

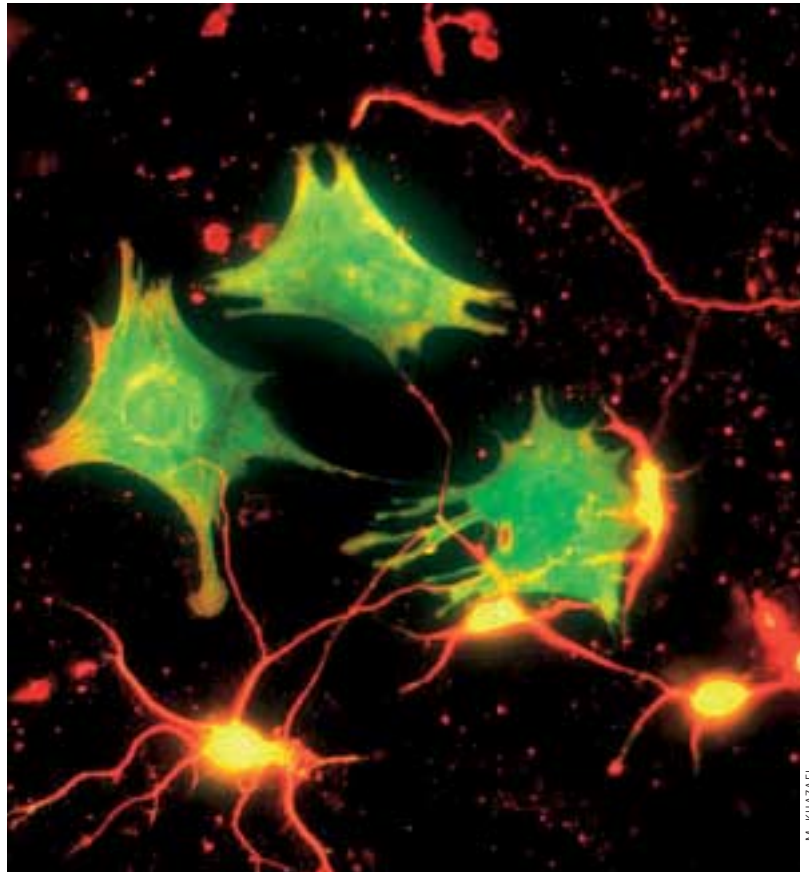
# Astrozitoak buruan

Roa Zubia, Guillermo

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

**Garunean ez daude neuronak bakarrik. Hain zuzen ere, zientzialariek ulertu dute neuronak ikertze hutsak ez duela argituko nola funtzionatzen duen garunak. Beste osagai asko daude, beste zelula asko, eta, zelula horien artean, odol-hodi asko. Zelula horietan ugariak astrozitoak dira. Zenbat eta hobeto aztertu astrozitoak, orduan eta argiago ikusten da ezinbestekoak direla garunaren funtzionamenduan. Garunean ez daude neuronak bakarrik, eta eskerrak.**

GARUNAREN FUNTZIONAMENDUA IKERTZEKO modu bat da jarduera elektrikoa aztertzea. Neurologoek asko garatu dute ikerketa-mota hori. Garuna etengabe ari da seinale elektrikoak pasazten neuronetatik. Geldirik baina martxan dagoen auto baten motorra da; garuna lanean ari da. Baina gorputzak zerbait egiten duenean, zerbait ikusten, entzuten, mugitzen, usaintzen, sentitzen duenean, edo beste mota bateko jarduera bat martxan jartzen duenean,



Astrozitoak (berdeak) eta neuronak (horiak).

garuneko seinale elektrikoaren jarioa handitu egiten da guzuz jakin batzuetan. Hain zuzen ere, neurologoek korrelazioa bilatzen dute gorputzaren jardueren eta aktibatzen diren garun-zatien artean. Emaizta harrigarriak lor-tzen ari dira bide horretatik.

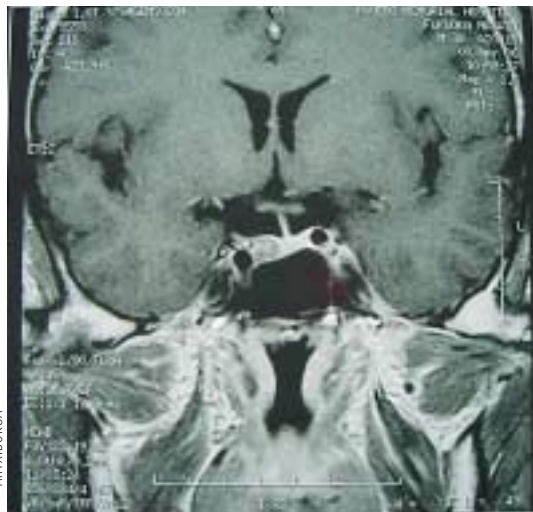
Baina hori ez da garunaren funtzionamendua ulertzeko egin daitekeen bide bakarra. Seinale elektrikoak zelularen eta molekulen mailan jarraitzea da beste bide bat, eta indarra hartzen ari da. Hori ere ez da ikerketa-lerro berria; aspalditik ari dira aztertzen zer gertatzen den seinale elektrikoak neurona

batetik beste batera salto egin ahal izateko, non eta nola sortzen diren seinale elektrikoak eta abar. Baina, aspaldikoa izanda ere, bide hori ez da inolaz ere agortu. Hain zuzen ere, azken belaunaldiko teknikek ate berriak ireki dituzte. Galdera berriak egin dira. Eta, denborarekin, neuronak ez diren osagaiak ikertzea nahitaezko bilakatu da, astrozitoak barne.

## Energia eske

Ikertzaileak astrozitoen arduratzera bultzatu dituen galderak zerikusia du energiarekin. Nondik ateratzen dute

MRI bidezko garunaren irudi bat.



ARTXIBOKOA

neuronek seinale elektrikoa garraiatzeko energia? Jakina da molekula batzuk trukatuta garraiatzen dutela seinalea neuronek. Baina molekula horiek sintetizatzeak eta mugiarazteak energia kontsumitzen du. Nondik irtezen da energia hori?

Zeluletako prozesu askotan bezala, energia hori glukosaren oxidaziotik dator; azken batean, odolak ekartzen dituen molekuletatik. Gorputzak zerbait egiten duenean, neuronek energia gehiago kontsumitzen dute geldirik dagoenean baino, eta horrek esan nahi du askoz odol gehiago eta glukosa eta oxigeno gehiago behar dituela. Zenbakiak harrigarriak dira; garunak gorputzaren masaren % 2 besterik ez du, baina odol-jarioaren % 15 kontsumitzen du, gorputz osoko glukosa-kontsumoaren % 25 eskatzen du, eta oxigeno-kontsumoaren % 20, gutxi gorabehera.

Beharraren arabera, neuronek odol-hodietatik hartzen dituzte glukosa eta oxigenoa, oxidazioa eragiten dute, energia sortzen dute eta neurotransmisoreak mugitzen dituzte.

Hori guztia eraginkorra izateko, azpiegitura sendo bat behar du garunak. Ikertzaileek esaten dute garuna oso organo baskularra dela, hau da, odol-hodi txikien dentsitate oso handia duela, beste organoekin alderatuta. Kapilarrez osatutako sare trinko bat du, odolaren bitartez glukosa eta oxi-

*“garunak gorputzaren masaren % 2 besterik ez du, baina odol-jarioaren % 15 kontsumitzen du”*

genoa neurona guztietara iritsi ahal izateko. Azken batean, bi osagairi esker funtzionatzen du garunak: neuronak eta odol-hodiak.

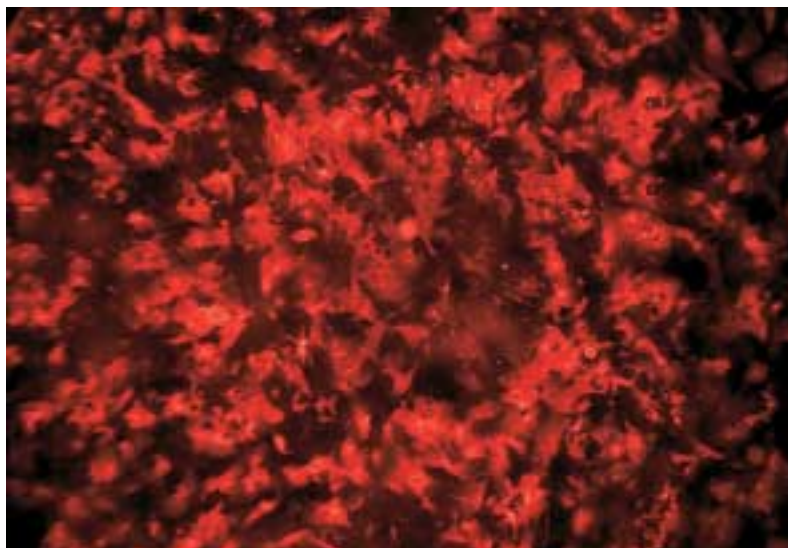
Arazo bat dago, ordea; oso gertutik begiratu gero, argi ikusten da odol-hodiak eta neuronak ez daudela elkarren ondoan. Odolak ez ditu zuzen-

nean neuronetan askatzen glukosa eta oxigenoa. Tartean, hirugarren osagai bat dago: astrozitoak. Hori ikusita, ondorioa zuzena da: astrozitoen lana da odol-hodiak eta neuronak komunikatzea eta garraio-lanak egitea.

## Euskarria baino gehiago

Astrozitoen eginkizuna ez da begi-bistakoa. Orain dauden teknika finak garatu arte, ez da aukerarik izan aztertzeko. Gainera, ez zen beharrik ere ikusten, neurologoek uste baitzuten neuronek bakarrik dutela zerikusia garunaren jarduerarekin. Ustez, beste zelula mota guztien helburua neuronasarearen egiturari eustea zen. Hain zuzen ere, Rudolf Virchow patologoak glia deitu zien neuronak ez ziren gainerako zelulei, ingeleseko *glue* (kola) hitzaren eratorri bat. Berez, glia hainbat zelularen nahastea da, baina ugariak astrozitoak dira. Gainera, neuronak bezain ugariak dira.

Gaur egun, astrozitoen eginkizun eza-guneren zerrenda handia da. Odol-hodiak eta neuronak komunikatzeaz gain, eta euskarri-lana egiteaz gain, beste funtzio asko betetzen dituzte, gehienak gune horretako molekulen kontrolarekin zerikusia dutenak. Azken batean, garbiketa egiten dute, molekula arriskutsuak kanporatzen dituzte eta abar. ➡



M. MILLER

Gliak zelula-mota asko elkartzen ditu; ugariak astrozitoak dira.

Eginkizun horiek ere energia kontsumitzen dute; ez da kontsumo handia, batez ere, neuronen jarduerak kontsumitzen duenarekin alderatuta. Hala ere, garunaren energiaren balantzea ulertu ahal izateko, ezinbestekoa da astrozitoen dinamika ikertzea, neuronekin batera egiten baitute lan.

Hain zuzen ere, astrozitoak beste bi osagaiei itsatsita daude fisikoki. Horrela, neuronen ingurukoek sinapsien jarduerari antzematen diote, eta odol-hodien ingurukoekin koordinatzen dira jarduera horri erantzuteko.

## Glutamatoa

Sinapsien jardueraren portzentaje handi batek neurotransmisore bakar batekin du zerikusia: glutamatoarekin.

*“astrozitoek garbiketa egiten dute, molekula arriskutsuak kanporatzen dituzte”*

Kortexean, hau da, funtzio kognitibo gehienak egiten dituen garunaren zatian, neurotransmisoreen % 80 baino gehiago da glutamatoa. Neurotransmisore ohikoena da. Horregatik erabiltzen da haren metabolismoa garunaren jarduera aztertzeko.

Sinapsiak glutamatoa isurtzen du, eta, seinalea transmititu ondoren, astrozitoek birziklatu egiten dute. Prozesua oso-oso azkarra da. Hala izan behar du, bi arrazoirengatik. Alde batetik, glutamatoa garunean pilatzea oso arriskutsua da, neuronak gehiegi estimulatuz gero infartua eragin baitezake. Seinalea

## Garunari begiratzeko bi teknika praktikoak

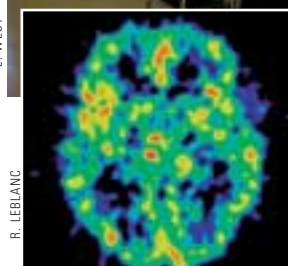
Gaur egun, garunaren funtzionamenduaren irudi gehienak bi teknikaren bidez sortzen dituzte: PET tomografia (positroien igorpeneko tomografia) eta MRI (erresonantzia magnetikoaren bidezko irudikatzea). Teknika horien bidez, neuronek kontsumitzen duten energia ikusten da. Kontsumo horretan, molekula eta, batez ere, atomo jakin batzuek fotoiak igortzen dituzte, eta hori da bi teknikek jasotzen dutena. Baina bi modu ezberdinetan.

### PET

PET tomografiak isotopo erradioaktiboak erabiltzen ditu, baina ez edozein, desintegratzean positroiak igortzen dituztenak bakarrik —fluor-18 adibidez—. Positroiak oso azkar desagertzen dira; ezin dute iraun, elektroi batekin talka egin bezain pronto desegiten direlako, eta energia askatu. PET tomografiak energia hori jasotzen du. Ideia da isotopo erradioaktiboak itsastea aztertu nahi den molekulari, eta odol-jarioan injektatzea. Neuronetako jarduerari jarraipena egiteko, oso baliagarria izaten da garuneko glukosa aztertzea, baina, beharraren arabera, beste molekula batzuk ere erabiltzen dira PET tomografian.



L. WEST



R. LEBLANC

Garunaren jarduera PET teknikaz ikusita.



ARTXIBOKOA



DREAMATTACK

Garuneko odol-hodiak beha daitezke MRIren bidez.

### MRI

MRI teknikak ez du eskatzen gaixoari ezer injektatzea. Odoleko bi hemoglobina-formaren arteko proportzioa neurtzen du, oxigenoa duena eta oxigenorik gabekoa (hemoglobina oxigenoa garraiatzen duen proteina bat baita). Garunaren toki batek energia behar duenean, proportzio hori aldatu egiten da, eta erresonantzia magnetikoak detektatu eta irudikatu egiten du non gertatzen ari den aldaketa.

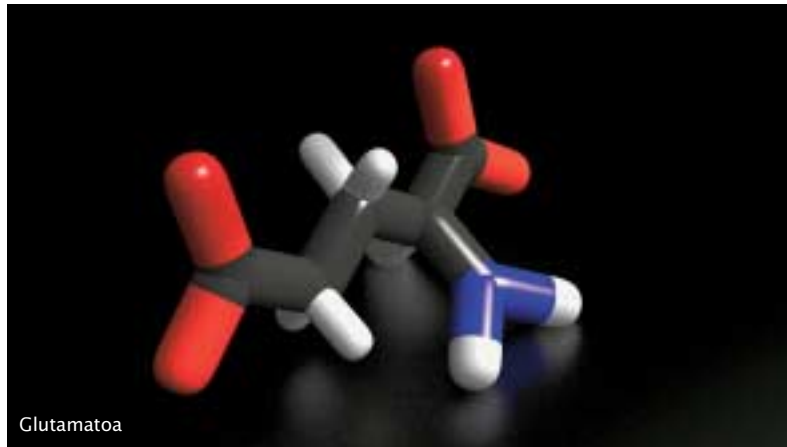
transmitzeko, nahikoa da glutamato pixka bat, eta gainerakoa azkar kanporatu behar da. Bestalde, gehiegizko glutamatoak hondoko soinua sortzen du seinalearen transmisioan. Beraz, argi dago azkar kanporatu behar dela soberrako glutamatoa; astrozitoek egiten dute lan hori, glutamatoa birziklatuta (erreakzio kimikoen bidez beste molekula bihurtuta, neuronetan berriz glutamato bilakatzeko).

Lan horrek energia kontsumitzen du. Ez da asko, baina energia hori berreskuratu egin behar dute astrozitoek. Odoletik hartzen duten glukosaren proportzio txiki bat horretara zuzentzen dute. Eta, hain zuzen ere, garunaren jardura irudikatzen duen teknikek energia-kontsumo horri hautematen diote; azken batean, garunaren jardura detektatzen dute horrekin, neuronen lana eta astrozitoen energia-kontsumoa batera gertatzen baitira.

## Sareak

Garuna barrutik miatzeko teknikak aldaketa metabolikoak detektatzeko teknikak dira. Horregatik, erabiltzaileak zehatz-mehatz ezagutu behar du zein bide metaboliko ari den teknika irakurtzen esperimendu bakoitzean.

Glutamatoa kanporatzeko prozesua adibide bat da. Eta oso adibide emankorra, bide metaboliko horren ikerketak ezustekoak ekarri izan baititu.



G. RDA

Neuronek ez ezik, astrozitoek ere osatzen dituztela sareak aurkitu dute Lausanako Unibertsitateko neurologoek. Izan ere, neuronen eta odol-hodien arteko komunikazioa uhin baten antzera gertatzen da astrozitoetan. Uhin metaboliko bat izango litzateke, hau da, glukosa, oxigenoa eta beste substratuak odol-hodiaren inguruko astrozito guztietara hedatzen dira, eta haietatik ingurukoetara eta abar. Norabide guztietan hedatzen dira.

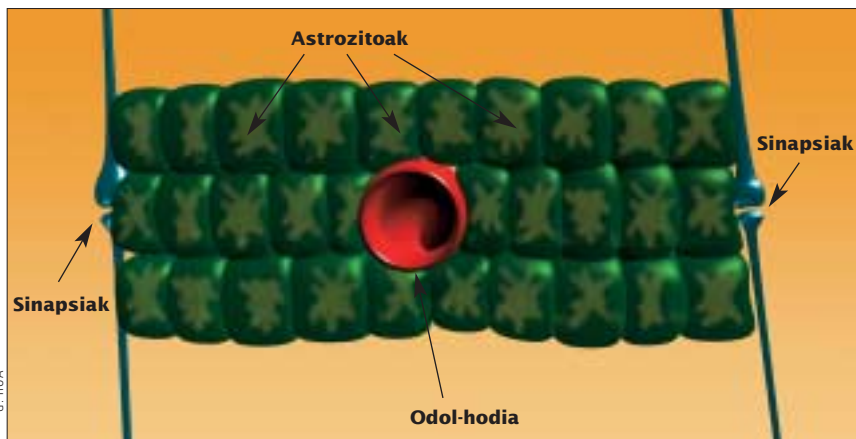
Hortaz, komunikazioa ez da lerro zuzen batean gertatzen, baizik eta gune oso batean zabaltzen da; hasieran sinapsi gutxi batzuetan aktibatzen den prozesua inguruko beste sinapsietara ere zabaltzen da. Horrela, konektatuta dauden bi neuronaren arteko komunikazioak gertuko beste neurona batzuk jar ditzake martxan, zuzenean lotuta egon gabe ere.

Mekanismo horientatik, uste baino zailagoa da neurona-sareen funtzionamendua ulertzea. Gainera astrozitoen beste funtzio asko ere argitu gabe egon daitezke.

*“neuronen eta odol-hodien arteko komunikazioa uhin baten antzera hedatzen da astrozitoen sarean”*

Lan handia falta da egiteko astrozitoen ikerketan. Esate baterako, MIT institutuko neurologo batzuek proposatu dute gaixotasun batzuen erruduna ez dela nahitaez neuronen funtzionamenduaren akats bat; agian, astrozitoen sareko akatsek ere zerikusia izango dute gaixotasun horiekin. Haien ustez, autismoa eta eskizofrenia egon litezke gaixotasun horien artean.

Bestela, esperimendu batzuetan ikusi dute astrozitoek ez dituztela beti neuronak hornitzen behar duten energia guztiarekin. Kasu horietan, neuronen galerak izaten dira. Ez dago argi zergatik gertatzen den hori, eta, agian, garuna miatzeko teknikak hobetu egin behar dira galdera horiei erantzuna ematen hasteko. Neuronak oso interesgarriak dira, baina, ondo begiratu gero, beste zelula interesgarri asko ikusten dira garunean. Hori bai, ondo begiratzeko modua izan behar da.



Astrozito-sarearen antolamenduaren eskema. Tamainak ez daude proportzio zehatzetan, baina eskemak balio du erakusteko astrozito-sare oso bat dagoela neuronen sinapsien eta odol-hodien artean.

G. RDA