

Informationsverarbeitung im Standby-Betrieb: Wie bestimmte Hirnzellen Zwangspausen umgehen

Forschende aus Heidelberg, Linz und Tübingen beschreiben in Science einen neuen Mechanismus der Signalweitergabe im Hippocampus, dem Erinnerungszentrum des Gehirns: Reizweiterleitung am Zellkörper vorbei funktioniert trotz Hemmung durch neuronales Netzwerk

Reize über die Antennen empfangen, im Zellkörper verrechnen, dann erst über die Ausgangsleitung weiterreichen: Nicht alle Nervenzellen im Gehirn halten sich an diesen in Lehrbüchern beschriebenen Ablauf der Signalweitergabe, wie Forschende der Medizinischen Fakultät Heidelberg (MFHD) sowie der Universitäten Linz und Tübingen aktuell in der Fachzeitschrift „Science“ berichten. Rund die Hälfte der Nervenzellen im Hippocampus, dem Erinnerungszentrum des Gehirns, umgehen ihren vom neuronalen Netzwerk verordneten Aktivitätsrhythmus durch einen „Signal-Kurzschluss“: Die eingehenden Signale passieren gar nicht erst den Zellkörper, sondern gelangen auf direktem Weg von den Antennen in die Ausgangsleitung. Damit bleiben sie auch dann aktiv, wenn alle anderen Nervenzellen vom Netzwerk gehemmt werden und eine Zwangspause einlegen. Noch ist unklar, welche Auswirkungen dieser Mechanismus auf den Gesamtorganismus hat. Möglicherweise stellt das Gehirn auf diese Weise sicher, dass wichtige Informationen nicht verloren gehen.

Die „Standard-Nervenzelle“ besteht aus den fein verästelten Dendriten, die Ähnlichkeit zum Geäst eines Baumes haben und als Signal-Antennen dienen, dem Zellkörper und der daraus entspringenden Ausgangsleitung, dem Axon. Über das Axon werden Signale an die nachfolgenden Nervenzellen weitergeleitet. An den Dendriten und dem Zellkörper empfängt die Nervenzelle aktivierende und hemmende Signale, die im Bereich des Zellkörpers miteinander verrechnet werden. Nur dann, wenn die Erregung die Hemmung überwiegt, werden – vereinfacht beschrieben – Signale über das Axon weitergegeben. Auf diese Weise schützt sich das Hirn vor Überlastung, denn nicht jeder eingehende Reiz ist gleichermaßen relevant.

Ein Team von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Privatdozent Dr. Martin Both, Arbeitsgruppenleiter in der Abteilung für [Neuro-](#) und Sinnesphysiologie am Institut für Physiologie und Pathophysiologie der MFHD, untersuchte bestimmte Zellen im Hippocampus, die in ihrer [Anatomie](#) von diesem klassischen Muster abweichen: Bei rund der Hälfte dieser „Pyramidenzellen“ – das zeigte die Gruppe bereits in vorangegangenen Arbeiten – entspringt das ableitende Axon direkt an einem Antennenast der Dendriten und nicht am Zellkörper. „Wir haben uns gefragt, ob sich diese Pyramidenzellen durch ihre [Anatomie](#) hemmenden Reizen, die am Zellkörper ansetzen, entziehen“, erläutert Dr. Both. Die direkte Hemmung des Zellkörpers spielt z.B. in Form regelmäßig ausgelöster Ruhephasen eine wichtige Rolle in der Synchronisation der Signalverarbeitung und -weitergabe zwischen den Hirnarealen.

Versuche an Mäusen, Gewebeschnitten aus Mausgehirnen sowie Simulationen in mathematischen Modellen zeigten: Die Pyramidenzellen mit der Umgehungsleitung gaben trotz Hemmung bzw. Standby-Modus des Netzwerks häufiger Signale weiter als die „normal“ aufgebauten Zellen. „Der Mechanismus scheint umso bedeutender zu sein, je stärker die Hemmung der Pyramidenzellen ist.

Denn dann sind nur noch diese speziellen Zellen mit der Dendrit-Axon-Weiterleitung aktiv, während ihre Kollegen schlafen“, so Both. „Welche Informationen so wichtig sind, dass sie trotz Ruhephase über diese speziellen Nervenzellen weitergegeben werden, wissen wir noch nicht.“

Die Hippocampi liegen an der Basis jeder Gehirnhälfte. Sie sind sowohl für das Wissens- wie für das Ortsgedächtnis zuständig und spielen eine wichtige Rolle bei der Überführung von Erinnerungen aus dem Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis. Dazu übertragen sie Informationen in die Großhirnrinde, den sogenannten Neokortex. Wie die beiden Hippocampi ihre Aktivität synchronisieren ist nicht vollständig geklärt. „Möglicherweise sind die von uns untersuchten Zellen dafür zuständig, die Kommunikation zwischen den Hirnhälften aufrechtzuerhalten. Aber das muss die weitere Forschung zeigen“, sagt der Neurophysiologe.

Literatur

Hodapp A*, Kaiser ME*, Thome C, Ding L, Rozov A, Klumpp M, Stevens N, Stingl M, Sackmann T, Lehmann N, Draguhn A, Burgalossi A, Engelhardt M, Both M. (2022) Dendritic axon origin enables information gating by perisomatic inhibition in pyramidal neurons. Science. 22 Sep 2022, Vol 377, Issue 6613, pp 1448-1452, [DOI: 10.1126/science.abj1861](https://doi.org/10.1126/science.abj1861)

Weitere Informationen im Internet

[Arbeitsgruppe Both](#)

[Institut für Physiologie und Pathophysiologie der Medizinischen Fakultät Heidelberg](#)

Universitätsklinikum und Medizinische Fakultät Heidelberg: [Krankenversorgung](#), Forschung und Lehre von internationalem Rang

Das Universitätsklinikum Heidelberg (UKHD) ist eines der bedeutendsten medizinischen Zentren in Deutschland; die Medizinische Fakultät Heidelberg der Universität Heidelberg zählt zu den international renommierten biomedizinischen Forschungseinrichtungen in Europa. Gemeinsames Ziel ist die Entwicklung innovativer [Diagnostik](#) und Therapien sowie ihre rasche Umsetzung für Patientinnen und Patienten. Klinikum und Fakultät beschäftigen rund 14.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und engagieren sich in Ausbildung und Qualifizierung. In mehr als 50 klinischen Fachabteilungen mit rund 2.500 Betten werden jährlich circa 86.000 Patientinnen und Patienten voll- und teilstationär und mehr als 1.100.000 Patientinnen und Patienten [ambulant](#) behandelt. Gemeinsam mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum ([DKFZ](#)) und der Deutschen Krebshilfe ([DKH](#)) hat das UKHD das erste Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) in Heidelberg etabliert. Ziel ist die Versorgung auf höchstem Niveau als onkologisches Spitzenzentrum und der schnelle Transfer vielversprechender Ansätze aus der Krebsforschung in die Klinik. Zudem betreibt das UKHD gemeinsam mit dem [DKFZ](#) und der Universität Heidelberg das Hopp Kindertumorzentrum Heidelberg (KiTZ), ein deutschlandweit einzigartiges Therapie- und Forschungszentrum für onkologische und hämatologische Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter. Das Heidelberger Curriculum Medicinale (HeiCuMed) steht an der Spitze der medizinischen Ausbildungsgänge in Deutschland. Derzeit befinden sich an der Medizinischen Fakultät Heidelberg (MFHD) rund 4.000 angehende Ärztinnen und Ärzte in Studium und Promotion. www.klinikum.uni-heidelberg.de

MERKZETTEL

für das Gespräch mit Ihrer Ärztin oder Ihrem Arzt

Damit Sie viel aus dem Gespräch mit Ihrer Ärztin/Ihrem Arzt mitnehmen, empfehlen wir Ihnen, Ihre Beschwerden, aber auch Ihre Behandlungsziele sowie alle Ihre Fragen zu notieren. Wichtig für das Arztgespräch ist eine Liste der **Medikamente oder Nahrungsergänzungsmittel**, die sie derzeit verwenden. Über eventuelle **Allergien und Unverträglichkeiten** sollten Sie Ihre Ärztin/Ihren Arzt ebenfalls immer informieren. Nutzen Sie hierfür unseren Vordruck „Meine Medikations- und Behandlungsübersicht“.

Meine Beschwerden und/oder Behandlungsziele

Meine Fragen

Folgende Themen/Studien möchte ich besprechen

Welches Thema beschäftigt Sie? Was haben Sie z. B. in aktuellen Studien gelesen?

Notieren Sie die wichtigsten Punkte des Arztgesprächs

So bemerken Sie schnell, ob Sie alles richtig verstanden haben und ob Fragen unbeantwortet blieben

Meine Notizen zum Gespräch am _____:

Weitere Tipps für das Arztgespräch finden Sie unter „Materialien für den Arztbesuch“