

Warum Tiefschlaf unser Gedächtnis fördert

Langsame Gehirnwellen machen Hirnrinde besonders aufnahmebereit

Seit fast 20 Jahren weiß man, dass langsame, synchrone Erregungswellen während des Tiefschlafs die Gedächtnisbildung unterstützen. Unbekannt war bisher, warum das so ist. Im Fachmagazin *Nature Communications** liefert ein Forschungsteam der Charité – Universitätsmedizin Berlin nun einen Erklärungsansatz. Danach machen die langsamen Wellen die Hirnrinde, den Sitz des Langzeitgedächtnisses, besonders empfänglich für Informationen. Die Erkenntnisse könnten zur Optimierung von Behandlungsansätzen beitragen, die die Gedächtnisbildung von außen unterstützen sollen.

Wie entstehen dauerhafte Erinnerungen? Fachleute gehen davon aus, dass unser Gehirn im Schlaf die Ereignisse des Tages erneut abspielt und dabei die Informationen aus dem Sitz des Kurzzeitgedächtnisses, dem Hippokampus, in das Langzeitgedächtnis in der Hirnrinde verschiebt. Besonders wichtig für diese Gedächtnisbildung sind die sogenannten „Slow Waves“: langsame, synchrone Erregungswellen in der Hirnrinde, die in der Tiefschlafphase auftreten und per Elektroenzephalogramm (EEG) messbar sind. Sie sind darauf zurückzuführen, dass die elektrische Spannung vieler Nervenzellen gleichzeitig einmal pro Sekunde auf- und abschwingt.

„Wir wissen seit vielen Jahren, dass diese Spannungsschwankungen zur Gedächtnisbildung beitragen“, erklärt Prof. Jörg Geiger, Direktor des Instituts für Neurophysiologie der Charité und Leiter der jetzt veröffentlichten Studie. „Denn wenn man den Slow-Wave-Schlaf künstlich von außen verstärkt, verbessert sich die Gedächtnisleistung. Wir wussten bisher allerdings nicht, was genau dabei im Gehirn passiert, weil die Informationsflüsse im menschlichen Gehirn äußerst schwierig zu erforschen sind.“

Langsame Wellen verstärken Synapsen

Anhand von besonders rarem menschlichen Hirngewebe ist es ihm und seinem Team nun gelungen, die Vorgänge aufzuklären, die mit hoher Wahrscheinlichkeit der Gedächtnisbildung im Tiefschlaf zugrunde liegen. Den Erkenntnissen zufolge beeinflussen die langsamen Erregungswellen die Stärke der synaptischen Verbindungen zwischen den Nervenzellen in der Hirnrinde – und damit deren Aufnahmefähigkeit.

Für die Studie untersuchte das Forschungsteam intaktes Gewebe aus der Hirnrinde von 45 Patient:innen, die sich an der Charité, dem Evangelischen Klinikum Bethel oder dem Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf einem neurochirurgischen Eingriff zur Behandlung einer Epilepsie oder eines Hirntumors unterzogen hatten. Die Wissenschaftler:innen simulierten in dem Gewebe die Spannungsschwankungen, die für langsame Wellen im Tiefschlaf typisch sind, und maßen dann die Reaktion der Nervenzellen. Dazu verwendeten sie feinste Glaspipetten, die sie nanometergenau an einzelne Nervenzellen andockten. Um der Kommunikation mehrerer Neurone im Gewebeverbund zu lauschen, setzten sie zehn „Pipettenfühler“ gleichzeitig ein – eine für diese als Multipatch-Technik bezeichnete Methode besonders hohe Zahl.

Perfektes Timing begünstigt Gedächtnisbildung

Das Forschungsteam fand so heraus, dass die synaptischen Verbindungen zwischen den Neuronen der Hirnrinde zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt während der Spannungsschwankungen maximal verstärkt sind. „Die Synapsen arbeiten am effizientesten, direkt nachdem die Spannung von einem niedrigen Niveau auf ein hohes angestiegen ist“, erläutert Franz Xaver Mittermaier, Wissenschaftler am Institut für Neurophysiologie der Charité und Erstautor der Studie. „Innerhalb dieses kurzen Zeitfensters ist die Hirnrinde quasi in einen Zustand der erhöhten Bereitschaft versetzt. Spielt das Gehirn eine Erinnerung genau jetzt ab, wird sie besonders effektiv ins Langzeitgedächtnis überführt. Der Slow-Wave-Schlaf unterstützt die Gedächtnisbildung also offenbar, indem er die Hirnrinde für viele kurze Zeiträume besonders aufnahmebereit macht.“

Möglicherweise lässt sich dieses Wissen nutzen, um die Gedächtnisleistung beispielsweise bei beginnender Vergesslichkeit im Alter zu verbessern. Forschungsgruppen weltweit arbeiten an Methoden, um mit subtilen Stromimpulsen – der transkraniellen Elektrostimulation – oder akustischen Signalen die langsamen Wellen im Schlaf zu beeinflussen. „Aktuell werden solche Stimulationen allerdings mühsam durch Ausprobieren optimiert“, sagt Jörg Geiger. „Hier könnten unsere Erkenntnisse zum perfekten Timing helfen. Sie erlauben es erstmals, die Stimulationen zur Unterstützung des Gedächtnisses gezielt zu entwickeln.“

*Mittermaier FX et al. Membrane potential states gate synaptic consolidation in human neocortical tissue. Nat Commun 2024 Dec 12. doi: 10.1038/s41467-024-53901-2

Langsame Erregungswellen

Slow Waves (auch: „Slow Oscillations“) sind langsame Erregungswellen im Tiefschlaf. Der Begriff „Deltawellen“ bezeichnet ein bestimmtes Frequenzband im EEG und beschreibt damit langsame Erregungswellen, die auch außerhalb des Schlafs im Rahmen von Erkrankungen auftreten können. Er ist insofern ein Überbegriff, wird jedoch teils synonym mit „Slow Waves“ verwendet.

Über die Studie

Bei einer operativen Behandlung von therapierefraktären Epilepsien oder Hirntumoren ist es in vielen Fällen medizinisch notwendig, kleine Fragmente der Hirnrinde zu entfernen. Das Gewebe kann in einer künstlichen Nährlösung bis zu zwei Tage außerhalb des Körpers überdauern, bevor es seine Aktivität einstellt, und in diesem Zeitraum für die Forschung genutzt werden. Voraussetzung für die Untersuchung dieses wertvollen Gewebes in der nun veröffentlichten Studie war die explizite Einwilligung der Patient:innen, für die sich die Forschungsgruppe ausdrücklich bedankt. Die Arbeit ist entstanden in enger Zusammenarbeit zwischen den grundlagenwissenschaftlichen und den klinischen Bereichen der Charité sowie der Universitätsklinik für Neurochirurgie des Evangelischen Klinikums Bethel in Bielefeld und der Klinik für Neurochirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf. Unter Leitung des Instituts für Neurophysiologie waren aufseiten der Charité involviert: die Klinik für Neurochirurgie, die Klinik für Neurologie mit Experimenteller Neurologie, das Institut für Integrative Neuroanatomie, das Neurowissenschaftliche Forschungszentrum, das Exzellenzcluster NeuroCure, der Arbeitsbereich Pädiatrische Neurochirurgie sowie die Klinik für Pädiatrie mit Schwerpunkt Neurologie.

Links:

[Originalpublikation](#)

[Gedanken fließen in eine Richtung statt in Schleifen \(Pressemitteilung vom 18.04.2024\)](#)

[Institut für Neurophysiologie](#)