

Operationsroboter

Erste Erfahrungen in Zürich

Ulrike Heller-Novotny

Der Name des Operationsroboters «Preceyes™» bringt seinen Zweck auf den Punkt: Hochpräzise Eingriffe an den Augen, derzeit an der Netzhaut. Die Entwicklung des Roboters hat einige Wurzeln in der Schweiz. Nun stand er im November 2022 erstmals auch Schweizer Patienten zur Verfügung. Prof. Matthias Becker, Stadtspital in Zürich, und sein Team setzten ihn bei neun Operationen ein. Er berichtet hier über seine Erfahrungen.

Professor Becker hat eine hohe Affinität zur Robotik in der Augenheilkunde: Gemeinsam mit dem Multiscale Robotic Lab an der ETH (Prof. Bradley Nelson) erarbeitete er Konzepte für einen Injektionsroboter, der intravitreale Injektionen applizieren kann. Er verfolgte aber auch mit Interesse die Aktivitäten von Prof. Marc De Smet, Direktor der MicroInvasive Ocular Surgery Clinic (MIOS) in Lausanne, der mit einem Team in den Niederlanden den Operationsroboter Preceyes™ entwickelte. An der Universitätsaugenklinik Rotterdam und in Oxford kam das Gerät bereits zum Einsatz, Publikationen hierzu liegen vor. Mit der Übernahme durch das Unternehmen Carl Zeiss ergeben sich weitere Ressourcen für die Fortentwicklung des Hochpräzisionsroboters.

Dabei hält Prof. Becker den Begriff «Roboter» für ungünstig: Es handelt sich um ein Werkzeug, bei dem zu jedem Zeitpunkt der Chirurg die Führung in der Hand hat. Das Gerät führt keine Bewegung selbstständig in Eigensteuerung aus. Aber die mit Joystick gesteuerte Bewegung ist hochpräzise, schaltet Zitterbewegungen der Hand aus, sie lässt sich – zum Beispiel bei einer minimalen Bewegung des Patienten – auf den Punkt stoppen und genau dort wieder fortführen («positional memory»).

Prof. Becker, bei welchen Indikationen haben Sie Preceyes™ eingesetzt?

Wir haben bei neun Patienten Operationen mit dem Gerät vorgenommen. Es



Prof. Dr. med. Matthias Becker, Chefarzt und Leiter des Zentrums für klinische Forschung und Qualitätssicherung des Stadtspitals in Zürich.

handelte sich um Peeling-Operationen bei sogenannten «schwierigen» Augen, also tief liegenden Augen, Makulaforamina, solchen mit hoher Myopie, bei denen ein ungünstiger Hebelarm für das Instrumentarium besteht und bei denen eine besonders ruhige Hand vonnöten ist.

Wie sah die Einarbeitung aus?

Das Team hat sich sehr intensiv über 5 Wochen vorbereitet, davon trainierten wir zwei Wochen lang täglich eine Stunde. Das rechte Auge wird mit der rechten Hand operiert, das linke Auge mit der linken Hand. Die Pinzette wird mit dem Fusschalter bedient – all das bedarf der intensiven Übung. Wir sind sehr vorsichtig vorgegangen und haben anfangs die Eingriffe auch manuell beendet. Eine Peeling-Operation, die sonst in 20 min über die Bühne geht, beanspruchte mit diesem noch ungewohnten System anfangs zwei Stunden. Das erscheint jetzt noch einige Jahre weg von der klinischen Routine, aber dennoch muss diese natürlich gewonnen werden.

Welche Erfahrung konnten Sie gewinnen?

Schon bei diesen 9 Eingriffen liess sich lernen, wo man das System gut einsetzen kann. Es gestattet, bewegungsartefaktfrei zu operieren. Manuell ist es sehr schwierig, ein Instrument exakt zu halten und darauf noch

eine Bewegung zu setzen, zum Beispiel eine Injektion. Hier ist Preceyes™ äusserst hilfreich. Man kann das exakt platzierte Instrument loslassen, es bleibt genau am Ort, sodass man beispielsweise in aller Ruhe notwendige Messungen vornehmen kann.

Solche Messungen können beispielsweise die Frage klären, ob und welches Trauma wir chirurgisch auf der Netzhaut induzieren, beispielsweise wenn man die Membran abzieht. Mittels intraoperativem OCT wollen wir die induzierte Netzhautdeformierung oder Faltenbildung messen. Eine solche live-Messung ist bei manueller Operation unmöglich.

Wie fand die Patientenauswahl statt?

Der Einsatz des «Roboters» war schon seit dem EURETINA-Kongress 2019 geplant, und leider fiel der erste Anlauf wegen der Corona-Pandemie ins Wasser. Schon ein halbes Jahr, bevor wir das Gerät zur Verfügung hatten, konnten wir Patienten anfragen, die besonders geeignet erschienen. Bei dieser winzig kleinen Population an Patienten hat jeder sein eigenes Problem. Von den Patienten, denen wir den Eingriff mithilfe des Operationsroboters vorschlugen, willigten alle ein.

Gab es keine Bedenken bezüglich der Sicherheit?

Allen Beteiligten war die Sicherheit das höchste Anliegen. Die Patienten wurden in Vollnarkose operiert. Vorab hatten wir die Situation, dass der Patient aufwacht, trainiert. Der Roboter bietet ein sehr hohes Sicherheitsniveau: Er unterbricht im selben Augenblick, in dem sich der Patient bewegt. Die Eingriffe wurden durchgeplant mit Checklisten wie im Cockpit: Zehn bis 15 zusätzliche Personen waren zugegen, neben Marc De Smet und Bradley Nelson auch Mitarbeiter des Unternehmens. Für den Chirurgen war das nicht unbelastend.

Warum wurde der Einsatz auf fünf Wochen begrenzt?

Das Gerät war nicht das einzige System, das wir vor Ort testen konnten: Für die Dauer

dieser Phase erhielten wir auch ein brandneues Operationsmikroskop inklusive 3D-Imaging für Videos. Die Probephase soll Eindrücke vermitteln, aber auch Ideen und Wünsche für die Weiterentwicklung generieren; in diesem Jahr soll eine weitere Phase folgen. Wir haben in unserem Operationsplan an zwei Tagen in der Woche unsere Timeslots ausschliesslich für die Preceyes™-Eingriffe und Notfälle offen gehalten und auf andere Eingriffe verzichtet.

Wir freuen uns auf den nächsten Einsatz, die Lernkurve war sehr steil, wir werden bei der Fortsetzung schon ganz anders einsteigen können. Die Auswertung unserer Erfahrungen wird noch bis April oder Mai dieses Jahres dauern. Wir wollen analysieren, welcher Schritt genau wie viel Zeit beansprucht.

Gibt es weitere vielversprechende Einsatzgebiete für diesen Roboter?

Anderenorts werden subretinale Injektionen für die Gentherapie vorgenommen, das haben wir nicht gemacht. Ein Gerät steht im Mount Sinai Hospital in New York, wo es in der Glaukomchirurgie zum Einsatz kommt. In Studien kam es für die Gefässkanülierung bei retinalen Gefässverschlüssen erfolgreich zum Einsatz.

Wo steht die Robotics-Entwicklung in der Augenheilkunde allgemein, auch was Ihren Injektionsroboter betrifft?

Die Frage ist, wie man «Roboter» definiert. Die Femtophako-Maschinen sind näher an dem, was Laien unter «Roboter» verstehen – selbstgesteuerte Maschinen, die den Chirurgen eher ersetzen. Auch der Injektions- →



Abb. 1 Trainingssituation mit dem «Operationsroboter». Hier führt die linke Hand den Joystick.

oerHl **ophthalmedic®**

Oertli Ophthalmedic ist die starke und vielschichtige Schweizer Kompetenz- und Vertriebsplattform für die gesamte Ophthalmologie und Ophthalmochirurgie, mit allen Essentials und massgeschneiderten Dienstleistungen.

Unser erfahrenes und engagiertes Team gibt ophthalmologischen Fachpersonen nicht nur die richtigen Instrumente und Hilfsmittel in die Hand, sondern ist auch mit kompetenter Fachunterstützung zur Stelle – ob bei der Auswahl und Berechnung von Intraokularlinsen, bei Behandlungsprotokollen, für technischen Support, produktspezifische Trainings oder im Patienten-Marketing.

Making the difference together.
www.oertli-ophthalmedic.ch

Oertli Ophthalmedic est la plateforme de compétence et de vente suisse puissante et complexe pour l'ensemble des domaines de l'ophtalmologie et de la chirurgie ophtalmologique, avec tous les services essentiels et personnalisés.

Notre équipe expérimentée et dévouée fournit non seulement les bons instruments et outils aux spécialistes en ophtalmologie, mais elle offre également un support technique compétent que ce soit pour la sélection et le calcul des lentilles intraoculaires, les protocoles de traitement, le support technique, la formation spécifique au produit ou dans le marketing des patients.



EYE SURGERY ESSENTIALS.



Abb. 2 Der Roboter mit Operationsmikroskop im Operationssaal im Einsatz. Die Führung hat immer der Chirurg.

onsroboter von Ophthorobotics, den wir mit der ETH entwickeln, soll dem Chirurgen einen Teil seiner Tätigkeit abnehmen. Hier existiert ein Prototyp, der in Studien geprüft werden soll. Die Weiterentwicklung steht und fällt auch hier mit den Drittmitteln, die dafür eingeworben werden können.

Das Stadthospital erscheint als besonders Innovations-interessiert, im letzten Jahr haben Sie zum Beispiel vergleichsweise viele Ports* implantiert. Wie wahren Sie die Balance zwischen dem Risiko von «Neuland» und dem Gewinn für die Patienten?

Trotz unseres hohen Interesses an Innovationen gehen wir mit einer Grundhaltung vor, die von Zurückhaltung und Vorsicht bestimmt ist. Wir müssen mutig genug sein, um Neuem Raum zu geben, müssen geistig flexibel bleiben und dem Training ein sehr hohes Gewicht beimessen.

Aber nicht nur am Stadthospital, sondern in jedem Operationssaal in der Schweiz sind in nicht allzu langen Abständen neue Geräte notwendig. Wir benötigen etwa alle zehn Jahre neue Vitrektomie- und Phakomaschinen. Auch hier ist die Umstellung sehr anspruchsvoll und braucht Einarbeitung, Übung und Flexibilität.

Voraussetzung für jeden Erfolg, ob mit Konventionellem oder Innovativem, ist ein hoher Qualitätsanspruch. Weiterhin auch Erfahrung, die bei jedem anders gelagert sein kann. So gibt es bis heute keinen Standard, wie man bei Pars-plana-Vitrektomie vorgeht.

Wie würden Sie Ihre Erfahrung mit Preceyes™ zusammenfassen?

Die Erfahrung war ausgesprochen positiv. Mit allen Beteiligten, auch vonseiten des Unternehmens, hatten wir einen sehr wis-

senschaftlichen, nüchternen Austausch. Die Sicherheit stand immer an erster Stelle. Wir wollten verstehen, wo der beste Nutzen für den Patienten liegt, und uns darüber eine objektive Meinung bilden. Hierfür braucht es eine Klinik, die ein solches Projekt unterstützt, und Forschungsgelder. Diese finanzieren beispielsweise die Arbeit unseres Forschungsassistenten Dr. Ferhat Turgut, der täglich mit Checklisten unterwegs war und ohne den die reibungslose Organisation des gesamten Projekts nicht möglich gewesen wäre. Nachdem wir beobachten konnten, welche Schritte mithilfe des Systems für den Patienten deutlich schonender ausfallen, und Erfahrungen sammeln konnten, wie sich die Abläufe in die Routine einbetten lassen, freuen wir uns auf weitere Einsätze. •

*(Port Delivery System)

Literatur, Auswahl

1. Ullrich F, Michels S, Lehmann D, Pieters RS, Becker M, Nelson BJ. Assistive Device for Efficient Intravitreal Injections. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2016 Aug 1;47(8):752-62.
2. Faridpooya K, van Romunde SHM, Manning SS, van Meurs JC, Naus GJL, Beelen MJ, Meenink TCM, Smit J, de Smet MD. Randomised controlled trial on robot-assisted versus manual surgery for pucker peeling. *Clin Exp Ophthalmol*. 2022 Dec;50(9):1057-1064.
3. Ladha R, Meenink T, Smit J, de Smet MD. Advantages of robotic assistance over a manual approach in simulated subretinal injections and its relevance for gene therapy. *Gene Ther*. 2021 May 17.
4. Ladha R, Caspers LE, Willermain F, de Smet MD. Subretinal Therapy: Technological Solutions to Surgical and Immunological Challenges. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Mar 23;9:846782. doi: 10.3389/fmed.2022.846782.
5. Cahajic-Kapetanovic J, Xue K, Edwards TL, Meenink TC, Beelen MJ, Naus GJ, de Smet MD, MacLaren RE. First-in-Human Robot-Assisted Subretinal Drug Delivery Under Local Anesthesia. *Am J Ophthalmol*. 2022 May;237:104-113.
6. de Smet MD, Meenink TC, Janssens T, Vanheukelom V, Naus GJ, Beelen MJ, Meers C, Jonckx B, Stassen JM. Robotic Assisted Cannulation of Occluded Retinal Veins. *PLoS One*. 2016 Sep 27;11(9):e0162037.
7. de Smet MD, Stassen JM, Meenink TC, Janssens T, Vanheukelom V, Naus GJ, Beelen MJ, Jonckx B. Release of experimental retinal vein occlusions by direct intraluminal injection of ocriplasmin. *Br J Ophthalmol*. 2016 Dec;100(12):1742-1746.
8. Iordachita II, de Smet MD, Naus G, Mitsuishi M, Riviere CN. Robotic Assistance for Intraocular Microsurgery: Challenges and Perspectives. *Proc IEEE Inst Electr Electron Eng*. 2022 Jul;110(7):893-908.