

## 23. NERBIO SINAPSIA

**Def:** Bi neuronen edo gehiagoren arteko loturari deritzo sinapsia.

Lotura hauetan *sinapsi aurreko neurona* edo presinaptikoa eta *sinapsi ondokoa* (post-sinaptikoa) edukiko ditugu, orokorrean presinaptikoak postsinaptikoari ematen diolarik mezua.

Sinapsi mota ezberdinak ditugu izaera eta morfologiaren aldetik:

- Morfologiaren aldetik: neuronaren zein egituren artean egiten den. Axoi-dendrita da ohikoena, baina axoi-soma, axoi-axoi eta dendrita-dendrita motakoak egon daitezke.

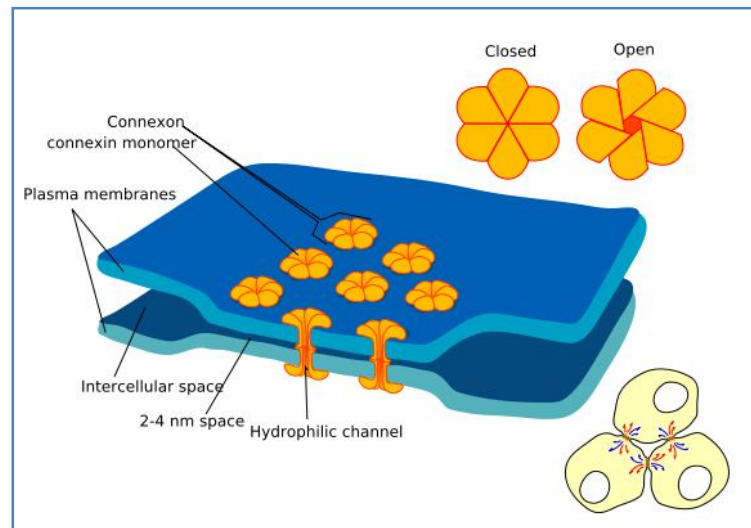
- Izaeraren aldetik:

1. *Sinapsi elektrikoa*

2. *Sinapsi kimikoa*

### 1. Sinapsi eletrikoa

Mezua zuzenean garraiatzen da, lotura neuronen artekoa oso estua baita, GAP loturei esker. Proteina hauek kanalak sortuko dituzte neuronen mintzean bata bestearekin elkartzean, bien zitoplasma komunikatuz. Honi esker  $[Na^+]$  neuronetako batean igoz gero, gradientearen alde egingo du, ioiak urrengo neuronara igaroz.



Sinapsi honen abantailak abiadura azkarra, energetikoki ekonomiko izateak eta maiz erabiliak izatea lirateke. Desabantaila erregulazio zaila, hau dela eta gutxien erabiltzen da ornodunetan.

## 2. Sinapsi kimikoa

Sinapsi aurreko neuronak neurotransmisoreak jariatuko ditu *arroildura sinaptikora* sinapsi ondokoak hartu ditzan. Neuronaren sinapsia neurona birekin aztertzen bada ere, bakarra 10.000rekin lotu daiteke.

Faseak:

- a. **Neurotransmisoreen sintesia:** sinapsi aurreko neuronatik sinapsi ondorengoo neuronara igaro dadin mezu neurotransmisoreen garraioa eman behar da arroildura sinaptikotik.

Neurotransmisoreen izaera anitza da:

1. ***Monoaminak:***

- 1.1. *Katekolaminak:* dopanina, noradrelanina, adrenalina, etab. fenil alaninatik sintetizatuak alegia

- 1.2. *Indolaminak:* Xerotonina, melatonina, bufotenina, etab. triptofanotik eratorriak.

2. ***Esterrak:*** Azetil kolina, muskuluetan garrantzi handikoa.

3. ***VAmino azidoak:*** GABBA (azido gamma amino butirikoa), glizina, glutamatoa, aspartatoa, taurina, etab.

4. ***Purinak:*** adenosina, ATP, GTP

5. ***Prostaglandinak:*** PGE eta PGF dira ezagunenak. Lipidoetatik eratorriak.

6. ***Neuropeptidoak:*** TRH, GNRH, ACTH, P substantzia, neurokininak, bradikininak, opiazeo endogenoak (endorfina, entzefalinak, dinorfinak, etab.)

7. ***Gasak:*** oxido nitrikoa eta karbono monoxidoa.

Bere jatorri kimikoa anitza izateak sintetizatzeke bide eta kokapen gune ezberdinak egongo direla suposatuko du.

De novo sintesia neuronaren soman egiten da eta hidrolisi bidez bada, kono axonikoan. Orokorrean sustantzia hauek xixkuetan pilaturik egoten dira eta zitoeskeleto bidez garraiatzen dira somatik bukaera axonikora.

- b. **Bigarren fasea: neurotransmisoreen garraioa**

Bukaera axonikoan gertatzen da eta bukaera axonikora iristeko beharrezkoa.

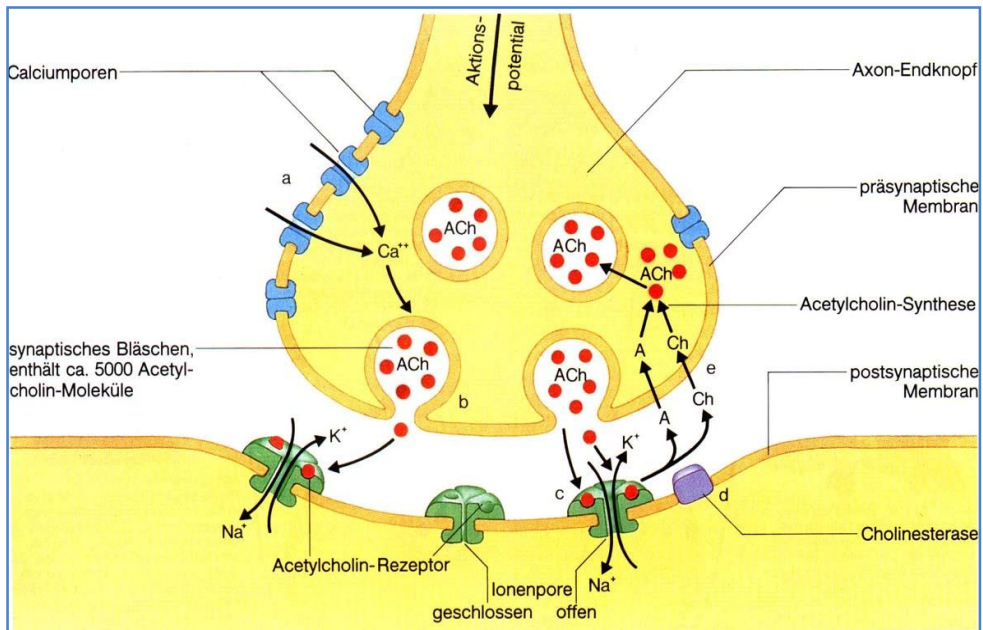
- c. **Hirugarren fasea: Neurotransmisoreen jariapena**

Ekintza potentziala bukaera axonikora iristean, bukaera axonikoan kaltzio kanalen irekiera gertatuko da.  $[Ca^{+2}]$  extrazelularra handia denez, gradientearen alde barnera sartuko da, kalmodulinara lotuz (4 guneetan).

Kalmodulina behin aktibatutik  $Ca^{+2}$  **kalmodulina menpeko kinas** aktibatuko du, honek era berean **sinapsina** fosforilatzen du. Sinapsina aktibatua bukaera axonikoko zitoeskeletoa desantolatuko du.

Neurotransmisore xixkuak zitoeskeletoari esker bukaera axonikoan finkaturik daude, zitoeskeletoa desegiterakoan mintz plasmatikorekin bat egin eta euren osagaiak arrodura sinaptikoan askatuko dituzte, exozitosiz.

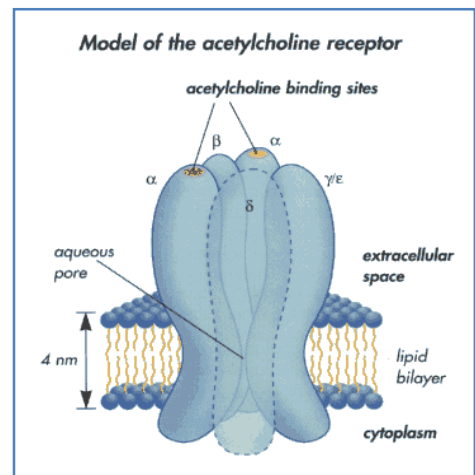
**d. Laugarren fasea: Neurotransmisoreen ekintza**



Neurotransmisoreek sinapsi ondoko neuronaren mintzeko hartzailei lotu behar dira. Hartzaile hauek 2 motakoak izan daitezke:

- **Ionotropikoak:** hartzailea eta kanala egitura bera da. Neurotransmisorea hartzaileari lotzean kanala aktibatu egiten da eta hau gertatzean kanala ireki edo itxi egingo da.

Zein neurotransmisore den arabera eragin ezberdina izango du, oso espezifikoak baitira, bakoitzak kanala mota bat bakarrik irekitzen duelarik, ioi batzuk igarotzen utziz. Oso kanala azkarrak eta neurotransmisioan oso erabiliak.



- **Metabotropikoak:** hartzailea eta kanala egitura bereziak dira. Hartzailea G proteina batekin loturik edo erlaziozuzen egongo da, hau inhibituz edo aktibatuz (neurotransmisorearen arabera), bigarren mezularien bidez seinalea transmitituko delarik.

Honen ondorioz eragin zuzena egon daiteke kanalean bertan edo/eta proteinen funtzioa eraldatu edo/eta geneen transkripzioari eragiten diote era ez-zuzenean. Horregatik neurotransmisore funtzioaz gain neuromodulatzaille lana egiten dute.

#### e. **Bosgarren fasea: neurotransmisoreen inaktibatzea**

Bi modu daude neurotransmisoreak inaktibatzeko:

- ***Birxurgapena***: behin bere funtzioa betetzen dutenean, neurona presinaptikoaren mintzean dauden hartzaileekin itsasten da. Hartzaileek neurotransmisoreak ezagutu, xixkuetan sartu eta endozitatu egingo dituzte.
- ***Hidrolisia***: sinapsi ondorengo neuronan zenbait entzima egongo dira neurotransmisoreak anderatu (degradatu) ahal izateko.

Orain arte onartzen zen neurotransmisoreen ekintza arroildura bakarrik erregula zitekeela, baina gaur egun neuronaren barnean neurotransmisoreen erregulazioa gerta daitekeela frogatu da

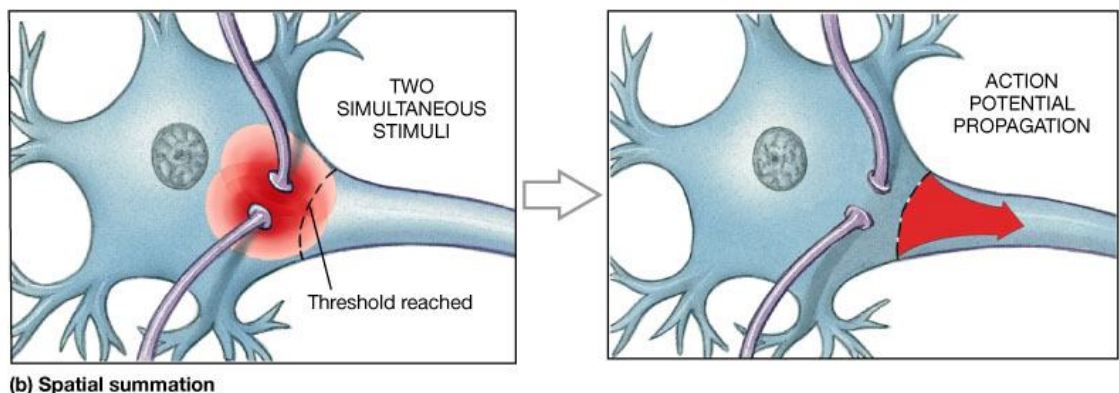
### 3. Integrazio sinaptikoa

Neurona bakar batek beste neurona ugarietatik jaso ditzake mezuak, kinada hauek kitzikatzaille edo inhibitzaileak izan daitezkeelarik. Hau dela eta neurona mezu guztiak integratzeko gai izan behar da.

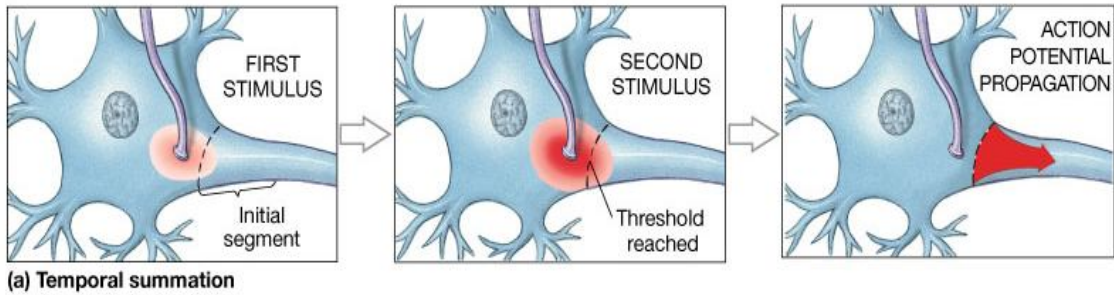
Sinapsi ondoko potentzial inhibitzaile edo aktibatzaileak edukiko ditugu, aktibatzaileek  $\text{Na}^+$  eta  $\text{Ca}^+$  kanalen irekiera eragiten dutelarik (neurona positibatuko dute).  $\text{K}^+$  eta  $\text{Cl}^-$  kanalen irekierak neurona negatibotzea ekarriko du eta S.O.P (*sinapsi ondoko potentzialak*) inhibitzailea sortaraziko du.

Bi motako batuketak daude neuronari kinada asko iristean:

- **Espaziala**: neuronaren bi puntu ezberdinetara aldi berean 2 kinada iristen dira, orduan 2 kinada hauek batu egingo dira.



- **Denborazkoa:** gune berean neurona bati 2 estimulu jarraian etortzea, bata bestearen ondoren iritsiko zaizkio, neuronak biak batzeko gai delarik.



Kinaden batuketari esker atari-potentzialera errazago irits daiteke. 50-100 SOP (SOP kitzikatzaila) beharko ditu neurona batek atari potentzialera iristeko. Kinadaren Intentsitateak baldintzatuko ekintza potentziala sortzea edo ez, inaktibaziorak kinadaren intentsitatea handiagoa izanez gero adibidez ez delarik egongo ekintza potentzialik.

Zenbait sustentziek SOP hauek eragin ditzake:

- Glutamatoak SOPK (SOP kitzikatzaila) eragiten ditu
- GABA eta Glizinak SOPI (SOP inaktibatzaileak).

Orokorrean **dendritetara** iristen diren estimuluak *kitzikatzaileak* diren bitartean, **sometara** *inhibitzaileak* eta **axoiera** *modulatzailak* dira.

Neurona gehienak oso antzekoak dira orokorrean, denditra, soma eta axoia nahiko ondo bereizte direlarik. Zerk desberdintzen dituzte neurona zuhaitzak? euren kopurua eta egiten dituzte kontaktuetan.

#### 4. Estimulutik erantzunera

Nerbio informazioa orokorrean nerbio sistema periferikoko axoiek hartzen dute eta hauetatik garraiatuko da nerbio sistema zentraleraino. Periferikoan beraz hartzaile sensorialak egongo dira:

##### **a) Hartzaile exterozeptiboak**

- Azalean      -Ahoan      -Sudurrean
- Belarian      -Begian

##### **b) Hartzaile propiozeptiboak (giltzadura, zurda eta muskuluetan)**

##### **c) Hartzaile interozeptiboak: erraietan**

Estimulu → hartzaile → bide aferente → Zentro integratzailea\* → bide eferente  
→ organo erantzuleak → erantzuna

*\*burmuina eta bizkarmuina*

**Adibidea:**

Usaimen hartzaileak edo kimiohartzaileak neuronaren egitura antzekoa dute, baina nukleoa axoiaren erdian edukiko dute. Proteina kimiohartzaileak egongo dira nerbioaren muturrean, hauek 7 molekula ezberdinen lotzerakoan kanalak aktibatuko dituzte. Aktibazioa ematerakoan sodioa zelula hartailera sartuz.

Honen ondorioz despolarizazio bat edukiko dugu, potentzial lokal bat eraginez eta hau elkarrekintza elektrostatiko bidez zelulan zehar garraiatuko da. Zelula hartzaile hauek neuronekin loturik egongo dira, beraz mezua kono axonikoraino iritsiko da elkarrekintza elektrostatiko bidez (elektrotonikoki). Kono axonikoan edo atari potentzialera iritsi edo ez da igaroko.

Saltoka (mielina egonez gero) edo jarraien garraiatuko da, kaltzio kanalak irekiz eta bere [] igoz. Azkenik kimikoa izanez gero sinapsia neurotransmisoreak askatuko dira, sinapsi ondoko neuronaren mintzean dauden proteinei lotu (hartzaile metabotropiko edo ionotropiko) eta kanal batean eragina egongo da, sodio kanalean izanez gero despolarizazioa sortuz eta pausuak errepikatzea eraginez.