

Биологиялық мембрананың функциялары мен құрылымын зерттеудің биофизикалық әдістері

ЖАРИЯЛАНДЫ 21.02.2025	ТІРЕК СӨЗДЕР атом-күш микроскопиясы, Биологиялық мембрана, биофизикалық әдістер, рентгендік дифракция, флуоресценттік спектроскопия, электрондық микроскопия, ядролық магниттік резонанс	СІЛТЕМЕ https://bilimger.kz/176136/
---------------------------------	--	---

Аманкелді Аманжан Еркінұлы

С. Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті студенті

Аннотация

Бұл мақалада биологиялық мембраналардың құрылымы мен функцияларын зерттеуге арналған негізгі биофизикалық әдістер қарастырылады. Биомембраналардың жасуша тіршілігіндегі маңызы, олардың молекулалық құрамы және динамикалық қасиеттері сипатталады. Флуоресценттік спектроскопия, электрондық микроскопия, атом-күш микроскопиясы, рентгендік дифракция және ядролық магниттік резонанс (ЯМР) сияқты әдістердің артықшылықтары мен қолдану салалары талқыланады.

Кілт сөздер

Биологиялық мембрана, биофизикалық әдістер, флуоресценттік спектроскопия, электрондық микроскопия, атом-күш микроскопиясы, рентгендік дифракция, ядролық магниттік резонанс.

Кіріспе

Биологиялық мембраналар – жасушаның негізгі құрылымдық

компоненттерінің бірі, олар жасуша мен оның органоидтерін қоршаған ортадан бөліп, түрлі функцияларды орындайды. Мембраналардың молекулалық ұйымдасуын зерттеу олардың өткізгіштігін, икемділігін және жасушалық сигналдарды тасымалдау механизмдерін түсінуге мүмкіндік береді. Бұл процестерді тереңірек түсіну үшін әртүрлі биофизикалық әдістер қолданылады [1].

Биологиялық мембраналардың құрылымы мен қызметі

Биологиялық мембраналар негізінен фосфолипидтерден тұратын қосқабаттан және оған ендірілген ақуыздардан құралады. Липидті қосқабат мембрананың негізгі құрылымдық негізін құрайды, ол гидрофобты қасиеттерінің арқасында жасушаны қоршаған ортасынан оқшаулайды. Мембраналық липидтер динамикалық қозғалыста болады, бұл мембрананың икемділігі мен сұйықтық қасиетін қамтамасыз етеді.

Биологиялық мембраналардың маңызды қызметтерінің бірі – жасушаға қажетті заттардың тасымалдануын реттеу. Бұл процесте арнаулы тасымалдаушы ақуыздар белсенді рөл атқарады. Кейбір молекулалар мембрана арқылы жай диффузия арқылы өтсе, басқалары үшін арнайы иондық каналдар мен тасымалдау жүйелері қажет. Сонымен қатар, мембрана жасушаішілік және жасушадан тыс сигналдарды қабылдау және өңдеу қызметін атқарады. Бұл қызмет рецепторлық ақуыздар арқылы жүзеге асады, олар гормондар мен басқа да биомолекулалармен байланысып, жасушада түрлі биохимиялық реакцияларды іске қосады.

Биомембраналар ферменттік белсенділіктің маңызды орталығы болып табылады. Мембраналық ақуыздардың кейбірі ферменттік реакцияларды катализдейді, жасушаның метаболикалық процестеріне қатысады. Сонымен қатар, мембрана жасушааралық байланыстарды қамтамасыз етіп, жасушалардың өзара әрекеттесуіне мүмкіндік береді. Бұл әсіресе көпжасушалы ағзаларда тіндер мен мүшелердің үйлесімді жұмыс істеуі үшін маңызды [2].

Биофизикалық зерттеу әдістері

Биофизикалық зерттеу әдістері биологиялық мембраналардың

құрылымы мен функцияларын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Бұл әдістер мембраналық компоненттердің кеңістіктік ұйымдасуын, олардың динамикасын және биохимиялық процестерін талдауға бағытталған. Қазіргі таңда қолданылатын биофизикалық әдістердің әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен ерекшеліктері бар.

Флуоресценттік спектроскопия

Флуоресценттік спектроскопия мембраналардың құрылымдық өзгерістерін, липидтердің сұйықтықтық қасиеттерін және мембраналық ақуыздардың динамикасын зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл әдіс арнайы флуоресценттік зондтарды пайдалану арқылы мембранадағы молекулалардың қозғалысын бақылайды. Сондай-ақ, ақуыз-липид өзара әрекеттесулерін анықтауда кеңінен қолданылады [3].

Электрондық микроскопия

Электрондық микроскопия (трансмиссиялық және сканерлеуші) жоғары ажыратымдылықтағы суреттер алу арқылы мембраналық құрылымдарды наномөлшерлік деңгейде зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл әдіс мембраналардың морфологиясын, ақуыздардың ұйымдасуын және жасушалық мембраналардың бұзылуын зерттеу үшін кеңінен қолданылады [4].

Атом-күш микроскопиясы (АКМ)

Атом-күш микроскопиясы тірі жасушалардың мембраналарын зерттеуде ерекше орын алады. Бұл әдіс мембрананың механикалық қасиеттерін, оның қаттылығы мен серпімділігін анықтауға мүмкіндік береді. АКМ әдісі жасуша мембраналарының беткі құрылымын үш өлшемде бейнелеуге және наномеханикалық параметрлерін бағалауға көмектеседі [5].

Рентгендік дифракция

Рентгендік дифракция әдісі мембраналардың молекулалық ұйымдасуын зерттеуде кеңінен қолданылады. Бұл әдіс липидті қосқабаттың қалыңдығы, фазалық ауысулар, мембранадағы белоктардың орналасуы және олардың құрылымдық өзгерістері туралы нақты ақпарат береді. Рентгендік дифракцияның көмегімен мембраналық кешендердің

құрылымдық сипаттамаларын анықтауға болады [6].

Ядролық магниттік резонанс (ЯМР) спектроскопиясы

ЯМР спектроскопиясы мембраналық липидтер мен белоктардың динамикасын зерттеуге арналған қуатты әдіс болып табылады. Бұл әдіспен мембраналық компоненттердің молекулалық деңгейдегі қозғалысы, олардың өзара әрекеттесулері және құрылымдық өзгерістері зерттеледі. Сонымен қатар, ЯМР биологиялық мембраналардағы липидтердің фазалық күйін сипаттау үшін қолданылады [7].

Мембраналардың биомедициналық қолданылуы

Биологиялық мембраналарды зерттеу нәтижелері медицинада кеңінен қолданылады. Олардың көмегімен дәрілік заттардың жасушаға ену механизмдері зерттеледі, жасушалық терапия және наноинженерия салаларында жаңа технологиялар әзірленеді. Сонымен қатар, мембраналық модельдерді пайдалану арқылы жасушааралық байланыстар мен сигналдық жолдардың бұзылуы кезінде пайда болатын ауруларды зерттеуге болады.

Мембраналық зерттеулердің нәтижелері рак ауруларын емдеуде де маңызды рөл атқарады. Кейбір қатерлі ісіктердің қалыптасуы мен дамуы мембраналық ақуыздардың мутацияларына байланысты болғандықтан, мембраналық терапия әдістері жаңа емдеу тәсілдерін дамытуға көмектеседі. Сонымен қатар, липосомалар мен нанобөлшектер негізінде жасалған дәрілік тасымалдау жүйелері дәрілердің биожетімділігін арттырып, жанама әсерлерін азайтуға мүмкіндік береді.

Иммундық жүйенің жұмысын зерттеуде де биомембраналардың рөлі зор. Жасушалық мембраналарда орналасқан рецепторлар антигендерді тануға, иммундық жауапты реттеуге көмектеседі. Осы зерттеулердің нәтижесінде иммуномодуляторлық дәрілер әзірленіп, аутоиммундық аурулар мен инфекцияларды емдеу әдістері жетілдірілуде.

Перспективалық зерттеу бағыттары

Биологиялық мембраналарды зерттеу саласындағы болашақ бағыттар

ғылыми және медициналық тұрғыдан үлкен маңызға ие. Жасанды мембраналар әзірлеу, мембраналық нанотехнологияларды дамыту, криоэлектрондық микроскопияның жетілдірілуі және мембраналық ақуыздардың молекулалық механизмдерін терең зерттеу маңызды перспективалық бағыттар болып табылады.

Жасушалық инженерияда жасанды мембраналарды қолдану тірі жүйелерді модельдеу мен биологиялық процестерді түсінуді жақсартады. Сонымен қатар, мембраналық нанотехнологиялар жаңа буынды биосенсорлар мен дәрі-дәрмек тасымалдау жүйелерін әзірлеуге мүмкіндік береді. Криоэлектрондық микроскопия әдістерінің дамуы мембраналық ақуыздардың құрылымдық өзгерістерін жоғары дәлдікпен бақылауға жағдай жасайды. Осы перспективалық бағыттардың дамуы биомедициналық технологиялардың жаңа деңгейге шығуына ықпал етеді.

Қорытынды

Биологиялық мембраналардың құрылымын және функцияларын зерттеу үшін әртүрлі биофизикалық әдістер қолданылады. Бұл әдістер мембрананың молекулалық ұйымдасуы, динамикасы және механикалық қасиеттері туралы құнды ақпарат береді. Алынған нәтижелер биомедициналық зерттеулер мен фармацевтикалық өнеркәсіпте маңызды рөл атқарады.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Дж. Молекулярная биология клетки. 6-е изд. Нью-Йорк: Гарланд Саенс, 2014.
2. Воет Д., Воет Дж.Г. Биохимия. 4-е изд. Хобокен: Вили, 2011.
3. Лодиш Х., Берк А., Кайзер К.А. Молекулярная биология клетки. 8-е изд. В. Х. Фримен, 2016.
4. Спектор А.А., Йорек М.А. Мембранный липидный состав и клеточные функции // Журнал липидных исследований. – 1985. – Т. 26(9). – С. 1015-1035.

5. Браун Д.А., Лондон Е. Функции липидных рафтов в биологических мембранах // Ежегодный обзор клеточной и развивающейся биологии. – 1998. – Т. 14. – С. 111-136.
6. Джейкобсон К., Моуритсен О.Г., Андерсон Р.Г.В. Липидные рафты: на пересечении клеточной биологии и физики // Nature Cell Biology. – 2007. – Т. 9. – С. 7-14.
7. Марш Д. Электронный спин-резонанс в исследованиях мембран: взаимодействие белков и липидов // Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes. – 2010. – Т. 1798(4). – С. 687-706.

ҚМ АА Күәлік нөмірі: **KZ45VPY00102718** — ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі

© 2026 **Bilimger.kz** Ақпараттық-танымдық білім порталы. Барлық мазмұн авторлық құқықпен қорғалған.