

Hemmende Nervenzellen im Gehirn holen ihren Reifungs-Rückstand auf

Auf den Punkt:

- Das Gehirn im Gleichgewicht: Erregende Nervenzellen leiten Signale weiter, während hemmende Nervenzellen verhindern, dass die Zellen zu stark feuern.
- Studie in Nature Neuroscience: Ein Team am Max-Planck-Institut für biologische Intelligenz hat die Entwicklung hemmender Nervenzellen in Mäusen untersucht und einen Mechanismus entdeckt, der das neuronale Gleichgewicht im Gehirn fördert.
- Neue Einblicke: Zellen, die später im Entwicklungsprozess gebildet werden, reifen nach ihrer Geburt deutlich schneller als solche, die früher entstehen.
- Weiterer Forschungsbedarf: Die Studie liefert möglicherweise Einblicke in die Entstehung neurologischer Entwicklungsstörungen.

Das menschliche Gehirn besteht aus Milliarden von Nervenzellen, die in komplexen Netzwerken zusammenarbeiten. Damit unser Gehirn zuverlässig funktioniert, braucht es eine Balance zwischen zwei Gegenspielern: Erregende Nervenzellen leiten Signale weiter und regen die Aktivität an. Hemmende, sogenannte inhibitorische Nervenzellen, begrenzen dagegen die Aktivität und verhindern, dass Nervenzellen zu stark oder unkontrolliert feuern. So wird für ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen Erregung und Hemmung gesorgt – eine Voraussetzung für eine stabile und gesunde Gehirnfunktion.

Später geborene Nervenzellen reifen schneller

Inhibitorische Nervenzellen entstehen während der Gehirnentwicklung durch Teilung von sogenannten Vorläuferzellen. Forschende am Max-Planck-Institut für biologische Intelligenz haben nun anhand von Untersuchungen in Mäusen neue Erkenntnisse über ihre Entwicklung gewonnen: Zellen, die später im Entwicklungsprozess gebildet werden, reifen nach ihrer Geburt deutlich schneller als solche, die früher entstehen.

„So können die später geborenen Nervenzellen womöglich ihren anfänglichen Zeitrückstand aufholen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass zu dem Zeitpunkt, an dem sie ins Gehirnnetzwerk eingebaut werden, alle Nervenzellen auf einem ähnlichen Entwicklungsstand sind“, sagt Christian Mayer, Forschungsgruppenleiter am Institut. „Das ist wichtig, weil ansonsten die früher entstandenen Nervenzellen durch ihre längere Entwicklungszeit eventuell mehr synaptische Verbindungen aufbauen können als die später geborenen Nervenzellen. Ohne einen Ausgleich würde das Netzwerk aus dem Gleichgewicht geraten und einzelne Zellen wären zu stark oder zu schwach mit anderen verknüpft.“

Genetische Steuerung und Krankheit

Die Forschenden untersuchten auch, wie die beschleunigte Reifung der späten inhibitorischen Nervenzellen reguliert wird. Sie fanden heraus, welche Gene an diesem Prozess beteiligt sind und wie sie steuern, wann und wie stark die Zellen bestimmte Abschnitte ihrer Erbinformationen ablesen und nutzen. Die beschleunigte Entwicklung hängt dabei mit Veränderungen im

Entwicklungspotential der Vorläuferzellen zusammen. Diese Veränderungen wiederum werden durch eine Umgestaltung der sogenannten Chromatin-Landschaft ausgelöst – das bedeutet, dass der Zugang zu bestimmten Erbinformationen im Zellkern gezielt angepasst wird.

Veränderungen in diesen Genen oder Mechanismen können schon während der Embryonalentwicklung die Entwicklungspfade beeinflussen, die möglicherweise zu Erkrankungen wie Autismus oder Epilepsie führen. Damit hilft die Studie, besser zu verstehen, wie Entwicklungsstörungen des Gehirns bereits im frühen, embryonalen Stadium entstehen können.

Vergleich zwischen Menschen und anderen Tieren

Die neuen Ergebnisse unterstreichen, wie wichtig es ist, dass hemmende Nervenzellen während der Gehirnentwicklung rechtzeitig ausgereift sind – egal zu welchem Zeitpunkt sie entstanden sind. Die Geschwindigkeit, mit der sich diese Zellen entwickeln und in Netzwerke eingebaut werden, wird durch präzise genetische Mechanismen gesteuert – ein Prozess, der als „Entwicklungszeit“ bezeichnet wird.

Bereits bekannt ist, dass sich die Entwicklungszeit zwischen verschiedenen Säugetierarten deutlich unterscheiden kann. Besonders beim Menschen dauert die Ausreifung des Gehirns vergleichsweise lange. Durch dieses längere Zeitfenster kann das menschliche Gehirn womöglich komplexere Netzwerke ausbilden und Lernprozesse über einen größeren Zeitraum gestalten – was vielleicht seine enormen kognitiven Fähigkeiten erklärt. Die aktuellen Erkenntnisse liefern neue Ansatzpunkte, um die Bedeutung der Entwicklungszeit bei der Gehirnreifung verschiedener Arten besser zu verstehen.

Weiterer Forschungsbedarf

Die neu entdeckten Mechanismen zeigen, wie wichtig das richtige Tempo und die richtigen Gene für die Entwicklung des Gehirns sind. Sie können ein neuer Ansatzpunkt sein, um die Ursachen von neurologischen Entwicklungsstörungen zu erforschen und eines Tages vielleicht dazu beitragen, neue Behandlungsmethoden zu entwickeln.

Originalpublikation:

Temporal control of progenitor competence shapes maturation in GABAergic neuron development in mice

Ann Rose Bright*, Yana Kotlyarenko*, Florian Neuhaus*, Diana Rodrigues, Chao Feng, Christian Peters, Ilaria Vitali, Elif Dönmez, Michael H. Myoga, Elena Dvoretzkova, Christian Mayer

*these authors contributed equally

Nature Neuroscience, online July 8, 2025

<https://www.nature.com/articles/s41593-025-01999-y>