



El paper de l'enginyeria sinaptica en la comprensió dels circuits neuronals

El professor de l'ICFO Michael Krieg, juntament amb el professor Ithai Rabinowitch i el professor Daniel Colon-Ramos publiquen a la revista [Nature Reviews Neuroscience](#) una revisió exhaustiva d'enginyeria sinaptica, un enfocament emergent per estudiar el circuits neuronals, descrivint les estratègies i aplicacions actuals compartint les visions sobre el futur del camp.

January 08, 2024

El lloc on ocorren el nostre comportament, records i pensaments es pot tracar fins als espais microscòpics entre les neurones, les conegudes sinapsis. En aquests espais les nostres neurones es connecten i es comuniquen, tant amb les veïnes com amb aquelles de regions més distants del cervell, transmetent informació des de l'emissor, la neurona presinaptica, al receptor, la neurona postsinaptica.

Aquesta transmissió de senyals permet que la informació flueixi per tot el sistema nerviós, formant circuits complexos que són essencials per a tots els aspectes de la funció cerebral i del comportament. Entendre com funcionen les sinapsis i dissenyar noves connexions es

crucial tant per desxifrar les complexitats del cervell i el comportament com per abordar diversesafeccions neurologiques.

Encara que hi ha diversos metodes per manipular i estudiar aquests circuits neuronals, la majoria solen requerir l'us de maquinari complex, intervencions invasives o altes intensitats d'il·luminacio que poden provocar efectes adversos. En aquest context, l'enginyeria sinaptic es constitueix com una alternativa prometedora. Se centra en sinapsis individuals entr neurones i no necessita monitoratge o activacio externa a temps real. A l'enginyeri sinaptica, els investigadors poden crear connexions sinaptiques sintetiques i introduir-les e circuits neuronals ja existents, o generar nous circuits. En emular un circuit, podem aprendr molt mes sobre com funciona i la seva plasticitat, explorar noves connexions entre neurone i fins i tot establir relacions causals entre l'estructura d'aquests circuits i el funcionament. Tot i ser relativament recent ja s'han dut a terme amb exit diversos experiments d desenvolupament i validacio, especialment en organismes model com el cucCaenorhabditis elegans, i cada cop mes en sistemes de mamifers, demostrant que es un metode eficaç per estudiar l'estructura i funcio dels circuits neuronals i explorar noves configuracions.

Una revisio global de l'enginyeria sinaptica

Ara el **Prof. a l'ICFO Michael Krieg**, juntament amb el **Prof. Ithai Rabinowitch** de la Universitat Hebrea de Jerusalem i el **Prof. Daniel Colon-Ramos** de la Facultat de Medicina de la Universitat Yale, [publiquen a la revista Nature Reviews Neuroscience](#) una revisio exhaustiva dels metodes d'enginyeria sinaptica existents, les aplicacions actuals i les visions per al futur del camp. L'article revisa les tres principals estrategies d'enginyeria sinaptica: les sinapsis electricques, les sinapsis quimiques i els neuropeptids, respectivament, explicant-ne les caracteristiques i descrivint les diferencies en la dinamica, la direccionalitat i els senyals pre i postsinaptics de cadascuna.

La primera estrategia abordada es **l'enginyeria de sinapsi electrica**, que se centra en els canals, coneguts com a gap junctions, que permeten l'encreuament d'ions i petites molecules entre neurones. Aquesta tambe es la primera demostracio d'enginyeria neuronal sintetica. En els vertebrats, aquests canals estan formats principalment per un grup de proteines conegudes com a connexines. En expressar selectivament aquestes proteines, els investigadors poden manipular i reconnectar les connexions existents, cosa que permet explorar com flueix la informacio al llarg dels circuits.

El segon metode es **l'enginyeria de sinapsi optica**, on certs enzims emissors de llum i ubicats a les neurones presinaptiques, les luciferases, participen en l'activacio de canals ionics especifics i sensibles a la llum, localitzats a les neurones postsinaptiques. Dos experiments, [un dels quals va ser dissenyat per investigadors de l'ICFO](#), han demostrat que aquestes sinapsis optiques es poden dissenyar fent servir la llum com a neurotransmissor sintetico.

La tercera metodologia revisada es la introduccio de **neuropeptids** externs i els seus corresponents receptors **de senyalitzacio**, cosa que permet crear noves vies neuronals i

reconfigurar les ja existents, ajudant a comprendre el proces de modulacio als circuits neuronals.

Un potencial prometedor per a futures aplicacions

Les perspectives de futura per a l'enginyeria sinaptica inclouen expandir els metodes d'enginyeria, implementar mecanismes d'encesa i apagat o explorar la multiplexacio - la insercio de multiples sinapsis sintetiques independents simultaniament per re configurar els circuits neuronals.

Com emfatitza l'article, l'enginyeria sinaptica te un potencial prometedor per a diverses aplicacions mes enlla de constituir una eina util per provar hipotesis i abordar qüestion relacionades amb la ciencia basica. Usant aquests metodes, es podrien aplicar estrategies d biologia sintetica per modificar certs comportaments en organismes, per exemple, pe detectar i atacar patogens, o utilitzar-se per tractar sistemes neuronals danyats. Els autor conclouen imaginant la possibilitat de desenvolupar dissenys d'enginyeria sinaptica a gra escala, que podrien contribuir a una millor comprensio de circuits neuronals mes complexos.