

дәріс -2№

*Тақырыбы: Электродит
еместердің биологиялық
мембраналар арқылы
тасымалдануы. Заттардың
белсенді емес (пассивті)
тасымалдануының негізгі
механизмдері*

Сұрақтары:

- Биологиялық мембраналар арқылы заттардың тасымалдануы.
- Заттардың жасушаларға ену тәсілдері. Тасымалдану түрлері.
- Қарапайым диффузия.
- Электролит еместердің тасымалдану механизмдері

Биологиялық жүйелердегі түрлі үрдістер: АТФ синтезі, бұлшық еттің жиырылуы, нерв импульсының таралуы т.б., мембрана арқылы зат тасымалына байланысты болады. Осы процессті **зат тасымалдану деп** атайды.

- Мембрана арқылы тек жеке молекулалар ғана емес, қатты денелер (*фагоцитоз*) және ерітінділері де (*пиноцитоз*) тасымалданады.
- Егер зат жасуша ішіне тасымалданса, онда тасымал түрін **эндоцитоз**, ал егер сыртқа тасымалданса – **экзоцитоз деп аталады.**

Тасымалдану түрлері:

- 1. Белсенді емес (пассивті)
тасымалдану**
- 2. Белсенді (активті)
тасымалдану**

Егер зат тасымалы электрохимиялық потенциалдың кемуімен, яғни **энергия шығынын қажет етпейтін болса**, ол тасымал **пассивты деп аталады.**

Белсенді емес
тасымалдану түрлері
диффузия, осмос және
фильтрация **болып**
табылады.



Белсенді емес тасымалдану

Осмос

Фильтрация

Қарапайым диффузия

Жеңілдетілген диффузия

Липидттік қабат арқылы

Қозғалмалы тасмалдаушы

Бекітілген тасмалдаушы

Липидттік биқабат саңылауы арқылы

Ақуыз саңылауы арқылы

Осмос – мембрана арқылы су молекуласы заттарының аз мөлшері жағынан көп жағына қарай ығысуы. Еріткіштің мұндай қозғалысын жасайтын күш осмостық – итерме қысым деп аталады.

Фильтрация (сүзіліс) —
заттардың мембрана
саңылауы арқылы
қысымның аз мәні жағына
қарай өтуі.

Мысалдар:

- **Ағзадағы фильтрация (сүзгілеу)** – бұл қан тамырлар қабырғалары арқылы суды тасымалдау, қан плазмасын бүйрек каналдарына айдау.

*Диффузия бұл заттардың
мөлшері көп жағынан аз
жағына қарай, яғни градиентке
сәйкес өтуі.*

Мысалдар:

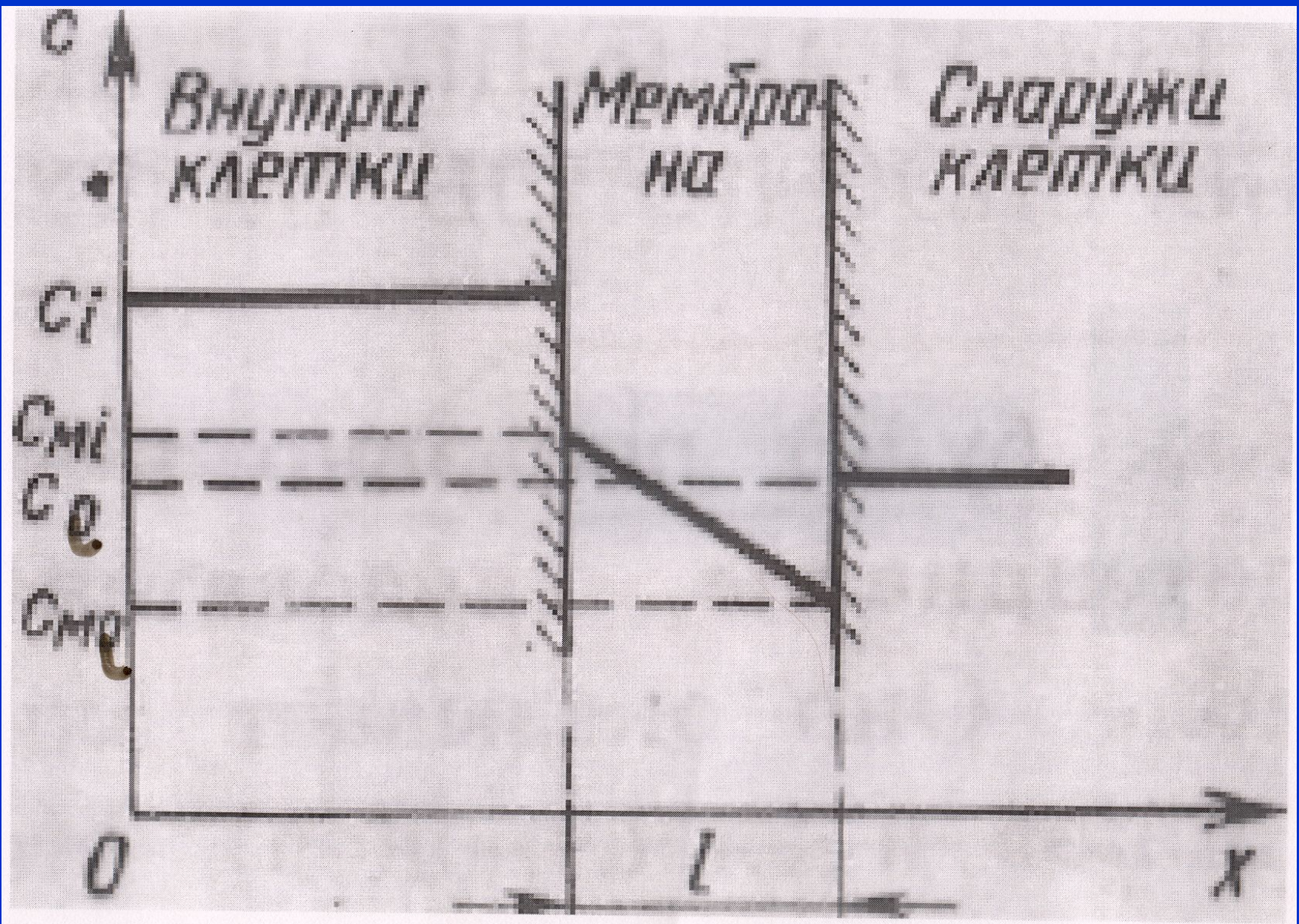
- **Диффузия көмегімен** жасушаға оттегі мен көмірқышқыл газының ерітілген молекулалары, сонымен қатар ағзаға тәуелді емес қосылыстар, мысалы, улы заттар мен дәрілік заттар өтеді.

*Пассивты зат тасымалының
тасымалдаушылар көмегімен жүруін
жеңілдетілген диффузия деп
атайды*

Диффузия теңдеуі немесе Фик заңы

$$j = -D \frac{dC}{dx}$$

мұндағы J - зат ағыны; D –диффузия коэффициенті; dc/dx – концентрация градиенті **x осі бағытында** алынған. «-» белгісі ағын концентрациясы аз жаққа қарай бағытталғанын көрсетеді, яғни концентрация градиенті шамасының азаюына әкеледі.



Мембрана арқылы өтетін бөлшектердің концентрациясының өзгерісі сызықты және оның C_i ішкі жағында және сыртқы жағында —

C_{\boxtimes} ге тең деп есептейік

Осы бөлшектер концентрациясының мембрана ішіндегі өзгерісі C_{mi} –ден

$C_{m\boxtimes}$ –ге дейінгі аралықта кемиді. Молекулалар концентрациясының өзгерісі (градиенті):

$$\frac{dc}{dx} = \frac{C_{m\boxtimes} - C_{mi}}{l}$$

Онда Фик теңдеуі төмендегідей болып жазылады.

$$j = -D \frac{C_{ml} - C_{mi}}{l} = D \frac{C_{mi} - C_{ml}}{l}$$

$$k = \frac{C_{ml}}{C_l} = \frac{C_{mi}}{C_i} \quad \text{белгілеу енгіземіз}$$

k – заттың мембрана мен қоршаған орта аралығында **таралу коэффициенті**; оның мәні бірден кіші де, бірден үлкен де бола алады.

Зат концентрациясының мембрана қабатының екі қабырғасында және жасуша іші мен оның сыртындағы ортада әртүрлі болуы заттың полярлық және полярлық емес еріткіштердегі ерігіштігінің әр түрлі болатындығымен түсіндіріледі.

$C_{m\boxtimes} = \kappa C_{\boxtimes}$ ЖӘНЕ $C_{mi} = \kappa C_i$ ескерсек, зат ағынының тығыздығы:

$$j = \frac{D\kappa}{l} (C_i - C_{\boxtimes})$$

$$P = \frac{D\kappa}{l}$$

-мұндағы P - өтімділік коэффициенті.

Биологиялық мембрананың **өтімділігі** деп
өзінен белгілі бір заттың қандай да бір
бөлігін өткізу қабілеті.

Мембраналық өтімділікті есептеу үшін
өтімділік коэффициенті (p)
қолданылады:

$$p = \frac{D \cdot k}{l},$$

мұндағы l – биомембрананың қалыңдығы,

D - диффузия коэффициенті,

k – заттың мембрана мен қоршаған орта аралығында таралу коэффициенті

Диффузия кезінде биологиялық мембрана арқылы өтетін зат ағыны тығыздығының теңдеуі:

$$j = P(C_i - C_{\text{II}})$$

Фик теңдеуінен шығарылатын қорытынды:

- мембрана арқылы өтетін зат ағыны тығыздығы, яғни **зат тасымалдану жылдамдығы таралу коэффициентіне** (заттың липофильдік дәрежесінің мөлшерлік сипаты) пропорционал болады.
- Тәжірибе жүзінде ол төмендегі өрнекпен анықталады:

$$k = -\frac{C_l}{C_g}$$

-мұндағы C_l - липофильді ортадағы концентрациясы;
 C_g - осы заттың гидрофильді ортадағы концентрациясы.

- К таралу коэффициентінің мәні үлкен болған сайын зат мембранада жақсырақ ериді де, оның тасымалдану жылдамдығы ұлғайады.
- Емдік дәрілердің жасушаға енулері сол заттың полярлық және полярлық емес ерітінділердегі таралу коэффициентіне тікелей байланысты.

- Мөлшері 1 моль зат концентрациясы C_1 ортадан концентрациясы C_2 ортаға тасымалданған уақытта еркін осмостық энергияның өзгеруі орын алады:

$$dG = RT \frac{dc}{c}$$

Онда Фик теңдеуін төмендегідей түрде өрнектеуге болады:

$$j = -\frac{Dc}{RT} \bullet \frac{dG}{dx} = -uc \frac{dG}{dx}$$

- Мұндағы:

$$u = \frac{D}{RT}$$

зат бөлшегінің қозғалғыштығы.

Мембранада потенциалдар айырымы, яғни *электр өрісі* бар. Ол зарядталған бөлшектердің диффузиясына әсер етеді. Өріс кернеулігі мен потенциал градиенті арасында мынадай байланыс бар:

$$E = -\frac{d\varphi}{dx}$$

Заттар тасымалы екі фактормен анықталады, яғни концентрация градиенті және электр өрісінің әсер етуімен:

$$j = -D \frac{dc}{dx} - u_m Z F c \frac{d\varphi}{dx}$$

Бұл теңдеу Нернст – Планк теңдеуі.

Мұндағы:

- U – зат бөлшегінің қозғалғыштығы;
- Z – тасымалданушы зат ионының заряды;
- F – Фарадей саны;
- C – зат концентрациясы.

Нернст Планк теңдеуі біртекті зарядталмаған мембранада концентрация градиенті және электрлік потенциалдың болуымен жүретін белсенді емес (енжар) зат тасымалдануды сипаттайды.

*Заттар ағыны үшін
Гольдман теңдеуі*

$$j = \frac{zF\Delta\varphi P}{RT} \cdot \frac{c_2 \exp(zF\Delta\varphi / RT) - c_1}{1 - \exp(zF\Delta\varphi / RT)}$$

**Гольдман теңдеуі арқылы егер,
мембрананың екі жағындағы зат
концентрациясы,
трансмембраналық потенциал
айырымы және өтімділік
коэффициенті белгілі болған
жағдайда, белсенді емес (енжар)
тасымалданудағы иондар
ағынының шамасын есептеуге
болады.**

Қарапайым диффузия
жағдайында энергия
жұмсалмайды.

- Тірі жасушалардағы мұндай диффузия оттегі мен көмірқышқыл газдың өтуін қамтамасыз етеді.
- Кейбір дәрілік заттар мен улық заттар липидтік қабат арқылы осылай өтеді.

Әдебиеттер:

1. Самойлов В.О. Медицинская биофизика, С-П, 2007ж.
2. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика, Киев, 2004ж. 353- 374 беттер
3. Ремизов А.М. Медицинская и биологическая физика, М., 2002ж.
4. Антонов В.Ф. Биофизика, М., 2006 ж.
5. Кошенов Б.К. Медициналық биофизика, Алматы, 2009 ж., 24 -28 беттер

Бақылау сұрақтары (кері байланыс)

- ✓ Биологиялық мембраналар арқылы зат тасымалданудың қандай түрлері сіздерге белгілі
- ✓ Заттардың жасушаға ену тәсілдерін атаңыз.
- ✓ Қарапайым диффузияның мағынасы неде.
- ✓ Электролит еместердің тасымалдану механизмін атаңыз.

*НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА
РАХМЕТ !*