



**Биологиялық  
мембраналардың қызметтері.**

**Орындаған: Абдуалимова М  
Қабылдаған:**

## Биологиялық мембраналардың қызметі

Өздігінен өмір сүретін, дамитын және кебейетін элементар тірі жүйе — тірі жасуша, ол барлық жануарлар мен өсімдіктердің негізі.

Жасушаның жасушалық оргanelлдің өмір сүруінің басты шарттары мыналар:

Біріншіден — қоршаған ортамен салыстырғанда автономдығы, яғни жасушаның заттары қоршаған ортаның заттарымен араласпауы керек, жасушада және оның жеке бөліктерінде өтетін химиялық реакцияның өзін-өзі автономды басқару мүмкіншілігі сақталуы кажет.

Екіншіден — қоршаған ортамен байланыс. Жасуша мен қоршаған ортаның арасындағы байланыс энергия мен зат алмасуының реттелген түрде үздіксіз жүруі;

Үшіншіден — қоршаған ортадан оқшаулануы және сол ортамен тығыз байланысынын бірлестігі - тірі ағзаның барлық деңгейдегі ұйымдасу қызметінің басты шарты. Сондықтан жасушаның өмір сүруінің басты шарты, ол биологиялық мембраналар.

Биологиялық мембраналардың мынадай негізгі үш қызметі бар: бөгеттік (барьерлік), матрицалық және механикалық.

- 1. Бөгеттік (барьерлік) қызметі мынада: қоршаған орта мен жасушаның арасында тандамалы (селективті), кезекпен, белсенді және енжар зат алмасу процестері жүреді. Тандамалы дейтін себебі биологиялық мембрана арқылы заттың бір тобы тасымалданса, басқа топқа жататын заттар тасымалданбайды; кезекпен дейтін себебі тасымалданатын заттар жасушаның жұмысына сәйкес мембранадан кезектесіп ретімен өтеді; белсенді дейтін себебі заттар таралымы (концентрациясы) аз жерден таралымы көп жерге қарай тасымалданады; енжар дейтін себебі тасымалдану зат таралымы көп жерден таралымы аз жерге қарай жүреді.

2. Матрицалық — мембранадағы ақуыздардың орналасуын, олардың бағытын және өзара ұтымды әсерлесуін қамтамасыз етеді.

- 3. Механикалық — жасушадар және жасуша ішіндегі құрылымдар берік болып өзін-өзі басқарады. Сонымен қатар биологиялық мембраналар тағы да мынадай қызметтер атқарады:
  - энергетикалық — митохондрийдің ішкі мембраналарында АТФ-ті синтездеу және хлоропласт мембранасында фотосинтездеу;
  - биопотенциалдарды өндіру және оларды тарату;
  - рецепторлық (механикалық, акустикалық, иіс сезу, көру, химиялық, жылу рецепциясы) және т.б. қызметтер.Тіршілікті қамтамасыз етуде мембрананың ауданының ролі аса зор. Қалыпты жағдайда барлық мембраналардың аудандарының қосындысы ондаған мың шаршы метрге жетеді.

- Көпшілік аурулар мембрана қызметінің калыпты күйден патологиялық күйге ауысуынан болады. Оған мысал ретінде канцерогенді, артериосклерозді, вирустық және инфекциялық ауруларды, улануды, ультракүлгін сәулемен күүоді және т.б. айтуға болады. Емдеу жұмысы - мембрана жұмысын қалпына келтіру мақсатында жүргізіледі.

Қазіргі кезде жасушалар құрылымының қызметін қамтамасыз етуде мембрананың маңызы аса зор екені дәлелденді. Мембрана цитоплазманы түгел қоршап, оны қоршаған ортадан бөліп тұрады. Заттың жасушаға өтуі немесе жасушадан шығуы мембрананың қасиетіне тығыз байланысты. Сонымен қатар, сыртқы қабын құрайды. Ол органоидтар: ядролар, митохондрий, лизосом, Гольджи аппараты және эндоплазматикалық ретикулум.

## БИОЛОГИЯЛЫҚ МЕМБРАНАЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ

Биологиялық мембрана қосылысының алғашқы моделін 1902 жылы Отвертон деген ғалым, осыны басты негізге ала отырып мембранлар фосфолипидтердің жұқа қабатынан тұрады деген және полярлық емес орталардың шекара беттерінде (мысалы, су мен ауа немесе су мен май) фосфолипидтер бірмолекулалық қабат құрайды.

Липид молекулаларының ұзындығы 3,5 нм, ақуыздың бір қабатының қалыңдығы 1 нм-ден аспайды деп есептегенде жасуша мембранасының қалыңдығы мөлшермен 8 нм болады. Сонымен қатар ақуыздың бір молекуласына липидтердің мөлшермен 75-90 молекулалары келеді деп саналады. Осы нәтиже электрондық микроскопты қолданып жүргізілген тәжірибенің қорытындысына сәйкес келген.

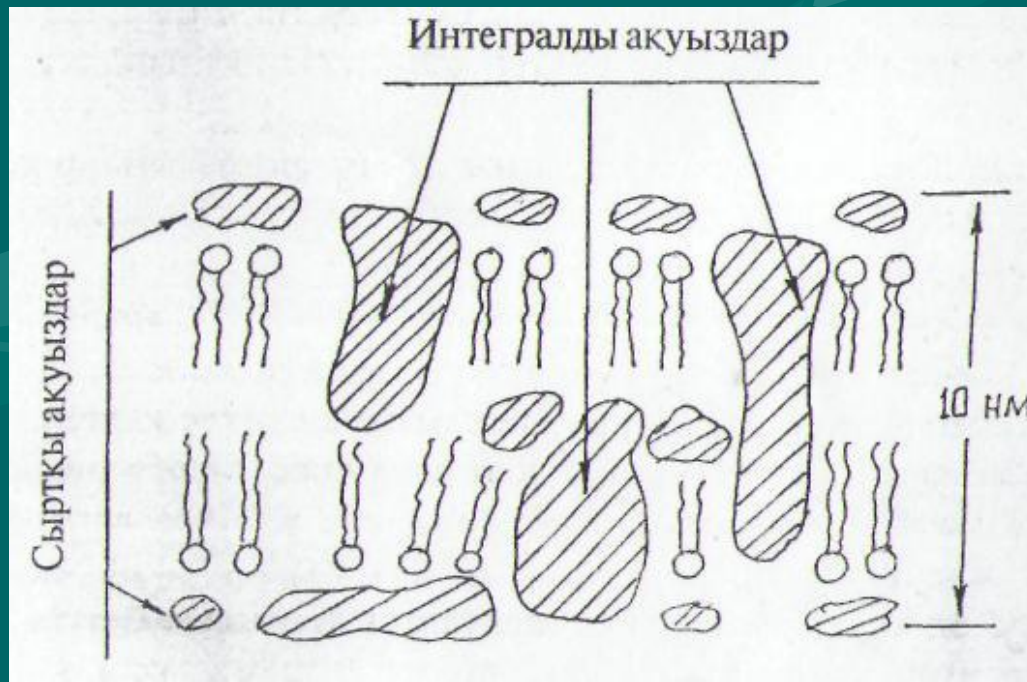
Бірақ мембрана липидтік қос қабат қана емес. Мембранада ақуыз (белок) молекулалары да бар екені тәжірибе жүзінде дәлелденген. Мысалы: жасуша мембранасының беттік керілу коэффициенті өлшегенде ол ақуыз бен судың шектелген бетіндегі беттік керілу коэффициентіне жуық болып (ақуыз-су  $\delta = 104 \text{ н/м}$ ), липидтер мен су шекарасының беттік керілу коэффициентінен (ақуыз-су  $\delta = 10^{-2} \text{ н/м}$ ) аз болған.



Осындай қарама-қайшылық Даниэл мен Девсонның моделінде жойылды. Бұл модельді «бутерброд» моделі дейді.

Бұл модель мембрананы үш қабатты деп қарастырады: сыртқы беттерінде ақуыз молекулалары, ішкі бетінде липидтер молекулалары орналасқан. Осы модель биофизика саласында 40 жылға жуық өмір сүрді.

Биологиялық мембраналарды зерттеуде аса күрделі физикалық әдістер қолданылады. Солардың ішінде электрондық микроскоптың, рентген құрылымдық анализдің және радиоспектроскопияның (ЭПР және ЯМР) алатын орны бөлек. 1972 жылы Сингер мен Никольсон биологиялық мембрананың сұйықтық-мозаикалық-моделін ұсынды. Осы модель бойынша биологиялық мембрананың негізі - қос қабатты фосфолипидтің ішінде ақуыздар орналасқан. Ол ақуыздар алтынға батырылған асыл тас сияқты орналасқан. Ақуыздар сыртқы (перифериялық) және интегралды болып екіге бөлінеді. Қалыпты физиологиялық жағдайда липидтер сұйық күйде болады.

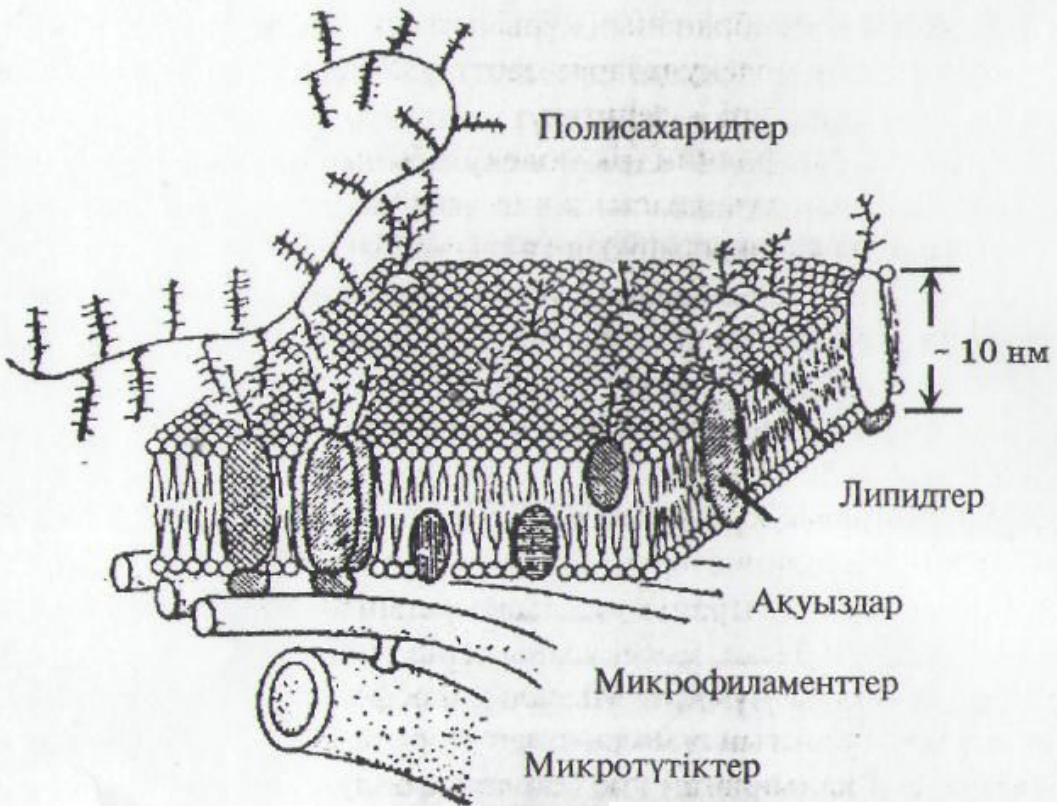


Осы қасиетті мембрананың ішіндегі ақуыздарды жүзіп жүрген фосфолипидтермен теңестіреді. Мозаикалық модельдердін осындай қасиеті химиялық анализде дәлелденген. Мысалы, әр мембранада ақуыз бен фосфолипидтердің қатынасы әр түрлі болады: миэлиндік мембранада ақуыздар липидтерге қарағанда 2,5 есе көп болса, эритроциттерде керісінше 2,5 есе аз болады.

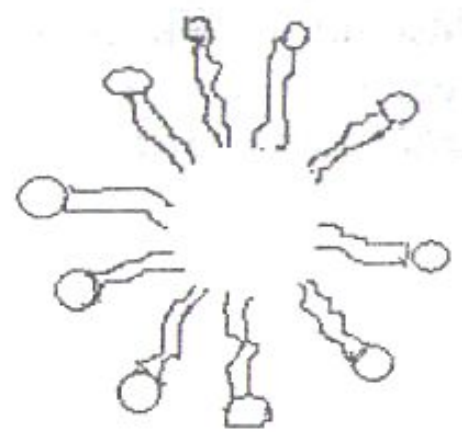
Биологиялық мембранада фосфолипидтермен қатар басқадай химиялық қосылыстар болады. Жануарлар мембранасында фосфолипид пен ақуызға қарағанда холестерин көп болады. Сонымен қатар мембранада гликолипидтер, гликопротеидтер де болады.

Мембрана құрылысының сұйықтық — мозаикалық моделі қазіргі уақытта аса кең тараған. Бірақ, ол модель де мембрана туралы толық мәлімет бере алмайды. Атап айтқанда, ақуыздар сұйық күйдегі липидтердің ішінде еркін «жүзіп» жүре алмайды. Олар (ақуыздар) кейде жасушаның ішкі құрылысында (цитоплазматикалық) тұрып қалады. Осындай құрылымға микрофиламенттер мен микротүтіктер жатады. Микротүтіктер — диаметрі 300 нм — ерекше ақуыздан (тубулин)

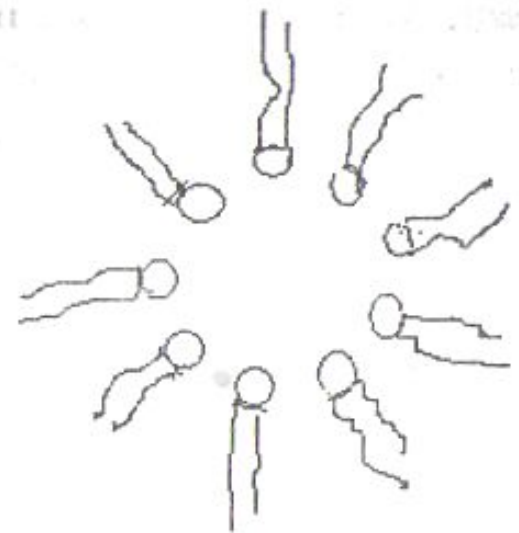




Мицелла



«Қаратылған» мицелла



тұратын қуыс цилиндрлар. Олар жасушаның жұмысына елеулі әсер етуі мүмкін. Сонымен қатар, мембранада липидтердің барлығы да қос қабатты болып орналаспайды. Мембрананың липидтік фазасында липидтер молекулалары қос қабаттық құрылым емес, мицеллалар құрайтыны физикалық тәсілдермен дәлелденген Биофизиканың негізгі мақсаты — мембрананың құрылымдық негізін, яғни, қос қабатты фосфолипидтік молекулаларды зерттеу. Жасуша мембранасындағы негізгі липидтердің бірі — лецитин.

Лецитиннің фосфолипидтік молекуласының полярлық басы (фосфор қышқылының туындысы) және ұзынша келген полярлық емес құйрығы (майлы қышқылдардың қалдығы) бар. Фосфолипид молекуласының басында бір-бірінен белгілі бір арақашықтықта орналасқан лецитиннің зарядталған екі тобы бар. Таңбалары карама-қарсы, абсолюттік шамалары тең зарядтар электрлік диполь құрайды. Мембранада түрліше фосфолипидтер бар. Мысалы эритроцит мембранасында 20-ға жуық фосфолипидтер болады. Молекулалардың полярлық бастарының химиялық құрамы да әр түрлі.

# Мембрана арқылы (трансмембраналық) заттардың өткізілуі

Жасуша цитоплазмасының маңызды қызметтерінің бірі-заттар ағынын қамтамасыз ету болып табылады. Заттар ағыны дегеніміз: біріншіден -жасуша ішінде, кедір-бұдыр эндоплазмалық торда синтезделген ақуыздардың органеллалар арасында әрлі-берлі тасымалдануы; екіншіден -көптеген жасушалар мен ұлпаларда синтезделген пептидтік гормондардың, асқорыту ферменттерінің, антиденелердің, өсу факторларының және басқа да секреторлық молекулалардың жасуша сыртына шығарылуы; үшіншіден-сыртқы ортадан жасушаға үнемі әртүрлі заттардың өткізілуі.

Заттардың жасушаішілік-везикулалық тасымалдануының әмбебап және тиімді құралы болып тасымалдану (мембрана) көпіршіктері (липосомалар, мицеллийлар) арқылы секреторлық механизм негізінде тасымалдануы болып табылады.

Везикулалық тасымалдануда тасымалданатын ақуыздар мен липидтер көпіршік (липосома, мицелла) қабырғасын (мембранасын) қрастырады, ал оның қуысында басқа органеллаларға арналған не жасуша сыртына шығарылатын «жүк» молекуласы болады.

- Жасуша ішілік везикулалық тасымалдау эндоплазмалық ретикулум (ЭПТ) мембранасынан басталады. Бұл жерде ақуыз молекуласының гликозилденуінің алғашқы кезеңдері өтеді. Содан кейін ақуыз молекулалары тасымалдау көпіршіктеріне іріктелініп, Гольджи кешенінің цис-полюсіне өтеді. Гольджи цистерналарында ақуыздардың гликозилденуі әрі қарай жалғасады, ал Гольджидің транс-полюсі мен транссторларында ақуыздың гликозилденуі толығымен аяқталады. Сонымен қатар олар фосфорланады және сульфаттанады. Гольджи цистерналарынан ақуыздар жиекті көпіршіктер арқылы өтеді. Гольджидің транс-торларында толық модификацияланған ақуыздар нақтылы органеллаларға тасымалдану үшін тасымал көпіршіктеріне іріктелінеді, Гольджи кешенін тастап шыққаннан кейін, ақуыздар алғашқы лизосомаларға, конститутивтік көпіршіктерге және секреторлық гранулаларға үлестіріледі.

Заттардың цитоплазмалық мембрана (плазмолемма) арқылы сыртқа шығарылуын (экзоцитоз) не жасуша ішіне өткізілуін (эндоцитоз) трансмембраналық тасымалдану деп атайды. Ол өте күрделі құбылыс және әртүрлі жасушаларда түрліше жолдармен жүзеге асады, сол сияқты, әртүрлі заттарда түрліше әдістер арқылы өткізіледі.

Ұсақ молекулалы заттардың өткізілуі

Ұсақ молекулалы заттардың биомембрана арқылы өткізілуінің 3 жолы белгілі:

- а) жай диффузия;
- б) жеңілдетілген диффузия;
- в) белсенді тасымалдану.

Жай диффузия — өздігінен, ешбір көмексіз, заттардың концентрация градиенті (жоғары концентрациядан төменгі концентрация) бағытында мембрана арқылы өтуі.

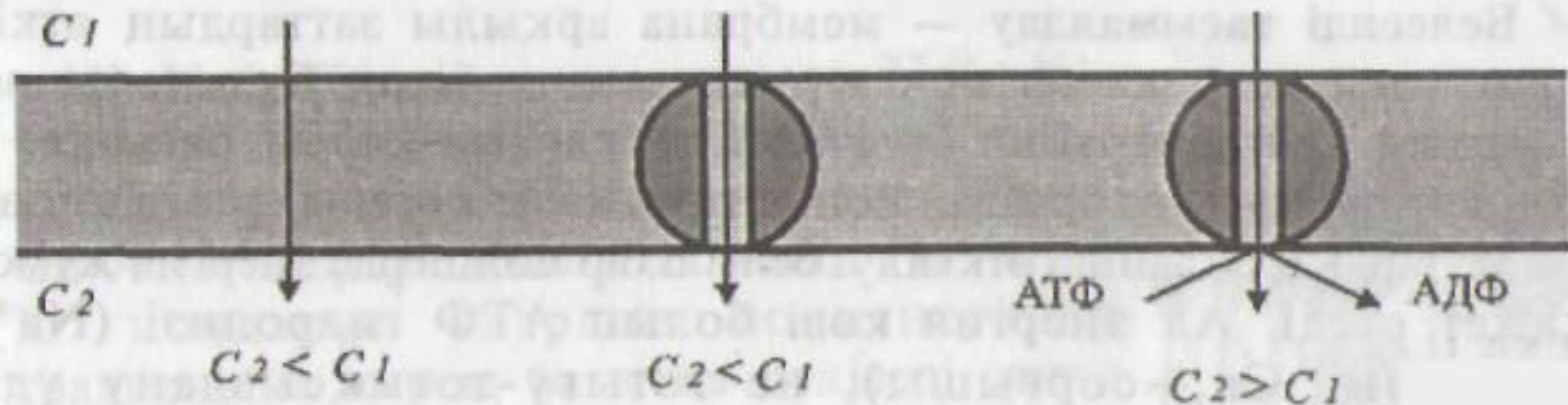
Мұндай өдіс арқылы кіші молекулалы гидрофобтық органикалық қосылыстар (май қышқылдары, зәр қышқылдары) және ұсақ, бейтарап молекулалар ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ) өтеді.

Мембрана арқылы шектелген қуыстардың (органеллалар) концентрация айырмашылығы көбейген сайын диффузия жылдамдығы да пропорциональ өседі, ал олардың концентрациясы теңессе диффузия тоқталады.

А) Жай  
диффузия

Б) Жөнiлдетiлген  
диффузия

В) Белсендi  
транспорт



Ұсақ молекулалы заттардың өткізілу жобасы  
(Мушкамбаров, Кузнецовтан, 2003)

Жеңілдетілген диффузия бұл әдісте де заттар өздерінің концентрация градиенті бағытында мембрана арқылы өтеді, яғни жоғары концентрациядан төменгі концентрация бағытында, бірақ бұл құбылыс өздігінен жүзеге аспайды, ал ерекше тасымалдау ақуызы-транслоказаның көмегімен жүреді.

Транслоказалар - өздері өткізетін заттарға азды-көпті сай болып келетін интегралдық ақуыздар. Мысалы, эритроцит мембранасындағы аниондық арналар (каналдар), қозғыш жасушалар плазмолеммасындағы  $K^+$  арналары (каналдары), саркоплазмалық ретикулум мембранасындағы  $Ca^{2+}$ -арналары (каналдары).

Транслоказалар арқылы жай диффузия жолымен ете алмайтын заттар ғана өткізіледі, бірақ кейде, кейбір заттар, жай диффузия және жеңілдетілген диффузия арқылы да өтеді, мысалы судың ( $H_2O$ ) бүйрек араншықтары және секреторлық эпителий жасушалар мембранасы арқылы өтуі.

Транслоказалар-бірнеше бөлшектерден (субъединицалардан) тұрады, олардың әрекет ету тетіктерінің (механизмінің) бірнеше түрлері болуы мүмкін:

Транслоказа бөлшектері (субъединицалары) арасында белгілі бір өлшемді заттарды ғана өткізетін және барлық уақытта ашық болатын гидрофильдік арна (канал) болады;

Транслоказа арнасы барлық уақытта ашық болмайды, оның ашылуы үшін транслоказа бөлшектері бетімен арнайы лиганданың байланысуы қажет; транслоказаларда ешқандай арна болмайды, олар лигандамен (өткізілетін зат) байланысып, мембрана жазықтығында  $180^\circ$  айналады.

- Транслоказа арнасы барлық уақытта ашық болмайды, оның ашылуы үшін транслоказа бөлшектері бетімен арнайы **лиганданың** байланысуы қажет; транслоказаларда ешқандай арна болмайды, олар лигандамен (өткізілетін зат) байланысып, мембрана жазықтығында **180°** айналады.

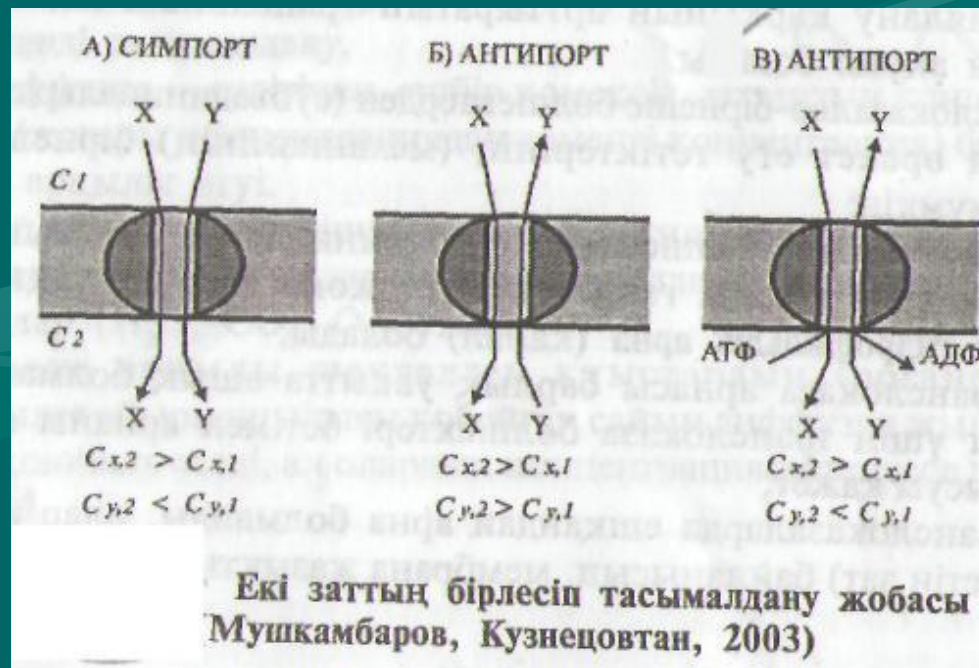
**Белсенді тасымалдау** — мембрана арқылы заттардың өткізілуі транслоказалар көмегімен жүзеге асады, бірақ бұл кезде заттар олардың концентрация градиентіне қарама-қарсы бағытта, яғни концентрациясы аз ортадан концентрациясы жоғары ортаға өткізіледі. Заттардың бұлайша өткізілуі белгілі бір мөлшерде энергия жұмсауды қажет етеді. Ал энергия көзі болып АТФ гидролизі ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  сорғышы,  $\text{Ca}^{2+}$ -сорғышы), не тотығу-тотықсыздану үдерісі (митохондрияларда)- $\text{H}^+$ ионы сорғышы саналады.

Белсенді тасымалдауды энергиямен қамтамасыз етудің тағы бір тетігі-концентрация градиенті бағытында өткізілетін бір заттың-У концентрация градиентіне қарама-қарсы бағытта өткізілетін екінші бір затпен-Х, қабаттасып өткізілуі. Бұл жағдайда, У өткізілуінде бөлінетін энергия мөлшері Х-өткізуге жұмсалатын энергиядан артық болуы қажет.

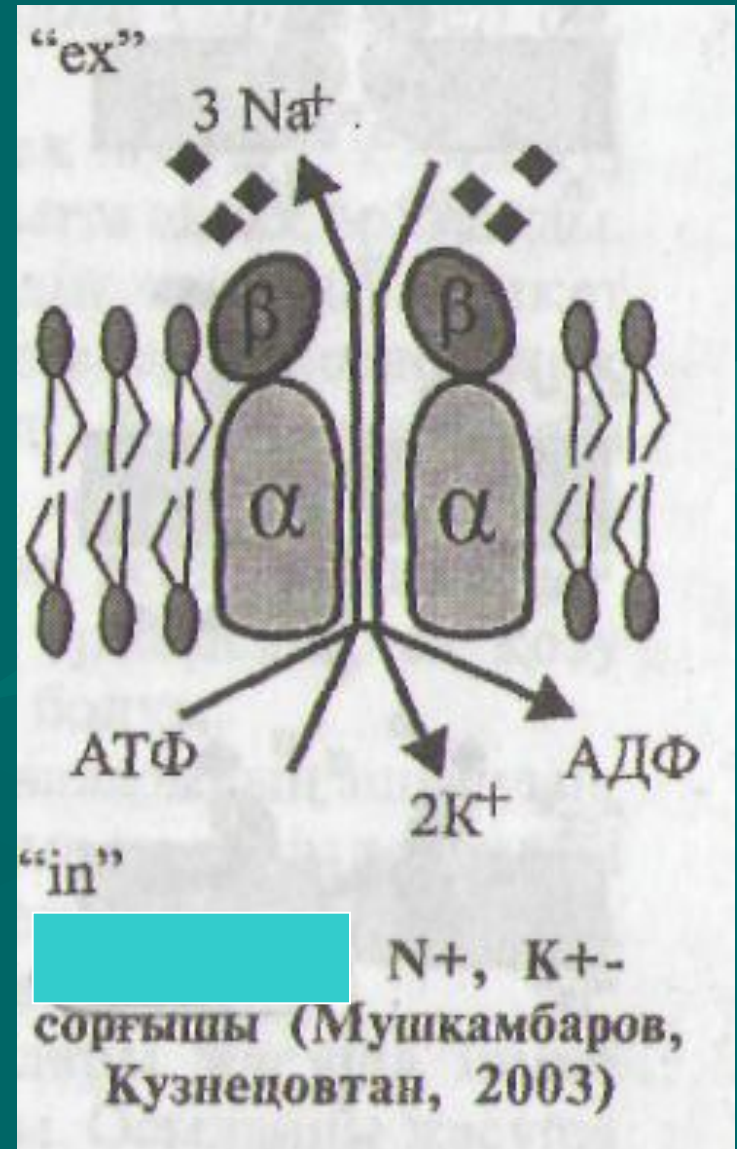


Бұл құбылыстың 2 нұсқасы белгілі: симпорт және антипорт.

Симпорт кезінде транслоказа екі затты (У,Х) бір бағытта өткізеді, оның біреуі-У концентрация градиенті бағытында диффузияланып екінші затты-Х, өзімен бірге ілестіріп өткізеді. Мысалы, бүйрек арнашықтарынан глюкозаның реабсорбциялануы (кері сорылуы) осындай тетік (механизм) арқылы  $\text{Na}^+$  ионымен бірге симпортталынады. Егер симпортқа қатынасатын заттардың екеуі де иондар болатын болса, олар түрліше зарядталған болуы қажет. Антипорт - транслоказа арқылы заттардың (У,Х) қарама қарсы бағыттарға өткізілуі, яғни У молекуласы Х-молекуласымен алмастырылады. Эукариоттарда антипорт өте сирек кездеседі.



Заттардың өткізілуінің кейбір жүйелері (сорғыштар және арналар).  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -сорғышы немесе  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -тәуелді АТФ-аза- $2\alpha$  - ширатпадан,  $2\beta$  -кұрылымнан тұратын интегралдық ақуыз. Ол АТФ энергиясын пайдаланып  $\text{Na}^+$  және  $\text{K}^+$  иондарын олардың концентрация градиентіне қарсы бағытқа еткізеді, яғни  $\text{Na}^+$  ионын-жасушадан сыртқа, ал  $\text{K}^+$  ионын-жасуша ішіне.



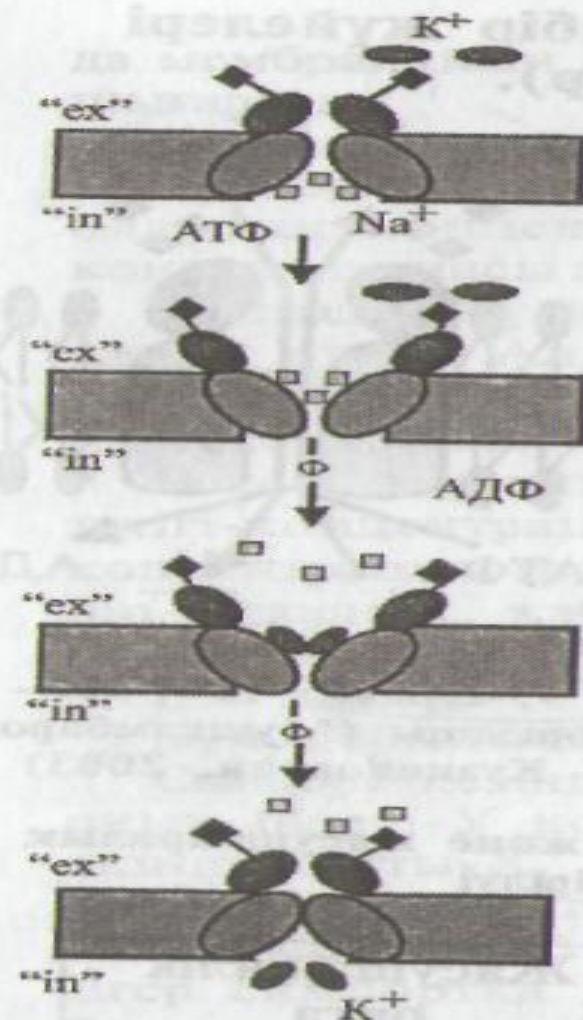
Осы сорғыш қызметінің арқасында  $\text{Na}^+$  ионының концентрациясы жасуша сыртында, ал  $\text{K}^+$  ионының концентрациясы жасуша ішінде айтарлықтай жоғары болады, яғни иондардың жасушаішілік және жасушааралық ассиметриялық үлестірілуі орын алады.

Бұлшықет ұлпасының жасушаішілік және жасушааралық орталарындағы иондардың үлестірілуі

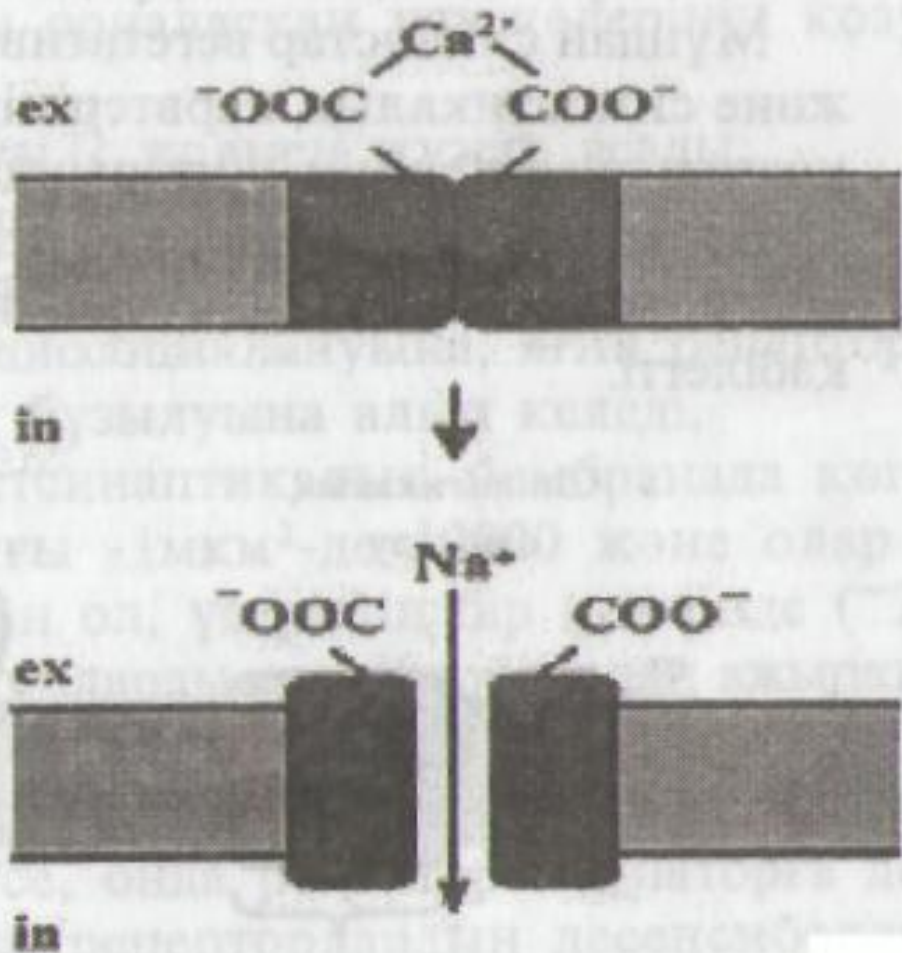
Иондар	Жасуша сыртындағы орта	Жасушаішілік орта
$\text{K}^+$	4	155
$\text{Na}^+$	145	10
$\text{Mg}^{2+}$	2	30
$\text{Ca}^{2+}$	4	0
Барлығы	155	195
$\text{Cl}^-$	113	2
$\text{HCO}_3^-$	30	8
Ақуыздар	1	65
$\text{SO}_4^{2-}$	1	18
$\text{HPO}_4^{2-}$	2	42
Органикалық қышқылдар	8	60
Барлығы	155	155

Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-сорғышы (насос) қызметінің ерекшелігі-АТФ бір молекуласының ыдырауы нәтижесінде 3 Na<sup>+</sup> ионы жасушадан шығарылып, 2 K<sup>+</sup> ионы жасушаға ендіреді.

K<sup>+</sup> арнасы (ішкі диаметрі-0,3нм), көптеген жасушалар плазмолемасында кездеседі және үнемі ашық болады. Осының арқасында Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup> сорғышы қызметі нәтижесінде пайда болған өте жоғары концентрация градиентіне байланысты, K<sup>+</sup> ионының біршама иондары осы арна арқылы жасушадан тыс ортаға қайтып келеді. K<sup>+</sup> ионының шамалы ғана мөлшерінің шығарылуы (әрбір 1000 нм<sup>2</sup> мембрана бетінде не бәрі 6 K<sup>+</sup> ионы шығарылады) мембрана беттерінде, концентрация градиенті энергиясымен теңестірілетіндей, потенциалдар айырмашылығын қалыптастырады, ол -75 мВ тең.



Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> сорғышының әрекет ету тетігі (механизмі) (Мушкхамбаров, Кузнецовтан, 2003)



$\text{Ca}_2^+$  иондарының  $\text{Na}^+$   
арнасының күйіне әсерлері  
(Мушкамбаров, Кузнецовтан, 2003)

Нәтижеде осы иондардың жасушаішілік және жасуша сыртындағы концентрациялары өзгермейді, бірақ жасуша трансмембраналық потенциалға ие болады.

3)  $\text{Na}^+$  арнасы (ішкі диаметрі-0,55нм), тек қозуға қабілетті мембраналарда ғана болады және ол барлық уақытта ашық болмайды.

$\text{Na}^+$  арнасы-нерв жасушаларының, миоциттердің және бұлшықет талшықтарының, сперматозоидтардың, сезім мүшелерінің сенсорлық жасушаларының плазмолеммаларында кездеседі. Бұл жасушаларда  $\text{Na}^+$  арнасының тығыздығы түрліше болады, яғни плазмолемма бетінің 0,2-1%-ын, яғни  $1\text{мкм}^2$ -та 50-200 арнаға дейін кездеседі.

Мембраналардың белгілі бір учаскесінде  $\text{Na}^+$  арналарының ашылуын, осы учаскеде трансмембраналық потенциалдың 50мв-қа дейін төмендеуі инициациялайды.

Потенциалдың мұндай төмендеуі мембрананың көрші учаскесінің қозуының салдары болып табылады.

Потенциалдар айырмашылығының оң көрсеткішке ие болуы, өз кезегінде,  $\text{Na}^+$  арналарының жабылуын индукциялайды, сондықтан да мембрананың осы жеріндегі потенциалдар айырмашылығы үнемі ашық болатын  $\text{K}^+$  арналар есебінен, тез арада қалыпты күйіне ( $-75 \text{ мВ}$ ) келтіріледі.

Сонымен,  $\text{Na}^+$  арналары-мембрананың, синапстан тыс қозу және мембрана арқылы сигналдары өткізу үдерістерінде маңызды рөл атқарады.

$\text{Na}^+$  арналарының ашылуы сыртқы ортадағы  $\text{Ca}^{2+}$  ионының концентрациясына тікелей байланысты болады. Егер сыртқы ортада  $\text{Ca}^{2+}$  ионы концентрациясы жоғары болса, онда  $\text{Na}^+$  арналары өздерінің карбоксигрупптарымен ( $\text{COO}^-$ )  $\text{Ca}^{2+}$  ионымен байланысады, ал  $\text{Ca}^{2+}$  иондары арнаның ашылуына кедергі келтіреді. Нәтижесінде  $\text{Ca}^{2+}$  ионы мембрананың қозуын төмендетеді.

Жоғарыдағы кестеде көрсетілгендей, бұлшықет жасушасының цитоплазмасында еркін  $\text{Ca}^{2+}$  ионының концентрациясы өте төмен болады. Қаңқа және жүрек бұлшықеттерінде ол 2 сорғыштың қызметі арқылы жүзеге асады.

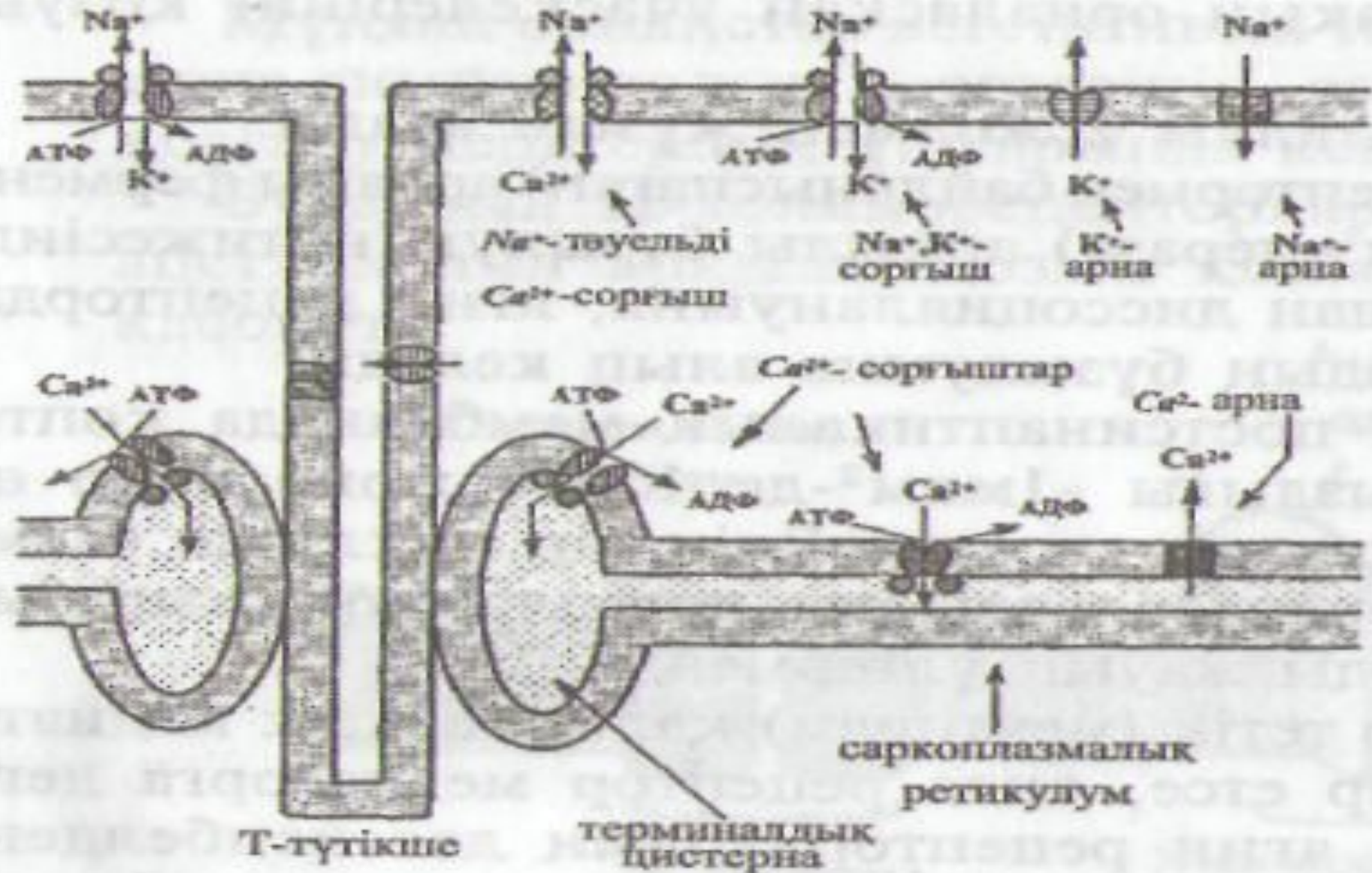
Біріншісі-  $\text{Na}^{+}$  -тәуелді  $\text{Ca}^{2+}$  сорғышы-плазмолеммада орналасып,  $\text{Ca}^{2+}$  иондарын жасушадан сыртқы ортаға сорып шығарады. Бұл кезде әрбір  $\text{Ca}^{2+}$  ионы жасушаға концентрация градиенті бағытында ететін 2  $\text{Na}^{+}$  ионына алмастырылады (антипорт).

Екіншісі- $\text{Ca}^{2+}$ -сорғышы. Ол саркоплазмалық ретикулум мембранасында  $1\text{мкм}^2$ -та 15000-200.000 тығыздығымен орналасқан және осы мембрананың ақуыздар массасының 90% құрайды.

Бұл сорғыш  $\text{Ca}^{2+}$  иондарын саркоплазмадан саркоплазмалық ретикулум цистерналарына айдайды, ал ол жерде олар (яғни  $\text{Ca}^{2+}$ -иондары) кальсеквестрин деп аталатын ақуызбен байланысады. Тасымалдану барысында  $\text{Ca}^{2+}$  иондары концентрациясының 10000 реттік айырмашылығын жеңуге тура келеді. Сондықтан бұл құбылысқа біршама энергия жұмсалады, ал энергия көзі болып АТФ гидролизі саналады. АТФ-ның 1 молекуласының ыдырауы 2  $\text{Ca}^{2+}$  ионының өткізілуін қамтамасыз етеді.

$\text{Ca}^{2+}$  сорғышы құрылысы жағынан  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$ -сорғышына ұқсас болады, яғни ол да 2 үлкен ақуыз бөлшектерінен (950000 Да) және 2 глико-протеин бөлшектерінен (50.000 Да) тұрады.

Саркоплазма мембранасында да бір тасымалданыс  $\text{Ca}^{2+}$  сорғышы



**Көлденең жолақты бұлшықет ұлпасында иондардың тасымалдану жүйесі (Мушкамбаров, Кузнецовтан, 2003)**



1мкм<sup>2</sup> -де 120-ға жуық иондар өтеді. Бұл өте көп емес, дегенмен саркоплазмалық мембранасының жалпы бетінің көлемі өте үлкен, ал цитоплазмада Ca<sup>2+</sup> ионы концентрациясының өте төмен болатынын ескерсек, онда Ca<sup>2+</sup> концентрациясы 100 есеге дейін артуы мүмкін.

Осының арқасында миофибриллалардағы жіңішке және жуан миофиламенттер ерекеттесулері актиценеді де миофибриллалар жиырыла бастайды.

Қозу үдерісі (процесс) аяқталған соң Ca<sup>2+</sup> арнасы жабылады, цитоплазмадағы артық Ca<sup>2+</sup> иондары Ca<sup>2+</sup> сорғышы арқылы саркоплазмадан саркоплазмалық ретикулум цистерналарына қайтадан сорылады.

Сонымен, жасушаішілік және жасуша сыртындағы Ca<sup>2+</sup> ионы концентрациясы бұлшықет жиырылуына қарама-қарсы әсер етеді.

Жасуша сыртындағы Ca<sup>2+</sup> иондары концентрациясының жоғары болуы- Na<sup>+</sup> арнасының ашылуын қиындатып, мембрананың қозуын тежейді және бұлшықеттің жиырылу қарқынын азайтады. Жасуша сыртындағы Ca<sup>2+</sup> иондарының концентрациясының төмендеуі тырысуға алып келеді.

Керісінше, жасушаішілік Ca<sup>2+</sup> ионы концентрациясының жоғары болуы бұлшықеттің жиырылуы үшін қажет, ал оның концентрациясы төмендесе жиырылу да әлсірейді не тоқтайды.

Бүйректе глюкозаның тасымалдануы

Бүйрек арнашықтарынан глюкоза реабсорбциясын (кері сорылуын) қамтамасыз ететін ерекше тасымалдану жүйесі болады, оны  $\text{Na}^+$  - тәуелді глюкоза сорғышы деп атайды.

Бүйрек арнашықтарындағы алғашқы несеп құрамындағы глюкоза концентрациясы қан плазмасындағымен бірдей болады, яғни 1 г/л. Алғашқы несептің бір тәуліктегі мөлшері-180 л. Демек, алғашқы несеп құрамына бір тәулікте 180г глюкоза өтеді деген сөз. Олардың 99,8% бүйрек арнашықтарынан қанға реабсорбцияланады (кері сорылады). Глюкоза реабсорбциясының (кері сорылуының) алғашқы порциялары ешбір концентрациялық кедергісіз (себебі алғашқы несеп пен қан плазмасындағы концентрация деңгейі бірдей) өтеді, ал әрі қарай бүйрек арнашықтарында глюкоза концентрациясы біртіндеп азаяды, сондықтан глюкоза реабсорбциясының келесі порциялары үнемі жоғарылап отыратын концентрация градиентіне қарсы бағытта сорылады. Ал, бұл белгілі бір мөлшерде энергия жұмсауды қажет етеді

- Бүйрек арнашықтарының эпителиоциттерінің ішкі (апикальды) мембранасы арқылы арнашық қуысынан эпителий жасушаларына глюкоза  $\text{Na}^+$  иондарымен бірге симпортталады. Бұл құбылыстың (симпорттың) қозғаушы күші болып жасушаішілік және жасуша сыртындағы  $\text{Na}^+$  концентрациясының айырмашылығының өте жоғары деңгейде болуы саналады.

Тасымалдаудың екінші сатысын (эпителиоциттің сыртқы (базальдық) мембранасы арқылы қанға өткізілуі) қамтамасыз ету үшін  $\text{Na}^+$  тәуелді глюкоза сорғышы жасушада глюкоза концентрациясы қандағыға қарағанда 1,5 есе артық мөлшерге жеткенге дейін айдауы қажет. Бұл кезде 1 АТФ молекуласы ыдырағанда бөлінетін энергия есебінен эпителиоцитке глюкозаның 3 молекуласы енеді. Әрі қарай глюкоза эпителиоцит плазмолеммасы арқылы жеңілдетілген диффузия жолымен езінің концентрация градиенті бағытында арнайы арналар (каналдар) арқылы қоршаған ортаға (қанға) өтеді. Соңдықтан да эпителиоциттерде глюкоза концентрациясы қанға қарағанда үнемі жоғары болуы қажет.

Мембрана арқылы түйіршіктердің және ірі  
молекулалы қосылыстардың өткізілуі

Биомембраналар арқылы тек ұсақ молекулалы заттар ғана өткізіліп қоймай, сол сияқты ірі молекулалы қосылыстар және ұсақ түйіршіктер де өтеді мысалы, жаңадан синтезделген митохондриялық ақуыздар митохондрия мембранасын созылған тізбек күйінде кесіп отсе, ядролық ақуыздар ядродағы поралар арқылы өтеді.

Заттардың тасымалдану бағыттарына және тасымалданатын заттар сипатына қарай трансмембраналық тасымалдану үдерісінің бірнеше түрлері белгілі:

1) Эндоцитоз-заттардың сыртқы ортадан жасушаға енгізілуі, оның 3 тетіктері белгілі:

а) Пиноцитоз-еріген макромолекулалық қосылыстардың жасушаға енгізілуі; Пиноцитоз-конститутивтік үдеріс, яғни ол кез-келген жасушада үнемі кездесетін құбылыс. Жасуша цитоплазмасында, әсіресе плазмолемма айналасында, үнемі ұсақ мембраналық көпіршіктер, яғни инвагинациялар, пайда болып отырады. Олар плазмолемма бетіне жақын орналасқан басқа көпіршіктермен қосылып алғашқы эндосомаларға айналады. Олардың қызметі сыртқы ортадан кіші молекулаларды, су және еріген ақуыздарды өздеріне қосып алып жасушаға енгізу болып табылады.

Көпіршіктер өте ұсақ болады, диаметрі 4нм, бірақ олардың санының өте көп болуы нәтижесінде көп мөлшерде заттарды тасымалдайды.

б) Фагоцитоз-қатты түйіршік заттардың жасушаға енгізілуі; Фагацитоз-ірі түйіршіктердің плазмолемма бетіндегі көптеген рецепторлармен байланысуынан басталады. Осыдан кейін рецептор — лиганд кешені плазмолемманың инвагинациялануы (ішке қарай қайырылып ісінуі) нәтижесінде фагосомаға айналып жасуша ішіне енеді.

в) Рецептор арқылы жүзеге асатын эндоцитоз — бұл кезде жасушаға енгізілетін заттар алдын ала плазмолемма бетіндегі рецепторлармен байланысып, содан кейін жасушаға енгізіледі. Бұл үдеріс әсіресе иммундық реакцияларда жиі кездеседі.

2) Экзоцитоз-түйіршіктердің және ірі молекулалы қосылыстардың жасушадан шығарылуы. Оның 2 түрі белгілі:

а) секреция

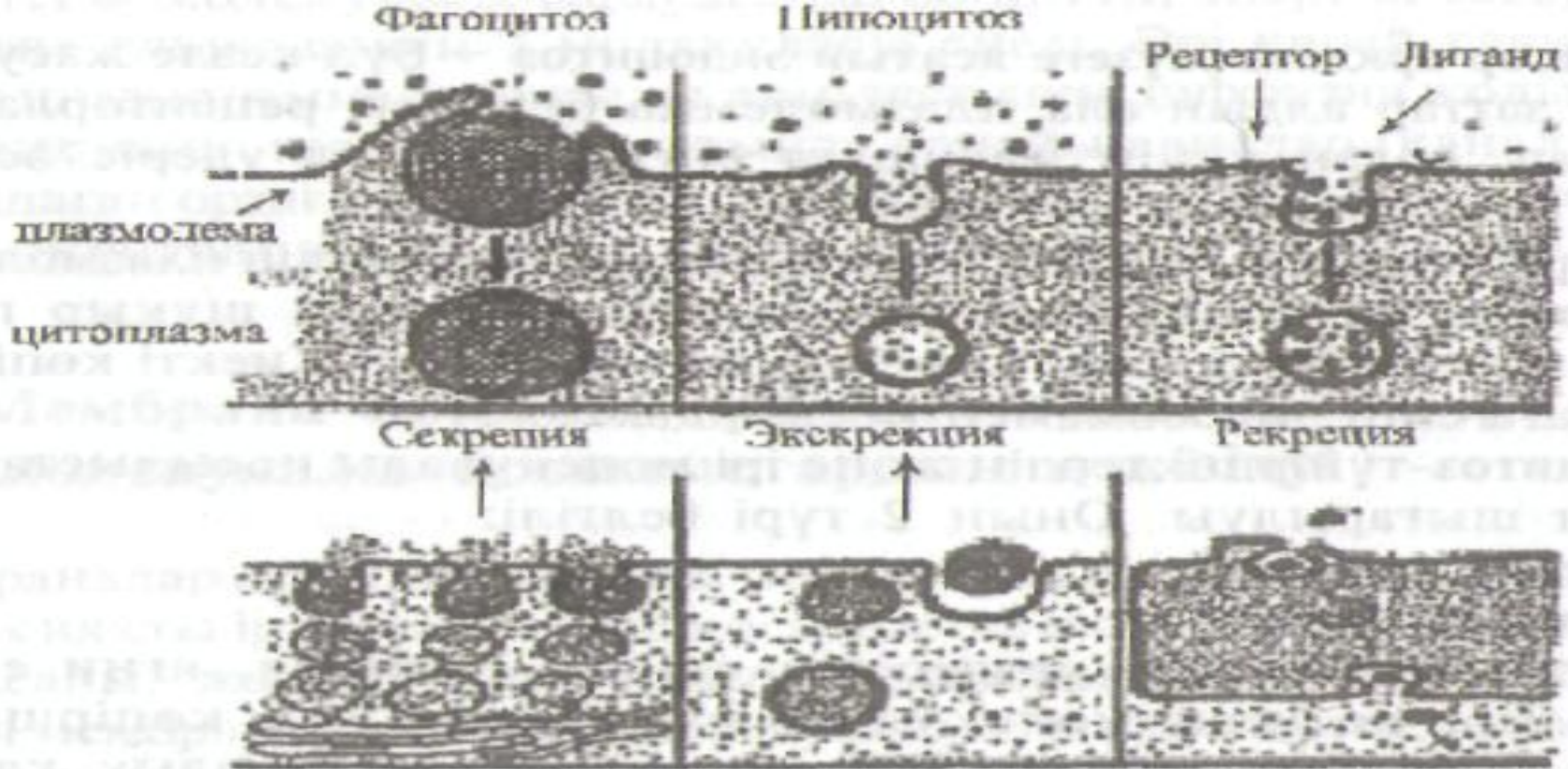
б) экскреция

Экзоцитоздың ең жиі кездесетін өдісі - секреция, яғни еріген заттардың (ірі не ұсақ молекулалық) секреторлық көпіршіктер арқылы сыртқа шығарылуы. Жасушалардың секреторлық қасиеті туралы көптеген деректер жинақталған.

Фибробластар базалдық мембрананың негізгі компоненттері каллоген, ламинин және фибронектин сияқты заттарды секрециялайды. Сондықтан да кез-келген жасушаларда конститутивтік секреция кездеседі.

Конститутивтік секреция жасушада үнемі жүзеге асатын және ешқандай сыртқы сигналды,  $Ca^{2+}$  ионының болуын қажет етпейтін үдеріс.

Ал, эндокриндік және экзокриндік жасушаларда және нейрондарда реттелуші секреция кездеседі. Бұл жасушаларда секреторлық ақуыздар біршама уақыт (бірнеше сағат немесе тәулік бойына) ірі секреторлық гранулалар (дм. 0,05мкм) құрамында, экзоцитозға арналған сыртқы сигналдар арқылы (гормондар, нерв импульстері) жасушаның активтенуіне дейін жинақталады.



Эндоцитоз (жоғарыда) және экзоцитоз (төменде) түрлері  
(Мушкамбаров, Кузнецовтан, 2003)

Экскреция-дегеніміз қатты түйіршіктердің жасушадан шығарылуы, мысалы эритропоз аяғында торлы субстанциялардың ретикулоциттерден сыртқа шығарылуы.

**НАЗАРЛАРЫҢЫЗГА  
РАХМЕТ!**



**САУ  
БОЛЫҢЫЗДАР**

