

5.GAIA: ORGANISMOAREN BARRUNBE LIKIDOAK ETA HAUEN ARTEKO KOMUNIKAZIOA (II)

AURKIBIDEA

1. Sarrera
2. Oreka VS Homeostasia
3. Mintz plasmaticoan zeharreko molekulen mugimendua
 - 3.1. Mintza zeharkatzeko joera
 - 3.2. Mintza zeharkatzeko gaitasuna
4. Garraio motak
 - 4.1. Garraio pasiboa
 - 4.1.1. Difusio bakuna
 - 4.1.2. Difusio erraztua
 - 4.1.2.1. Kanalen bidezkoa/difusio bakuna
 - 4.1.2.2. Garraiatzaileen bidezko garraioa
 - 4.2. Garraio aktiboa
 - 4.2.1. Garraio primarioa
 - 4.2.2. Garraio sekundarioa

1. SARRERA

Kanpoaldeko barrunbean likido interstiziala eta plasma desberdinu daitezke, haien artean desberdinak direlarik. Bestalde, organismoko konpartimenduen solutuen banaketa desberberdina da, hau da; ioien banaketa asimetrikoa da. Ondorioz, desoreka kimiko eta elektrikoa ematen da, baina ez desoreka osmotikoa. Desoreka horiek mantentzeko energia gastua behar da, homeostasiak eskatzen baitu.

Homeostasia mantentzeko konpartimenduak beharrezkoak dira: izan ere, barrunbeek funtzio espezifikokoagoak egiteko gaitasuna ematen dute. Barrunbe horien muga mintz plasmatico da, zeinak, aldi berean, zelula barneko eta kanpoko likidoak banatzen dituen.

2. OREKA VS HOMEOSTASIA

Guere organismoa ez dago oreka absolutuan, desoreka kimiko eta elektrikoa dago, baina oreka osmotikoa dugu. Hau, mintz plasmaticoaren iragazkortasunari esker ematen da.

3. MINTZ PLASMATIKOAN ZEHARREKO MOLEKULEN MUGIMENDUA

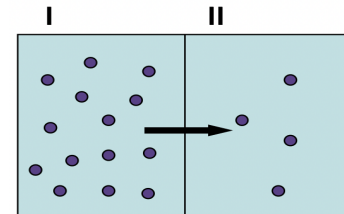
- **Kontzentrazio gradientea:**

Ez da garrantzitsuen, jakin beharrekoa: Substantziak kontzentrazio handienetik txikienera mugitzen dira, hau da; **kontzentrazioa berdintzeko joera** daukate.

A) Kontzentrazio gradientea

$$W_k = R \cdot T \cdot \ln C_2 / C_1$$

W_k : lan kimikoa $\rightarrow \Delta G$: Gibbs-en energia askea
 R : gasen konstantea $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}^\circ$
 $8,32 \text{ J} / \text{mol} \cdot \text{K}^\circ$
 T : temperatura
 \ln : logaritmo nepertarra
 C_2 : substantziaren kontzentrazioa II ontzian
 C_1 : substantziaren kontzentrazioa I ontzian



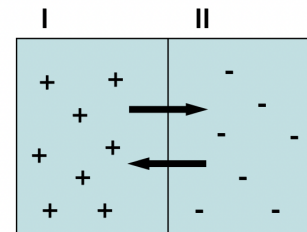
- **Gradiente elektrikoa:**

Ez gara gehiegi sartuko, hurrengo klaseetan landuko baita. Jakin beharrekoa seinu berdinekoak hurbiltzen direla da, hau da; **elektroneutralitatea** lortzeko joera daukate.

B) Gradiente elektrikoa

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

W_e : lan elektrikoa $\rightarrow \Delta G$: Gibbs-en energia askea
 z : substantzia baten karga
 F : Faraday konstantea, $96.500 \text{ C} / \text{g}$
 ΔV : Boltai aldaketa edo potentzial diferentzia I eta II ontzien artean



Azaldutako bi gradiente horiek molekula askotan topatuko ditugu, zelularen barrualdearen eta kanpoaldearen artean lehenago aipatutako solutuak desoreka kimikoa eta elektrikoa dagoelako. Kargadun solutuak desorekatuta daudenean, **gradiente elektrokimiko** bat sortuko dute. Era berean, gradiente elektrokimiko honek molekula batek mugitzeko joera duen ala ez esango digu.

GRADIENTE ELEKTROKIMIKOA:

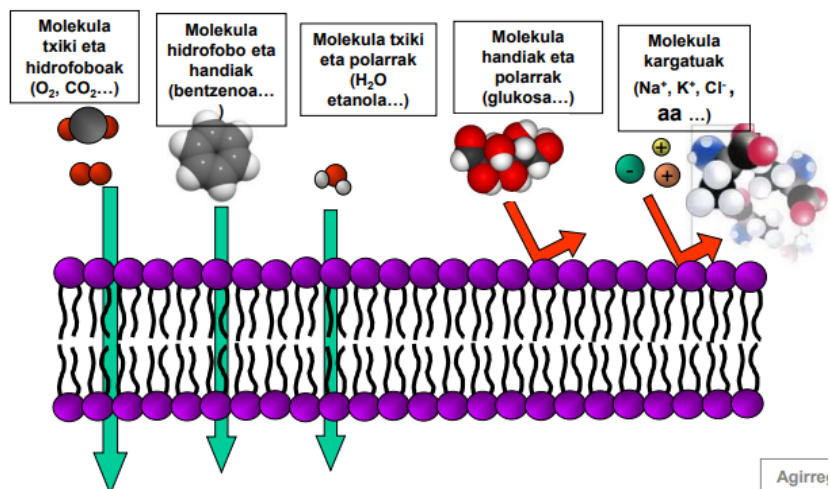
$$W = R \cdot T \cdot \ln C_2 / C_1 + z \cdot F \cdot \Delta V$$

**Formulak printzipioz ez dira jakin behar.*

3.2. Mintza zeharkatzeko gaitasuna

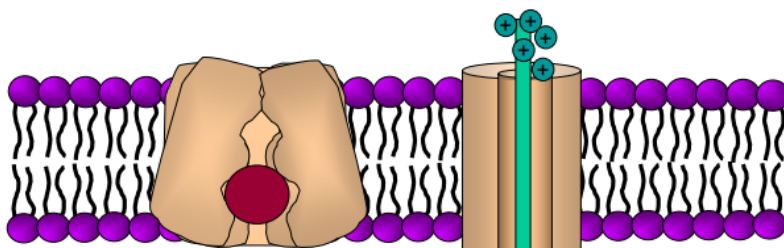
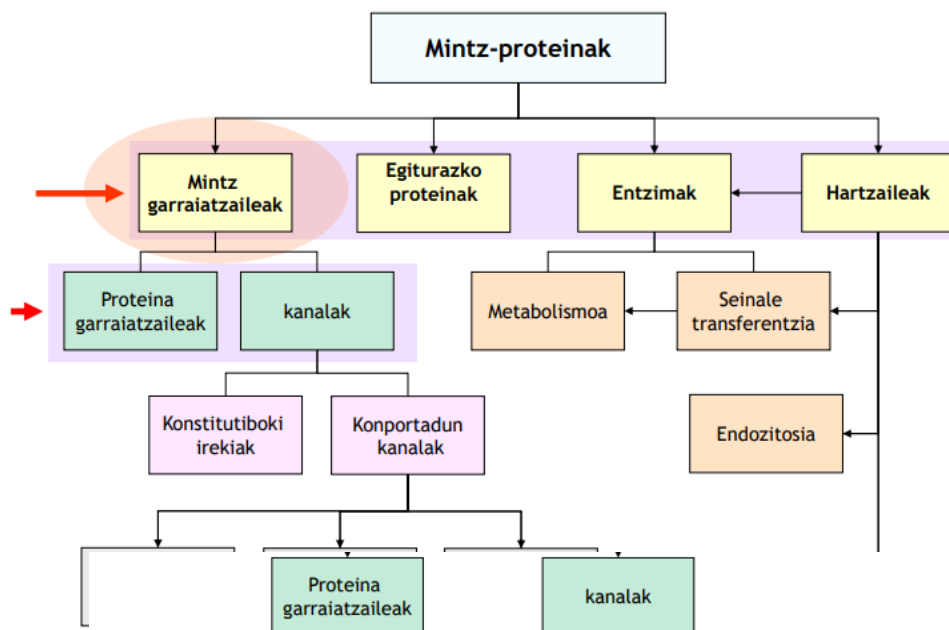
Mintza zeharkatzeko gaitasuna molekula txiki eta hidrofoboek izango dute, hau da, bigeruz lipidikoarekiko solugarriak direnak. Aldiz, molekula handiak eta kargadunak (nahiz eta txikiak izan) ez dute gaitasuna izango mintza zeharkatzeko.

Bigeruza lipidikoa:



Hala ere, orain arte azertu dugu molekula batek mintza zeharkatzeko duen gaitasuna bigeruz lipidikoaren ikuspuntutik, eta substantziak soilik **gradientearen alde** mugituko direla esan dugu. Baina, errealitatean, badaude **gradientearen kontra** mugitzen diren molekulak (adibidez glukosa edo ioiak, baita gradientearen kontra mugitzen diren zenbait molekula inorganiko ere), hau da, haien joeraren aurka. Molekula hauek ere zeharkatu ahal izango dute mintza, baina bakarrik **mintz proteinei esker** (mintza zeharkatzen duten egitura proteikoak), eta hauek izango dira gaitasun hori ez daukaten molekulei eta ioiei mintza zeharkatzea ahalbidetuko dietenak (prozesu hau **energia gastu** bat suposatuko du).

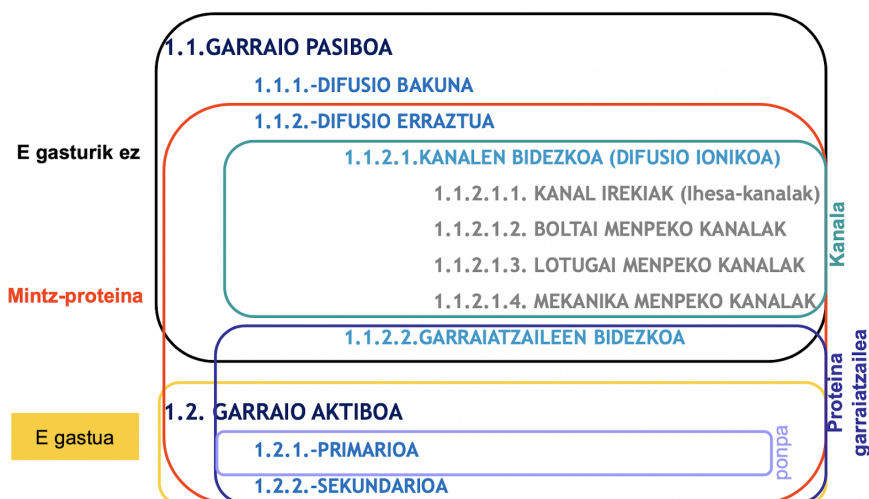
Eskeman ikus dezakegun moduan, mintz proteinak mota askotarikoak izan daitezke, baina guk mintz garraiatzaileak azertu ditugu. Talde honen barruan beste bi azpitalde daude: **proteina garraiatzaileak** eta **kanalak**.



(ez ditu proteina motak azaldu, berez biozelen emandakoa da)

Bi egitura hauek ez dira berdinak; proteina garraiatzaileek aldaketa konformazional bat jasan behar dute eta, entzimek bezala, saturazio abiadura bat daukate. Kanalak, aldiz, mintzean agertzen diren poroak dira (proteina konkretu batzuk txertatzen dia mintzean eta pasabidea sortzen da).

4. MINTZ PLASMATIKOAREN ZEHARREKO MOLEKULEN GARRAIO MOTAK



**Oso garrantzitsua eskema hau buruan izatea*

Mintz plasmaticoan zeharreko molekulen garraioa aztertzeke, hau izango da erabiliko dugun eskema. Egiten den lehenengo banaketa garraio **PASIBO** eta garraio **AKTIBO**arena da. Pasiboaren barruan **difusio bakuna** eta **erraztua** aurkitzen ditugu, eta azken honen barnean bi mota nagusi: **difusio ionikoa** (edo kanalen bidezkoa) eta **garraiatzaileen bidezkoa**. Garraio aktiboaren barruan garraio **primarioa** eta **sekundarioa** aurkitzen dugu.

Gorri inguratuta dauden garraio mota guztietan mintz-proteina bat beharko da (beraz, bakarrik difusio bakuna geratuko da talde horretatik kanpo). Mintz proteinak beharrezkoak izango dira mintza zeharkatu nahi duten substantziek hori egiteko gaitasuna eta joera ez dutenean; aldi berean, gaitasunaren barruan bi kasu desberdin egon ahal direnez (handiegia izatea edota kargatuta egotea). Honen ondorioz, mintz proteinaren beharra 3 faktorek mugatuko dute: tamaina, karga eta joera.

Difusio bakunean, ez da faktore horietako bat ere betetzen, mintz proteinak ez dira beharrezkoak. Difusio ionikoan aurkitzen dugun oztopoa karga izango da; garraiatzaileen bidezkoan, berriz, tamaina (oraindik energirik gabe ematen den garraioaren barruan gaude, beraz, joeraren alde emango da bi kasu hauetan). Azkenik, garraio aktiboan, joeraren aurka ematen da (bai tamainaren bidezkoa edo joeraren aurkakoa). Azken bi egoera hauetan (tamaina eta joera faktoreek mugatzen dutenak) proteina garraiatzaileak erabiliko dira (eta ez kanalak). Hala ere, garraio aktibo primarioko proteina garraiatzaileek izen propio bat izango dute: **ponpak**.

*Ez nahastu kanalak eta ponpak!! Kanalek ez dute energi-gastu bat izango, ponpek, aldiz, bai. Ponpak beti izango dira garraio aktibo primarioan parte hartzen duten proteina garraiatzaileak.

4.1. Garraio pasiboa

Garraio pasiboan ez da energiaren gasturik ematen eta substantziak gradientearen alde zeharkatzen dute mintza. Substantziaren **izaeraren** arabera, garraio pasiboaren baitan bi motatako garraioak bereiz daitezke: **difusio bakuna** eta **difusio erraztua**.

4.1.1. Difusio Bakuna

Difusio bakuna burutzen duten substantziak, inolako proteina osagarririk gabe mugitzen dira proteinaren alde (gasak adibidez).

Garraio honen zinetika azaltzeko Ficken legeaz baliatzen gara (formula ez da jakin behar baina legeak azaltzen duena gogoratzeko baliagarria izan daiteke). Bertan substantziak gaitasuna edo joera duen adierazten baita (karga, lodiera, mugitzeko joera duen . . .).

Difusioa Fick-en legea jarraitzen du:

$$J = A \cdot D \cdot \Delta P / \Delta x$$

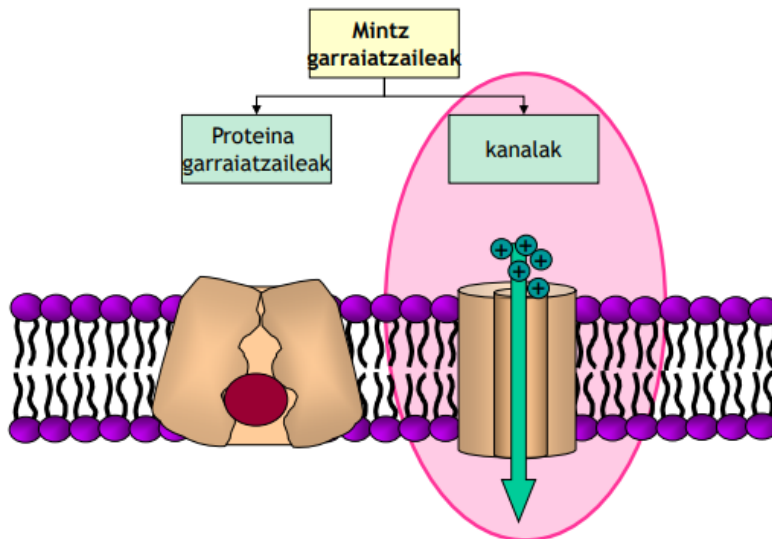
J= difusio indizea
A= difusio azalera
D=difusio koefizientea =S/√PM
S = solubilitatea
PM = pisu molekularra
ΔP = presio diferentzia
Δx = distantzia

- **J= Difusio indizea:**
- **A= Difusio azalera:**
- **D= Difusio koefizientea (S/√PM):**
 - **S=Solubilitatea:** Berez karga ez da agertzen baina ein batean substantzia horrek duen polaritatea bai (Sustantzien karga: karga eduki ez gero, ezin du difusio bakuna egin). Polaritate (molekula barnean sortzen diren karga banaketak) hori solubilitatean agertu daiteke, hau da, zein solugarri izango den substantzia bat geruza lipidikoan: geroz eta polaritate handiagoa, solubilitatea txikiago eta, geroz eta hidrofoago, solubilitatea handiagoa izango da.
 - **PM= pisu molekularra:** tamaina adieraziko du.
- **ΔP= presio diferentzia:** Joera adieraziko du. Lege hau asko erabiltzen da gasekin, hauek oso hidrofoboak izanik, erraztasun handiarekin zeharkatzen dituzte mintzak.
- **Δx= distantzia:** Mintzaren lodiera adieraziko du. Substantzia batek mintza zeharkatzeko egin beharreko distantzia da. Gero eta zabalagoa izan, zailagoa izango da mintza zeharkatzea. Beraz, distantzia zenbat eta handiagoa izan, orduan eta difusio indize txikiagoa egongo da.

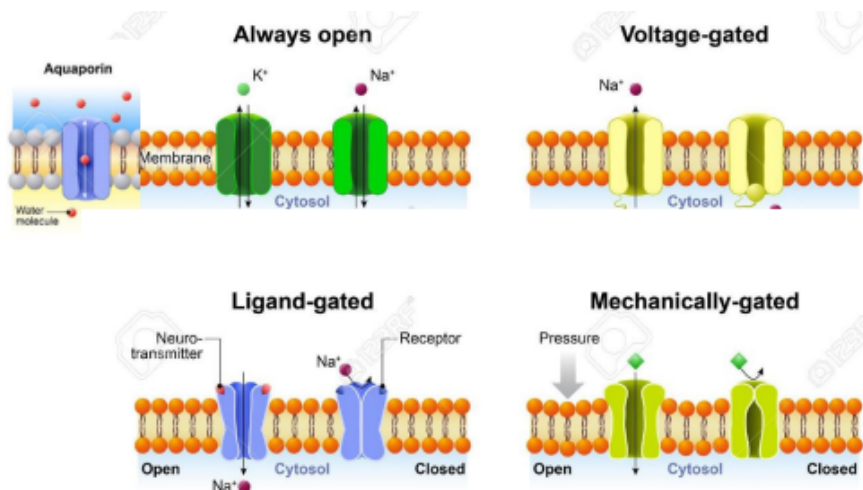
Formula honen bidez substantzia batek bigeruz lipidikoa zeharkatzeko beharrezkoak dituen ezaugarriak ikusten dira.

4.1.1.1. Kanalen bidezkoa/difusio ionikoa

Proteina bereziek mintz-plasmatika zeharkatzen duten kanalak edo poroak eratzen dituzte, honela ioiak, kargadunak diren atomoak, bigeruz lipidikoa (apolarra) zeharkatu ahal izango dute. Kanal hauek normalean proteina azpiunitate ezberdinez eratuta egongo dira. Azpiunitate hauek elkarrekin kontaktuan jarriko dira mintzean poro bat eratzuz.



Kanal batzuk beti egongo dira irekita: irekiak edo pasiboak. Beste batzuk estimulu baten beharra dute ireki edo ixteko. Eta estimulu horren arabera izango da haien izena.



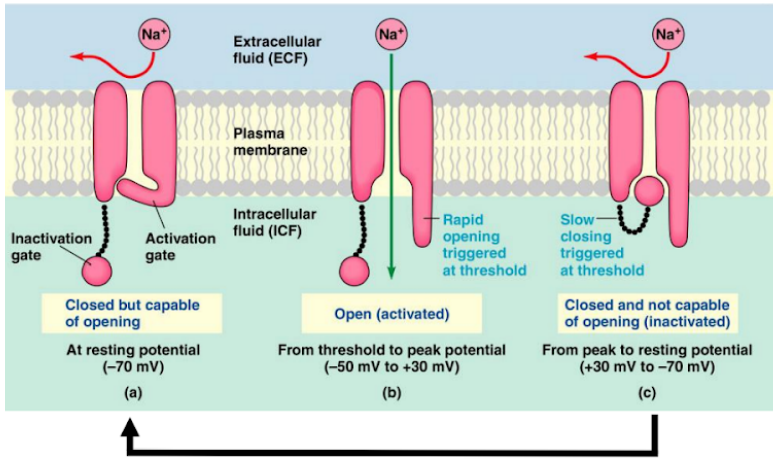
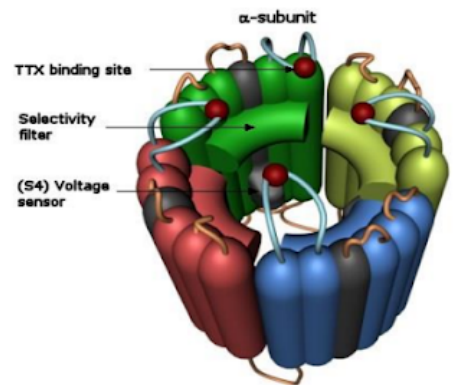
- **Kanal irekiak edo kanal ioniko pasiboak (ihesa-kanalak)**: Kanal hauek beti egongo dira irekita ioi guztientzako, inolako estimuluren beharrik gabe. Espezifikotasun maila desberdinetakoak daude, ezagunen artean: Na^+ -rentzako kanal pasiboa, K^+ -rentzako kanal pasiboa, Cl^- -rentzako kanal pasiboa, etab.

- **Boltaje menpeko kanalak:**

Normalean itxita egoten dira, baina boltaje aldaketa bat ematean irekitzen dira (elektrizitate aldaketa bat behar dute). Hala ere, kanal mota batzuk beti daude irekita eta boltaje aldaketaren aurrean ixten dira.

Boltaje menpeko kanalen artean, 3 kanal adibide ikusiko ditugu:

- **Na⁺ kanalak:** 4 egitura proteikoko kanala da, eta 3 gune ezberdintzen dira: boltajearen sentikortasunerako, iragazki selektiboa egiteko eta TTX gunea (irakasleak esan du zehaztasun hauek ez direla oso garrantzitsuak, baizik eta kanala nola funtzionatzen duen ulertzea). Kanal hau oso berezia da bi ate dituelako, bakoitzak izen propio batekin: bata aktibazio atea eta bestea inaktibazio atea (H eta M izenekin ere deitzen zaie). Inaktibazio elektrikoa dagoenean (atsedenaldi egoera, boltaje aldaketarik gabe), kanala itxita egongo da aktibazio atearen bidez. Boltajearekiko sentikortasuna dela eta, boltaje aldaketa (seinalea) bat



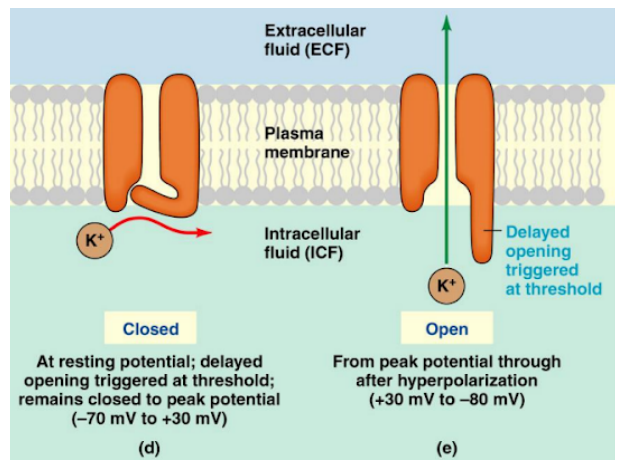
somaten duenean, aktibazio atea zabalduko da, kanala irekiz. Ondoren, kanala berriz ere ixterakoan, inaktibazio atearen bidez itxiko da, geroago hasierako egoerara bueltatzeko (hau da, kanala itxita baina aktibazio atearen bitartez, ziklo bat bezala). Aktibazio/inaktibazio atea ez daude atea ixteko edo irekitzeko gaitasunarekin lotuta, baizik eta seinalea (boltaje aldaketa) jasotzeko gaitasunarekin; horrela, kanala inaktibazio atearekin itxita baldin badago, berdin du seinalerik egotea edo ez, atea ez da seinale hori jasotzeko gai izango (eta, hortaz,

atea irekiko ere ez).

Hainbat lekutan (Japonian, adibidez) puxika arraina jaten da, eta hau ondo ez sukaldatzekotan, hilgarria izaten da. Izan ere, arrain honen errailetan TTX toxina (tetrodoxina) baitago, boltaje kanal hauek inhibitzen dituenak (kanal hauek gure . Kanalak organismoaren komunikaziorako ezinbestekoak izanik, hauen funtzionaltasuna galduz gero, ezin izango ditugu seinaleak garraiatu eta hil egingo gara). Antzeko zerbait gertatzen da eskorpioiekin, nahiz eta haien toxina bestea bezain hilgarria ez izan (kasu honetan, toxina honek kanalen inaktibazio atea inhibitzen du).

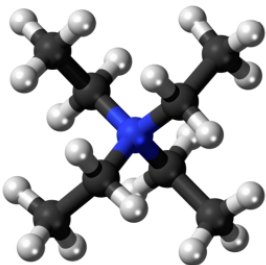


- **K⁺ menpeko boltaje kanalak:** Sodio ioiaren menpeko kanala baino sinpleagoa da, kasu honetan, ate bakarra dagoelako; irekitzen denean potasio ioiaren pasabidea izango da. Zelularen potentzial elektrikoaren aldaketa somatzen duenean (seinalea aurreko kanalaren berdina da: zelularen despolarizazioa, kasu honetan, potentzial elektrikoaren positibatzea), irekiko da. Kanal hauen kontzentrazioa zelulan txikiagoa da, eta gainera, geldoagoak dira; horregatik, denbora gehiago beharko dute.

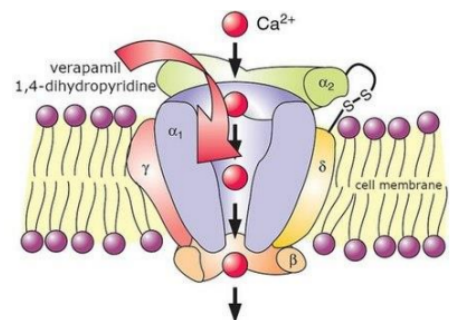


Kanal hauek eta Na⁺ kanalak ez ditugu zelula guztietan aurkituko, soilik kitzikagarriak diren horietan (adibidez, nerbio- eta muskulu-zelulak).

TEA-k (tetratilamonioa, alboko irudian ikusten da bere antolaketa molekularra) K⁺ menpeko boltaje kanalak blokeatzen ditu, hau artifiziaiki sortutako konposatu kimiko bat da, eta batez ere kanal hau ikerketerako erabiltzen da (kasu honetan, zailagoa da substantzia honekin topatzea, ezin zarelako substantzia horren eraginpean egon era natural batean).



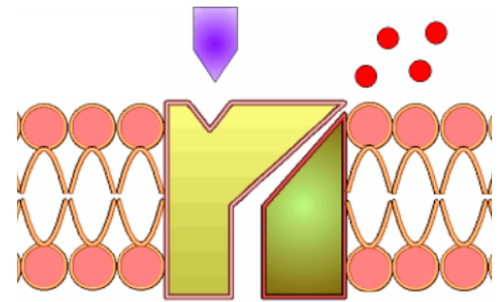
- **Ca²⁺ menpeko boltaje kanalak:** Kanal honek ate bakarra dauka (potasioaren antzekoa). Zelularen potentzial elektriko positibatzen denean irekiko da, eta, kasu honetan, kaltzio ioien garraioa ahalbidetuko du.



- **Lotugai menpekoak:**

Lotugai menpeko kanalak deritze irekitzeko seinalea lotugai edota molekula kimiko bat delako, izan ere, zelula kanpoko zein barneko lotugaiek erregulatu ditzaketen kanalak dira. Lotugai hauek askotariko molekulak izan daitezkeelarik, kanalei lotzean atea ireki egiten dituzte. Atea irekitzean zehartutako gaiak ioi hidrofiliakoak izango dira, kanaletatik ioiak besterik ez baitira igarotzen.

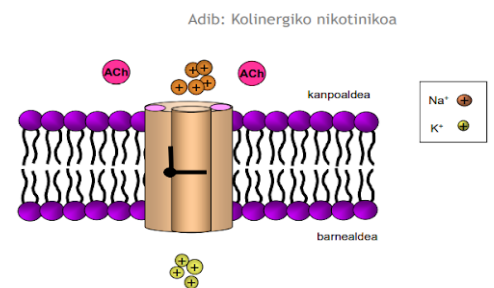
Lotugai menpeko kanal hauek oso lotuta daude mintz-proteina hartzaileekin, izan ere, **seinale-transferentzia** eta **metabolismoan** parte har dezakete. Bi mota desberdindu ditzakegu; ionotropikoak eta metabotropikoak:



- **Ionotropikoak edo hartzaile-kanalak:**

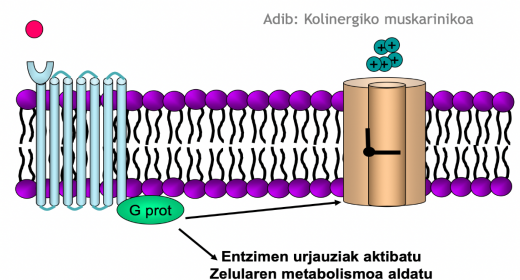
Ionotropikoen bereizgarritasuna kanalaren egitura eta haren eremu hartzailea (lotugaiarekin lotzeko eremua) **egitura proteiko berdinean** agertzen direla da.

Adibidez, kolinergiko nikotinkoa (irudian): kanal hauetan lotugai konkretu bat lotzean (irudian azetilkolina), kanala berehala irekitzen da ioien pasabidea ahalbideratuz. Hori dela eta, lotugaiaren lotura gunea eta gune funtzionala oso gertu egonik erantzuna berehalakoa izango da.



- **Metabotropikoak edo G proteinei loturiko hartzaileek aktibatutako kanalak:**

Hartzailea (lotugaia ezagutzen duenak) eta kanal egitura bi egitura proteiko desberdin dira. Hartzailea normalean, mintz-zeharreko 7 domeinuko egiturakoa da (serpentina), G proteina bat lotuta duenak.

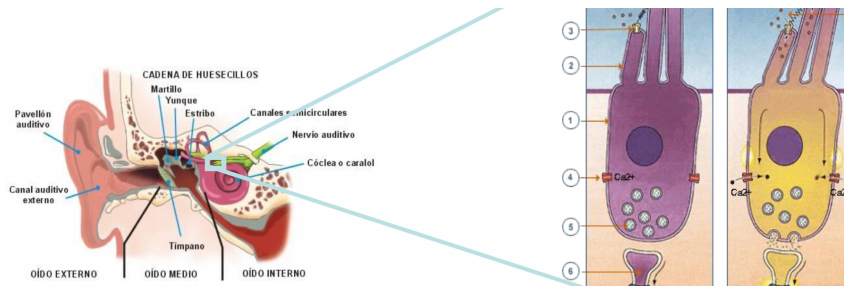
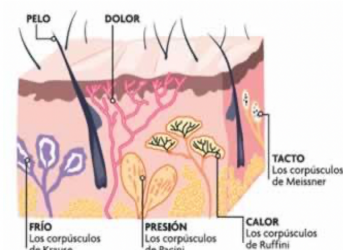


G proteina aktibatzean bi dira izan ahal dituen eraginak; alde batetik, kanalaren irekiera, eta bestetik, **entzimen ur-jauziak aktibatzea** edota **metabolismoan aldaketak** sortzea. Beraz, aurrekoek baino erantzun geldoagoa eta konplexuagoa eragiten dute. Hauen izena zelularen metabolismoa aldatzeko gaitasunagatik datorkie. Arrazoi honengatik geldoagoak dira, baina erregulagarriak ere.

- **Mekanika menpeko kanalak:** Kanal hauek **estimulu mekanikoekin**, hau da; aldaketa fisiko batekin (presio bat, estiramendu bat, dardara...) irekitzen dira. Mota honetakoak dira adibidez, **ukimen** bidezko hartzaileak; azalean aldaketa fisiko bat gertatzean, zelula barnean zitoeskeletoarekin lotutako hartzaileek presio hori nabaritu eta zitoeskeletotik tira egiten dute horrela kanalak irekiz. Izan ere, ukipenean honelako kanalak agertu behar dira presioak, estiramenduak, talkak etab. somatu ahal izateko.

Era berean, entzumenean ere aurkitzen ditugu mota honetako kanalak, entzumen organoen zilioetan hain zuzen ere. Zilioak soinu uhinekin (aldaketa fisikoa) mugitzen direlarik, hauek mekanika menpeko kanala hauen hartzaileetan nabarituz, kanalak ireki egiten dira. Irekiera ostean ioiak sartu eta barne zelula aldaketak emango dira. Mota honetakoak baitira gure organismoko presio arteriala neurtzeko barohartzaileak

ukimena

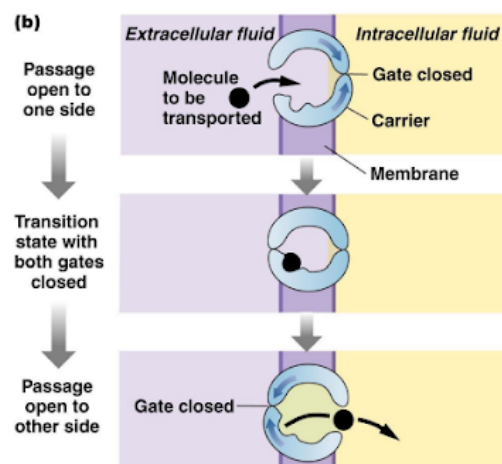


(mekanohartzaileak).

4.1.1.2. Garraiatzaileen bidezko garraioa

Mintzean zehar mugimendua gerta dadin, **molekularen tamaina** dela eta, proteina garraiatzaile bat behar izango da. Molekula handiagoak (konposatuak direlako, baina berez oraindik txikiak) garraiatzeko erabiltzen dira, adibidez; glukosaren garraioa (GLUT garraiatzaileak). Garraiatzaile hauek, glukosa, baina baita beste monosakarido batzuk gradientearen alde mugitzen dituzte (garraio pasiboa).

Adib: Glukosaren garraiatzailea



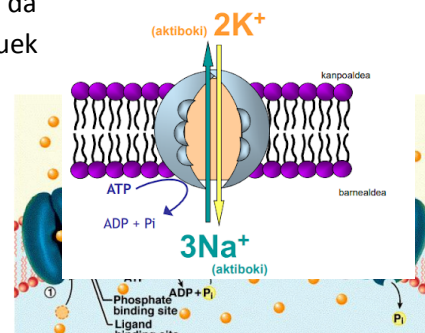
4.2. GARRAIO AKTIBOA

Garraio mota honetarako energia gastua beharrezkoa izango da, gradientearen kontrako mekanismoa delako. Proteina garraiatzaileen bitartez egingo da. Bi mota desberdindu daitezke: primarioa eta sekundarioa

4.2.1. Garraio primarioa

ATPa izango da energi iturri zuzena. Energia honi esker burutuko da gradientearen aurka. Ponpa eta ATPasa gauza bera izango dira eta hauek burutuko dute garraio primarioa.

- **Na⁺/k⁺ ponpa:** garrantzitsuena izango da. Mekanismo honen bidez, 3 Na⁺ kanporatzen ditu eta 2 k⁺ sartuko ditu, ATP molekula bat gastatuz. Oso prozesu garrantzitsua da banaketa



asimetrikoaren erantzunlea delako. Ondorioz, gure zeluletan Na⁺ gutxi, K⁺ asko, Cloruro nahiko gutxi eta anioi iragazgaitz asko.

- **Ca⁺ ponpa:** Erretikulu sarkoplasmatikokoan oso ugariak dira. Ca molekula oso garrantzitsua da seinalizaio prozesuan. Horregatik kontzentrazio txikian mantendu behar da zitoplasman, soilik behar denan agertu behar da. Kontzentrazio altuetan ezingo luke funtzio hori bete.

4.2.2. Garraio sekundarioa

Energia beharreko garraioa da baina kasu honetan ez du ATPtik lortzen zuzenean. Atptik zuzenean erabiltzen duen beste garraio mota batetik lortzen du behar duen impultsoa edo energia.

- **Sodio menpeko glukosa garraiatzaileak (SGLT garraiatzaileak):** hauek dira ezagunenak. Glukosa gradientearen kontra garraiatuko dute eta horretarako, sodioak daukan gradiente erabiliko da, Na/k⁺ ponpak eraturako gradiente. Oso garrantzitsua da glukosa mugitzeko hestearen argitik(jaten dugunean), odolera. Bertan glukosaren 2 garraio egin behar dira, bata gradientearen kontra eta bestea gradientearen alde (hurrengo asteko mintegian landuko da).
- **Sodio menpeko kaltzio garraioa:** Sodioaren gradienteaz baliatuz kaltzioa zelulatik aterako da.

OHARRA:

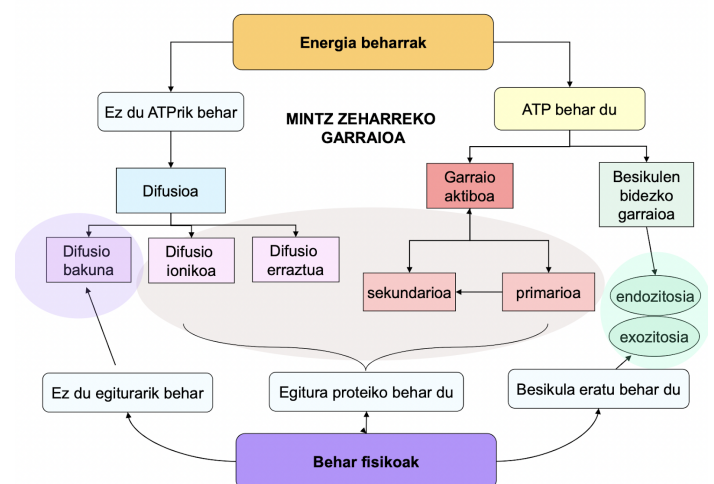
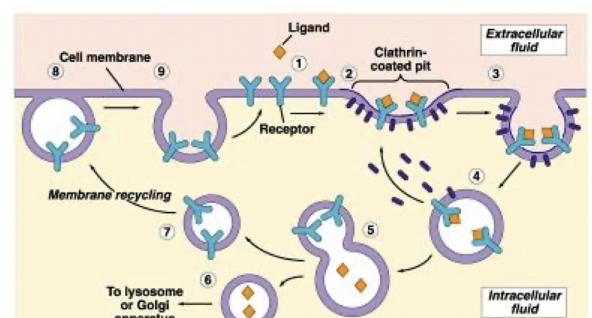
Solutuen garraiorako proteina garraiatzaileak erabiltzen direnean , hiru garraio mota desberdinu ahal dira noranzkoaren arabera:

- **Uniportea:** Solutu bakar bat garraiatzen denean.
- **Sinportea:** Bi solutu noranzko berean garraiatzen direnean. Kogarraioa.
- **Antiportea:** Bi solutu, kontrako noranzkoan, garraiatzen direnean. Kontragarraioa.

1. MINTZ ZEHARREKO BESIKULEN GARRAIO MOTAK

Garraio mota hau molekula oso handietarako erabiltzen baita (proteinak adibidez). Kasu hauetan proteina garraiatzaileak ez dira baliagarriak eta besikulen bidez egin beharko da garraioa.

Mota honetan, endozitosi, exozitosi eta tranzitosa (endozitosi eta exozitosi arteko kobinazioa) sartuko dira.



Ikusi ditugun garraio mota guztiak eskema honetan sinplifikatuta daude: