Immunsystem des Gehirns funktioniert einfacher als gedacht

Erkrankungen wie Morbus Alzheimer, Multiple Sklerose oder Hirntumoren verlaufen sehr unterschiedlich. Dennoch nutzt die Immunabwehr des menschlichen Gehirns dabei ähnliche Reaktionsmuster. Das konnten jetzt Forscher*innen der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg gemeinsam mit einem internationalen Team in Analysen von menschlichem Hirngewebe und Mausmodellen zeigen. Zudem erstellten sie detaillierte Karten des Gehirns, die zeigen, wo bestimmte Immunzellen bei Erkrankungen auftreten. Daraus lassen sich wichtige Rückschlüsse auf ihre Funktion ziehen. Die Ergebnisse verbessern das Verständnis der Immunabwehr im Gehirn und könnten langfristig helfen, neue Therapien gezielter zu entwickeln. Die Studie erschien am 25. März 2026 im Fachjournal Nature Immunology.

„Unsere Ergebnisse zeigen, dass Immunzellen im Gehirn bei unterschiedlichen Erkrankungen nach ähnlichen Mustern reagieren. Das Immunsystem hat eine überschaubare Menge an Bausteinen und Programmen, die unterschiedlich kombiniert werden“, sagt Studienleiter Prof. Dr. Marco Prinz, Ärztlicher Direktor des Instituts für Neuropathologie des Universitätsklinikums Freiburg und Mitglied im Exzellenzcluster Centre for Integrative Biological Signalling Studies (CIBSS) der Universität Freiburg. Zu diesen Bausteinen gehören unter anderem der Schutz von Nervenzellen, Entzündungsreaktionen, Zellteilung und die Aktivierung anderer Hirnzellen. „Das hilft uns, krankheitsrelevante Prozesse genauer zu beschreiben und mögliche Ansatzpunkte für künftige Therapien besser zu erkennen.“

Mikroglia übernehmen wichtige Aufgaben im Gehirn

Im Mittelpunkt der Studie standen Mikroglia. Das sind Immunzellen, die dauerhaft im Gehirn vorkommen. Sie überwachen das Nervengewebe, beseitigen Zellreste und reagieren auf Entzündungen, Verletzungen oder den Untergang von Nervenzellen. Für die Studie untersuchte das Forschungsteam Immunzellen aus menschlichem Hirngewebe von Patient*innen mit unterschiedlichen Erkrankungen des zentralen Nervensystems. Ergänzend analysierten die Forschenden Mausmodelle mit denselben experimentellen und computergestützten Verfahren. So konnten sie zeigen, dass sich wichtige Muster der Immunabwehr in menschlichem Gewebe wiederfinden und in Mausmodellen in ähnlicher Form auftreten.

Nicht nur die Art der Reaktion, sondern auch ihr Ort ist wichtig

„Entscheidend war für uns nicht nur zu sehen, welche Programme der Mikroglia es gibt, sondern auch, wo sie im erkrankten Gewebe auftreten“, sagt Dr.Chintan Chhatbar, Erstautor der Studie am Institut für Neuropathologie des Universitätsklinikums Freiburg. „Erst dadurch wird sichtbar, welche Reaktionen wahrscheinlich direkt mit typischen Krankheitsprozessen zusammenhängen.“ So fanden sich bei Morbus Alzheimer bestimmte Mikroglia-Aktivierungen in der Nähe typischer Eiweißablagerungen, bei Multipler Sklerose eher an den Rändern von Läsionen und bei Hirntumoren in unmittelbarer Nähe von Tumorzellen.

Die Arbeit erweitert frühere Studien, bei denen die Verteilung einzelner Zelltypen im Gehirn kartiert wurde, um eine krankheitsübergreifende und räumlich aufgelöste Einordnung.

Wichtige Grundlage für künftige Anwendungen

Die Ergebnisse schaffen eine wichtige Grundlage, um die Immunabwehr im menschlichen Gehirn bei verschiedenen Erkrankungen besser zu vergleichen und mögliche Angriffspunkte für Behandlungen genauer zu bestimmen. In den nächsten Schritten wollen die Forschenden prüfen, welche dieser Programme sich gezielt beeinflussen lassen und welche Rolle sie künftig für Diagnostik, Verlaufskontrolle und Therapie spielen könnten.

Originaltitel der Publikation: *A transcriptomic microglia taxonomy across mouse and human pathologies*
DOI: 10.1038/s41590-026-02472-z

Pressemitteilung

26.03.2026
Quelle: Universitätsklinikum Freiburg

Weitere Informationen

- Universitätsklinikum Freiburg