

Neues zur Informationsverarbeitung im Gehirn

14.9.2026 - | Universitätsklinikum Bonn

Internationales Forschungsteam entdeckt Verengungen in den röhrenförmigen Fortsätzen der Nervenzellen.

Bonn, 14. September - Nervenzellen empfangen Tausende von Signalen über baumartige Fortsätze, die als Dendriten bezeichnet werden. Diese Dendriten wurden bislang als relativ glatte Kabel betrachtet, die elektrische Signale zum Zellkörper leiten. Ein internationales Forschungsteam unter Federführung des Universitätsklinikums Bonn (UKB), der Universität Bonn und des DZNE stellte nun fest, dass dieses Bild unvollständig ist. Mithilfe verschiedener fortschrittlicher Mikroskopie-Techniken hat es winzige, bislang übersehene Verengungen entlang der Dendriten identifiziert. Diese neue entdeckten Strukturen, welche die Forschenden als dendritische Schaftverengungen bezeichnen, sind nur wenige hundert Nanometer breit, also ungefähr 500 bis 1.000-mal dünner als ein menschliches Haar, und kommen in verschiedenen Neuronentypen sowohl im Maus- als auch im menschlichen Gehirn vor. Die Studienergebnisse sind jetzt im Fachmagazin *Science Advances* veröffentlicht.

Die Struktur der Dendriten ist dabei eng mit ihrer Funktion verbunden. Die Dornen mit ihrem knollenförmigen Kopf, der über einen dünnen Hals mit dem Dendriten verbunden ist, sind dafür typisch. Mit Durchmessern in der Größenordnung von einigen zehn bis einigen hundert Nanometern bilden die Hälse der Dornen Kompartimente, die für die Funktion und Plastizität unerlässlich sind. Im Gegensatz dazu werden Dendritenschäfte klassisch als glatte, durchgehende Kabel interpretiert.

„Während dendritische Dornen aufgrund ihrer Häufigkeit schon lange bekannt sind, sind die von uns entdeckten Verengungen des Schaftdurchmessers bisher nicht nachgewiesen worden. Dabei spielte auch eine Rolle, dass der Durchmesser dieser Verengungen nur einige zehn bis wenige hundert Nanometer beträgt, und damit unter der Auflösungsgrenze der konventionellen Lichtmikroskopie liegt“, sagt Erstautor Dr. Tony Kelly, Postdoc in der Arbeitsgruppe von Prof. Heinz Beck am Institut für experimentelle Epileptologie und Kognitionsforschung des UKB und der Universität Bonn. „Selbst in elektronenmikroskopischen Datensätzen mit hoher Auflösung wurden solche lokale Durchmesserschwankungen möglicherweise bisher eher als zufällige Unregelmäßigkeiten denn als biologisch bedeutsame Strukturen angesehen.“

In Zusammenarbeit mit zahlreichen Experten für hochauflösende Mikroskopie, unter anderem Prof. Dr. Ulrich Kubitscheck am Clausius Institut für Physikalische und Theoretische Chemie der Universität Bonn und Prof. Dr. Valentin Nägerl am Institut für Anatomie und Zellbiologie der Universität Göttingen konnte das Forschungsteam mit multiplen Methoden lokalisierte Verengungen des Dendritenschaftdurchmessers identifizieren, die sie als dendritische Schaftverengungen (DSC) bezeichnen. Mithilfe einer Kombination hochauflösender Bildgebungsverfahren, darunter Expansionsmikroskopie, STED-Mikroskopie (Stimulated Emission Depletion), Bildabtastmikroskopie und serielle Elektronenmikroskopie, zeigen sie, dass Dendriten sowohl in Maus- als auch in menschlichen Neuronen lokalisierte Durchmesserverengungen im Nanobereich entlang ihrer Schäfte aufweisen. Computersimulationen und Experimente deuten darauf hin, dass diese Verengungen die Dendriten in kleine elektrische Kompartimente unterteilen können. Signale, die jenseits einer Verengung ankommen, können lokal stärker werden, während sie weniger effektiv zum Zellkörper weitergeleitet werden. Dies fördert zudem die Aktivierung von NMDA-Rezeptoren,

die für Veränderungen der synaptischen Stärke und für Lernprozesse wichtig sind.

„Unsere Ergebnisse zeigen daher ein bisher unbekanntes strukturelles Merkmal auf, das es einzelnen Dendriten ermöglichen könnte, Informationen lokal zu verarbeiten, anstatt sie lediglich weiterzuleiten“, sagt Letztautor Prof. Beck, der Mitglied im Exzellenzcluster ImmunoSensation³ und im Transdisziplinären Forschungsbereich (TRA) „Life & Health“ der Universität Bonn ist.

„Dendritische Schaftverengungen könnten ein neues grundlegendes Element dafür darstellen, wie Neuronen komplexe Berechnungen durchführen, obwohl ihre genaue biologische Rolle und die Art ihrer Entstehung noch zu klären sind.“

Beteiligte Institutionen: Neben dem UKB, DZNE und der Universität Bonn waren die Ariel University (Israel), Université de Bordeaux (Frankreich), University of Otago (Neuseeland), Cincinnati Children's Hospital Medical Center und die University of Cincinnati (USA) sowie die RWTH Aachen und die Universitätsmedizin Göttingen an der Studie beteiligt.

Publikation: Tony Kelly et al.: Dendritic shaft constrictions shape synaptic integration in neurons; *Science Advances*; DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aec4911>

Wissenschaftlicher Kontakt:

Prof. Dr. Heinz Beck
Institut für experimentelle Epileptologie und
Kognitionsforschung Universitätsklinikum Bonn (UKB)
ImmunoSensation³ & TRA „Life & Health“, Universität Bonn
E-Mail: heinz.beck@ukbonn.de

Dr. Tony Kelly
FOR 2715 Epileptogenese bei genetisch bedingten Epilepsien
Institut für experimentelle Epileptologie und Kognitionsforschung
Universitätsklinikum Bonn und Universität Bonn
E-Mail: tony.kelly00@gmail.com

Bildmaterial:

Bildunterschrift: Neue Erkenntnisse zur Informationsverarbeitung im Gehirn:

Beispiele für dendritische Schaftverengungen (DSCs), aufgenommen mit hochauflösenden Mikroskopieverfahren: Expansionsmikroskopie (links), STED (Mitte) und Elektronenmikroskopie (rechts). Die Pfeilspitzen zeigen die Position der DSCs an.

<https://www.ukbnewsroom.de/neues-zur-informationsverarbeitung-im-gehirn>