

## EL SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE LA MEMORIA ES MÁS VERSÁTIL DE LO QUE SE PENSABA

### Distintos ritmos de ondas lentas y rápidas permiten al cerebro adaptarse a las demandas cognitivas en cada momento

- En función de las necesidades cognitivas, las ondas lentas se acoplan o desacoplan de forma flexible por acción de las ondas rápidas.
- Cuando las necesidades cognitivas lo requieren, el procesamiento de información se realiza en paralelo, sin interferencia entre procesos, y cuando es necesario contrastar información almacenada en la memoria con la que llega del exterior, los ritmos se sincronizan e integran.
- De esta manera, la memoria se actualizaría cuando hay nueva información en el entorno y se preservaría en contextos ya conocidos.
- El hallazgo, llevado a cabo en roedores por un equipo multidisciplinar de investigadores del Instituto de Neurociencias de Alicante (UMH-CSIC), el Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (UIB-CSIC), el Instituto Cajal (CSIC) y la Universidad de la Laguna, se publica en eLife.

**10/8/2020.** La actividad del hipocampo se organiza en secuencias de ondas lentas, denominadas theta, controladas por procesos de memoria interna y por señales sensoriales externas, pero se sabe poco de cómo se coordinan estos procesos. Aunque la actividad de ondas theta se considera como una oscilación coherente única, es en realidad el resultado de interacciones complejas entre las diferentes zonas del hipocampo que las generan.

Analizando los potenciales extracelulares registrados en ratas que exploraban libremente entornos conocidos o novedosos, un equipo multidisciplinar de investigadores del Instituto de Neurociencias de Alicante (UMH-CSIC), el Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (UIB-CSIC), el Instituto Cajal (CSIC) y la Universidad de la Laguna, ha logrado identificar que el ritmo theta del hipocampo está formado por tres generadores principales y demostrar, mediante el uso de herramientas optogenéticas, que estos generadores son independientes, que su sincronía cambia en función de distintos comportamientos y que bandas específicas de ondas rápidas gamma controlan la oscilación lenta theta en función de las necesidades cognitivas.

Además, este equipo multidisciplinar ha descubierto que los ritmos theta altamente sincronizados ocurren preferentemente durante las tareas que requieren coordinación entre las representaciones de la memoria interna y la información sensorial procedente del exterior. Adicionalmente, han encontrado que las oscilaciones rápidas gamma en bandas de frecuencia específicas están asociadas con generadores theta principalmente cuando estos están sincronizados.

Su trabajo, publicado en la revista eLife, les ha llevado a proponer la existencia en el hipocampo de un mecanismo para segregar o integrar procesos basado en la coexistencia de diferentes patrones de ondas lentas y rápidas, que se acoplan o desacoplan de manera flexible. Cuando las necesidades cognitivas lo requieren, el procesamiento de información se realiza en paralelo, sin interferencia entre procesos, y cuando es necesario contrastar información almacenada en la memoria con la que llega del exterior, los ritmos se sincronizan e integran. De esta manera, proponen los investigadores, la memoria se actualizaría cuando hay nueva información en el entorno y se preservaría en contextos ya conocidos.

En el hipocampo, una estructura del cerebro clave para funciones tan importantes como la orientación o la memoria, se registran dos tipos de oscilaciones (ondas) simultáneas, denominadas theta y gamma. Estas ondas están originadas por la actividad eléctrica que genera la comunicación entre neuronas. Las ondas theta oscilan lentamente (8 hercios -Hz-) y se hallan en varias estructuras cerebrales, mientras que las ondas gamma son mucho más rápidas (entre 30 y 120 Hz, dependiendo de la región del hipocampo) y sólo aparecen en épocas cortas en una fase específica de la oscilación theta.

Ambos tipos de ondas están muy relacionados, ya que mientras las ondas gamma contienen paquetes de información que se transmiten de una región a otra del hipocampo, las ondas theta lentas actúan como un reloj que coordina las secuencias de

actividad entre las distintas regiones. Al igual que las señales de radio o de televisión, las oscilaciones gamma jugarían el papel de formar diferentes "canales" que utilizarían diferentes frecuencias y fases del ritmo para comunicarse sin interferir con otros canales.

Los investigadores analizaron si los generadores de ondas lentas del hipocampo trabajan juntos para obtener una oscilación theta común o si podían trabajar independientemente, con varias oscilaciones theta coexistiendo al mismo tiempo. Este segundo escenario, que han validado con su trabajo, permite la existencia de múltiples marcos de interacción theta-gamma, proporcionando un sistema de codificación de información mucho más versátil.

Aunque no se comprenden aun en detalle las condiciones que desencadenan la coordinación entre las estructuras hipocampales, dado que el desacoplamiento entre las componentes theta y gamma parece representar una firma electrofisiológica temprana presente en casos de Alzheimer, esquizofrenia y otras alteraciones psiquiátricas, este estudio plantea nuevos mecanismos que pueden ser cruciales para comprender estas patologías.