Wie Immunzellen kommunizieren, um Krankheiten und Krebs zu bekämpfen

Ein interdisziplinäres Team aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vom Berlin Institute of Health in der Charité (BIH), vom Max Delbrück Center, dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ), dem Heidelberg Institute for Stem Cell Technology and Experimental Medicine (HI-STEM) und der Queen Mary University of London hat eine Technologie zur Entschlüsselung der Immunzell-Kommunikation entwickelt. Damit lässt sich aus der Interaktion der Abwehrzellen ablesen, wie der menschliche Körper Virusinfektionen bekämpft, wie Fehlfunktionen zu Autoimmunerkrankungen führen und warum Immuntherapien bei manchen Menschen wirken und bei anderen nicht.

Ein gesundes Immunsystem ist darauf trainiert, Infektionen und Krebszellen zu erkennen und zu zerstören. Diese Abwehr beruht auf einem komplexen Kommunikationssystem auf zellulärer Ebene, in dem verschiedene Immunzellen jeweils eine spezialisierte Aufgabe erfüllen: Infektionserreger erkennen, andere Immunzellen darauf aufmerksam machen und schädliche Zellen oder Erreger beseitigen. Problematisch wird es, wenn die Kommunikation zwischen verschiedenen Zelltypen gestört ist. Dann kann es zu einer Vielzahl von Krankheiten kommen.

Krebszellen entwickeln häufig Strategien, um den Informationsaustausch im Immunsystem gezielt zu stören oder zu umgehen – auf diese Weise können sie der Immunüberwachung entgehen und ungehindert wachsen. „Moderne Immuntherapien haben die Behandlung bestimmter Krebsarten grundlegend verändert, indem sie die Kommunikation zwischen Immunzellen wiederherstellen oder gezielt verstärken“, erklärt Simon Haas, einer der Leiter der Studie. Daniel Hübschmann vom DKFZ, ebenfalls Studienleiter ergänzt: „Allerdings sprechen nicht alle Patienten gleichermaßen gut auf diese Therapien an und bislang fehlen verlässliche Methoden, um vorherzusagen, wer besonders davon profitieren kann.“

Entschlüsselung der Immunzell-Kommunikation für maßgeschneiderte Krebstherapien

Die Forschenden haben nun eine Technologie entwickelt, die durch ein besseres Verständnis von Immunzell-Kommunikation viele dieser Hürden überwindet. Mit dieser Methode können Millionen von Zell-Zell-Interaktionen schnell und kostengünstig gemessen werden, sowohl in Forschungslaboren als auch in der Klinik. Bei dem Verfahren können z.B. Oberflächenmoleküle durch Medikamente miteinander in Verbindung gebracht und anschließend die aneinander gekoppelten Zellen per Durchflusszytometrie analysiert werden.

Ermöglicht wurde die innovative Entwicklung durch eine enge Kooperation über die klassischen Grenzen von Medizin, Informatik und Biowissenschaften hinweg – maßgeblich getragen von den Erstautoren Dominik Vonficht, Lea Jopp-Saile, Schayan Yousefian und Viktoria Flore.

Das Team nutze die neu entwickelte Technologie, um das Verhalten und die Kinetik von Immuntherapien zu untersuchen und Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie diese Therapien auf der Ebene der Zell-Zell-Interaktionen wirken. Dabei konnten sie zeigen, dass der Ansatz auch die Vorhersage von individuellem Therapieansprechen ermöglicht und somit eine zentrale Grundlage für personalisierte Immuntherapien und gezielte Therapieentscheidungen schaffen kann.

Darüber hinaus gelang es den Forschenden, hochaufgelöst darzustellen, wie Zellen des Immunsystems bei Virusinfektionen und Autoimmunerkrankungen miteinander interagieren. Auf dieser Grundlage entwickelten sie dynamische Karten der Immunzellnetzwerke, die erstmals veranschaulicht, wie die Immunabwehr in verschiedenen Geweben koordiniert wird.

Gemeinsam mit klinischen Partnern arbeitet das Team nun daran, diese Erkenntnisse aus der translationalen Forschung in die Praxis zu bringen, etwa um Behandlungserfolge besser vorherzusagen und personalisierte Therapien gezielter einzusetzen.

Publikation:

Dominik Vonficht, Lea Jopp-Saile, Schayan Yousefian, Viktoria Flore, Inés Simó Vesperinas, Ruth Teuber, Bogdan Avanesyan, Yanjiang Luo, Caroline Röthemeier, Florian Grünschläger, Mirian Fernandez-Vaquero, Vincent Fregona, Diana Ordoñez-Rueda, Laura K. Schmalbrock, Luca Deininger, Angelo Jovin Yamachui Sitcheu, Zuguang Gu, Ralf Mikut, Mathias Heikenwälder, Angelika Eggert, Arend von Stackelberg, Sebastian Kobold, Jan Krönke, Ulrich Keller, Andreas Trumpp, Ahmed N.

Hegazy, Cornelia Eckert, Daniel Hübschmann und Simon Haas: Ultra-high scale cytometry-based cellular interaction mapping. *Nature Methods* 2025. DOI: https://www.nature.com/articles/s41592-025-02744-w.

Pressemitteilung

07.08.2025
Quelle: Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)

Weitere Informationen

- Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)