

Neue Funktionsweise von Immunzellen entdeckt

Forschende stoßen auf eine bislang unbekannte Methode, um B-Zellen gezielt zu aktivieren

B-Zellen produzieren Antikörper gegen Krankheitserreger. Eine solche Immunreaktion kann auch ausgelöst werden, wenn sie auf Materialien mit einer bestimmten Oberflächenstruktur treffen. Das haben Forschende des Helmholtz-Zentrums Hereon, der Humboldt-Universität zu Berlin, des Berlin Institute of Health in der Charité (BIH) und des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE) herausgefunden. Die Ergebnisse erweitern das Verständnis, wie Immunzellen ihre Umgebung wahrnehmen und eröffnen neue Möglichkeiten für Immuntherapien und Biomaterialien. Die Studie wurde kürzlich im Fachjournal *Advanced Science* vorgestellt.

B-Zellen ertasten ihre Umwelt

Wie winzige Wächter des Immunsystems wandern B-Zellen durch den menschlichen Körper. Wenn sie auf fremde Erreger stoßen, wird über biochemische Signale eine Immunreaktion ausgelöst – die B-Zellen beginnen Antikörper zu produzieren. In der medizinischen Zelltherapie können sie auch gezielt aktiviert werden, um ganz bestimmte Antikörper oder andere therapeutische Wirkstoffe zu erzeugen. Außerdem können sie das Immunsystem dabei unterstützen, spezielle Krankheiten wie Krebs oder Autoimmunerkrankungen zu bekämpfen.

Das Berliner Forschungsteam konnte nun zeigen, dass B-Zellen ihre Umgebung nicht nur chemisch wahrnehmen, sondern auch physisch ertasten können. „Sie reagieren auf mechanische Reize, ähnlich wie eine Person, die nicht nur hört, sondern auch fühlt“, erklärt Prof. Enrico Klotzsch, Studienleiter und Wissenschaftler am Hereon-Institut für Aktive Polymere am Standort Teltow und am BIH. „Mit dieser Entdeckung haben wir einen bisher wenig beachteten Kommunikationsweg zwischen Zellen und ihrer Umgebung entschlüsselt.“

Die Forschenden setzten die Zellen auf speziell hergestellte Oberflächen aus anodisiertem Aluminiumoxid. Das ist eine Art zellverträgliche Keramik, die mit einem elektrochemischen Ätzprozess hergestellt wird. Dabei wird hochreine Aluminiumfolie elektrischer Spannung und Säure ausgesetzt, wodurch sie oxidiert und feinste Löcher mit einem Durchmesser von 250 Nanometern auf ihrer Oberfläche entstehen. „Unter dem Mikroskop konnten wir beobachten, wie die kleinen Zellfühler in diese Nanoporen eindringen. Zusätzlich haben wir gemessen, welche Signale im Inneren der Zellen ausgelöst wurden“, sagt Dr. Nozie D. Aghaizu, Erstautor der Studie und Wissenschaftler an der Humboldt-Universität. So konnte das Team Schritt für Schritt nachvollziehen, wie durch einen mechanischen Reiz eine Immunreaktion entsteht.

Funktionsweise auch bei T-Zellen nachgewiesen

Die B-Zell-Studie knüpft an eine vorangegangene Untersuchung von Forschenden des Hereons, der ETH Zürich, des Inselspitals Bern, der Charité und der Humboldt Universität an, die die Aktivierung von T-Zellen in den Fokus genommen hat. T-Zellen gehören auch zu den Lymphozyten, also den Abwehrzellen des Immunsystems. Sie produzieren jedoch keine Antikörper, sondern bekämpfen Erreger oder entartete Körperzellen direkt. Das deutsch-schweizerische Team, auch unter Leitung von Enrico Klotzsch, wies nach, dass die T-Zellen eine Immunreaktion auslösen, wenn sie mit dem

anodisiertem Aluminiumoxid in Kontakt kommen.

„Wir haben in beiden Studien das gleiche Material als Plattform für die Zellen verwendet. Im Vergleich ist zu sehen, dass die Aktivierung von B-Zellen schwächer ausfällt und teilweise über andere Signalwege läuft als bei T-Zellen. Besonders wichtig scheinen bei B-Zellen Moleküle zu sein, die auf mechanische Kräfte reagieren“, sagt Enrico Klotzsch.

Neue Ansätze für medizinische Behandlungen

Beide Studien erweitern das Verständnis darüber, wie Immunzellen ihre Umwelt wahrnehmen und auf welche Reize sie reagieren. Die Erkenntnisse eröffnen neue Perspektiven für medizinische Behandlungen. Statt chemischer Medikamente könnten künftig Materialien eingesetzt werden, die gezielt mit dem Immunsystem kommunizieren. Diese könnten beispielsweise in Implantaten oder in der Krebstherapie eingesetzt werden.

Die Forschenden wollen als Nächstes untersuchen, welche Materialien und Oberflächenstrukturen besonders wirksam sind und welche Folgen die Aktivierung langfristig für die Abwehrzellen hat. „Unser Ziel ist es, die Sprache zwischen Materialien und Zellen besser zu verstehen und nutzbar zu machen“, sagt Enrico Klotzsch.

Spitzenforschung für eine Welt im Wandel

Das Ziel der Wissenschaft am Helmholtz-Zentrum Hereon ist der Erhalt einer lebenswerten Welt. Dafür erzeugen rund 1000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Wissen und erforschen neue Technologien für mehr Resilienz und Nachhaltigkeit – zum Wohle von Klima, Küste und Mensch. Der Weg von der Idee zur Innovation führt über ein kontinuierliches Wechselspiel zwischen Experimentalstudien, Modellierungen und künstlicher Intelligenz bis hin zu Digitalen Zwillingen, die die vielfältigen Parameter von Klima und Küste oder der Biologie des Menschen im Rechner abbilden. Damit wird interdisziplinär der Bogen vom grundlegenden wissenschaftlichen Verständnis komplexer Systeme hin zu Szenarien und praxisnahen Anwendungen geschlagen. Als aktives Mitglied in nationalen und internationalen Forschungsnetzwerken und im Verbund der Helmholtz-Gemeinschaft unterstützt das Hereon mit dem Transfer der gewonnenen Expertise Politik, Wirtschaft und Gesellschaft bei der Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft.

[Originalpublikation](#)