

6 Zusammenfassung

Die Zuverlässigkeit von refraktiven Laserbehandlung der Hornhaut zur Korrektur von Fehlsichtigkeiten ist derzeit noch unzureichend. Anwender und Hersteller von Lasersystemen können daher in Abhängigkeit von der Höhe der Korrektur nur eine statistisch gesicherte Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Behandlung angeben. Viele Patienten bewerten das Risiko einer Fehlkorrektur niedriger als den Gewinn, nach einer Behandlung ohne Sehhilfe leben zu können. Es erscheint somit erstrebenswert, die Erfolgswahrscheinlichkeit der Laserbehandlung zu erhöhen und damit das Risiko für die Patienten zu verringern. Dazu kann eine intraoperative Vermessung der Hornhauttopologie beitragen, indem diese Daten für die Steuerung des Lasers zu einer optimalen Behandlung genutzt werden.

In Rahmen der Arbeit wurde ein neues Verfahren zur Vermessung der Hornhautoberfläche entwickelt, erstellt und im Labor und in einer klinischen Studie erprobt. Zwei wesentliche Aspekte standen dabei im Vordergrund. Einerseits sollte erforscht werden, ob das System die Hornhauttopologie zuverlässig und genau vermessen kann. Danach sollte seine Eignung für den Einsatz während einer Laserbehandlung geprüft werden.

Das Verfahren unterscheidet sich von etablierten Methoden durch wesentliche Merkmale.

- Mit ihm kann ein sehr großer Bereich der Augenoberfläche mit einem Durchmesser von über 15mm vermessen werden. Der Bereich läßt sich auf Werte von um 25mm ausdehnen, indem Datensätze eines in verschiedene Richtungen blickenden Auges miteinander registriert werden.
- Die Wiederholgenauigkeit und die Meßgenauigkeit liegen im Bereich weniger Mikrometer, auch wenn sich das Auge zwischen den einzelnen Messungen bewegt hat. Der Abstand zwischen Meßsystem und Auge kann um mehr als einen Millimeter variieren, ohne daß diese Werte wesentlich voneinander abweichen.
- Der komplette Meßbereich wird in extrem kurzer Dauer erfaßt. Ein ultraviolettes Streifenmuster bedeckt die gesamte Augenoberfläche und wird mit kurzer Belichtungszeit auf einen CCD Chip einer Kamera abgebildet. So werden durch Blickrichtungsänderungen des Auges hervorgerufene Bewegungsartefakte vermieden.
- Für die Messung wird Fluoreszenzlicht aus der äußersten Gewebeschicht detektiert. Es ist keine Gabe von Fluoreszein in den Tränenfilm nötig. Daher kann auch intraoperativ während einer Laserbehandlung gemessen werden.
- Als Meßergebnis liefert das System Höhendaten, aus denen die Formveränderung während einer Laserbehandlung durch Differenzbildung gewonnen werden kann. Außerdem kann so die Flapgestalt genau bestimmt und die vollständige Entfernung von Epitheleinwachsungen überwacht werden.
- Der Nutzen der Methode zur Steuerung von refraktiven Laserbehandlungen konnte in den klinischen Tests nur eingeschränkt gezeigt werden. Biomechanische Veränderungen der

Hornhautform durch den Mikrokeratomschnitt verhindern eine aussagefähige Subtraktion von Messungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

Die Grundlagen für die Meßtechnik wurden in eigenen Untersuchungen zur Fluoreszenz der Hornhaut schon um 1990 gelegt. Die ersten Versuche zur Hornhauttopometrie erfolgten im Rahmen eines vom Bundesministerium für Forschung und Technologie geförderten Vorhabens von 1995 bis 1997 an der Augenklinik des Universitätsklinikums Benjamin Franklin der Freien Universität Berlin^m. Diese Untersuchungen wurden in der Augenklinik der Charité an der Humboldt Universität Berlin fortgesetzt und führten zur Anmeldung eines Patents in 1998.

Aufgrund zunächst mangelnden Interesses seitens der Laserfirmen wurde für die weitere Entwicklung eine Firma gegründet. In 2002 entstand eine Kooperation mit der Firma Alcon. Im Rahmen der Kooperation wurden die in dieser Arbeit besprochenen klinischen Studien durchgeführt. Seit 2006 werden die Untersuchungen in abgewandelter Form im Studiengang Augenoptik/Optometrie der Technischen Fachhochschule Berlin fortgesetzt.

Bei der photorefraktiven Keratektomie (PRK) konnten vielversprechende Ergebnisse erzielt werden. Die Korrelation des intraoperativ gemessenen Laserabtrags mit der postoperativen Sehschärfe war gut. Die Daten müssen durch eine größere Studie bestätigt werden. Mit Laser in Situ Keratomileusis (LASIK) Behandlungen gehen biomechanische Effekte einher, die die Studienergebnisse stark beeinträchtigten. Hierbei spielte der Einfluß der Ansaugereinrichtung des Mikrokeratoms, mit dem der Flap geschnitten wird, eine entscheidende Rolle. Das Auge wird dadurch stark deformiert und nimmt im Verlauf der Behandlung wieder seine ursprüngliche Form an. Dieser Relaxationsprozeß wirkt sich auf die gesamte Augenoberfläche aus und überlagert so die durch den Laserabtrag bewirkte Formveränderung.

Die neue Technologie konnte daher die in sie gesetzten Hoffnungen nur bedingt erfüllen. Das Potential der Methode wurde jedoch aufgezeigt. Aufgrund der für Alcon unbefriedigenden Ergebnisse lief Ende 2004 die Kooperationsvereinbarung aus. Eine Fortsetzung des Projekts ist aufgrund mangelnder Ressourcen derzeit zwar nicht absehbar, erscheint jedoch sinnvoll.

^m Excimerlaser-Keratokyphose, Förderkennzeichen BMBF 13N6922