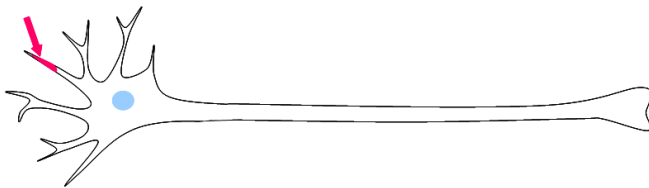


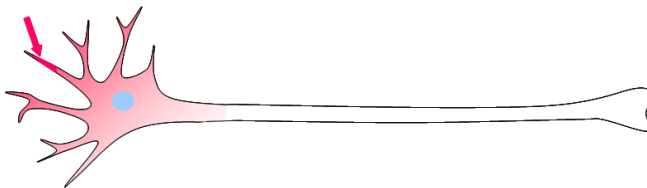
8. GAIA: MINTZ-POTENTZIALAREN ALDAKETAREN EROAPENA (edo nerbio- informazioaren garraioa)

HURRENGO FASEETAN GERTATUKO DA:

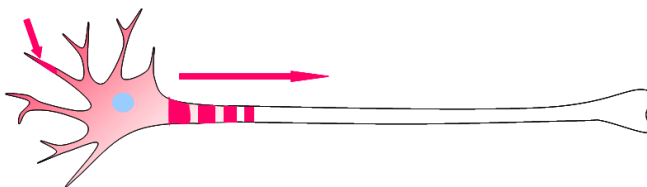
0. Seinalea heldu:



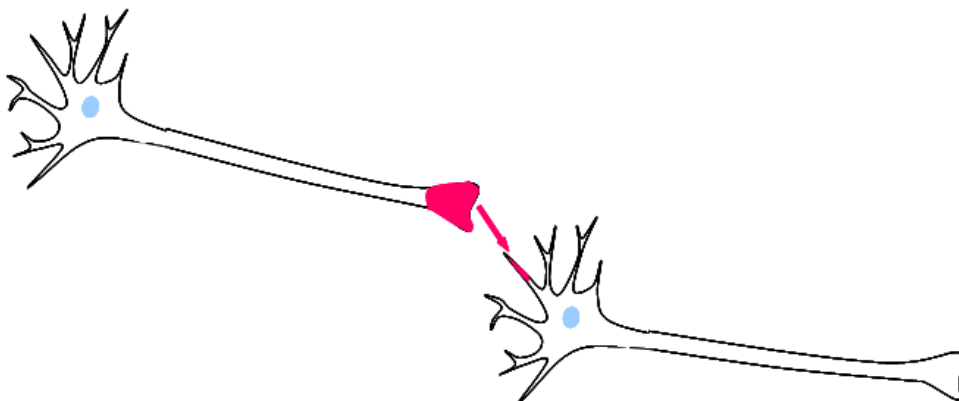
1. Potentzial lokalen eroapena:



2. Ekintza-potentzialen eroapena:



3. Sinapsia:



1. POTENTZIAL LOKALEN EROAPENA:

Potentzial lokalak dendritetan (edo soman) sortuko dira, lotugai menpeko kanalak (neurotransmisoreak edo beste molekula-seinale izan ahal da lotugaia) zein mekanika menpeko kanalak (presioa, estiramendua, tortsioa...-ren bidez irekitzen direnak) irekitzean, gero soman zehar garraiatuko dira axoira ailegatu arte (axoian Na^+ boltai menpeko kanal asko daudenez, bertan ekintza-potentziala sortuko da).

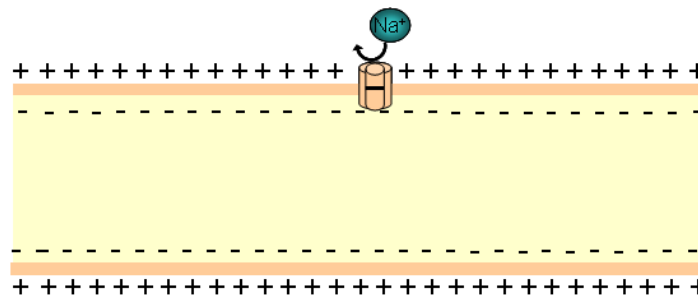
Nola gertatzen da soman zeharreko eroapen hau? Kanala irekitzean (lotugai menpekoa, mekanika menpekoa), kargen mugimendu berriak hasiko dira. Kasu honetan Na^+ kanala ireki dela pentsatuko dugu, beraz, karga positiboak zelulara sartuko dira bere gradientearen alde. Behin barnealdean, zitoplasman zehar mugituko dira norabide guztietan elkarrekintza elektrostatikoaren bidez.

Desplazamendu honetan karga galerak sortu ahal dira:

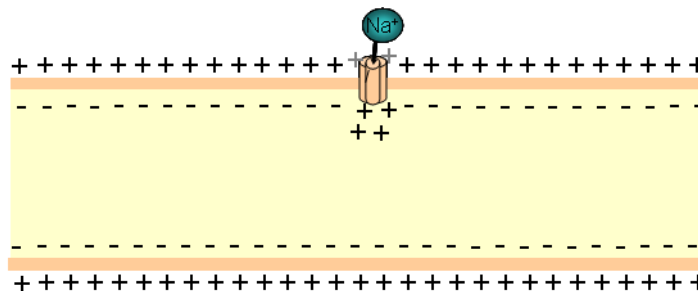
- Zitoplasman diluituko direlako
- Kanpoko kargek eragiten duten erakarpenagatik
- Na^+/K^+ -ponparen ekintzagatik

Hurrengo pausuak jarraituko dira:

1- Lotugai menpeko kanala itxita. Seinalea jaso aurretik.

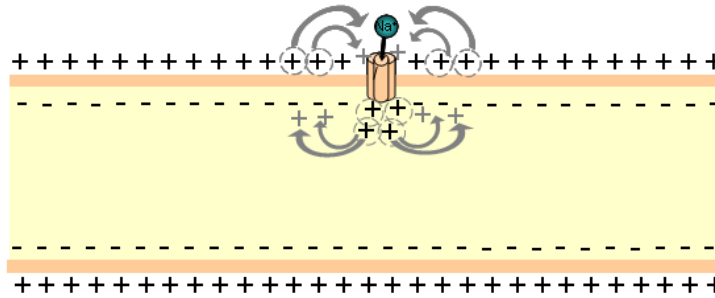


2- Seinalea jaso ostean kanala irekitzen da (lotugaia ez da erakusten imagan).

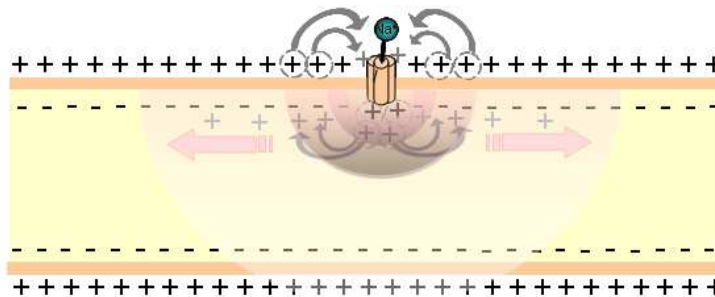


Na^+ -arentzako kanala izanik karga positiboak sartzen dira zelulara. Kanala ireki den gunean despolarizazioa gertatzen da beraz.

3- Kargak indar elektrostatisikoak direla eta mugitzen hasten dira, ingurune ko kargetan ere eraginez.

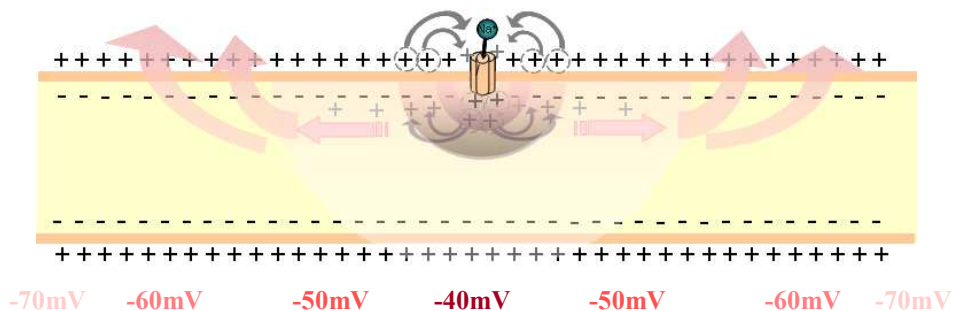


4- Aurretik atsedendian zegoen mintza despolarizatzen da. Despolarizazioa norabide guztietan aurreratuko da, kargen arteko elkarrekintzak direla eta.



Kanala dagoen gunean despolarizazio maximoa behatzen da. Hortik aldentzen garen neurrian karga positiboen disipazioa dela eta despolarizazioa galtzen joango da.

5- Gainera, Na^+/K^+ -ponparen ekintza dela eta karga positiboak zelulatik aterako dira.



Potentzial lokal moduan nerbio informazioa garraiatzearen **abantailak**: oso azkar garraiatzen da informazioa eta oso merkeak dira zelularentzat energetikoki.

Desabantailak: informazioa ezin da urrunera garraiatu (soma baino distantzia handiagoak ezin ditu egin).

2. EKINTZA-POTENTZIALEN EROAPENA:

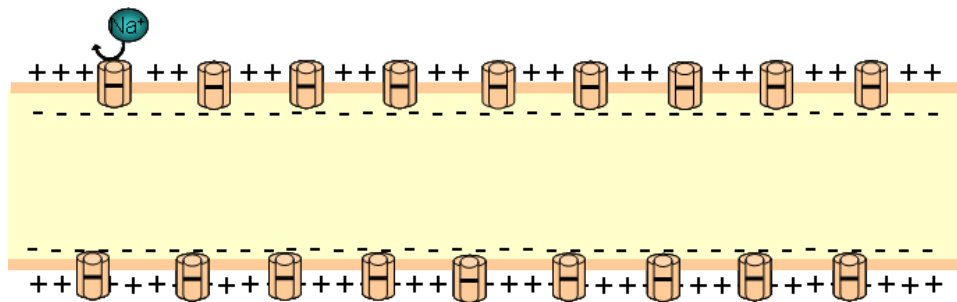
Ekintza-potentziala kono axonikoan sortu eta axoian zehar aurrera eroango da bi modutan: eroapen jarraia erabiliz (axoi amielinikoetan) ala saltokako eroapena erabiliz (mielinadun axoietan)

2.1. Eroapen jarraia:

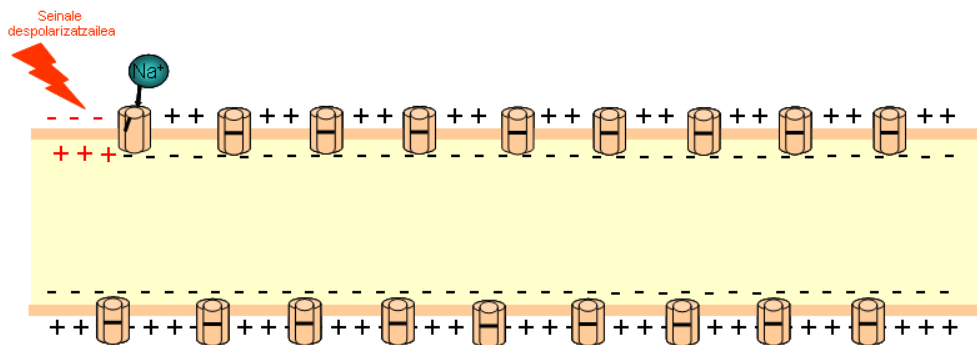
Axoian Na^+ boltai menpeko kanalak oso ugariak direnez, honaino heldu diren despolarizazioek ekintza-potentzialak sortuko dituzte. Na^+ -kargak elkarrekintza elektrostatisiko dela medio desplazatzen dira eta axoiaren hurrengo segmentura ailegatuko dira. Honela segmentu honetako Na^+ boltai menpeko kanalak irekiko dira, eta Hodgkin-en zikloa gertatuko da. Hau errepikatuko da axoiaren luzeera osoan zehar. Modu honetan ekintza-potentzialak axoian zehar garraiatuko dira. Beti norabide bakarrean: kono axonikotik bukaera axonikora. Zergatik? Na^+ boltai menpeko inaktibazio atea itxi delako.

Hurrengo pausuak desberdindu ahal ditugu:

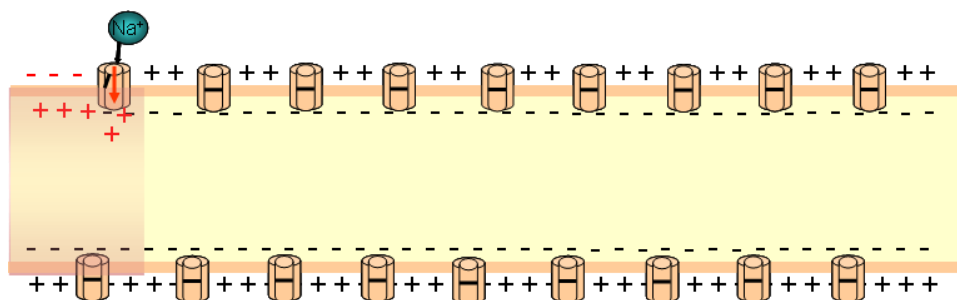
1- Despolarizaziorik ez da heldu axoiaraino:



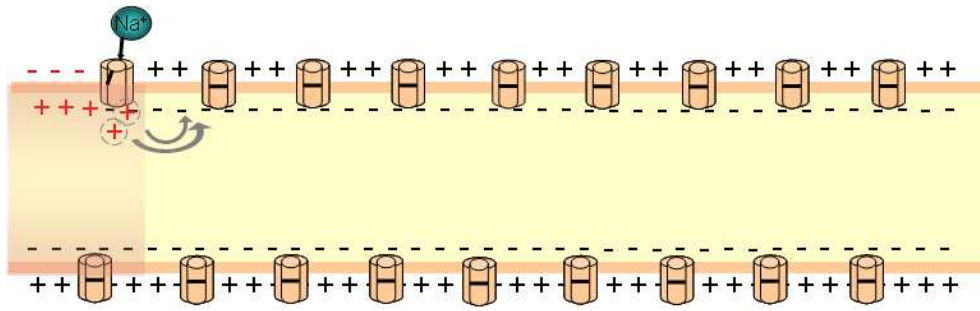
2- Seinale despolarizatzailea heldu da kono axonikora (gune kolpekarira)



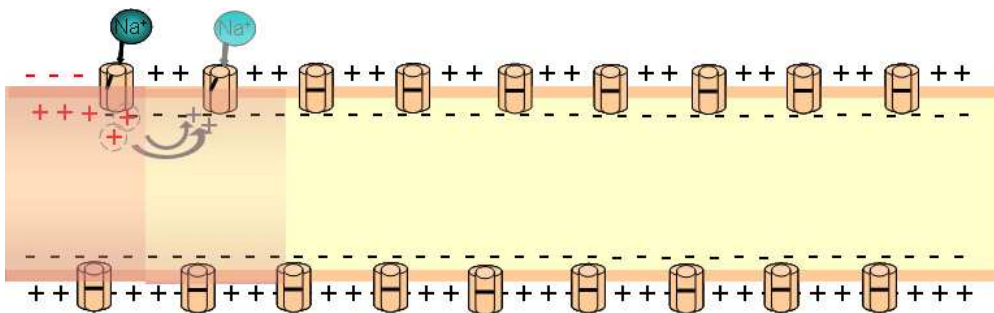
3- Na^+ boltai menpeko kanalak irekitzen dira, axoia despolarizatzen hasten dela.



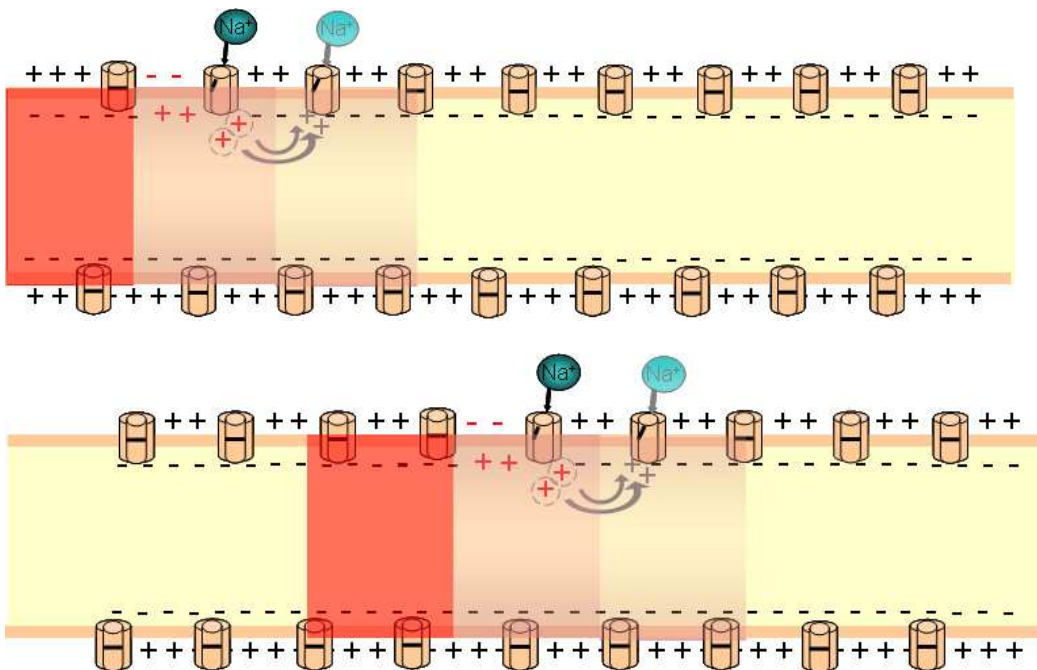
4- Sartu diren karga positiboak ekintza-potentziala sortuko dute sarrera gunean eta gainera elkarrekintza elektrostatisaren bidez, inguruko kanaletaraino helduko dira,



5- Hauek despolarizazioa dela eta irekiko dira



6- Eta prozesu bera jarraituz ekintza-potentziala axoian zehar garraiatuko da bukaera axonikoraino helduko dela.



Oharra: Eskema hauetan ez da irudikatu Na^+ boltai menpeko kanalen inaktibazio atea

Kontutan hartu behar da ekintza-potentziala beti norabide bakarrean garraiatzen dela Na^+ boltai menpeko kanalen inaktibazio atea dela eta, ekintza-potentzialaren ondorioz mintza egoera errefraktarioan egongo baita (ikusi 9. gaia).

Ekintza-potentzialaren eroapen jarraiak dituen...

-**Abantailak**: nerbio-informazioa urrunera garraiatzen dute

-**Desabantailak**: garraio modu geldoa da eta garestia energetikoki

2.2. Saltokako eroapena:

Saltokako eroapenaren oinarri kimikoa eroapen jarraiaren berdina da.

Baina garraio mota hau azkarragoa da eta energia gutxiago gastatzen du (kanal gutxiago ireki behar direlako).

Kasu honetan ekintza-potentziala bakarrik mielinarik gabeko guneeetan gertatuko da:

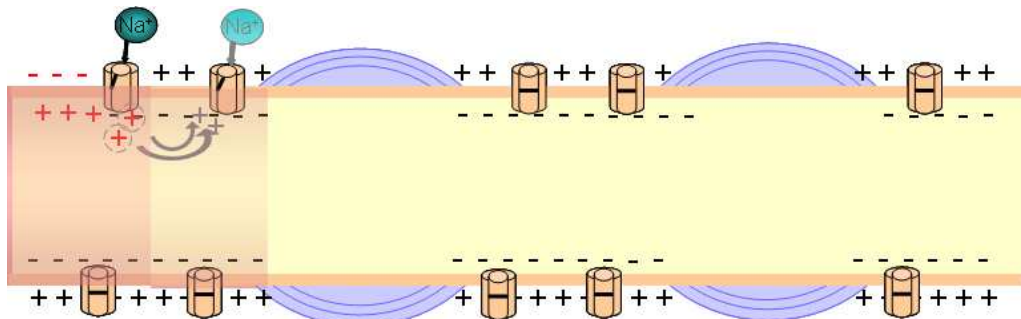
Ranvier-nodoetan

Nodo batetik bestera kargak elkarrekintza elektrostatikoaren bidez mugitzen dira, baina karga-galerarik eman gabe:

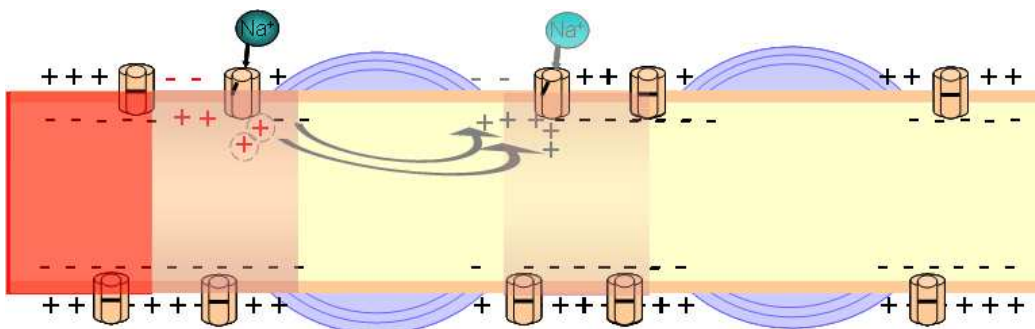
-mielina zorroak axoiak isolatzen dituelako

-nodo batetik bestera dagoen distantzia txikiegia delako zitoplasman zeharreko kargen diluzioa esanguratsua izateko (Ranvier-nodoetan Na^+ boltai menpeko kanalak oso ugariak baitira).

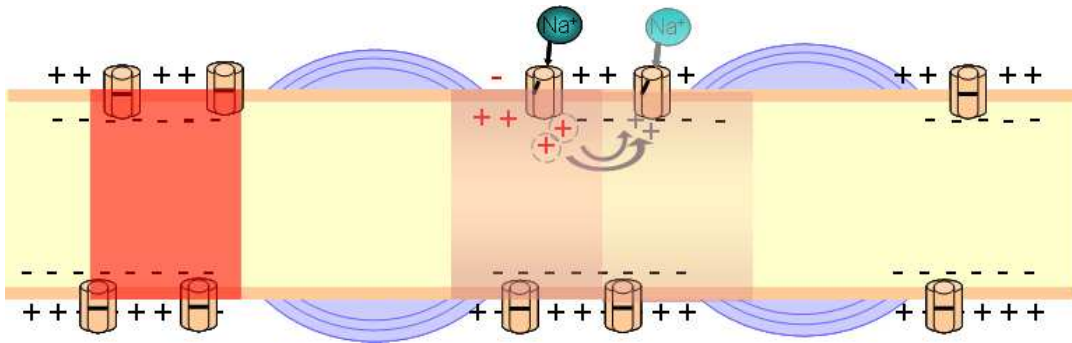
1- Ekintza-potentziala sortzen da Ranvier-nodoan:



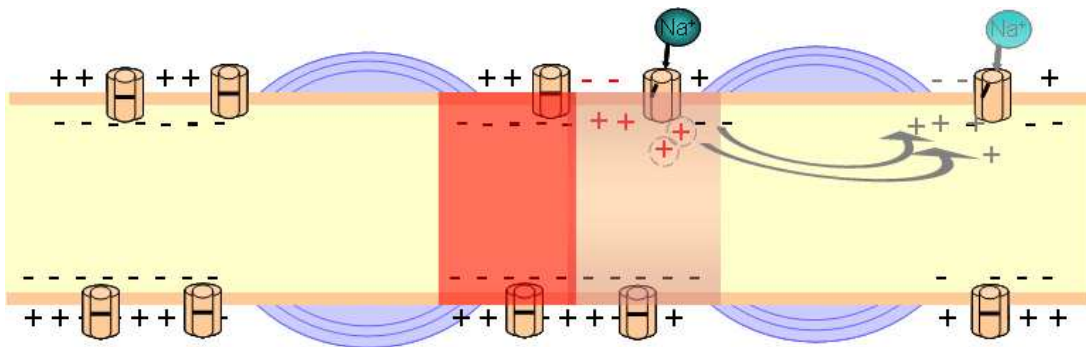
2- Karga positiboak Ranvier-nodo batetik hurrengora ailegaten dira elkarrekintza elektrostatikoen bidez.



3- Hurrengo nodoan beste ekintza-potentziala sortzen da:



4- Prozesua axoiaren luzera osoan zehar errepikatzen da:



Ekintza-potentzialaren eroapen jarraiak dituen...

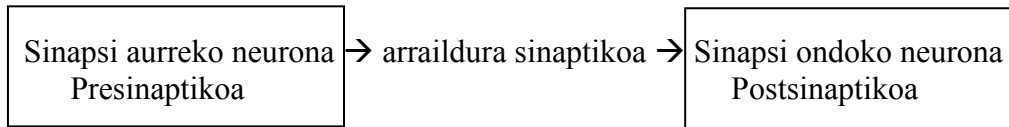
- **Abantailak:** nerbio-informazioa urrunera, modu azkarrean eta energetikoki nahiko merkean, garraiatzeko modua da.

-**Desabantaila:** neurona guztiek ezin dute erabili

Ondorioz, bakarrik informazio “urgenteena” eraman behar duten neuronek erabiliko dute. Abiadura aldatzeko erabili ahal den beste metodo bat, axoiaren lodiera aldatzea da. Axoiaren lodieraren arabera abiadura desberdinak hartuko du nerbio-informazioaren garraioak.

3. NERBIO-SINAPSIA

3.1. SINAPSIAREN ATALAK:



3.2. SINAPSI MOTAK:

Sinapsiak, beraien izaeraren arabera, bi motatakoak izan ahal dira:

3.2.1. Elektrikoa: Despolarizazioa sortzen duten ioiak zuzenean pasatzen dira neurona presinaptikotik postsinaptikora (GAP loturen bidez).

GAP loturak: lotura oso hertsia dira. Hauen bidez bi zelulen zitoplasmak kontaktuan mantentzen dira.

3.2.2. Kimikoa: Mezulari kimikoa (neurotransmisorea (NT-a)) askatzen da sinapsi aurreko neuronatik (kinada elektrikoa dela eta) eta sinapsi ondoko neuronaren hartzaileetara lotuko da, kinada elektriko berria sortuz neurona postsinaptikoan. Ikasteko erabiltzen den sinapsiaren morfologia arruntena motoneuronena da: neuronaren bukaera axonikoa (presinaptikoa) hurrengo neuronaren dendritekin edo somarekin (postsinaptikoa) jarriko da kontaktuan. Baina morfologia desberdinetako sinapsiak daude.

* SINAPSI KIMIKOA:

Sinapsi aurreko neuronak molekula mezulari bereziak askatuko ditu (NT-ak), sinapsi ondoko neuronaren hartzaile espezifikoek ezagutuko dituztenak.

a) NT-en izaera kimikoa:

Monoaminak edo amina biogenoak:

-Katekolaminak: dopamina (DA), noradrenalina (NE) eta adrenalina (Epi)

-Indolaminak: triptamina, serotonina (5-HT), melatonina (Mel) eta bufotenina

Esterrak:

Ach

Aminoazidoak:

GABA, Gly, taurina, Glu, Asp

Purinak:

Adenosina, ATP, GTP

Lipidoak:

Prostaglandinak (PGE, PGF), kannabinoideak

Neuropeptidoak:

AngiotensinaII, bombesina, neurotensina, galanina, karnosina, Kaltzitonina, Glukagoia, NPY, basopresina, oxitozina, GnRH, TRH, CRH, ACTH, MSH, opiazeoak (entzefalinak, dinorfinak, endorfinak), bradikina, neurokininak, P substantzia...)

Gasak:

Oxido nitrikoa, karbono monoxidoa

b) NT-en Sintesia

Bere izaeraren arabera sintesia soman (proteinen kasuan adibidez, soman baitago sintesi makinaria guztia, *de novo* sintetizatze) edo bukaera axonikoan bertan (birziklatutako molekuletatik sintetizatzen badira) gertatu ahal da.

c) NT-en Metaketa

NT-ak besikuletan, xixkuetan, gordetzen dira. Soman sintetizatu badira zitoeskeletoaren laguntzaz bukaera axonikora helduko dira xixku hauetan, bukaera axonikoan sintetizatu badira, hemen bertan mantenduko dira xixkuetan. Prest egon behar dute askapenarako.

d) NT-en jariapena

Ekintza-potentziala bukaera sinaptikora heltzean NT-ak askatuko dira arraildura sinaptikora.

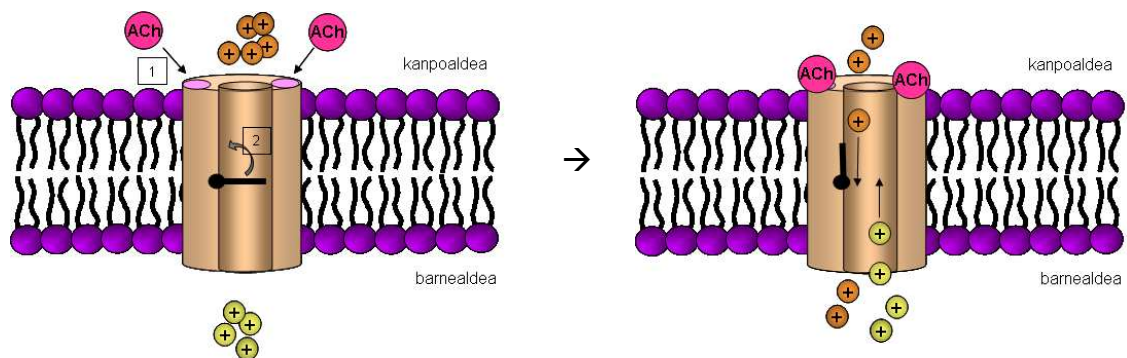
Ekintza-potentziala heltzean, bukaera axonikoan dauden Ca^{2+} boltai menpeko kanalak irekiko dira. Ca^{2+} gradientearen alde, zelularen barnealdera sartuko da eta bertan, xixkuetan, pilatuta dauden NT-en askapena eragingo du exozitosiz.

e) NT-en ekintza

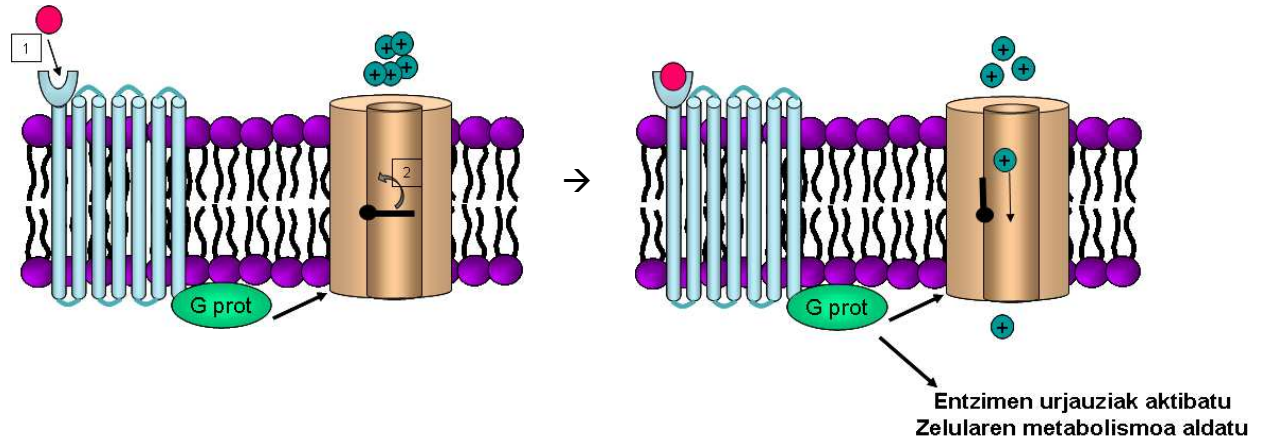
Behin NT-ak arraildura sinaptikoan daudela, difusioz mugituko dira, hartzaileetaraino hurbilduz. Hartzaileak, NT-a ezagutzen badu, kinada hurrengo neuronara (postsinaptikora) pasatuko da.

Hartzaile mota bi daude:

1. **H. ionotropikoak:** Hartzailea eta kanal ionikoa egitura proteiko bera da. Hartzaileak NT-a ezagutzean kanala aktibatuko da.



2. **H. metabotropikoak:** Hartzaila eta kanal ionikoa egitura proteiko bi dira. Hartzaila G proteinei lotuta egongo dira. Hartzailak NT-a ezagutzen badu G proteina aktibatuko da, eta honen bidez, kanala aktibatzeaz gain, aldaketa metabolikoa gertatuko da zelula horretan (postsinaptikoan): zelula horren proteinen, RNA-ren eta DNA-ren... sintesian, itzulpenean, aktibitatean... aldaketak gertatu ahal dira...



-NT-a eta hartzailaren loturaren ondorioz zelula postsinaptikoan potentzial lokal kitzikatzaila sortu ahal da (ireki den kanal ionikoa Na^+ -arentzako bada, adibidez). EPSP (Excitatory PostSinaptic Potential) Euskeraz: Potentzial PostSinaptiko Kitzikatzaila (PPSK).

-NT-a eta hartzailaren loturaren ondorioz zelula postsinaptikoan potentzial lokal inhibitzailea sortu ahal da (ireki den kanal ionikoa K^+ -arentzako bada, adibidez). IPSP (Inhibitory PostSinaptic Potential) Euskeraz: Potentzial PostSinaptiko Inhibitzailea (PPSI).

Neurona batek dituen sinapsi guztien integrazioaren ondorioz hurrengo neuronari seinale bat edo beste bat ailegatuko zaio.

f) NT-en inaktibazioa

Behin bere funtzioa bete ondoren NT-ak inaktibatu behar dira:

-Hidrolisi entzimatiakoaren bidez (hidrolizatutako molekula zatiak neurona presinaptikoak birxurgatu eta birziklatu ahal ditu edo glia zelulek ezabatu ahal dute edo odolaren bidez beste ingurunera eraman ahal da.

- Batzutan hidrolizatu gabe ere birxurgapena, glia zelulen bidezko ezabapena edo odol-hodien zeharreko difusioa gertatu ahal da.

Laburpena:

Ekintza-potentziala bukaera axonikora heltzean, bertan metatuta dauden bexikulen baitan dauden neurotransmisoreak exozitosis askatuko dira. Despolarizazioak bukaera axonikoan dauden Ca^{++} boltai menpeko kanalak irakiaraziko ditu, ondorioz Ca^{++} sarrera emango dela, eta ioi hau izango da exozitozirako seinalea:

