

22. August 2025

Digitales Herzmodell aus Graz soll Therapien optimieren



Herz-Kreislauf-Erkrankungen zählen weiterhin zu den häufigsten Todesursachen in Österreich. Herzrhythmusstörungen wie Vorhofflimmern erhöhen beispielsweise das Risiko für Schlaganfälle oder Herzinsuffizienz. Doch welche Therapie passt zum jeweiligen Herzen? Das Forschungsteam von Gernot Plank an der Med Uni Graz entwickelt dafür "digitale Zwillinge" des Herzens, die helfen sollen, das individuelle Risiko besser einzuschätzen und Behandlungen gezielt einzusetzen.

Das Herz jedes Menschen ist einzigartig, Größe und Form variieren - und ebenso die pathologischen Veränderungen. Das erklärt, warum beispielsweise bei rund 30 Prozent der Patientinnen und Patienten, denen ein Herzschrittmacher zur mechanischen

Resynchronisation des Herzschlags eingepflanzt wird, die Schrittmachertherapie nicht erfolgreich ist. Hier wäre es hilfreich, wenn die genaue Ursache der Rhythmusstörung im Herzgewebe eindeutig lokalisiert werden könnte, um personalisierter behandeln zu können. Wenn Ärzte ein digitales Modell des betroffenen kranken Herzens hätten, könnten sie am Computermodell erkennen, welche Therapie notwendig und sinnvoll wäre. Das ist das Ziel der Gruppe der Forschenden rund um Plank vom Lehrstuhl für Medizinische Physik und Biophysik. Seine Gruppe hat aktuell den "digitalen Zwilling des Herzens" für die Behandlung von Vorhofflimmern im Fokus, wie die Med Uni am Donnerstag mitteilte.

Plank hat schon vor mehr als 20 Jahren mit Forschungen auf diesem Gebiet begonnen. Die Idee dahinter ist, die menschliche "Pumpe" mit ihrer komplexen dreidimensionalen Geometrie und den darin ablaufenden mechanischen, physikalischen und elektrochemischen Prozessen bis in das kleinste Detail am Computer zu modellieren und dessen Funktion zu simulieren. Diese Modelle würden das Testen verschiedener therapeutischer Optionen zunächst "am Bildschirm" ohne Risiko für den Patienten ermöglichen, um schließlich die optimale therapeutische Strategie zu bestimmen und möglicherweise auch Ergebnisse vorherzusagen.

Elektrisches Verhalten des Herzens nachbilden

Schon die Erstellung eines allgemeingültigen, generischen Modells vom Herzen ist aufwendig und fußt auf großem Rechenaufwand: Dazu wird der Prozess eines Herzschlags, der durch eine elektrische Welle ausgelöst wird, in Tausende kleinste zeitliche Einheiten zerlegt. Für diese wird jeweils der Zustand kleinster Einheiten des Organs ermittelt. Dazu müssen Millionen von Variablen berechnet werden, was hochkomplexe mathematische Verfahren, spezielle Algorithmen und Hardware erfordert, die Milliarden von Rechenaktionen pro Sekunde durchführen können. Das Modell des virtuellen Herzens muss äußerst komplex sein, damit es tatsächlich an die individuellen Symptome der jeweiligen Patienten angepasst werden kann.

Um zu einem patientenspezifischen Modell zu kommen, sind wiederum ausgefeilte mathematische Techniken notwendig. Aktuell wird das Team durch die italienische Mathematikerin Elena Zappon verstärkt. Sie entwickelt im Rahmen eines Marie Skłodowska-Curie European Fellowships der Europäischen Kommission in Graz Methoden, um aus klinischen Bilddaten wie MRT oder CT realistische 3D-Modelle der Herzvorhöfe zu rekonstruieren und es mit funktionellen Informationen wie Elektrokardiogrammen (EKG) zu kombinieren. So entsteht ein digitales Herzmodell, das nicht nur die anatomische Form, sondern auch das elektrische Verhalten eines individuellen Herzens nachbildet.

Patientenspezifische Modelle

Mit diesen Tools lassen sich elektrophysiologische Prozesse im Herzen - etwa sogenannte Reentry-Kreise, bei denen elektrische Signale kreisförmig "gefangen" sind, oder Leitungshindernisse durch geschädigtes Gewebe - realistisch simulieren. So soll beispielsweise vorhergesagt werden, ob eine bestimmte Form von Vorhofflimmern durch eine Ablation unterbrochen werden kann - eine Prozedur, bei der mittels Herzkatheter Gewebe in den Vorhöfen des Herzens zerstört wird, um die Ausbreitungspfade von elektrischen Wellen einzuschränken. Oder, ob eine andere Behandlungsstrategie erfolgversprechender wäre.

Langfristig sollen diese digitalen Zwillinge in der klinischen Praxis als Entscheidungshilfe dienen - etwa bei der Diagnose, Therapieplanung oder Nachsorge. Die EU-Förderung über das Marie Skłodowska-Curie-Programm unterstreiche den Innovationsgrad des Projekts, das noch bis Anfang 2026 läuft und vom Fonds zur Förderung Wissenschaftlicher Forschung, FWF, unterstützt wird, so die Med Uni.

Dieser Artikel ist online verfügbar bis: 22. August 2026