

Neue Computermodelle für kognitive Störungen und Schmerz

Mit Big Data gegen psychische Erkrankungen

Das interdisziplinäre Team des TUM Innovation Networks „Neurotech“ entwickelt neue Verfahren zur Erforschung der neuronalen Muster, die Depressionen, kognitive Störungen oder chronischen Schmerzen zugrunde liegen.

Die Ärzte und Wissenschaftler des TUM Innovation Networks „Neurotech - Neurotechnology in Mental Health“ betreten mit ihrem Forschungsansatz Neuland. „Auf zahlreichen Gebieten der Medizin war der technologische Fortschritt für die Patientinnen und Patienten in vielerlei Hinsicht von großem Nutzen - in den Neurowissenschaften sieht die Lage jedoch etwas anders aus. Genau das ist die Herausforderung, vor der wir stehen“, sagt Simon Jacob, Professor für Translationale Neurotechnologie und Koordinator des Forschungsnetzwerks.

Dessen Ziel ist es, mit Hilfe neuer Technologien und modernster computergestützter Analysen sowie anhand von Modellen und künstlicher Intelligenz (KI) Aktivitätsmuster im Gehirn zu entdecken, die unter anderem mit kognitiven Symptomen psychischer Erkrankungen zusammenhängen. Mit diesen Erkenntnissen ließen sich die Behandlungsmöglichkeiten für Schlaganfallpatienten mit kognitiven Defiziten oder Menschen, die an Depressionen oder chronischen Schmerzen leiden, verbessern.

Ein Problem verbindet viele Fachrichtungen

Neurotech ist ein interdisziplinäres Team von Forschenden verschiedenster Fachrichtungen und Nationalitäten, das sich mit zahlreichen unterschiedlichen Aspekten dieser Problemstellung beschäftigt. Besonders wichtig war es dem Neurotech-Netzwerk, klinisch tätige Ärzte mit Fachwissen im Bereich Psychiatrie und Neurologie mit Datenwissenschaftlern, Spezialisten für die Entwicklung von Computermodellen und Ingenieuren zusammenzubringen. „Da wir wissen, welche klinischen Fragestellungen bei der Behandlung von Patienten auftreten und an welchen Stellen Verbesserungsbedarf besteht, können wir Verfahren entwickeln, die sich in die tägliche Klinikroutine einfügen“, so Jacob. Zu den aktiven Mitgliedern des Innovationsnetzwerks gehören außerdem Neurowissenschaftler, die sich mit kognitiven Erkrankungen befassen, sowie Experten für Ethikfragen und Forschungspolitik.

Erforschung kognitiver Mechanismen mit Hilfe von Gehirnimplantaten

Jacob und sein Team nutzen Gehirnimplantate, um tief in die neuronalen Netzwerke für kognitive Funktionen einzutauchen und ihre Entwicklung und Störungen zu verstehen. Sprache ist eine für den Menschen zentrale kognitive Funktion, die beim Schlaganfall oftmals stark beeinträchtigt ist. Das Team hat sich deshalb dazu entschlossen, hier mit seiner Forschung anzusetzen. Die Implantate bestehen aus kleinen Sensoren, die in bestimmte Gehirnregionen von Schlaganfallpatienten mit Problemen bei der Produktion und dem Verständnis von Sprache eingesetzt werden. Diese Implantate können die Aktivität von Gruppen einzelner Neuronen genau messen, während der Patient oder die Patientin bestimmte sprachliche Aufgaben lösen muss. Das internationale Team von jungen Ärzten und Wissenschaftlern aus Deutschland, Italien, Frankreich, der Türkei, Indien und China hat bereits einen wichtigen klinischen Meilenstein erreicht: der erste Sensor wurde erfolgreich implantiert und liefert qualitativ hochwertige Daten.

Big Data und KI

Doch welche Art von Informationen verbergen sich hinter diesen enormen Datenmengen? Die mazedonische Wissenschaftlerin Julijana Gjorgjieva, Professorin für Computational Neurosciences, ist die Expertin des Teams, wenn es um die Entwicklung von Computermodellen geht. Sie kam 2016 im Rahmen des MaxPlanck@TUM-Karriereprogramms an die TUM und ist dort heute Associate Professor. Ihre Aufgabe ist es unter anderem, Muster in den Aufzeichnungen der neuronalen Aktivität zu identifizieren, die mit der Sprachfähigkeit bzw. deren Störungen korreliert sind. Auf dieser Grundlage lassen sich Modelle mit größerer Detailtiefe sowie Modelle für andere kognitive Funktionen entwickeln.

Gjorgjieva und ihre Arbeitsgruppe wenden sogenannte „rekurrente neuronale Netzwerke“ an. Diese Rechenmodelle können das Verhalten realer Neuronen nachahmen, zum Beispiel wie sie sich zu Netzwerken verknüpfen. „Mit ihrer Hilfe können wir Verbindungen in den Netzwerkmodellen verändern, indem wir sie an- und ausschalten. Das ist vergleichbar mit Hirnverletzungen von Schlaganfallpatientinnen und -patienten“, erklärt Gjorgjieva. Das Forschungsteam kann diese neuen Modelle dann mit den aufgezeichneten neuronalen Daten der Studienteilnehmenden trainieren. So können sie ein detailliertes Verständnis davon entwickeln, was im gesunden bzw. geschädigten Gehirn vor sich geht.

Auf der Suche nach Biomarkern für chronische Schmerzen und Depression

In einem anderen Projekt des Neurotech Netzwerks erfassen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Gehirndaten mit Hilfe der Elektroenzephalografie (EEG). Dabei tragen die Teilnehmenden der Studie eine Haube, auf der Elektroden angebracht sind, die neuronale Aktivitäten auf der Hautoberfläche messen. Dieses Verfahren ermöglicht zwar keine Auflösung auf der Ebene einzelner Neuronen, hat jedoch den Vorteil, dass es das Gehirn räumlich sehr gut abdeckt.

Die Forschenden haben bereits EEG-Daten von Hunderten Erkrankten mit chronischen Schmerzen gesammelt. Mit Hilfe von Methoden des maschinellen Lernens und anderer KI-Verfahren versuchen sie nun, für Schmerzen charakteristische Muster im Gehirn zu finden. Diese könnten künftig als Biomarker für eine verbesserte Diagnose und eine genauere Vorhersage des therapeutischen Ansprechens dienen. Im nächsten Schritt sollen die gewonnenen Erkenntnisse und angewendeten Verfahren auf Patient:innen mit Depressionen übertragen werden.

Die weltweite Zunahme psychischer Erkrankungen belastet Menschen und Gesundheitssysteme. Das TUM Innovation Network „Neurotech“ hat die Herausforderung angenommen, hochmoderne neurotechnologische Werkzeuge zu entwickeln, um psychisch erkrankten Menschen zu helfen.

Der Artikel wurde bereits auf der Webseite „Research in Bavaria“ des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst veröffentlicht:

<https://www.research-in-bavaria.de/neurosciences/neurotech-for-mental-disorder>