

Mit Mathe Leukämie behandeln

Mathematiker der Uni Magdeburg entwickeln digitalen Zwilling für die individuelle Planung von Chemotherapien

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom Institut für Mathematische Optimierung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg haben ein Computermodell entwickelt, mit dessen Unterstützung Leukämiepatientinnen und Leukämiepatienten künftig individueller und schonender therapiert werden können. Dafür messen sie die Anzahl der weißen Blutkörperchen und erstellen aus den persönlichen Patientendaten sogenannte digitale Zwillinge, mit deren Hilfe sie die Entwicklung der gesunden und erkrankten Zellen für jeden Patienten und jede Patientin individuell am Computer simulieren können.

Mit Hilfe dieser digitalen Zwillinge konnten die Forschenden eine virtuelle Studie durchführen, in der sie verschiedene Behandlungen unter identischen Bedingungen verglichen und die Ergebnisse aus einer aktuellen klinischen Studie reproduzieren konnten. In einer weiteren virtuellen Studie gelang es dem Team zudem für die virtuellen Zwillinge die individuell beste aller möglichen Behandlungen zu berechnen. Anhand der Daten von 14 Patientinnen und Patienten wurden durch das mathematische Modell in 13 Fällen die Behandlungszeiten und Dosierungen so optimiert, dass damit eine deutlich schonendere Therapie für die Gesundheit der betroffenen Personen berechnet werden konnte. „Bei einem der Patienten hätten zum Beispiel zwei Therapiesitzungen in kürzerer Zeit mit geringerer Dosierung die Krebszellen genauso effektiv behandelt, das Immunsystem aber deutlich weniger geschwächt“, erläutert Prof. Sebastian Sager, Leiter des Forschungsprojektes.

Bisher erfolge eine Chemotherapie für alle Patienten und Patientinnen immer nach einem festen zeitlichen Muster mit dem Ziel, kranke Zellen abzutöten, aber das Immunsystem so wenig wie möglich zu schwächen. „Wie erfolgreich das gelingt, ist natürlich von Person zu Person unterschiedlich. Als Mathematiker habe ich mich darum gefragt, warum das Prinzip der dynamischen Systeme nicht auch in der Medizin angewandt wird – also das Zusammenspiel von Einfluss und Wirkung bei der Behandlung berücksichtigt wird“, so Prof. Sager. „Wir alle kennen das Prinzip vom Schaukeln: Der Zeitpunkt, wann wir der Schaukel einen Schub geben, hat einen Einfluss darauf, wie gut sie schwingt. Das ist bei einer Chemotherapie letztendlich nicht anders.“

Ziel seiner Forschung sei es, die Chemotherapie zu genau dem Zeitpunkt zu geben, an dem sie am effektivsten ist und den Krebs behandle, aber die gesunden Zellen nicht so stark in Mitleidenschaft gezogen würden, so Sager weiter. „Das ist für den Therapieerfolg extrem wichtig, da viele Betroffene durch das geschwächte Immunsystem extrem anfällig für Infektionen sind und an diesen häufig versterben.“

Dafür hat das Team ein Modell entwickelt, mit dem individuell vorausgesagt werden kann, wann der bestmögliche Zeitpunkt für den Start der Behandlungen ist. Basierend auf den Daten der jeweiligen Patienten kann über mathematische Gleichungen der Einfluss der Chemotherapie auf die unterschiedlichen Zellstadien sowie das Immunsystem beschrieben werden. „Wir können nun abbilden, wie sich die Werte verändern je nachdem, wann und in welchen Abständen eine Behandlung erfolgt“, erklärt der Mathematiker. „Über regelmäßige Blutproben können wir die Anzahl der weißen Blutkörperchen und leukämischen Zellen messen und ab einer gewissen Datenmenge für jeden Patienten und jede Patientin berechnen, wie sich diese im Laufe der Zeit

verändern.“

Um die Dynamik möglichst gut abbilden zu können, müssen im Abstand von wenigen Tagen die Daten aus neuen Blutproben erfasst werden. „Je mehr Daten wir haben, desto besser funktioniert es natürlich“, gibt Prof. Sager zu bedenken. „Aus den Messungen von einem Behandlungszyklus können wir aber bereits die nächsten zwei Zyklen recht gut vorhersagen. Damit könnte das Krankenhauspersonal die Therapiesitzungen also gut planen und das Modell in ihren Alltag implementieren.“

Perspektivisch soll die Berechnung lediglich eine Empfehlung und Erleichterung für die Ärztinnen und Ärzte sein – die Entscheidung über die Ausgestaltung der Therapie solle am Ende weiterhin das medizinische Personal treffen. Bisher kann das mathematische Modell zudem nur angewandt werden, wenn die standardisierte Behandlungsart zum Einsatz kommt. Da es verschiedene Chemotherapien gibt, die zum Nutzen der Patientinnen und Patienten ganz neu miteinander kombiniert werden könnten, wollen die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen in Zusammenarbeit mit Inna Lavrik, Denis Schewe und Dimitrios Mougiakakos von der Medizinischen Fakultät ihre Berechnungen in einem nächsten Schritt um diese Wirkungsmechanismen erweitern. Bestenfalls könnte schon im kommenden Jahr eine größere Studie mit Kontrollgruppen beantragt werden. „Wenn alles klappt, können wir diese 2024 durchführen und endlich in der Praxis überprüfen, ob die Vorhersagen so eintreffen“, so Prof. Sager abschließend.

Mehr Informationen zur Arbeitsgruppe von Prof. Sager unter <http://www.mathopt.de>.