

11- 14. MINTZ ZEHARREKO GARRAIOA

1. Garraioi pasiboa:

Def: Gradientearen alde gertatzen den garraioa, energia kontsumorik gabe.

1.1. Difusio bakuna

Def: Substantzia disolbatzean homogeneoki banatzeko duten joerari deritzo. Difusio bakunean proteinen laguntza ez da behar.

Ficken legearen bitartez adierazten da:

$$J = D \times A \times (C_1 - C_2) / \Delta x$$

J = Fluxuaren abiadura

D = Difusio koefizientea, substantzia bakoitzean ezberdina.

A = azalera

Δx = distantzia ($x_1 - x_2$), hau da, mintzaren lodiera.

Oxigeno eta anhidrido karbonikoaren garraioan oso garrantzitsua da albeoloetan difusio bakuna.

1.2. Difusio ionikoa

Def: Kanal ionikoen bitartez egiten den garraio pasiboari deritzo.

Kanal hauek azpiunitate proteikoz osaturik daude eta hidratazio ura izenekoa edukitzen dute barnean.

Mota ezberdinetako kanalak daude, oso espezifikoak ioiaren arabera:

a) Berez irekitzen diren kanalak:

Geruza lipidikoan kokaturik dauden, potasio eta sodio ioiek hauek zeharkatzen dituzte kanal hauek gradienteare alde eginez.

b) Boltai menpeko kanalak:

Def: Ireki edo aktiba daitezen boltai aldaketa behar dituzten kanalak.

Zelularen barnealdea negatiboki dago kargaturik eta kanpoaldea positiboki, -70 milivolteko diferentzia egonez kanpoko gunea erreferentzia bezala hartuz.

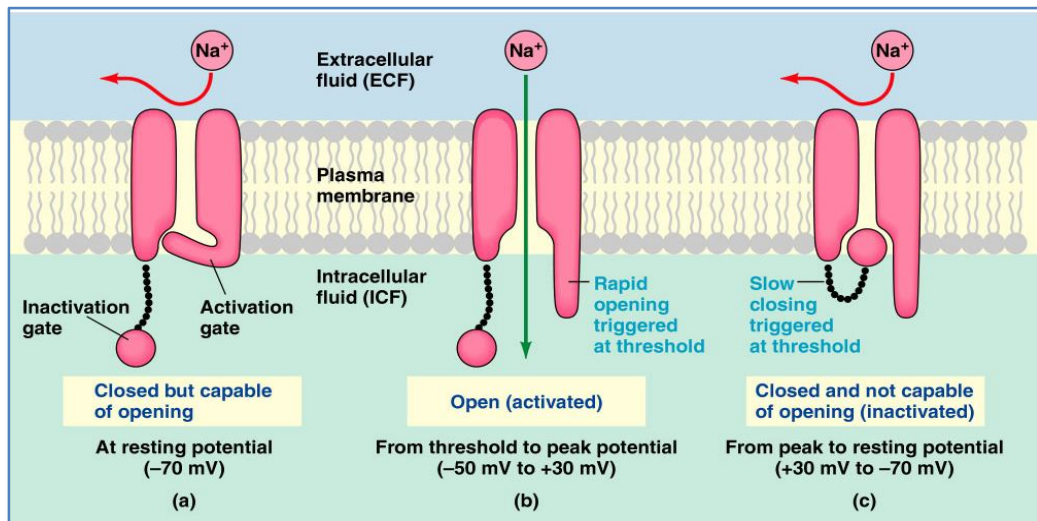
Kanal hauek espezifikoak dira, adibidez: Na⁺ kanalak txikiagoak dira K⁺ baino, baina Na⁺ ioiak ezingo dira K⁺ kanaletatik igaro. Zer dela eta? karga/masa

proportzioa altuagoa da, ondorioz hidratazio geruza lodi bat izango du kanalaren aminoazidoek erakarria dena bakarrik.

- **Na⁺ kanalak:** lau azpiunitate proteikoz eta bi atez osaturik daude:

Aktibazio atea, zelularen kanpoaldera ematen

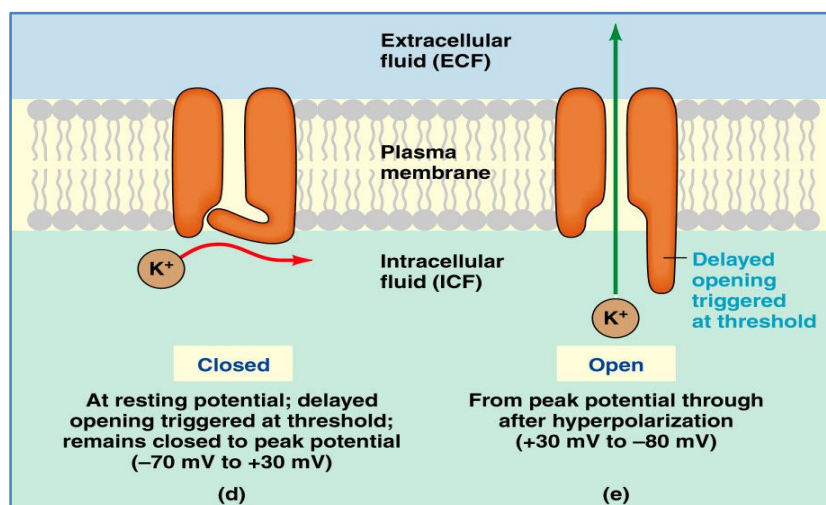
M edo inaktibazio atea, zelularen barnealdean.



Egoera normalean aktibazio itxia egoten da, baina boltai aldaketarik egonez gero aldaketa konformazionalak jasango ditu ate honek. Ondorioz Na⁺ igarotzen utziko da gradientearen alde.

Epe bat igaro ondoren inaktibazio atea itxi egingo da eta ate inaktibatuturik egongo da. Nerbio zeluletan oso garrantzitsuak dira kanal hauek eta tetradotoxina bezalako fuguko toxinak epe luzerako inaktibatuzeko gaitasuna du.

- **K⁺ kanalak:** tetramero proteiko bat izango da kanala kasu honetan eta Na⁺aren funtzionamendu antzekoa du: boltai aldaketak irekitzen dute, baina geldoagoak dira. Ate bakarra du, seinalea jaso ondoren ireki egiten dena, epe bat igaro ondoren soilik ixteko.



- **Ca²⁺ kanala:** tetramero proteiko batek osatzen du ere. Sinapsi bidez ireki ohi da eta muskulu zeluletan, zigotoetan eta zelula endokrinoetan berebiziko garrantzia izango du. Kaltzio ioien tamaina oso handia, baina beste ioi txikiagoak ezin dira igaro kanal hauetatik, zer dela eta? Ca²⁺ ioiak egonkorturik gelditzen direlako kanalaren lepoan, beste ioi bat etorri arte, orduan askatuko litzateke lehenengoa eta bestea kokatuko litzateke.

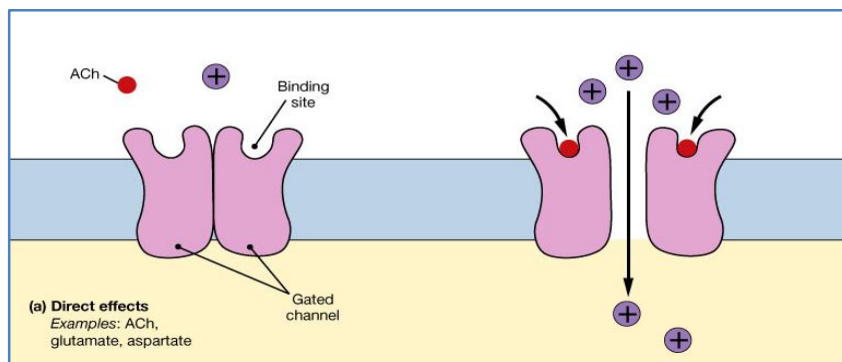
c) Lotugari menpeko kanalak:

Def: irekitzeko lotugai bat behar duten kanalei deritze. Lotugai hauek (**agonistak**) neurotransmisoreak, ioiak eta nukleotidoak izan daitezke eta bai *exogeno* (botikak) zein *endogenoak* izan daitezke.

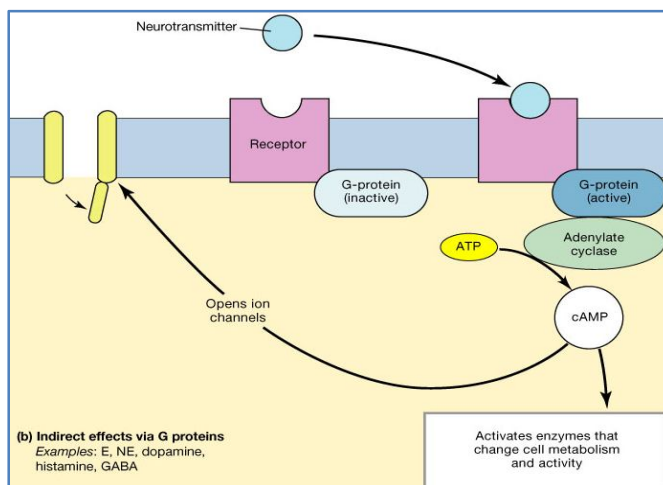
Antagonistek agonisten funtzioa eteteko gaitasuna du, hau da, mezua eten dezakete lotugaiaren lekuan sartuz.

Bi motakoak daude:

- **Hartzailea kanalean kokaturik dutenek:** hartzailea kanalren egituran aurkitzen da. Azetil kolinaren kanala hau izango da, baita GABA neurotransmisorearena.



- **G proteinei loturiko hartzaileek aktibatutako kanalak:** lotugaia lotzean ez da bakarrik kanala irekiko, mezu intrazelularrak ekoiztuko dira: [AMPz] handitzean entzima asko fosforilatu edo desfosforilatu egingo dira, etab. Eta mezu hauek irekiko dute kanala.

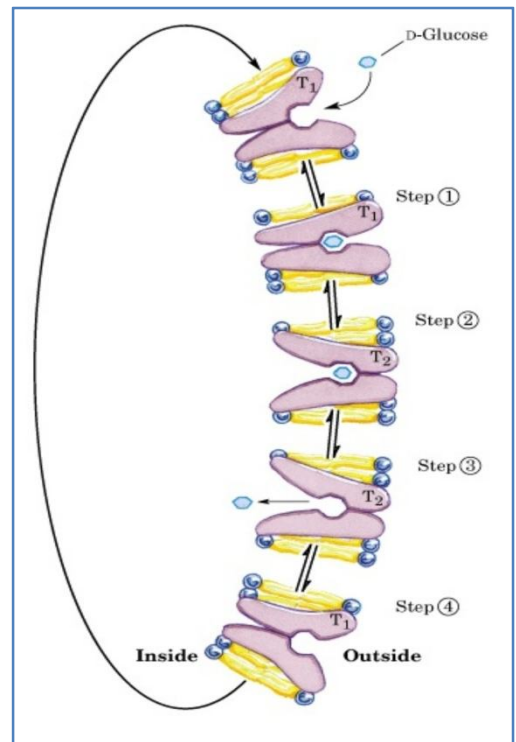


1.3. Difusio erraztua

Def: Energiaren gastu gabe egiten den garraioa da, gradientearen alde, baina proteinek lagundua.

Difusio pasiboarekin alderatuz abiadura handiagoa dute eta garraiatu beharrekoaren eta proteinaren artean dauden elkarrekintzetan oinarritzen da. Proteinak molekula ezagutzen du, honekin lotzen da aldaketa konformazionalak jasanez eta molekula garraiatuko du.

Funtzio katalitikoa gogorarazten du, zinetika bera baitu, baina ez du substratuarengan aldaketarik eragiten. Glukosaren garraioa litzateke kasu hau.



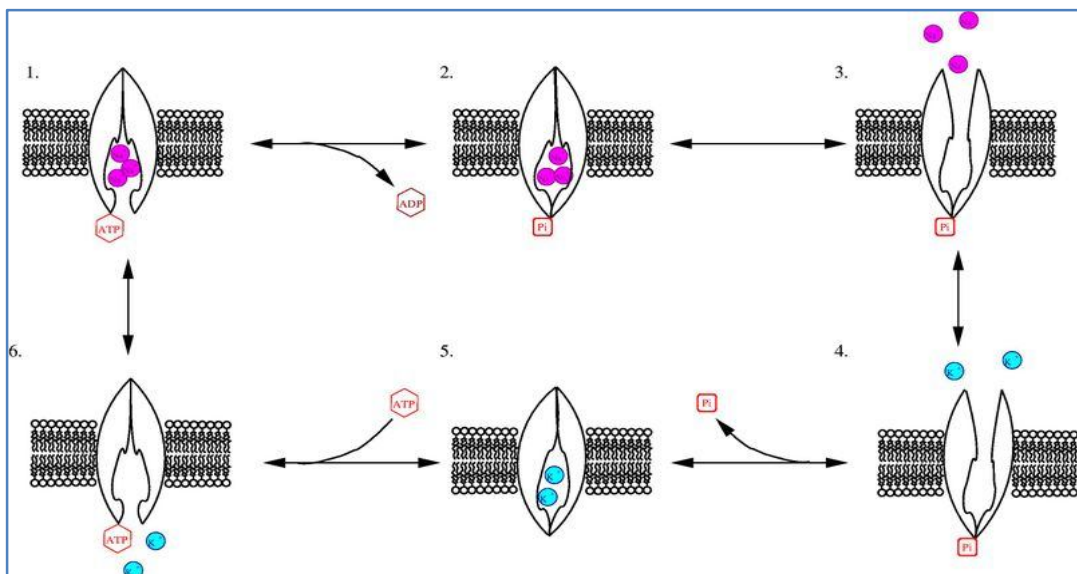
2. Garraio aktiboa

Garri mota hau gradientearen aurka egiten da, ondorioz energia gastua egongo da. Hala energia gastu hau zelularen egonkortasuna mantentzeko guztiz beharrezkoa da.

Energia gastu hau egiteko ATP kontsumitzeko bi era egongo dira garraio mota ezberdinekin lotua:

- **Lehen mailako garraioa:** Na^+/K^+ ponpak dira eredu garbiena eta zelularen mintzean kokaturik daude, proteina garraiatzailez osaturik.

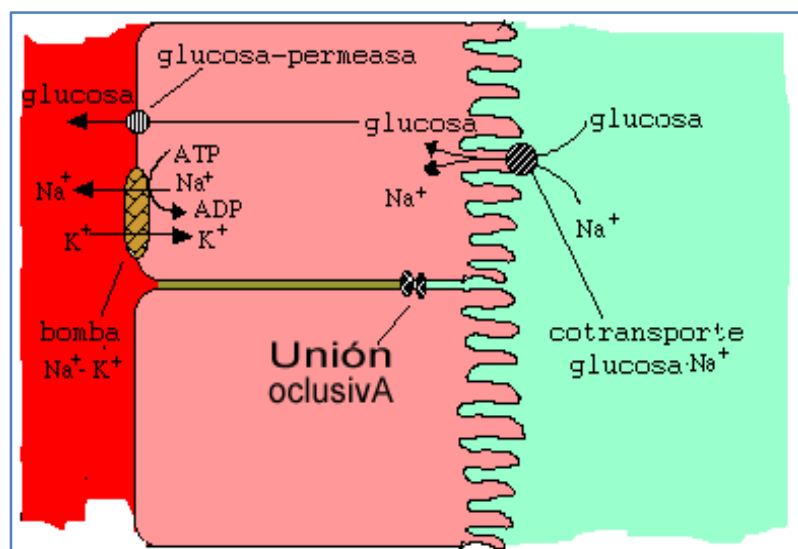
Mekanismoa: 2K^+ sartu eta 3Na^+ kanporatzen ditu ATP bat hidrolizatuz horretarako. Honi esker ioien banaketa asimetrikoa mantentzen da, beraz gradiente elektromikoa. 100 ATP/segunduko kontsumitzen ditu mekanismo honek, geure gorputzaren energia kontsumoaren 1/3 funtzio honetara erreserbatu dagoelarik.



Ca^{2+} aren ponpak eredu hau jarraitzen du: Erretikulu Endoplasmaticoaren mintzean ponpa hauek aurkitzen dira, $[\text{Ca}^{2+}]$ gorakadaren ondorioz (muskuluaren uzkurketan) berreskuratu egin baita. Honetarako 10 ATP/segunduko kontsumitzen dira, muskuluaren erlaxazioa eraginez.

- **Bigarren mailako garraioa:** bi prozesuren akoplamendua datza, berez desfaboragarria den prozesu bat beste baten ΔG az baliatuz, faboragarria egiteko, hau da, berezkoa ($\Delta G \leq 0$).

a) Na^+ menpeko Glu/aminoazido garraioa: Na^+ gradientearen aurka egiten da garraioa, honelaxe Na^+ glukosarekin batera sartzen delarik. Hau hesteko zelula epitelialetan ematen da.



b) Na^+ ren menpeko Ca^{2+} garraioa: Kaltzioa atera egingo da Na^+ sartzeko eta gainera beste garraio batera egongo da akoplaturik, $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ ponpa.

c) Na^+/H^+ ponpa: protoiak atera egiten dira, Na^+ sartzeko eta ondoren Na^+/K^+ ponpa akoplaturik egongo da, Na^+ kontzentrazioa jaitsez zelula barnean. Honi esker Na^+ behin eta berriro sartu beharko da eta H^+ kanporatu.

