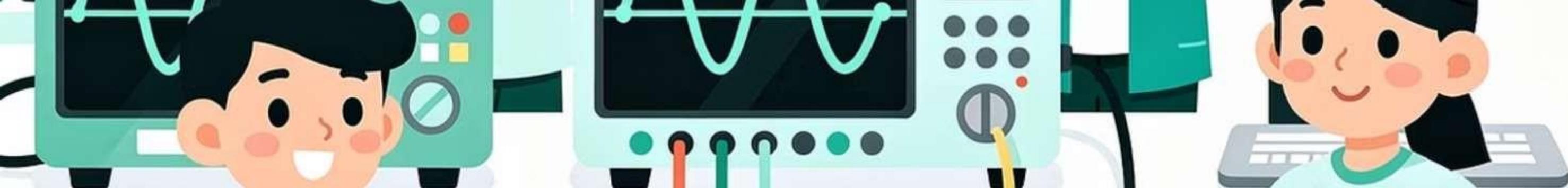
Жүрек пен мидың электрлік белсенділігін тіркеу

ЭМГ

Бұлшық еттердің электрлік белсенділігін өлшеу

Биоимпеданс анализі

Дене құрамын бағалау үшін қолданылады



Электрофизиология зертханасындағы тәжірибелік әдістер

Заманауи электрофизиология зертханалары биологиялық ұлпалардың электрлік қасиеттерін зерттеуге арналған жоғары дәлдіктегі құрылғылармен жабдықталған. Бұл құралдар микровольт және пикоампер деңгейіндегі сигналдарды тіркей алады.



Осциллографтар

Электрлік сигналдардың уақыт бойынша өзгерісін көрсету. Әрекет потенциалдарының формасын, амплитудасын және жиілігін талдауға мүмкіндік береді.



Күшейткіштер

Әлсіз биоэлектрлік сигналдарды күшейту. Төмен шуылды күшейткіштер миллион еседен астам күшейту коэффициентін қамтамасыз етеді.



Сандық өңдеу жүйелері

Алынған деректерді компьютерлік талдау. Статистикалық өңдеу, сигналдарды сүзу және визуализация мүмкіндіктері қамтамасыз етіледі.

Биомедициналық құрылғыларда Ом заңының қолданылуы өте кең. ЭКГ, ЭЭГ, электрлік кардиостимуляторлар және басқа диагностикалық құралдар биологиялық ұлпалардың электрөткізгіштік қасиеттеріне негізделген. Ұлпалардың импедансын өлшеу дене құрамын анықтауда, ісіктерді диагностикалауда және өзге де медициналық мақсаттарда қолданылады.

Биологиялық ұлпалардағы электрөткізгіштік пен Ом заңының маңызы

Күрделілік пен әмбебаптық

Тірі ұлпалардағы электрөткізгіштік - күрделі, көп факторлы процесс.

Классикалық Ом заңы тікелей қолданылмаса да, ол биоэлектрлік құбылыстарды түсінудің негізгі тұғырын қалайды.

Физиологиялық маңызы

Электрөткізгіштік принциптері нерв импульстарының таралуынан бастап жүрек қызметіне дейінгі барлық процестерді түсіндіреді. Бұл білім физиология мен медицинаның іргетасы болып табылады.

Практикалық қолданыс

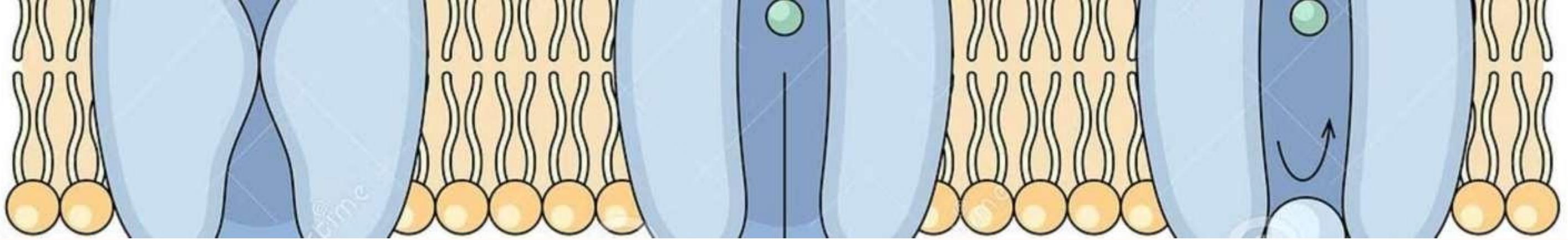
Биоэлектрлік процестерді түсіну диагностикалық және терапиялық технологиялардың дамуына негіз болады. ЭКГ, ЭЭГ, кардиостимуляторлар - барлығы осы принциптерге негізделген.

Ом заңы тірі ұлпаларда шектеулі болғанымен, ол биологиялық жүйелердегі электрлік процестерді түсіну үшін маңызды тұғырнама қалайды. Заманауи электрофизиология классикалық физика принциптерін биологиялық ерекшеліктермен біріктіреді.

Биоэлектрлік құбылыстарды зерттеу – тірі материяның ең қызықты және маңызды аспектілерінің бірі, ол медицина мен биологияның болашақ жетістіктерінің кілті болып табылады.



Тірі жүйелердің электрөткізгіштігіне негізделген әдістер



Тірі жүйелердегі электрөткізгіштік: негіздері мен маңызы

Тірі жасушалар мен тіндердің электрөткізгіштігі биофизика мен биомедицинада маңызды көрсеткіш болып табылады. Бұл құбылыс тіршілік процестерінің негізін түсінуге және медициналық диагностиканың жаңа әдістерін әзірлеуге мүмкіндік береді.

Электрөткізгіштік жасуша мембраналарының құрылымын, иондық каналдардың динамикасын және нейрондық желілердің күрделі қызметін сипаттайды. Осы қасиеттерді зерттеу арқылы ғалымдар жасуша деңгейінде болатын өзгерістерді бақылап, ауруларды ерте кезеңінде анықтай алады.

Неліктен маңызды?

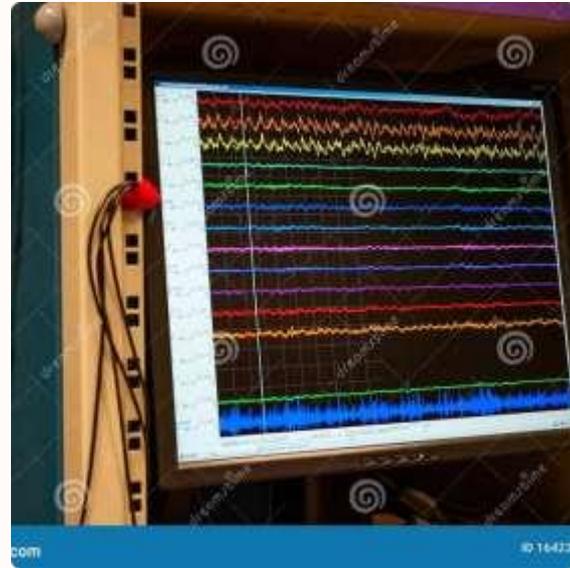
- Жасуша функцияларын нақты бағалау
- Патологиялық процестерді диагностикалау
- Дәрі-дәрмектердің әсерін бағалау
- Биомедициналық құрылғыларды жетілдіру

Электр өткізгіштік әдістерінің түрлері

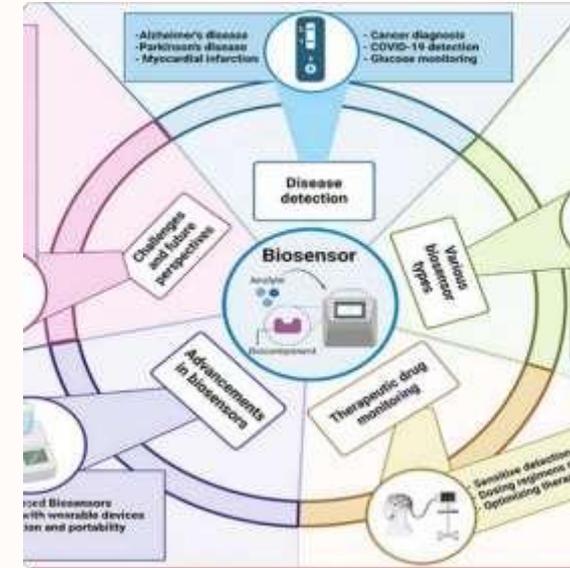
Заманауи биофизика мен биомедицина тірі жүйелердің электрлік қасиеттерін зерттеудің бірнеше негізгі әдістерін қолданады. Әрбір әдістің өзіндік артықшылықтары мен қолданылу аясы бар.



Импеданс спектроскопиясы Жасуша мен тіндердің электрлік қасиеттерін жиілік бойынша зерттеу әдісі. Әртүрлі жиіліктегі электр тоғын қолдану арқылы жасуша мембраналарының өткізгіштігін, тіндердің құрылымын және биохимиялық құрамын анықтауға мүмкіндік береді.



Электрофизиологиялық әдістер Нейрондық сигналдарды тіркеу және талдау технологиялары. Микроэлектродтар мен патч-клэмп әдісі арқылы жекелеген жасушалардың электрлік белсенділігін өлшеу, нейрондардың қоздыру процестерін зерттеу және синаптикалық байланыстарды талдау мүмкіндігі ашылады.



Биосенсорлар

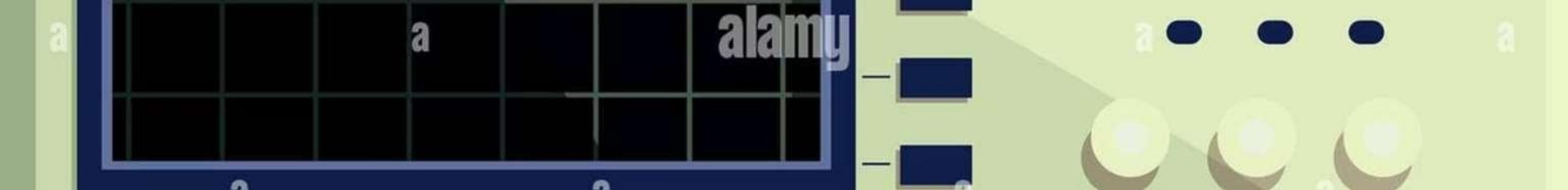
Тірі жүйелердегі электрлік өзгерістерді нақты уақыт режимінде анықтайтын заманауи құралдар. Глюкоза деңгейін, иондық концентрацияларды және басқа биохимиялық параметрлерді үздіксіз бақылауға қолданылады, медициналық мониторингте және зертханалық зерттеулерде кеңінен пайдаланылады.

Тірі жүйелердің электрөткізгіштігін зерттеудің қолданбалы маңызы



Электрөткізгіштікті зерттеу әдістері теориялық ғылымнан тыс шығып, практикалық медицина мен биотехнологияда кеңінен қолданылуда. Бұл әдістер адамдардың өмір сапасын жақсартуға тікелей ықпал етеді.

- 1 Диагностика жетілдірулері
Альцгеймер, Паркинсон ауруларын ерте анықтау және емдеудің тиімділігін бақылау үшін жаңа диагностикалық әдістер әзірлеу
- 2 Биомедициналық технологиялар
Кардиостимуляторлар, кохлеарлық импланттар және басқа құрылғыларда электрөткізгіштік қасиеттерін пайдалану
- 3 Биотехнологиялық инновациялар
Жасуша функцияларын бақылау және басқару арқылы дәрі-дәрмектерді жасау, регенеративті медицинаға қолдану



Зерттеу әдістерінің технологиялық негіздері

Тірі жүйелердің электрөткізгіштігін зерттеу фундаменталды физика принциптері мен заманауи электроника технологияларының үйлесімді қолданылуына негізделген.

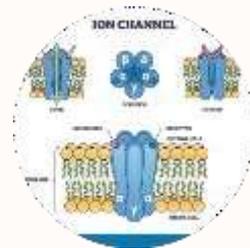
- 1** — Теориялық негіз
Электр тізбектерінің теориясы мен Кирхгоф заңдары тірі тіндердегі токтардың таралуын математикалық модельдеуге мүмкіндік береді. Бұл заңдылықтар жасушалық мембраналарды эквиваленттік тізбектер ретінде қарастыруға негіз болады.
- 2** — Өлшеу технологиялары
Импеданс өлшеуіш құралдар мен прецизиялық электроника негіздері сенсорлар мен диагностикалық құрылғылардың жұмыс принциптерін қамтамасыз етеді. Микровольт деңгейіндегі сигналдарды тіркеу мүмкіндігі ашылады.
- 3** — Зертханалық жабдықтар
Қазіргі заманғы биофизикалық зертханалар патч-клэмп жүйелері, импеданс анализаторлары және дәл бақылау құрылғыларымен жабдықталған. Автоматтандыру деректерді жинау және өңдеу процестерін жеделдетеді.

Тірі жүйелердің электрөткізгіштігін зерттеудегі заманауи трендтер

XXI ғасырдың технологиялары биофизикалық зерттеулерге жаңа мүмкіндіктер ашуда. Жасанды интеллект, нанотехнология және молекулалық биология синергиясы революциялық жаңалықтар әкелуде.



Нейроинтерфейстер мен AI Жасанды интеллект алгоритмдері электр сигналдарын талдауда революция жасауда. Машиналық оқыту әдістері нейрондық белсенділіктің күрделі паттерндерін анықтап, протездер мен нейрокомпьютерлік интерфейстерді басқаруға мүмкіндік береді.



Молекулалық зерттеулер Нанотехнологиялар молекулалық деңгейде электрөткізгіштік қасиеттерін анықтауға жол ашты. Жекелеген иондық каналдардың қызметін бақылау және белоктардың конформациялық өзгерістерін зерттеу мүмкіндігі пайда болды.



Қауіпсіздік пен дәлдік Инновациялық әдістер пациенттер үшін қауіпсіздікті арттырып, өлшеулердің дәлдігін жоғарылатуда. Инвазивті емес технологиялар және миниатюрлік сенсорлар дискомфортты азайтып, диагностиканы жеңілдетеді.

**Назар қойып тыңдағандарыңызға
рахмет!**