

Hemmende Synapsen

Datum 14.10.2026
Subjekt Leibniz-Gemeinschaft
Region Nemecko
Kategorie Zdravotníctvo a nemocnice, Veda, technické a profesijné činnosti, Veda a výskum

Beim Lernen verändert sich das Gehirn - und muss gleichzeitig bestehende Strukturen stabil halten. Forschende haben untersucht, wie das auf Ebene einzelner Nervenzellen gelingen kann.

Unser Gehirn muss Neues lernen können, ohne bereits gespeicherte Informationen oder die Stabilität seiner Netzwerke zu verlieren. Forschende des Leibniz-Instituts für Neurobiologie (LIN) in Magdeburg haben gemeinsam mit Partnern in Bielefeld und Zürich untersucht, wie diese Balance gelingt. Sie zeigen: Lernen verändert die Stabilität hemmender Synapsen je nach ihrer Position an derselben Nervenzelle gegensätzlich.

An den Dendriten, der Eingangsseite der Nervenzelle, werden hemmende Synapsen nach dem Lernen häufiger neu organisiert. Am Axonanfang, wo die Zelle ihr eigenes elektrisches Signal erzeugt, werden sie dagegen stabiler. Diese räumliche Arbeitsteilung könnte dazu beitragen, neue Informationen zu verarbeiten und gelernte Informationen zugleich zuverlässig abrufbar zu halten. Die Studie ist jetzt in Nature Communications erschienen.

Eingang und Ausgang reagieren unterschiedlich

Über ihre verzweigten Fortsätze, die Dendriten, nehmen Nervenzellen Signale anderer Zellen auf und verarbeiten sie. Am Axonanfang entscheidet sich, ob daraus ein eigenes elektrisches Signal entsteht, das die Nervenzelle weitergibt. Hemmende Synapsen regulieren diesen Informationsfluss und können deshalb je nach ihrer Position an unterschiedlichen Stellen in die Verarbeitung eingreifen.

Die Forschenden beobachteten, dass Lernen diese Synapsen je nach Position unterschiedlich verändert: An den Dendriten wurden sie häufiger neu organisiert, am Axonanfang blieben sie stabiler. Ihre Gesamtzahl veränderte sich kaum. Damit deutet die Studie auf eine räumliche Arbeitsteilung innerhalb derselben Nervenzelle hin: Während die hemmende Verschaltung auf der Eingangsseite flexibler wird, bleibt sie an der Ausgangsseite stabiler.

„Überraschend ist, dass hemmende Synapsen innerhalb derselben Nervenzelle nicht einheitlich auf Lernen reagieren“, sagt Alessio Attardo vom LIN. „Ihre genaue Position scheint mitzubestimmen, ob sie umgebaut oder stabilisiert werden. Das gibt uns einen neuen Blick darauf, wie ein Nervennetzwerk gleichzeitig plastisch und stabil bleiben kann.“

Dieselben Synapsen über 13 Tage im Blick

Für die Studie beobachteten die Forschenden hemmende Synapsen im Hippocampus von 23 Mäusen über einen Zeitraum von 13 Tagen. Mithilfe der 2-Photonen-Mikroskopie konnten sie immer wieder zu denselben Nervenzellen und Kontaktstellen zurückkehren. So ließ sich direkt verfolgen, welche Synapsen bestehen blieben, welche verschwanden und wo neue entstanden.

Insgesamt erfasste das Team mehr als 1.100 hemmende Kontaktstellen an Dendriten, Zellkörpern

und am Axonanfang. Während des Untersuchungszeitraums absolvierten die Tiere eine Lernaufgabe: Sie lernten, einen Ton und eine bestimmte Umgebung mit einem später folgenden aversiven Reiz zu verknüpfen. Bei dieser Form des Lernens spielt der Hippocampus eine wichtige Rolle.

Die wiederholten Aufnahmen machten sichtbar, wie sich dieselben hemmenden Synapsen vor und nach dem Lernen veränderten. Entscheidend war dabei nicht eine deutliche Veränderung ihrer Gesamtzahl, sondern ihre unterschiedliche Stabilität an verschiedenen Stellen der Nervenzelle.

Das Modell grenzt mögliche Mechanismen ein

Die Studie verbindet experimentelle und theoretische Ansätze. In enger Zusammenarbeit der Forschungsgruppen von Alessio Attardo und Stefan Remy am LIN entstanden die Lernexperimente, Langzeitaufnahmen und Datenauswertungen. Forschende der Universitäten Bielefeld und Zürich ergänzten das Projekt mit mathematischer Modellierung und spezialisierter Bildanalyse.

Das mathematische Modell eines Nervenzellnetzwerks zeigte dasselbe Grundmuster wie die experimentellen Daten: stärkere Reorganisation an den Dendriten und größere Stabilität am Axonanfang. Darüber hinaus hilft es einzugrenzen, welche Gruppen hemmender Nervenzellen die Veränderungen in den verschiedenen Bereichen der Nervenzelle vermitteln könnten. Damit liefert es konkrete Ansatzpunkte für weitere Experimente. Die Studie untersucht grundlegende Mechanismen des Lernens bei Mäusen. Ob vergleichbare Prozesse auch beim Menschen eine Rolle spielen, müssen weitere Untersuchungen klären.

Originalpublikation

<https://doi.org/10.1038/s41467-026-77800-w>

Weitere Informationen und Kontakt

Pressemitteilung des Leibniz-Instituts für Neurobiologie (LIN)

<https://www.leibniz-gemeinschaft.de/mainnavigation/neues/forschungsnachrichten/forschungsnachrichten-single/newsdetails/hemmende-synapsen>