

València, 9 de septiembre de 2024

Un estudio revela la arquitectura dinámica del cerebro utilizando técnicas avanzadas de resonancia magnética

- Los expertos han incorporado los retrasos en la comunicación entre regiones cerebrales, lo que les ha permitido descubrir una arquitectura cerebral robusta y dinámica
- Este trabajo allana el camino para identificar biomarcadores cerebrales más precisos y sensibles



De izquierda a derecha: Mohamed Kotb Selim, Laura Pérez-Cervera y Santiago Canals, investigadores del Instituto de Neurociencias. Créditos: Instituto de Neurociencias (IN, CSIC – UMH).

Investigadores del Instituto de Neurociencias (IN), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche, junto con un equipo del Instituto de Neurociencias de Transilvania (Rumanía), y en colaboración con expertos de la Universitat Politècnica de València (UPV), han desarrollado un enfoque innovador para el estudio de las conexiones cerebrales utilizando resonancia magnética funcional. Este trabajo, publicado recientemente en la revista *Cell Systems*, introduce una nueva manera de comprender la arquitectura cerebral mediante redes funcionales dinámicas, desafiando el enfoque estático tradicional.

El estudio ha revelado que los retrasos en la comunicación entre regiones cerebrales son clave para entender la organización de las redes funcionales. Además, a diferencia de los métodos convencionales que promedian una única red estática, este equipo ha empleado una aproximación que estudia la evolución temporal del peso de las conexiones, analizando su distribución estadística en lugar de su activación media, lo

que les ha permitido descubrir una arquitectura cerebral que es, a la vez, robusta y dinámica.

“La velocidad de conexión entre regiones cerebrales es variable, lo que introduce distintos retrasos en la comunicación. Nuestro objetivo ha sido incorporar estos retrasos al análisis de conectividad funcional para obtener un método más preciso y sensible”, explica el investigador **Santiago Canals**, que lidera el Laboratorio Plasticidad de las redes neuronales en el IN.

Resultados comparables en ratas, monos y humanos

Los resultados de esta investigación revelan la existencia de un esqueleto funcional formado por conexiones robustas sin retraso, que se complementa con un gran número de conexiones más débiles y cuyo peso varía en el tiempo, dando flexibilidad a la arquitectura funcional. “Este enfoque dinámico permite capturar mejor la realidad del cerebro, que está en constante cambio. Nos ha permitido obtener resultados comparables en ratas, monos y humanos, y extraordinariamente consistentes cuando un mismo sujeto es escaneado de manera repetida en el tiempo, una cuestión poco habitual en el campo de la resonancia magnética”, destaca Canals.

Uno de los descubrimientos más relevantes del estudio es la identificación del esqueleto, un conjunto de conexiones funcionales extremadamente fuertes y estables que actúan como la columna vertebral de la comunicación en el cerebro. Estos nodos, a pesar de representar menos del 10% de todas las conexiones estudiadas, juegan un papel esencial en la cohesión global de las redes cerebrales, mantienen una conectividad robusta que asegura la eficiencia en la comunicación entre distintas regiones.

“La eficiencia en la comunicación de la red se reduce dramáticamente cuando alguna de estas conexiones se ve comprometida, lo que subraya su importancia en la estructura funcional del cerebro. Por otro lado, los enlaces más débiles y dinámicos, amplifican extraordinariamente los posibles estados funcionales del sistema, proporcionando flexibilidad”, concluye Canals.

Diagnóstico de enfermedades neuropsiquiátricas

Para desarrollar este estudio, los científicos han empleado datos de resonancia magnética funcional adquiridos en ratas, primates no humanos y humanos, así como datos de pacientes que sufren un trastorno por consumo de alcohol. Estos hallazgos abren nuevas vías para identificar biomarcadores cerebrales más precisos y sensibles, capaces de detectar alteraciones sutiles en las redes neuronales, lo que podría tener implicaciones importantes en el diagnóstico de enfermedades neuropsiquiátricas.

Estos resultados se han obtenido gracias a un esfuerzo conjunto de colaboración internacional que ha hecho factible combinar a expertos de distintos campos. En esta línea, Canals destaca que la investigación no habría sido posible sin un equipo multidisciplinar. El laboratorio que dirige la investigadora **María Ercsey-Ravasz** en el Instituto de Neurociencias de Transilvania (TINS) tiene gran experiencia en la física de

las redes complejas, mientras que el laboratorio que dirige el investigador **Raúl C. Muresan** en la misma institución se centra, entre otros, en el desarrollo de herramientas avanzadas para el análisis de series temporales. Además, también ha participado el grupo dirigido por el investigador **David Moratal** del Centro de Biomateriales e Ingeniería Tisular (CBIT-UPV).

Este trabajo ha sido desarrollado gracias a la financiación del Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea; el programa ERA-Net NEURON; la Agencia Estatal de Investigación (AEI); el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER); el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; el programa PROMETEO de la Generalitat Valenciana; el programa Severo Ochoa en I+D para Centros de Excelencia; los proyectos ERANET-FLAG-ERA-ModelDXConsciousness y ERANET-NEURON-2-UnscrAMBLY; la Autoridad Nacional Rumana para la Investigación Científica y la Innovación; y la Sociedad Alemana de Investigación (DFG).

Referencia:

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>