

Eyetracking in der Kataraktchirurgie – eine neue Methode

D. Tilch, F. H. Hengerer, H. B. Dick

Zusammenfassung

Mit der Entwicklung neuer Intraokularlinsentypen steigen auch die Anforderungen an den Operateur. Eine bedeutende Gruppe bilden die torischen Intraokularlinsen (IOL) mit der Notwendigkeit einer exakten Achsenausrichtung. Eine Alternative zu der präoperativen Markierung bietet hier das intraoperativ arbeitende Eyetracking-System der Firma Senso Motoric Instruments (SMI).

Summary

The development of innovative types of intraocular lenses leads to an increase of options and requirements for the cataract surgeon. It is especially essential for the group of toric intraocular lenses to calculate the exact alignment of the target axis. The active eye tracking system of SMI applied during surgery can be regarded as an alternative method to mark the cornea preoperatively.

Herausforderungen in der Kataraktchirurgie

In der Kataraktchirurgie steigen die refraktiven Ansprüche seitens der Operateure als auch der Patienten zunehmend. Sowohl die Ametropie und der Astigmatismus wollen ausgeglichen als auch die präpresbyope Akkommodationsfähigkeit wieder hergestellt sein.

Um diesem Ziel so nahe wie möglich zu kommen, ist auf dem Markt eine Vielzahl von Sonderlinsen erhältlich (asphärisch, torisch, multifokal, pseudoakkommodativ u. v. m).

Eine besondere Herausforderung an den Operateur stellen die multifokalen und torischen Intraokularlinsen dar. Die technische Durchführung der Operation muss absolut präzise sein und die Inzisionsgröße gering, um den induzierten Astigmatismus zu minimieren. Eine exakte Zentrierung und Positionierung der Intraokularlinse (IOL) ist Voraussetzung für den refraktiven Erfolg.

Die Rotation einer torischen IOL oder die Dezentrierung einer multifokalen IOL kann eine Visus- bzw. Bildqualitätsminderung nach sich ziehen. In seltenen Fällen kann durchaus ein Linsenaustausch infrage kommen. Für die Zentrierung multifokaler IOLs stand dem Operateur bislang kein Hilfsmittel zur Verfügung.

Für die Ausrichtung torischer IOLs wurde in der Universitätsaugenklinik Bochum der Gertenmarkeur verwandt. Dieser ist prinzipiell bei jedem Patienten anwendbar. Durch kleine Bewegungen während der Markierung kann jedoch die Farbe verwischen, und die Bestimmung der Achse wird ungenau. Es können Verdrehungen des Markeurs auftreten, die zu ungenauer Markierung führen. Auch das Arbeiten

mit Folie über dem Monitor zur Bestimmung der Implantationsachse ist mit möglichen Fehlern behaftet. Eine Alternative hierzu stellt das Eyetracking-System dar.

Eyetracking in der Kataraktchirurgie

Wir führten in unserer Augenklinik die Implantation von Gravurlinsen und torischen IOLs mit intraoperativer Unterstützung eines Eyetracking-Gerätes der Firma Senso Motoric Instruments (Berlin) an 100 Augen durch. Die Operationen wurden von drei Ophthalmochirurgen (Prof. Dr. Dick, Dr. Hengerer, Dr. Breil) durchgeführt.

System

Das System besteht aus einem diagnostischen Untersuchungsgerät (Abb. 1a) und einem intraoperativ arbeitenden zweiten Gerät (Abb. 1b).

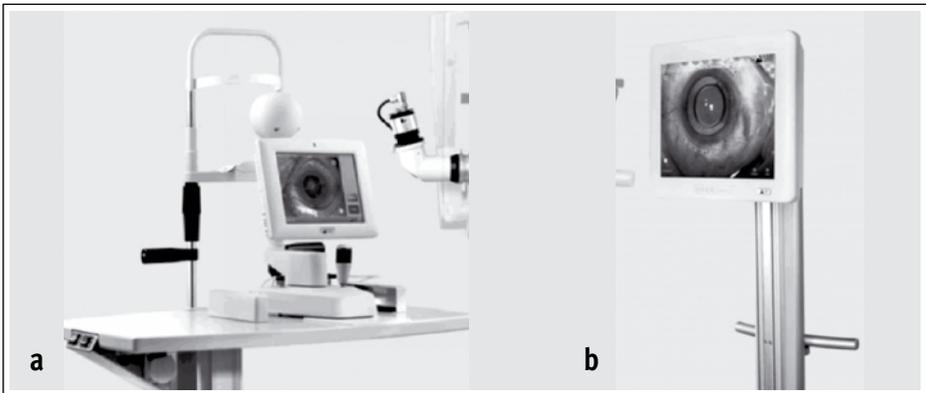


Abb.1: a) Aufnahmestation, b) Operationsbegleitung

Zu den präoperativ erhobenen Daten zählen eine Keratometrie und ein hochauflösendes Farbbild zur Pupillen- und Limbuserkennung. Für die Keratometrie werden zwölf Lichtpunkte in einem Kreis von 2,6 mm Durchmesser auf die Hornhaut projiziert, Position sowie Form der Reflexe werden ausgewertet. Zur Pupillenerkennung dienen die Kontrastunterschiede zwischen Pupille und Iris, zur Limbuserkennung die Kontrastunterschiede zwischen Limbus und Iris (Abb. 2).

Die präoperativ gewonnenen Daten werden per USB-Stick in den Surgery pilot eingespielt. Es werden dann die für die Operationsplanung noch notwendigen Daten ergänzt, wie Größe und Position der Kapsulorhexis (Abb. 3). Für das Tracking werden die limbusnahen skleralen und konjunktivalen Gefäße für den Rotationsausgleich genutzt und der Limbus für die Größen- und Positionsbestimmung. Automatisch (wahlweise auch manuell ergänzend) werden die präoperative Aufnahme und das online eingespielte Bild abgeglichen. Intraoperativ stehen vier verschiedene Module

zur Auswahl: Inzisionsanzeige, Kapsulorhexisanzeige (Abb. 4), Zentrierungshilfe für multifokale IOLs und Zielachsenanzeige für torische IOLs (Abb. 5).

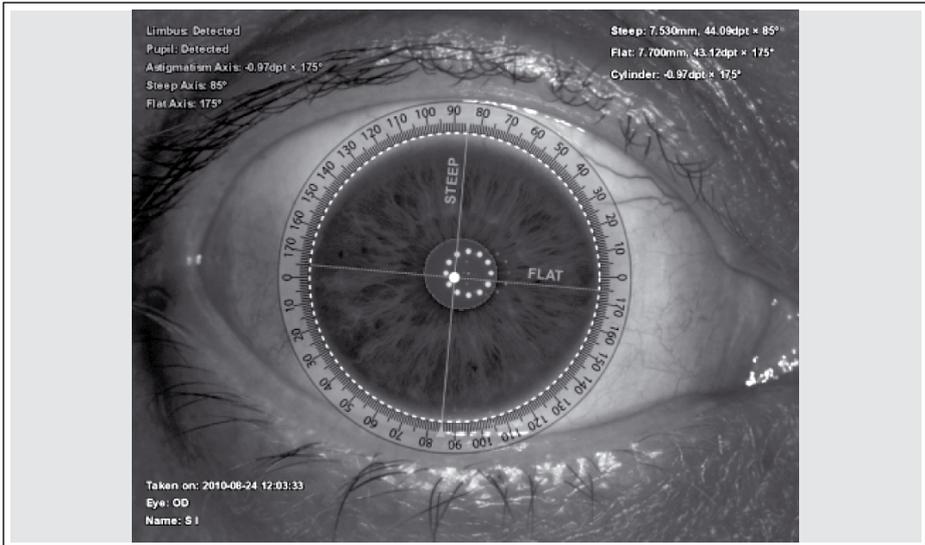


Abb. 2: Ansicht des Bildschirms der Aufnahmestation nach der Untersuchung des Patientenauges; angezeigt werden Erkennung von Limbus und Pupille sowie die Brechkraft in den Hauptachsen und der Astigmatismus in dpt

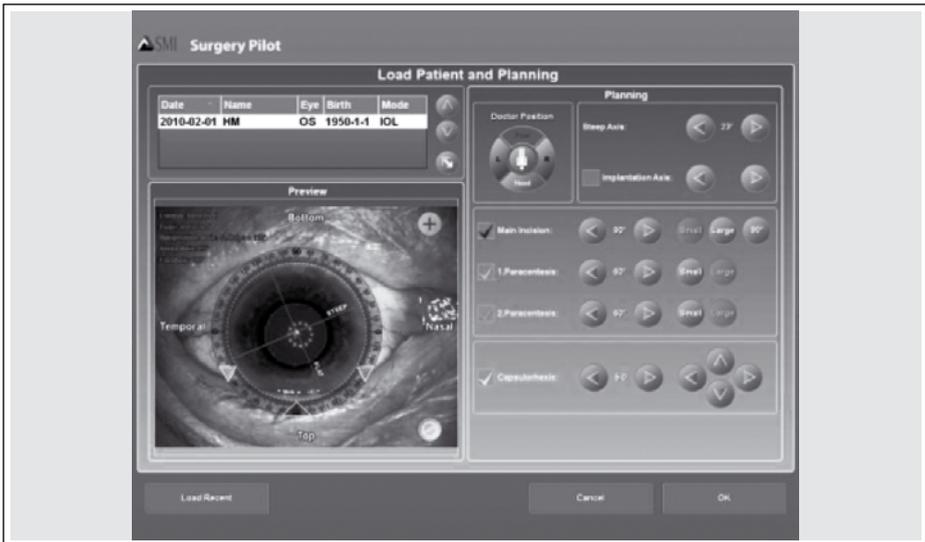


Abb. 3: Bildschirm Operationsgerät

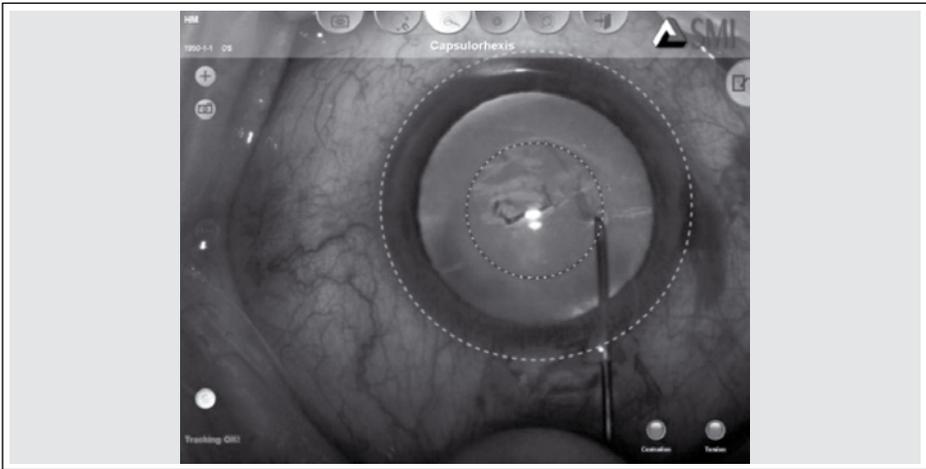


Abb. 4: Kapsulorhexisanzeige

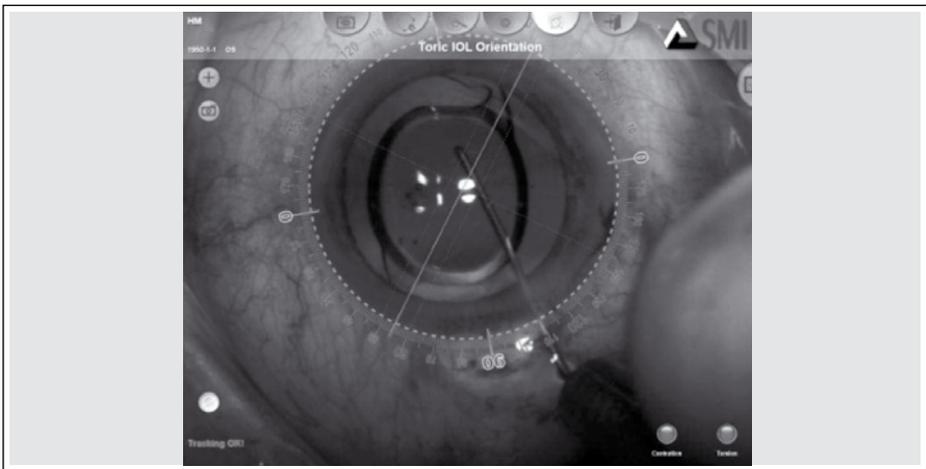


Abb. 5: Anzeige der Zielachse

Anwendungserfahrung

Für eine erfolgreiche Durchführung der Operation mit dem Gerät empfiehlt sich, die Voraufnahmen, die als Basis für das intraoperative Eyetracking dienen, sorgfältig und präzise reproduzierbar zu erheben. Am besten wird die Untersuchung bei enger Pupille durchgeführt, da das Gerät so Pupille und Limbus am besten erkennt und eine spätere Zentrierung im Modul für multifokale IOLs genauer ist. Ein ausgeprägter Arcus senilis sowie ein irregulärer Limbus können dazu führen, dass das Gerät den Limbus nicht korrekt erkennt und somit kein Eyetracking möglich ist. Bei

pseudophaken Augen können die linsenbedingten Reflexe mitunter so stark ausgeprägt sein, dass keine verlässlichen Daten erhoben werden können.

Das intraoperative Eyetracking hängt wesentlich von der Qualität der Voraufnahmen ab. Hier kommt es vor allem auf eine gute Darstellung der limbalen und skleralen Gefäße zur Pupillen- und Limbuserkennung an. Bei Vorliegen guter Voraufnahmen ist das präoperative Abgleichen dieser mit dem Onlinebild des Patienten- Auges schnell durchzuführen.

Bei Versagen der Gefäß- oder Limbuserkennung wird das Tracking unmöglich. Dies kann Folge von intraoperativ auftretenden großflächigen Bindehautblutungen oder einer ausgeprägten Chemose sein. Jedoch war das Fortführen des Eyetrackings bei intraoperativer Ausbildung einer Bindehautchemose noch erstaunlich lange gut möglich. Bei ca. 98 % der Augen mit ausreichend guten Voraufnahmen erfolgte das Eyetracking zuverlässig. Die Achsenausrichtung bei der Implantation von torischen IOLs oder Gravurlinsen war sehr zuverlässig durchführbar, die Achsenangabe exakt.

Fazit

Das Eyetracking-System der Firma SMI ist in der klinischen Praxis sehr gut anwendbar. Das System erwies sich als sehr flexibel. Es bietet die Möglichkeit, prä- und intraoperativ zwischen den Modulen zu wechseln und die Dateneingabe anzupassen. Es stellt einen zusätzlichen Sicherheitsfaktor dar, indem es bei dem präoperativen Abgleich der Aufnahmen die finale Bestätigung liefert, ob das korrekte Auge ausgewählt wurde.

Die Angabe der Kapsulorhexisgröße und -positionierung ist sehr hilfreich, sowohl für weniger geübte Operateure als auch bei der Implantation der zunehmenden Anzahl an Sonderlinsen. Das refraktive Ergebnis kann bekanntlich von der Kapsulorhexisgröße beeinflusst werden.

Bei der exakten Ausrichtung torischer IOLs stellt das SMI-System eine wertvolle Ergänzung zu der Markierung mit dem Gertenmarkeur dar. Die Anzeige der Zielachse ist im Vergleich mit dem Gertenmarkeur sehr exakt, jedoch ist derzeit eine zusätzliche präoperative Markierung mit dem Markeur bei Durchführen der Operation in lokaler Anästhesie (retrobulbär oder peribulbär) nach unserer Erfahrung unverzichtbar. Die Operationsunterstützung durch das SMI-System eröffnet dem Operateur neue Möglichkeiten der exakten Zentrierung der Kapsulorhexis und optimiert die Ausrichtung torischer IOL.

Die Autorin hat kein finanzielles oder kommerzielles Interesse.