

2. GAIA: Neuronaren fisiologia

Neuronaren funtzioa informazioa jasotzea eta beste neurona edo egituretara eramatea da. Informazioa nerbio sistema barruan kode elektriko (neurona barnean) edo kimiko (neuronen artean) moduan ematen da.

ATSEDEN-POTENTZIALA (Diapo 1-2)

Deskribapena:

Mezu neuronalak mintzean zehar gertatzen diren aldaketa elektrikoak dira. Mezu hauek eman daitezen, neuronak beste neurona batengandik kinada jaso behar du. Neurona mezua jasotzen edo garraiatzen ari ez den bitartean atsedeen potentzial egoeran dago.

Egoera naturalean neuronaren barnean karga negatibo handiagoa dago eta kanpoaldean karga positiboa. Hau gertatzen da neuronaren barnean karga negatiboa duten ioi (karga + edo - duten partikulak) asko daudelako, eta karga positiboko gutxi. Kanpoaldean alderantzizkoa gertatzen da. Neurona negatiboki kargatuta dagoenez, neurona polarizatuta dagoela esaten da (konkretuki negatiboki polarizatua). Polarizazio honek -70mv potentzial elektriko bat sortzen du.

Oinarri ionikoa:

Gradiente kimikoa (1. gaia, 4.orr) existitzen den moduan, gradiente elektrokimikoa (Diapo 2-2) ere existitzen da: Partikula askok karga elektrikoa dute eta kargaren arabera mugitzen dira. Hau da, kargen arteko oreka bat mantentzera joaten dira.

Aipatzekoa da ere, garraio aktiboaren edo konkretuki sodio-potasio ponparen (1. gaia, 5.orr/ Diapo 3-2, 4-1) ondorioz neuronaren barneko eta kanpoko sodio eta potasio kontzentrazioak ez direla berdinak. Barnean potasioi (K+) kontzentrazio handiagoa dago eta kanpoan sodio (Na+) kontzentrazio handiagoa (Diapo 2-1).

Erreten ioniko motak: (Diapo 5-1, 6-1)

-Sodio erreten pasiboak: (Diapo 5-1) Neurona atsedeen egoeran dagoenean irekita daude. Neuronaren axoiera kinada bat heltzen denean gehiago irekitzen da, despolarizazio leuna sortuz.

-Tentsio menpeko sodio erretenak: (Diapo 5-1) Neuronaren atsedeen egoeran itxita daude. Despolarizazio leunak atalaxea gaintzen duenean irekitzen dira. 3 egoeratan egon daiteke: Inaktibatuta, aktibatuta itxita eta aktibatuta irekita.

-Potasio erreten pasiboak: (Diapo 5-1) Neurona atsedeen egoeran dagoenean irekita daude.

-Tentsio menpeko potasio erretenak: (Diapo 5-1) Neuronaren atsedean egoeran itxita daude. Ekintza potentzialaren momentu jakin batean irekitzen dira.

-Neurotransmisore mendeko erretena: (Diapo 6-1) Neurotransmisoreek irekitzen dituzten erretenak dira.

EKINTZA POTENTZIALA (Diapo 6-2)

Neuronak kinada edo mezu bat jasotzen duenean ematen da. Egoera honetan neuronak informazioa bidaltzen du ekintza potentzial moduan. Hiru fase bereizten dira.

1.- Goranzko fasea edo Despolarizazioa: (Diapo 6-2)

-Soman sortutako kinada guztiak Kono Axonikoan batzen dira.

-Kinada honek despolarizazio leuna sortzen du, hau da, karga aldatzen du Sodio erreten pasiboak gehiago irekiz (Sodioa sartu, karga + sartu).

-Modu honetan sortzen den despolarizazioak atalaxea (+20mv igotzea edo -50mvetara iristea) ez badu gainditzen ez da ekintza potentziala emango. Despolarizazio leunak atalaxea gainditzen badu ekintza potentziala emango da eta beti berdina izango da, berdin du atalaxea gutxigatik edo askogatik gainditzeak.

-Behin atalaxea gainditzen denean tentsio menpeko Sodio erretenak irekitzen dira (beti erreten kantitate berdina, beti ekintza potentzial berdina), Sodioa sartu egiten da eta despolarizazioa ematen da (axoia + kargatu).

-Goranzko fasearen erdialdean, tentsio mendeko Potasio erretenak irekitzen dira. Hauek potasioa ateratzea eragiten dute (karga + atera), neurona negatiboago bihurtuz. Baina sartzen den Sodioa, ateratzen den Potasioa baino gehiago denez, zelula geroz eta positiboago kargatzen jarraitzen du.

2.- Beheranzko fasea edo Birpolarizazioa: (Diapo 6-2)

-Puntu batean tentsio menpeko Sodio erretenak itxi eta inaktibatu egiten dira, orduan hasten da birpolarizazioa. Potasioa oraindik neuronatik ateratzen ari denez, axoia negatibizatzen hasten da berriz.

- Fasearen amaieran axoia bere egoera naturalera bueltatzen da, -70mV. Momentu horretan, Sodio erretenak aktibatu egiten dira berriz.

3.- Hiperpolarizazioa: (Diapo 6-2)

-Tentsio mendeko Potasio erretenak ez dira ixten axoiak bere egoera naturala errekuaratzen duenean, denbora bat gehiago mantentzen dira irekita. Honek hiperpolarizazioa edo gehiegizko polarizazioa sortzen du, hau da axoia negatiboegi kargatzen da (-70mV baino gutxiago).

-Azkenean Potasio erretenak ixten dira eta axoiak bere karga naturala errekuaratzen du Sodio-Potasio ponparen bidez.

Aklarazioa, atalaxea: (Diapo 7-2)

Lehen aipatu bezala ekintza potentzialak atalaxe bat du, hau da, kinadak indar minimo bat (+20 mV) eduki behar du ekintza potentziala sortzeko. Indar minimo honetatik gorako kinada guztiek ekintza potentziala sortuko dute eta beti ekintza potentzial berdina. Berdin du kinadaren indarra nolako den (minimotik gora) ez du ekintza potentzialaren forman eraginik. Hori bai, eragina du ekintza potentzialen erritmo edo maiztasunarekin. Kinada indartsuago batek ekintza potentzial jarraituagoak edo maizagoak emango ditu. Maiztasun honek limite bat du ere.

Aldi errefrektarioa: (Diapo 8-1)

Ekintza potentzian zehar badago denbora zati bat non ekintza potentzial berri bat ezin den eman, denbora aldi honi aldi errefrektarioa deitzen zaio. Bi aldi errefrektario desberdintzen dira:

Aldi errefrektario absolutoa: (Diapo 8-1)

Aldi honetan ezin da ekintza potentzialik eman. Aldi hau aurreko ekintza potentziala ematen ari denean gertatzen da, konkretuki goranzko eta beheranzko faseetan. Goranzko fasean ezin da eman tentsio mendeko sodio erretenak (ekintza potentziala sortzen dutenak) jadanik irekita daudelako. Beheranzko fasean ezin da eman tentsio mendeko sodio erretenak inaktibatuta daudelako.

Aldi errefrektario partziala: (Diapo 8-1)

Aldi honetan posible da ekintza potentziala ematea baina normalean baino zailagoa da, hau da kinada indartsuago bat eskatzen du. Aldi hau hiperpolarizazio momentuan ematen da.

Hedapena: (Diapo 9-2, 12-1)

Mielina gabeko axoiak: (Diapo 9-2)

Urrienak dira. Axoi hauetan ekintza potentzialak etengabe ematen dira bata bestearen atzetik. Ekintza potentzial guzti horiek egin behar izanak hedapen geldoago bat dakar.

Mielinadun axoiak: (Diapo 11-2)

Ugariak dira. Mota honetako axoietan sodio eta potasio erretenak Ranvierren noduluetan (mielina gabeko zatiak) bakarrik daude. Beraz ekintza potentzialak Ranvierren noduluetan bakarrik gertatzen dira. Mielina duten zatietan mezua edo kinada azkarrago garraiatzen dira baina indarra galtzen joaten dira. Hau ez da arazoa galdutako indarra hurrengo ekintza potentzialean errekuaritzen delako, hurrengo Ranvierren noduluan. Garraio mota hau "saltoka" dela esaten da, mielinadun tokietan azkar egiten delako eta mielina gabekoetan geldo.

Aipatzekoa da mielinadun hedapena mielina ez duen axoiarena baino azkarragoa dela.

SINAPSIA: (Diapo 13-1)

Neurona batetik beste neurona batera informazioa edo mezua pasatzeko prozesua.

Egiturak:

-Egitura presinaptikoa: Sinapsia gertatu aurreko egiturak, mezua bidaltzen duten neuronan daudenak, mezua igortzen dutenak.

-Egitura postsinaptikoa: Sinapsia gertatu ondorengo egiturak, mezua jasotzen dutenak.

-Tarte sinaptikoa: Bi egituren arteko tarteak.

Motak:

Sinapsi elektrikoa: (Diapo 13-2)

Tarte sinaptikoa oso txikia da. Neuronak elkar ukitzen dute eta ioiak egitura batetik bestera zuzenean igarotzen dira Gap loturen bidez. Sinapsi mota hau ez da ematen gizakien garunetan. (Sinapsi mota hau ez dezue ezertako erabiliko)

SINAPSI KIMIKOA: (Diapo 14-1)

Tarte sinaptikoa zabala da eta neuronek ez dute elkar ukitzen. Neurona barneko mezua (ekintza potentziala edo ioiak) neurona batetik bestera pasatzeko mezulari kimiko (neurotransmisoreak) batzuk erabiltzen dira.

Prozedura: (Diapo 16-1)

1. Neurotransmisoreak askatzea:

Neurona presinaptikoko ekintza potentziala botoiera iristen da. Bertan kaltzio erretenak aktibatzen ditu eta kaltzioa sartzen da. Kaltzioak neurotransmisoreak dauden besikulak aktibatzen ditu. Besikula hauek exozitosi bidez askatzen dituzte neurotransmisoreak. Geroz eta ekintza potentzial gehiago → Kaltzio gehiago sartu → Besikula gehiago aktibatu → Neurotransmisore gehiago askatu. Prozesua amaitzean kaltzioa ponpa baten bidez kanporatzen da.

2. Neurotransmisoreen hartzaile-lotura:

Tarte sinaptikoko neurotransmisoreak neurona postsinaptikoko hartzaileekin (proteina batzuk) lotzen dira. Hartzaile hauek efektu desberdinak sortuko dituzte neurona postsinaptikoan (aurrerago azaldua). Neurotransmisore bakoitzak hartzaile espezifiko batzuekin bakarrik batu daiteke. Aldiz, hartzaile bakoitzak neurotransmisore bat baino gehiagorekin lotu daitezke.

Motak: (Diapo 14-2)

1. Axodendritikoak (diapon a)
2. Axosomatikoak (diapon b)
3. Axoaxonikoak (diapon c)

Hartzaileak: (Diapo 16-2)

Ionotropikoak: (Diapo 17-1)

Hartzaile mota honetan, hartzailea eta erretena egitura bera dira. Neurotransmisoreak hartzailearekin bat egitean, hartzailearen forma aldatzen da (zabaldu) eta ioiak hartzailea zeharkatzen dute. Hartzaile mota honek neurona postsinaptikoan aldaketa elektrikoak sortzen ditu.

Metabotropikoak: (Diapo 17-2, 18-1, 18-2)

Hartzaile mota honetan hartzaile eta erretena ez dira egitura bera. Neurotransmisoreak hartzailearekin batzean G proteina aktibatzen da. G proteina honek bi bide egin ditzake:

- a) Neurotransmisorea hartzailearekin batu → G proteina aktibatu → G proteinak erretena aktibatu. (Diapo 17-2)
- b) Neurotransmisorea hartzailearekin batu → G proteina aktibatu → G proteinak, AMP ziklikoan sortu → AMP ziklikoak, proteinasa sortu → Proteinak, erretena ireki edo geneen aktibitatea aldatuko du. (Diapo 18-1, 18-2)

A bidearen bidez, hartzaileak neurona postsinaptikoan aldaketa elektrikoak sortu ditzake. B bidearen bidez, hartzaileak neurona postsinaptikoan aldaketa elektrikoak edo geneen aktibitatearen aldaketak sortu ditzake. Geneen aktibitatea aldatzean proteina berriak sortuko dira, eta hauek egitura berriak sortuko dituzte. Beraz aldaketa mota hau askoz iraunkorragoa da eta neuronaren egiturari eragiten dio.

Tarte sinaptikoan dauden neurotransmisoreen kontzentrazioa aldatzeko mekanismoak: (Diapo 20-2)

- 1. Birkaptazioa:** Neurotransmisoreak neurona presinaptikora bueltatu edo gliako zeluletara itzultzen dira.
- 2. Inaktibazio entzimatikoa:** Entzimek neurotransmisoreak suntsitzen dituzte
- 3. Barreiadura:** Neurotransmisoreak tarte sinaptikotik kanporatu edo barreiatzen dira.

Potentzial postsinaptikoak: (Diapo 21-1)

Sinapsiaren bidez neurona postsinaptikoan sortzen diren potentzial elektrikoak dira. Haien intentsitatea bi faktoreen arabera da:

- Neurotransmisore kantitatea
- Neurotransmisoreak tarte sinaptikoan dauden denbora kantitatea

Bi motatakoak izan daitezke:

- Kitzikatzaileak (PPSK)
- Inhibitzaileak (PPSI)

Adibideak (Diapo 21-2)

INTEGRAZIO SINAPTIKOA:

Neurona bakoitzak beste neuronetatik sinapsi asko jasotzen ditu (1000tik gora). Sinapsi guzti hauek kono axonikoan batzen dira, hau da integrazio sinaptikoa ematen da. Aipatzekoa da, normalean sinapsi bakarra ez dela nahikoa neurona batean ekintza potentziala emateko, hainbaten gehiketa beharrezkoa da.

Integrazio sinaptikoa bi modutan ematen da:

Batuketa espaziala: (Diapo 23-1, 24-1)

Neuronaren dendrita eta sometan gertatzen diren potentzial postsinaptikoak, pasiboki garraiatzen dira kono axonikora. Bertan guztiak batu egiten dira, potentzial postsinaptiko nagusia sortuz. Potentzial postsinaptiko nagusiak atalaxea gainditzen badu ekintza potentziala emango da, bestela ez. Aipatzekoa da potentzial postsinaptikoak positiboak edo negatiboak izan daitezkeela, ekintza potentziala gertatzeari lagunduz edo oztopatuz.

Denborazko batuketa: (Diapo 24-2, 25-1)

Kasu honetan potentzial postsinaptikoa leku bakarretik dator, baina hainbat aldiz ematen da. Segidan datozen ekintza postsinaptiko hauek oso azkar gertatzen badira, batu egin daitezke. Batuketak despolarizazio nahikoa sortzen badu, ekintza potentziala emango da.

SINAPSI AXOAXONIKOA: (Diapo 26-1, 26-2)

Prozesu hau egitura presinaptikoan gertatzen da (aurreko biak egitura postsinaptikoan). Neurona batek bere axoiaren bidez kinada bidaltzen dio bigarren neurona baten axioi amaierari. Modu honetan, bigarren neuronak egin behar duen sinapsia kontrolatzen du. Bi mota:

-Inhibizio presinaptikoa: (Diapo 27-1) Neuronak bere kinadaren bidez bigarren neuronak sinapsia egiterakoan bidali behar dituen neurotransmisore kantitatea gutxitu edo desagertarazten du.

-Errazte presinaptikoa: Aurrekoaren alderantzizkoa, neuronak bigarren neuronaren sinapsian neurotransmisore gehiago askatzea eragiten du. Prozesu hau ez da gai sinapsi bat sortzeko, bakarrik existitzen den sinapsi bat modifikatzen du.

Presinaptiko vs postsinaptiko → Diapo 27-1 eta 27-2

NEUROTRANSMISORE MOTAK (Diapo 30-1, 30-2)

Neurotransmisore ez-peptidikoak:

Txikiak dira. Bukaera axonikoan sintetizatzen dira entzima eta prekursorre batzuekin. Ala ere prekursorre horiek neuronaren soman sortzen dira eta axoiaren bidez, axoi amaierara garraiatu behar dira (Diapo 30-2). Seinale gutxi behar dira askatzeko, beraz, bizkorrago askatzen dira. Adibideak Diapo 30-1

Neurotransmisore peptidikoak:

Handiagoak dira. Neuronaren soman sortzen dira eta besikula batzuen barruan joaten dira axoien zehar, bukaera axonikora. Prozesu honi garraio axoplasmatikoa deitzen zaio (Diapo 30-2). Polikiago askatzen dira. Adibideak: endorfina eta entzefalina.

-Neurona bakoitzak bi neurotransmisore mota izaten ditu.

-Neurotransmisore bakoitzak, eragin dezakeen hartzaile espezifiko bat baino gehiago dauzka. (Diapo 31-1, 31-2)

PSIKOFARMAKOAK (Diapo 34-1)

-Agonistak: Neurotransmisoreen lana errazten dutenak.

-Antagonistak: Neurotransmisoreen lana oztopatzen dutenak.

Adibidea (Diapo 35-1): Prozac farmakoa serotonina neurotransmisorearen agonista da. Izan ere, sinapsian serotonina askatzen denean, Prozac-ek honen birxurgatzea blokeatzen du. Honela serotonina denbora handiagoz geratzen da tarte sinaptikoan, sinapsi indartsuago bat sortuz.