

## 5. GAIA: ORGANISMOAREN BARRUNBE LIKIDOAK ETA HAUEN ARTEKO KOMUNIKAZIOA

### 1. FISILOGIA:

Fisiologia anatomiarekin oso lotuta dago.

Anatomiak gorputzaren eta bere osagaien egiturei buruz hitz egiten digu.

Fisiologiak, aldiz, gorputzaren osagaien funtzioei buruz hitz egiten digu.

Baina egiturak garatu dira funtzio espezifikoak bete ahal izateko.

Organoen egiturak, ehun eta beraz, zelula espezializatu ez osatuta egongo dira, bere ezaugarri propioak ematen dietenak.

*Atomoek molekulak eratzen dituzte. Molekulen konbinazioek zelulak sortzen dituzte. Horiek ehunak osatzen dituzte; ehunek organoa; organoen multzoak aparatu edo sistemak dira eta azkenik guztiak batera organismoa eratuko dute.*

Organismoan agertzen diren 10 sistemek (sailkapenaren arabera kopurua aldatu ahal da), haien artean harremanetan egon behar dute beraien funtzioak betetzeko: **Komunikatu** behar dira.

*Sistemen berrikustea:*

*-Tegumentu-sistema: Azalaz osatuta. Babespenerako langa osatzen du. Barne ingurunea, kanpo ingurunetik banatzen du, azken hori babesteko nahian.*

*-Sistema muskulu-eskeletikoa: Gorputzaren sostengua eta mugimenduz arduratzen da.*

*-Arnas-aparatua: Gasen elkartrukea burutzen du.*

*-Digestio-aparatua: Elikagaiak eta ura hartzen ditu. Hondakinak kanporatzen ditu.*

*-Iraitz-aparatua: Ur soberakinak mugiarazten ditu eta hondakinak kanporatzen ditu.*

*-Ugaltze-aparatua: Obulu eta espermatozoideak sortzen ditu. Gizabanako berria sortzeko prestatuta dago.*

*-Zirkulazio-aparatua: Materialak organismo osoan zehar banatzen ditu odola ponpatuz. Linfa-sistemarekin erlazionatuta.*

*-Nerbio/endokrino-sistema(k): Funtzio organikoak koordinatzen dituzte.*

*-Immune-sistema: Sistema lausoa da. Organismo osotik banatuta. Zirkulazio sistemarekin harremanetan dago. Babesa eskaintzen dio gorputzari.*

Sistemen **funtzioen helburua** azken finean, **izakiak kanpo ingurunearekin harreman egokia** izatea da: kanpoaldetik behar duena hartzea, behar ez duena uztea, kaltegarria izan ahal denetik aldentzea edota babestea.

Helburu honekin egiturak espezializatu dira, beharrezkoak diren funtzioak bete ahal izateko.

Bizirauteko beharrezkoak diren funtzioak betetzea da helburua, edo beste modu batean esanda: organismoaren **homeostasia** mantentzea.

**Funtzioa Fisiologian:**

*Funtzio konkretua **zergatik** gertatzen den galdetzen denean, bi erantzun mota eman ahal ditugu:*

- 1- **ARRAZOIA** azaldu ahal dugu: *Zergatik da garrantzitsua, zertarako behar den funtzio hori egitea, nora heldu nahi den hori eginez, zeren konponbidea da... Horiek izango dira galdera zehatzagoak!!*

*2-MODUA azaldu ahal dugu: Nola burutzen da prozesua, zeintzuk pausuak bete behar dira aurrera eramateko... Galdera hauei ere erantzutea posible izango litzateke.*

***Zergatik** galderari erantzutean, ziurtatu behar dugu galderaren zentzua ezagutzen dugula. Bestela zehazten saiatuko gara erantzun aurretik.*

## 2. ORGANISMOAREN BARRUNBE FUNTZIONALAK:

Organismo konplexuak homeostasia mantentzeko gai dira konpartimentu edo barrunbeetan antolatuta daudelako.

Abantaila: Funtzioen banaketa eta beraz **espezializazioa** lortu ahal da.

Desabantaila: Materiaren pasabidea zailtzen da. Ondorioz, **komunikazioa zailtzen** da. Honi aurre egiteko mekanismo bereziak garatu dira.

Honetaz gain, ingurune banatuak eta mugatuak eratzean beste arazo bat sortzen da: organismoan sortzen den **diferentzia osmotikoak** dakarrena.

Organismoa bera konpartimentu konplexua da, kanpo ingurunetik isolatuta dagoena.

Konpartimentu horren barnean beste konpartimentuak bereiz ditzakegu. Mintzak dira bereizketa egiten dutenak:

*Ehun-mintzak: pleura, peritoneoa, perikardioa...*

*Zelularen mintzak edo mintz plasmaticoak: Hots, bigeruzak lipidikoa, bereziki zelulak inguratzen dituenak, edo beste modu batean esanda, zelulak bere kanpo ingurunetik banatzen duena.*

### Organismoaren konpartimentuak:

Anatomikoki hiru barrunbe nagusi bereizten dira, ehun-mintzez banatuta:

- kraniala
- torazikoa
- abdominopelbianoa

Fisiologian, konpartimentu edo **barrunbe funtzionalak** interesatzen zaizkigu. Hiru barrunbe likido bereiztuko ditugu honen arabera:

- 1→ A) Zelula barneko likidoa
- B) Zelula kanpoko likidoa
- 2→ i. Plasma
- 3→ ii. Likido interstiziala

*A) eta B)-ren artean mintz plasmaticoak dago. i. eta ii.-ren artean aldiz, ehun-mintza.*

**Ehun-mintzak:**

*Epitelioak dira. Hauen funtzio nagusiak babesa eta elkartrukearen erregulazioa dira.*

*Hurrengo epitelio mota bereizten dira (funtzioaren arabera sailkatuta):*

- a. *Elkartruke-epitelioak: elkartruke azkarra baimentzen dute (Adib: gasen elkartrukea)*
- b. *Garraio-epitelioak: oso selektiboak dira (Adib: giltzurruneko epitelioa, digestio-aparatukoa)*
- c. *Epitelio ziliatuak: mugimendua eragiten dute (Adib: arnas aparatuan, ugaltze-aparatuan)*
- d. *Babespen-epitelioak: (Adib: azalean, gorputzaren barrunbeen irteeratan)*
- e. *Jariatze-epitelioak: substantziak sintetizatu eta jariatzen dituzte kanpo ingurunera (guruin exokrinoak, azalakoak zein digestio-aparatukoak), edo barne ingurunera (guruin endokrinoak, odolera).*

**Mintz plasmatikoa:**

*Mintz plasmatikoa zelula guztiek daukaten mintz berezia da.*

*Zelula ingurunetik banatzen duen mintza da (zelularen barne ingurunea kanpo ingurunetik banatzen duena).*

*Lehenbiziko izaki bizidunak sortu ziren mintz-plasmatikokoak agertu zirenean. Izakia ingurunetik banatu zenean. Bizitzarako beharrezkoak ziren makromolekulak eta ioiak zelularen barnean harrapatuta gelditu zirenean, lehenengo izaki zelulabakarrak sortu ziren.*

Hala ere, mintz plasmatikoa ez da muga pasibo bat, iragazki selektibo moduan jokatzen du, elikagaien sarrera eta hondakinen kanporaketa ahalbideratzeko gai izango da, eta ioien banaketa asimetrikoa mantenduko du.

**Birpasatu hurrengoak:****-Mintz plasmatikokoaren funtzioak:**

- Zelula ingurunetik banatu (konpartimenduak eraiki)
- Gradienteak mantendu
- Substantziak, informazioa garraiatu (modu selektiboan)

**-Mintz plasmatikokoaren osagaiak eta ezaugarriak:**

- Bigeruza lipidikoa (mosaiko fluidoaren eredia jarraitzen duena)
- Proteinak (lipido hauei ez-kobalenteki lotuta, modu intrintseko zein estrintsekoan)
- Karbohidratoak (zelularen kanpoaldera begira, lipidoieia proteinei kobalenteki lotuta)

**-Mintz plasmatikokoaren zeharreko mugimendua (Aurrerago ikusiko dugu)****3. LIKIDOEN BANAKETA ORGANISMOAREN BARRUNBEETAN**

Organismoaren %60-a ura dela kontsideratzen da. Hala ere aldaketak daude **adina, sexua, gantz-portzentajea** eta **osasun egoeraren** arabera:

POPULAZIOA	GORPUTZ PISUA (%)
Jaioberria-6 hilabete	74 (64-84)
6 hilabete- unte 1	60 (57-64)
1-12 urte	60 (49-75)
12-18 emakumezkoa	56 (49-63)
12-18 gizonzkoa	59 (52-66)
19-50 emakumezkoa	59 (43-73)
19-50 gizonzkoa	59 (43-73)
>50 emakumezkoa	47 (39-57)
>50 gizonzkoa	56 (47-67)

\*Beraz, portzentaje hau jaisten da adinarekin, emakumezkoetan (gantz-portzentai handiagoa daukagulako), egoera patologiko batzuetan (deshidratazioa sortu ahal delako)...

Adibide bat jarri arren, %60-56 inguruko portzentajea hartuta, 70kg-ko pertsona batek, gutxi gora behera, 42 litro ur izango ditu.

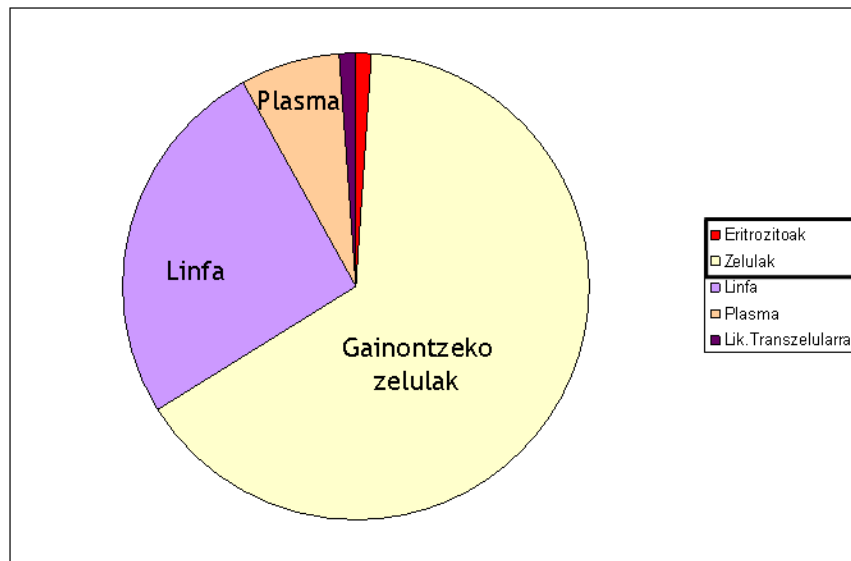
Ura (42 litro horiek) honela banatzen da organismoaren konpartimentuetan:

**- Zelula barneko likidoa 2/3 edo %40 (hots, 28L)**

- Eritrozitoak %3
- Gainontzeko zelulak %37

**- Zelula kanpoko likidoa 1/3 edo %20 (hots, 14L)**

- Likido interstiziala. Linfa (11L) %15 (zelulekin kontaktuan dagoen likidoa)
- Likido intrabaskularra. Plasma (3L) %5 (odol-hodietatik doan likidoa)
- Likido transzelularra (epitelioen barnekoa: pleurala, peritoneala, perikardikoa, sinobiala, begietakoa...) (<%1)

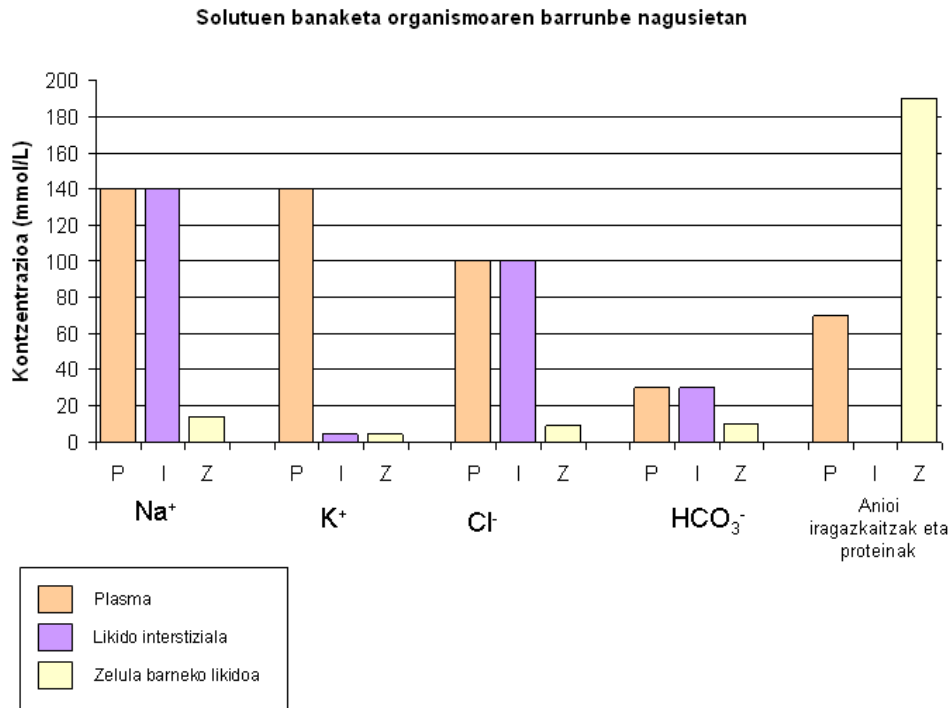


#### 4. SOLUTUEN BANAKETA ORGANISMOAREN BARRUNBEETAN

Organismoan agertzen diren solutuak ere modu **asimetrikoan** banatzen dira konpartimentu funtzionalen artean:

Konpartimentuak, hots ingurune banatuak eta mugatuak, eratzean organismoaren baitan diferentzia osmotikoak sortu ahal direla aztertu dugu aurreko gai batean.

Organismoaren konpartimentuetan, solutuen banaketa asimetrikoa da eta gure zelulen kanpoko eta barneko likidoen artean libreki mugitzen den molekula bakarra ura da. Molekula honek egingo du zelulak kanpo ingurunearekin **oreka osmotikoa** egotea, baina honela zelularen bolumenean aldaketak sortu ahal ditu:



*Gogoratu:*

*-TONIZITATEA: Konpartimentuen arteko mintza zeharkatu ezin dezaketen solutuen kontzentrazioaren menpekoa den kontzeptua*

Zelula ingurune likidoan sartzean, ingurune horrek sortzen duen erantzunaren arabera, hipotoniko, hipertoniko ala isotoniko dela esango dugu.

Organismoko zelula guztiak ingurune isotonikoan egoten saiatuko dira, nahiz eta solutuen banaketa zelularen kanpo eta barnealdean asimetrikoa izan.

## 5. OREKA vs. HOMEOSTASIA:

*Organismoan nolabaiteko oreka dagoela esan genezake, baina energi gastua eskatzen duen oreka, ez da benetako oreka. Energia eta materiaren sarrera eta irteera daukagunean, ez dugu oreka hitza erabiliko, “egoera egonkorra” baizik. Gogoratu homeostasia ez dela oreka eta ez dela zerbait estatiko. Homeostasian barne ingurunearen “egonkortasun erlatiboa” lortzen da.*

*Aztertu ahal dugun barne ingurunea, odola da (plasma), beraz, zelula kanpoko likidoaren egonkortasuna neurtzen dugu.*

*Zelulek bere homeostasi propioa dute. Guk ezin duguna neurtu modu zuzenean.*

Izatez, zelula kanpoko eta barneko likidoen artean ez dago orekarik, hots, ez dira berdinak.

Hauen artean **desoreka dinamikoa** dagoela esan ahal dugu edo aurretik aipatutako egoera egonkorra.

Gure zelulen kanpoko eta barneko likidoen artean libreki mugitzen den molekula bakarra ura da.

Hau dela eta, zelulak kanpo ingurunearekin, oreka osmotikoan egotea posible da.

Baina aldi berean organismoa desoreka kimikoan mantentzen da:

Solutu nagusiak, kontzentratuagoak daude konpartimendu batean bestean baino.

Honetaz gain, hauetako solutu batzuk elektrikoki kargatuta daude. Hau dela eta desoreka elektrikoa ere egongo da: zelularen barnealdean karga negatibo gehiago dago.

Oreka osmotikoa eta desoreka kimiko eta elektrikoa mantentzea beharrezkoa da bizitzarako. Aldi berean, bizirik egotea beharrezkoa da energi gastua eskatzen duen egoera hau mantentzeko.

**Energia** behar da egoera egonkorra mantentzeko. Bestela orekara ailegatuko ginatete (*dena homogenizatzeko joerara, entropiara*).

Homeostasia oreka/desoreka dinamikoa da.

*Substantziak etengabe mugitzen ari dira euren oreka propioa bilatzeko nahian, baina lortu gabe.*

Zelularen barne eta kanpo inguruneak osmotikoki berdin, baina kimikoki eta elektrikoki desberdin, izatearen erantzulea, **mintz-plasmatisoaren iragazkortasun selektiboa** da.

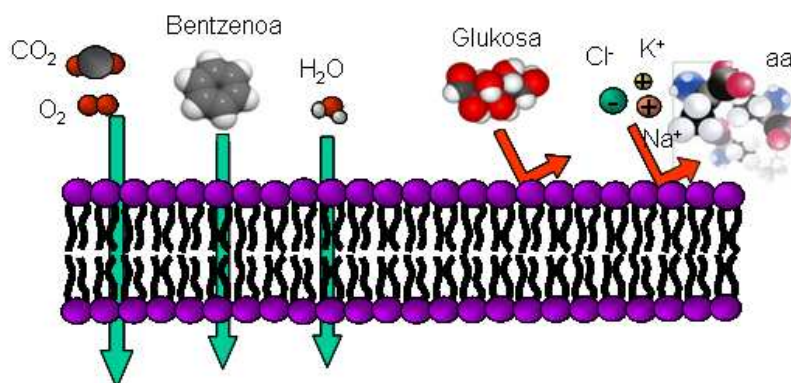
## 6. MINTZ PLASMATIKOAREN ZEHARREKO MOLEKULEN GARRAIOA:

Substantzien mugimendua mintz plasmatisoan zehar, hurrengo faktoreek mugatuko dute:

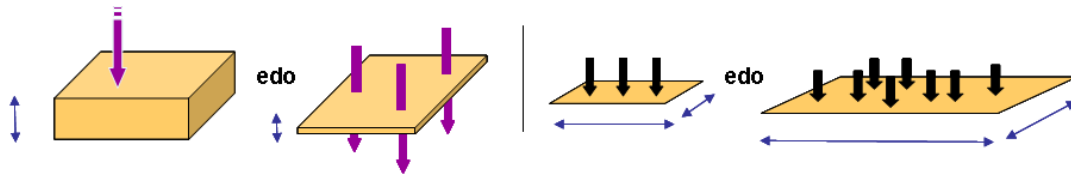
### a) Mintza iragazteko gaitasuna:

Mintza eta substantziaren izaeraren menpe egongo da:

#### a.1.) Substantziaren izaera elektrikoa (kargaduna, polarra, apolarra) eta tamainaren menpe

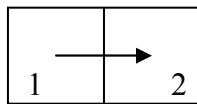


**a.2.) Mintzaren lodiera eta zabaleraren menpe**



**b) Mintza iragazteko joera:**

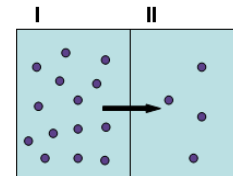
Substantzia batek mintza zeharkatzeko (“1” konpartimentutik “2”-ra pasatzeko) duen joerari buruz bi parametrok hitz egingo ditugu:



**b.1.) Kontzentrazio gradientea:**

Hurrengo formularen bidez definituta dagoena:

$$\Delta G = R \cdot T \cdot \ln [x_2]/[x_1]$$



Non

$\Delta G$ : Gibbs-en energia askearen aldaketa (Joul-etan (J))

R: gasen konstantea (0,082 atm.L/mol.K° = 8.32J/mol.K°)

T: tenperatura (Kelvin gradutan (K°))

$[x_2]$ : bukaerako ingurunean dagoen x substantziaren kontzentrazioa da (molaritatea = mol/litro (M = mol/L), edo mM)

$[x_1]$ : hasierako ingurunean dagoen x substantziaren kontzentrazioa da (molaritatea= mol/litro (M = mol/L), edo mM)

Formula honen bidez, prozesua modu espontaneoan emango den ala ez jakingo dugu. Hots, “x” partikularen mugimendua “1” konpartimentutik “2” konpartimentura berez gertatuko den ala energia eman behar diogun gertatu ahal izateko:

$$\Delta G < 0 \rightarrow ([x_1] > [x_2])$$

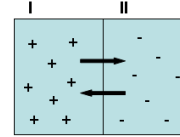
*Espontaneoki gertatuko da kontzentrazio gradientearen alde (kontzentrazio handienetik, txikienera) mugitzen denean. Beraz garraio pasiboa izango da, hau da, energia gasturik gabekoa.*

$$\Delta G > 0 \rightarrow ([x_1] < [x_2])$$

*Ez da espontaneoki gertatuko kontzentrazio gradientearen kontra (kontzentrazio txikienetik, handienera) mugitzen denean. Beraz garraio aktiboa izango da, hau da energia gastua beharko da garraioa gertatzeko.*

**b.2.) Gradiente elektrikoa:**

$$\Delta G = z \cdot F \cdot \Delta V$$



Non

 $\Delta G$ : Gibbs-en energia askearen aldaketa (Joul-etan (J))

z : karga (coulombetan (c))

F : Faraday konstantea (96.500 c/mol)

 $\Delta V$ : Potentzial elektrikoaren diferentzia (voltiotan (V) edo mV-tan)

\* *Potentzial elektrikoa modu erlatiboan erabiltzen den neurria da. Beti bi puntuen arteko potentzial elektrikoaren diferentzia kalkulatzeko erabiltzen da. "1" eta "2" konpartimenduen artean dagoen potentzial diferentzia ( $V_2 - V_1 = \Delta V$ , karga konkretu bat ( $q$ ), "1" puntutik "2" puntura mugitzeko egin behar den lana ( $W_{12}$ )) definitzen du.*

$$\Delta V = V_2 - V_1 = W_{12}/q$$

Kargadun substantzia batek duen mintza zeharkatzeko joera bi gradiente hauen baturak adieraziko digu: **Gradiente elektrokimikoa:**

$$\Delta G = R \cdot T \cdot \ln [x_2]/[x_1] + z \cdot F \cdot \Delta V$$

Zeintzuk substantziak daukate mintza zeharkatzeko gaitasuna?

Eta joera?

**7. MINTZEAN ZEHARREKO GARRAIO MOTAK:****7.1. MINTZ ZEHARREKO MOLEKULEN GARRAIOA:**

**A) GARRAIO PASIBOA** (Gradientearen alde, energia gasturik gabe, gertatzen da):

**A.1.) DIFUSIO BAKUNA** (Proteinik gabe gertatu ahal da)

**A.2.) DIFUSIO ERRAZTUA** (Proteinen laguntzarekin gertatu behar dena)

**A.2.1.) DIFUSIO IONIKOA** (Proteinek kanal ionikoa eratzen dute, kargadun substantzien pasabidea ahalbideratzeko)

**A.2.2) GARRAIATZAILE BIDEZKO DIFUSIOA** (Garraio-proteinek parte hartzen dute; konformazio aldaketa beharrezkoa da tamaina handiko molekulen pasabidea ahalbideratzeko)

**B) GARRAIO AKTIBOA** (Gradientearen kontra, energia gastuarekin, gertatzen da):

**B.1.) PRIMARIOA** (Garraiorako energia ATP-tik zuzenean lortzen da)

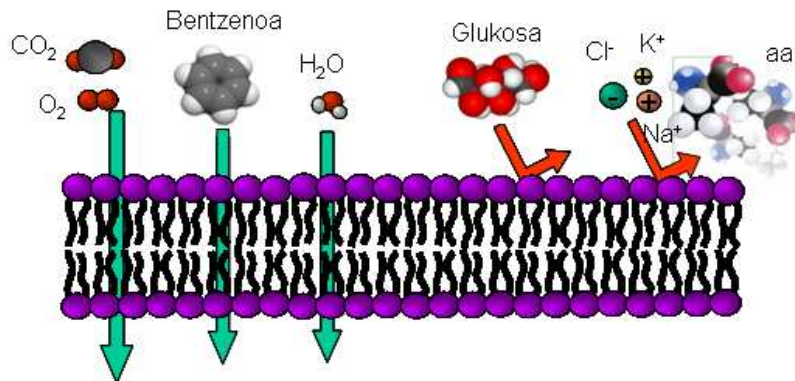
**B.2.) SEKUNDARIOA** (Garraiorako energia beste prozesu akoplatutik lortzen da)



## A) GARRAIO PASIBOA:

Molekulak mugituko dira gradiente elektrokimikoaren alde, beraz ez da energia gasturik behar molekulen garraiorako. Kasu honetan molekulak difusioz mugitzen direla esaten da.

*Difusioa: “Substantzia batek eskuragarri duen espazio guztia betetzeko duen joera”. Banaketa homoginoa lortu arte mugituko dira substantziak. Hau gertatuko da substantziarentzat iragazkorra den mintza tartean badago ere.*



Substantziaren **izaeraren** arabera hurrengo moduetan gertatu ahal da:

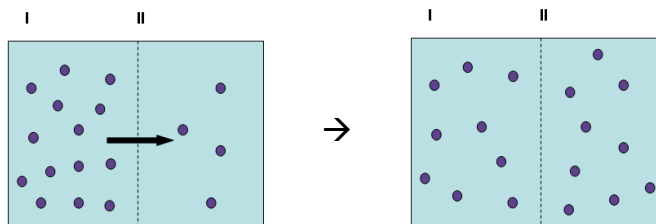
### A.1.) DIFUSIO BAKUNA:

Substantziek proteinen laguntzarik gabe zeharkatu ahal dute mintz plasmatikoa. Substantzia txikiak eta karga gabekoak bakarrik izango dira gai mintza zeharkatzeko (bigeruza lipidikoa zeharkatu ahal duten substantziak):

Molekula apolarrak eta txikiak:  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ... (Adib: *arnasketa prozesuan gasek mintza difusio pasiboz zeharkatuko dute*)

Molekula polar ez kargatuak eta txikiak:  $H_2O$ , etanola, urea...

Baina kargadunek ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ... tamaina txikikoak izan arren) eta pisu molekular handikoek (Glukosa, sakarosa... nahiz eta kargarik ez izan) ezin dute garraio mota hau erabili.



**Fick-en legea:** Lege honek azaltzen du zer nolako abiadurarekin barreiatuko dira solutu iragazkor baten molekula disolbatzailean zehar (demagun, uretan zehar).

$$J = D \cdot A \cdot ([x_1] - [x_2]) / \Delta l$$

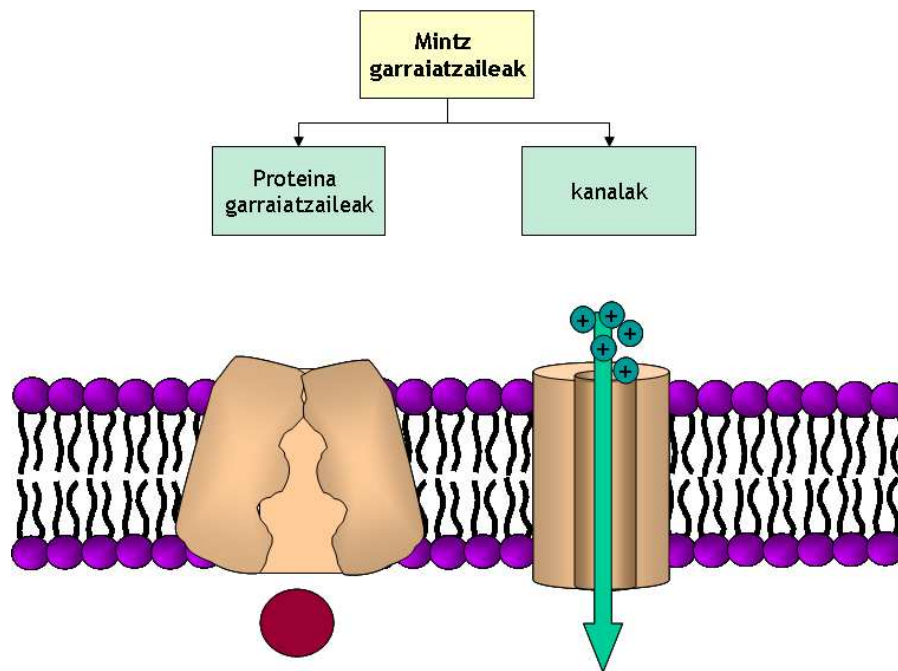
Non...

- J fluxuaren abiadura den
- D difusio koefizientea
- A fluxua neurtzen ari garen sekzioa edo azalera
- $x_1$  Solutuaren kontzentrazioa hasierako tokian
- $x_2$  Solutuaren kontzentrazioa bukaerako tokian
- $\Delta l$  Solutuak ibili behar duen distantzia edo mintzaren lodiera

Formula honetan beraz, adierazita geratzen dira substantzia batek mintza zeharkatzeko duen gaitasuna definitzen duten faktore guztiak (aurretik aipatu ditugunak):

- Iragazteko **joera** → kontzentrazioen desberdintasuna ( $[x_1] - [x_2]$ )
- Iragazteko **gaitasuna** → molekularen tamaina (D)
- molekularen izaera (kargadunak = 0)
- mintzaren lodiera ( $\Delta l$ )
- mintzaren zabalera (A)

## A.2.) DIFUSIO ERRAZTUA (Proteinen laguntzarekin gertatu behar dena)



### A.2.1.) DIFUSIO IONIKOA

Ioiek duten mugimendu nagusia da. Gradiente elektrokimikoaren alde burutzen da, beraz energia gasturik gabe.

Proteina bereziak mintz-plasmatikoa zeharkatzen duten kanalak edo poroak eratzen dituzte, honela ioiak, kargadunak diren atomoak, bigeruz lipidikoa (apolarra) zeharkatu ahal izango dute.

Eratzen diren kanalak selektiboak dira.

Kanal hauek normalean proteina azpiunitate ezberdinez eratuta egongo dira. Azpiunitate hauek elkarrekin kontaktuan jarriko dira mintzean poro bat eratzuz.

*Porro honen barnekaldea polarra izango da eta normalean urez beteta egongo da. Ioien mugimendu azkarra oso garrantzitsua da nerbio-zeluletan eta muskulu-zeluletan gertatzen den bulkadan eta beraz, zelula hauetan gertatzen den seinaleen transmisioan.*

### a) Kanal ioniko pasiboak edo irekiak (ihesa-kanalak)

Beti daude irekita. Espezifikotasun maila desberdinetakoak daude. Ezagunenak:  $\text{Na}^+$ -arentzako kanal pasiboa,  $\text{K}^+$ -arentzako kanal pasiboa,  $\text{Cl}^-$ -arentzako kanal pasiboa...

### b) Boltaiaren menpeko kanalak:

*Zelula guztien mintzak kargatuta daude. Zelula egoera egonkorrean, edo atsedendian dagoenean mintz-potentzial negatiboa dauka (-70mV ingurukoa). Mintz-potentzial honen balioa alda daiteke, hots, mintz-potentzialaren aldaketa lokalak gerta daitezke.* Boltaiaren aldaketa hauek, boltai menpeko kanalak irekitzea eraginduko dute. Boltai menpeko kanal ezagunenak ondorengo hauek dira:

#### b.1.) Boltai menpeko $\text{Na}^+$ kanalak:

Lau proteina azpiunitatek eratzen dute poroa.

Boltai sentsoarea daukate, hau da, boltai aldaketak ezagutuko duen egitura (kanal hauek despolarizazioarekin irekitzen dira).

Selektibitate iragazkia erakusten dute. Bakarrik  $\text{Na}^+$ -aren pasabidea baimentzen dute (*diametro egokia eta poroaren barnekaldeko aminoazidoen osaketak baimenduko du selektibitatea*).

Bi ate dituzte:

Bata kanpoaldeari begira dago. Aktibazio-atea edo m-atea deritzona. Aktibo dagoenean eta boltai aldaketa gertatzean irekiko den atea da. Atsedendian itxita dago.

Beste atea barnealdeari begira dago. Inaktibazio-atea edo h-atea deritzogu. Ate hau itxita dagoenean kanala inaktibo egoeran dago, beraz ez dio seinalei erantzungo. Denbora tarte egokiaren buruan ate hau ireki eta aktibazio-atea berriro itxiko da, kanala berriro egoera aktiboan agertuko delarik.

Tetrodotoxinak (TTX) ezagutzen duen gunea dauka. Toxina lotzean kanala blokeatuta geratuko da ioien pasabidea oztopatuz. Honek eragin larriak ekar ditzake nerbio-sistema zentralean.

Nerbio-zeluletan oso kanal garrantzitsua da.

#### b.2.) Boltai menpeko $\text{K}^+$ kanalak:

Proteina-azpiunitateen tetrameroa poroa osatzen du.

$\text{Na}^+$  kanalaren oso antzekoa da, baina honek ate bakarra dauka eta irekitzeko, seinale bera ezagutzen badu ere, motelagoa da.  $\text{K}^+$ -arentzat espezifikoa da. Nerbio-zeluletan oso garrantzitsuak dira. Tetraetilamonio (TEA) toxinak blokeatzen ditu.

**b.3.) Boltai menpeko  $\text{Ca}^{++}$  kanalak:**

$\text{Na}^+$  eta  $\text{K}^+$  kanalen antzekoa da. Hauetan poro handiago bat eratzen da  $\text{Ca}^{++}$ -ren pasabidea errazteko, baina espezifikotasuna mantenduz.

Muskulu-zeluletan, zigotoan eta zelula endokrinoetan oso garrantzitsuak dira. Nerbio-zeluletan ere, sinapsi prozesuan zehazki, agertuko zaizkigu.

**c) Lotugaien menpeko kanalak**

Zelula kanpoko zein barneko lotugaiek erregulatu ahal dituzten kanalak dira. Kasu hauetan kanala irekitzeko edo ixteko kinada, seinale kimikoa izango da. Ondoren seinale kimiko hau seinale elektriko bihurtuko da (ioien mugimendua ahalbidetzen duelako). Lotugaiak neurotransmisoreak (ioiak, peptidoak, aminoazidoak, nukleotidoak...), hormonak edo faktore trofikoak izan ahal dira. Lotugai menpeko kanalak bi motatakoak izan daitezke:

**c.1.) Ionotropikoak edo hartzaile-kanalak:**

Hartzailea eta kanala egitura proteiko bakarria osatuko dute. Hauetara bitartekari kimikoa lotzen denean (lotugaia), kanala berehala irekiko da ioien pasabidea ahalbideratuz. Adibideak:

-Azetil Kolinak irekitako hartzaile-kanalak (kolinergikoak):

Bi azetil kolina molekula lotzean kanala irekiko da. Orduan  $\text{Na}^+$ -a zelulara sartu eta  $\text{K}^+$ -a zelulatik aterako da. Ondorioz zelularen despolarizazioa gertatuko da. Mota honetako kanalak muskuluan, batez ere, aurkitzen ditugu.

-GABA-k (azido ganma aminobutitrikoak) irekitako hartzaile-kanalak (Gabaergikoak): *GABA aminoazidoa lotzean kanala irekiko da eta orduan  $\text{Cl}^-$ -a zelula barnera sartuko da, zelula horren hiperpolarizazioa eraginez. Hauek batez ere nerbio-zeluletan topatu ahal ditugu.*

**c.2.) Metabotropikoak edo G proteinei loturiko hartzaileek aktibatutako kanalak:**

Hartzailea eta kanala egitura proteiko desberdinak dira. Aurrekoek baino erantzun geldoagoa eragiten dute. Hauen izena zelularen metabolismoa aldatzeko gaitasunagatik datorkie. Arrazoi honengatik geldoagoak dira, baina erregulagarriak ere badira.

*Lotugaia hartzaileari lotzen zaionean G proteinen aktibazioa gertatzen da, ondorioz seinaleen ur-jauzia pizten da (adenilato ziklasak cAMP sortzean).  $\text{Ca}^{++}$  kanalak irekiko dira ( $\text{Ca}^{++}$ -a zelulara sarreraziz) eta entzimen ur-jauzia (kinasa ur-jauziek bideratuta batez ere) nukleoraino eta beste organuluetaraino ailegatu ahal da (RNA-ren itzulpena, proteinen sintesia... eta zelulen beste funtzioak aktibatuz). Beste kanalak ere ireki ahal dira G proteinen aktibazioari esker.*

**d) Mekanikoki erregulatutako kanalak:**

Presioa edota luzapenaren aurrean kanalak erantzungo dute. Aldaketa mekaniko hauek zelularen zitoeskeletotik zehar hedatuko dira kanalak ireki ala itxiko direlarik.

**e) Fosforilazioz erregulatutako kanalak:**

Fosfato taldearen loturetan dagoen energia erabiliko da kanala ireki ala ixteko

### A.2.2) GARRAIATZAILE BIDEZKO DIFUSIOA

Garraio mota honetan mintz-plasmatikoaren proteina integral bereziek hartzen dute parte: Garraio-proteinek. Proteina hauek beharrezkoak dira solutu oso handiak mintzean zehar garraiatzeko. Garraio pasiboa da, energi gasturik gabe gertatzen dena, gradientearen alde egiten delako.

Solutua mintzaren alde batetik bestera garraiatzeko garraio-proteinek aldaketa konformazionala pairatu behar dute. Hau dela eta, ez da difusio ionikoa bezain azkarra izango, poro irekia ez baitute eratzen eta atea beti itxita agertuko dela (bestela edozeinek zeharkatu ahal izango zuen). Hauek aldiz oso selektiboak dira. Molekula bakar bat (edo molekula talde bakarra) garraiatzeko espezializatuta daude.

*Entzimak substratuak ezagutzeko erabiltzen duten mekanismo bera erabiliko dute garraiatu behar duten solutua ezagutzeko: solutua ezagutu, solutua lotu, aldaketa konformazionala jasan, solutua mintzaren beste aldera pasarazi (produktua). Hau dela eta, Michaelis-Menten-en zinetika jarraitzen dute:*

$$v = V_{max} \times [S] / (K_m + [S])$$

Non v: abiadura

$V_{max}$ : abiadura maximoa

[S]: substratuaren kontzentrazioa zelularen kanpokaldean

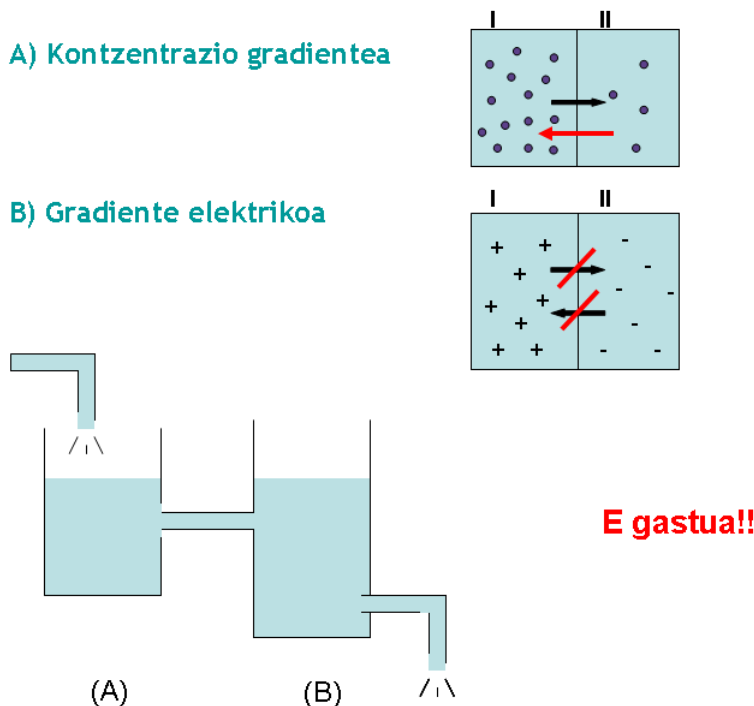
$K_m$ : substratuaren kontzentrazioa zeinean proteinen %50 saturatuta dagoen (edo abiadura maximoaren erdia lortu denean)

### B) GARRAIO AKTIBOA

Gradiente elektrokimikoaren kontra egiten den garraio mota da.

Energi gastua behar da aurrera eramateko.

***\*Garraio pasiboaren bidez, barne ingurunea kanpokaldekoarekin orekatzera jotzen da, kontzentrazioak berdindu arte gertatu ahal baita. Baina zelulek bizirik jarraitzeko, oreka hau apurtu behar dute eta egoera egonkorra (oreka dinamikoa) mantendu. Hau mantentzeko energia behar da, garraio aktiboa burutu behar da.***



## B.1. GARRAIO AKTIBO PRIMARIOA

Energi iturri primarioen menpean egongo da: ATP-ren hidrolisitik, zuzenean, lortzen den energiaren menpean.

ATP-aren hidrolisian askatzen den energia izango da molekulen garraioan erabiliko dena. Garraio hau aurrera eramateko proteina garraiatzaile bereziak behar dira: ponpako edo ATP-asa. Proteina hauek ATP-asa funtzioa daukate eta mintz plasmatikoa zeharkatzen duen egitura osatzen dute, molekulak mintzaren alde batetik bestera mugitu ahal izateko.

### a) Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ponpa (Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPasa):

Definizioa: Gradientearen kontra Na<sup>+</sup> eta K<sup>+</sup> ioien kontragarraioa egiten duen proteina garraiatzailea da. Garraio-funtzioaz gain, funtzio ATPasikoa ere badauka. Zelularen mintzean kokatzen da.

Bere funtzio fisiologikoa gradiente ionikoen eraketaz eta mantentzeaz arduratzea da, mintz plasmatikoa bi aldeetara ioien banaketa asimetrikoa mantentzea, alegia. Hau dela eta, **mintz-potentzialaren erantzulea** dela esaten da.

Kontzentrazioak	Zelularen barnealdean	Zelularen kanpokaldean
K <sup>+</sup>	140mM	5mM
Na <sup>+</sup>	14mM	140mM

Mekanismoa: Antiporte garraio sistemaren bidez, bi K<sup>+</sup> zelularen barnealdera sartuko ditu hiru Na<sup>+</sup> kanporatzen duen aldi berean, ATP molekula bat hidrolizatuz (irudia ikusi, ppt).

K<sup>+</sup> garraioa kontzentrazio gradientearen kontra baina gradiente elektrikoaren alde gertatzen da.

Na<sup>+</sup> garraioa kontzentrazio gradientearen kontra eta gradiente elektrikoaren kontra ere, gertatzen da.

Ponpa honen funtzionamenduak gastu energetiko oso handia suposatzen du: 100 ATP segunduko, hots, zelularen energi gastu totalaren heren bat (zelula kitzikagarrietan energia totalaren %70).

#### IRUDIAREN AZALPENA:

*Zelularen barnealdeari begira dagoen proteinaren aldeari hiru Na<sup>+</sup> ioi lotuko zaizkio. Gero, ATP gastuaren bidez proteina honen konformazioa aldatuko da. Zelularen kanpokaldeari begira dagoen alde irekiko da eta hiru Na<sup>+</sup>-ak proteinatik atera eta zelulatik kanporatuko dira. Momentu honetan, oraindik zelularen kanpokaldera irekita dagoela, bi K<sup>+</sup> ioi lotuko zaizkio, proteinak duen K<sup>+</sup>-a lotzeko gune berezietara. Hau gertatuta bere energi baxuko konformaziora bueltatuko da, energi gasturik gabe, zelula barnealdera irekiz eta bi K<sup>+</sup>-ak sartuz.*

### b) Ca<sup>++</sup>-ponpa (Ca<sup>++</sup>-ATPasa)

Definizioa: Ca<sup>++</sup>-a bere gradientearen aurka garraiatzen duen proteina garraiatzailea da. Erretikulo endoplasmatikoa mintzean kokatzen da.

Funtzioa: Zitoplasmaren Ca<sup>++</sup> kontzentrazioa baxua mantentzea da. Ca<sup>++</sup>-a oso seinale intrazitoplasmatikoa garrantzitsua da (batez ere muskulu-zeluletan, nerbio-zeluletan, gametoetan...). Baina seinale moduan jokatzeko inguruetik desagertarazi behar da seinalerik behar ez denean.

Mekanismoa: zitoplasmako  $\text{Ca}^{++}$  kontzentrazioa handia denean, bi  $\text{Ca}^{++}$  molekula lotuko dira eta aldaketa konformazionala gertatzean, ATP gastuaren bidez, erretikulura sartuko da.

Gastu energetikoa: Bi  $\text{Ca}^{++}$  bere gradientearen kontra sartzeko ATP bat gastatu behar da. Zelulan 10 ATP segunduko gastatuko dira mekanismo honen bidez.

## B.2. GARRAIO AKTIBO SEKUNDARIOA

Garraio aktiboa denez, energia gastatuko du molekulak gradientearen kontra garraiatzeko. Energi-iturri primarioa (ATP-aren hidrolisia) modu ez zuzenean erabiliko du. Molekula baten gradiente elektrokimikoan gordetako energi potentziala erabiliko du, beste molekulen gradientearen kontrako garraioa ahalbideratzeko.

Beraz, gradientearen alde pasatzen den solutu bateri akoplatuko zaio gradientearen kontra eraman behar den molekula garraio sekundarioan (aurretik, lehenengoaren gradientearen eratzeko, energia gastatu da).

Batez ere  $\text{Na}^+$  -aren garraioari akoplatutako garraioak izango dira.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ponpak sortzen duen gradientearen erabiliko da beste molekulak garraiatzeko.

*Termodinamikoki azaltzeko:  $\Delta G_{\text{totala}} = \Delta G_1 (<0) + \Delta G_2 (>0) >0$  (espontateo) ( $\Delta G_1 >> \Delta G_2$  delako)*

### a) $\text{Na}^+$ -aren menpeko glukosa (edo aminoazido) garraioa

Bi garraio mota dira  $\text{Na}^+$ -Glu garraioa eta  $\text{Na}^+$ -aa garraioa. Bi proteina desberdinek egiten dute. Baina prozesua berdina da.

Garraio sinportea da.  $\text{Na}^+$ -a eta glukosa (edo aa-a) norabide berean mugitzen direlako.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ponpak eratutako  $\text{Na}^+$ -gradientearen aprobetxatuz,  $\text{Na}^+$ -ak gradientearen alde zelulara sartzeko joera izango du. Garraio mota hau hestearen epitelio-zeluletan eta giltzurrunaren epitelio-zeluletan oso garrantzitsua da. Honela pasatzen da elikagaietan hartzen dugun glukosa hestearen argitik (kanpo inguruetik) odolara (barne ingurunera).

### b) $\text{Na}^+$ -aren menpeko $\text{Ca}^{++}$ garraioa

Garraio antiportea da.  $\text{Na}^+$ -a gradientearen alde zelulara sartzen da eta  $\text{Ca}^{++}$ -a gradientearen kontra zelularen kanpoaldera aterako da. Garrantzitsua da batez ere muskulu-zeluletan.

### c) $\text{Na}^+/\text{H}^+$ antiportea

Zelula barneko pH-a kontrolatzeko erabiltzen den garraioa da.

## OHARRA 1.:

Solutuen garraiorako proteina garraiatzaileak erabiltzen direnean, hiru garraio mota desberdindu ahal dira:

1-UNIPORTEA: Solutu bakar bat garraiatzen denean.

2-SINPORTEA: Bi solutu norantza berean garraiatzen direnean. Kogarriaioa.

3-ANTIPORTEA: Bi solutu, kontrako norantzan, garraiatzen direnean. Kontragarraioa.

## **7.2. MINTZ ZEHARREKO BESIKULEN GARRAIOA**

### **1) Endozitosia**

### **2) Exozitosia**

### **3) Transzitosia**

## **8. ZELULEN ARTEKO KOMUNIKAZIOA**

Organismoaren funtzionamendu egokirako zelulak beraien artean komunikatu behar dira. Zelulen arteko komunikazioa mota askotakoa izan daiteke:

- 1) Gap loturak
- 2) Kontaktu bidezko komunikazioa (juxtakrinoa)
- 3) Komunikazio intrakrino, autokrino eta parakrinoa
- 4) Distantzia handiko komunikazioa
  - a. Komunikazio endokrinoa
  - b. Neurotransmisoreen bidezko komunikazioa
  - c. Neurohormonen bidezko komunikazioa

Guztietan zelulak seinale kimiko zein fisikoa bidali beharko dio beste zelulari horrekin komunikatu ahal izateko. Itu-zelulak seinalearentzako hartzaile bat izango du, zeinak, zelulak ulertzeko moduko informazio bihurtuko duen hasierako seinalea: entzimen aktibazioak, metabolismo aldaketak...