

València, 9 de setembre de 2024

Un estudi revela l'arquitectura dinàmica del cervell utilitzant tècniques avançades de ressonància magnètica

- Els experts han incorporat els retards en la comunicació entre regions cerebrals, la qual cosa els ha permés descobrir una arquitectura cerebral robusta i dinàmica
- Aquest treball aplanar el camí per a identificar biomarcadors cerebrals més precisos i sensibles



D'esquerra a dreta: Mohamed Kotb Selim, Laura Pérez-Cervera i Santiago Canals, investigadors de l'Institut de Neurociències.
Crèdits: Institut de Neurociències (IN, CSIC – UMH).

Investigadors de l'Institut de Neurociències (IN), centre mixt del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) i la Universitat Miguel Hernández (UMH) d'Elx, juntament amb un equip de l'Institut de Neurociències de Transsilvània (Romania), i en col·laboració amb experts de la Universitat Politècnica de València (UPV), han desenvolupat un enfocament innovador per a l'estudi de les connexions cerebrals utilitzant ressonància magnètica funcional. Aquest treball, publicat recentment en la revista *Cell Systems*, introdueix una nova manera de comprendre l'arquitectura cerebral mitjançant xarxes funcionals dinàmiques, desafiant l'enfocament estàtic tradicional.

L'estudi ha revelat que els retards en la comunicació entre regions cerebrals són clau per a entendre l'organització de les xarxes funcionals. A més, a diferència dels mètodes convencionals que fan una mitjana d'una única xarxa estàtica, aquest equip ha emprat una aproximació que estudia l'evolució temporal del pes de les connexions, analitzant la seua distribució estadística en lloc de la seua activació mitjana, la qual cosa els ha permés descobrir una arquitectura cerebral que és, alhora, robusta i dinàmica.

“La velocitat de connexió entre regions cerebrals és variable, la qual cosa introdueix diferents retards en la comunicació. El nostre objectiu ha sigut incorporar aquests retards a l'anàlisi de connectivitat funcional per a obtenir un mètode més precís i sensible”, explica l'investigador **Santiago Canals**, que lidera el Laboratori Plasticitat de les xarxes neuronals a l'IN.

Resultats comparables en rates, micos i humans

Els resultats d'aquesta investigació revelen l'existència d'un esquelet funcional format per connexions robustes sense retard, que es complementa amb un gran nombre de connexions més febles i el pes de les quals varia en el temps, donant flexibilitat a l'arquitectura funcional. “Aquest enfocament dinàmic permet capturar millor la realitat del cervell, que està en constant canvi. Ens ha permès obtenir resultats comparables en rates, micos i humans, i extraordinàriament consistents quan un mateix subjecte és escanejat de manera repetida en el temps, una qüestió poc habitual en el camp de la ressonància magnètica”, destaca Canals.

Un dels descobriments més rellevants de l'estudi és la identificació de l'esquelet, un conjunt de connexions funcionals extremadament fortes i estables que actuen com la columna vertebral de la comunicació en el cervell. Aquests nodes, malgrat representar menys del 10% de totes les connexions estudiades, juguen un paper essencial en la cohesió global de les xarxes cerebrals, mantenen una connectivitat robusta que assegura l'eficiència en la comunicació entre diferents regions.

“L'eficiència en la comunicació de la xarxa es redueix dramàticament quan alguna d'aquestes connexions es veu compromesa, la qual cosa subratlla la seua importància en l'estructura funcional del cervell. D'altra banda, els enllaços més febles i dinàmics, amplifiquen extraordinàriament els possibles estats funcionals del sistema, proporcionant flexibilitat”, conclou Canals.

Diagnòstic de malalties neuropsiquiàtriques

Per a desenvolupar aquest estudi, els científics han emprat dades de ressonància magnètica funcional adquirits en rates, primats no humans i humans, així com dades de pacients que pateixen un trastorn per consum d'alcohol. Aquestes troballes obrin noves vies per a identificar biomarcadors cerebrals més precisos i sensibles, capaços de detectar alteracions subtils en les xarxes neuronals, la qual cosa podria tindre implicacions importants en el diagnòstic de malalties neuropsiquiàtriques.

Aquests resultats s'han obtingut gràcies a un esforç conjunt de col·laboració internacional que ha fet factible combinar a experts de diferents camps. En aquesta línia, Canals destaca que la investigació no hauria sigut possible sense un equip multidisciplinari. El laboratori que dirigeix la investigadora **Maria Ercsey-Ravasz** en l'Institut de Neurociències de Transsilvània (TINS) té gran experiència en la física de les xarxes complexes, mentre que el laboratori que dirigeix l'investigador **Raúl C. Muresan** en la mateixa institució se centra, entre altres, en el desenvolupament d'eines

avançades per a l'anàlisi de sèries temporals. A més, també ha participat el grup dirigit per l'investigador **David Moratal** del Centre de Biomaterials i Enginyeria Tissular (CBIT-UPV).

Aquest treball ha estat desenvolupat gràcies al finançament del Programa d'Investigació i Innovació Horitzó 2020 de la Unió Europea; el programa ERA-Net NEURON; l'Agència Estatal d'Investigació (AEI); el Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER); el Ministeri de Sanitat, Serveis Socials i Igualtat; el programa PROMETEU de la Generalitat Valenciana; el programa Severo Ochoa en R+D per a Centres d'Excel·lència; els projectes ERANET-FLAG-ERA-ModelDXConsciousness i ERANET-NEURON-2-UnscrAMBLY; l'Autoritat Nacional Romanesa per a la Investigació Científica i la Innovació; i la Societat Alemanya d'Investigació (DFG).

Referència:

Varga, L., Moca, V.V., Molnár, B., Perez-Cervera, L., Selim, M.K., Díaz-Parra, A., Moratal, D., Péntek, B., Sommer, W.H., Mureşan, R.C., Canals, S. and Ercsey-Ravasz, M. (2024). ***Brain dynamics supported by a hierarchy of complex correlation patterns defining a robust functional architecture.*** *Cell Systems*, 15(8), 770-786.e5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cels.2024.07.003>