

ASTIGMATISMUSKORREKTUR IM ZUGE DER KATARAKTCHIRURGIE MIT DEM ZIEMER Z8 FEMTOSEKUNDENLASER

Methode und Ergebnisse

Während torische Linsen einen vorbestehenden Hornhautastigmatismus (HHA) hinter der Hornhautebene korrigieren, korrigieren Bogen- oder Arkuate Inzisionen diesen in der Hornhautebene selbst, womit diese grundsätzlich die optimale Korrekturoption für Hornhautastigmatismen darstellen.

FSL können jede beliebige Schnittkonfiguration mit jeder gewünschten Schnitt-Tiefe exakt ausführen. Der Niedrigenergielaser Z8 von Ziemer setzt kleine, engmaschige Effekte und erzeugt damit glattrandige, gewebebrückenfreie Schnitte wie mit der Klinge eines Messers („Lasermes-

auf die beiden Hauptachsen einjustiert, dann die Optik von OCT und Laser auf die Zielachse einrotiert. Nun erfolgte die Messung der Hornhautdicke mittels OCT in der Mitte und an den beiden Enden zunächst entlang des ersten, dann des zweiten geplanten Bogenschnittes. Unmittelbar danach und damit noch vor Beginn der eigentlichen Kataraktvorbehandlung setzte der Laser die Schnitte, wodurch eine verzögerungsbedingte Änderung der aktuell gemessenen Hornhautdicken ausgeschlossen wurde. Erst jetzt folgte die übliche Vorbehandlung der Katarakt.

blieb der korrektive Effekt der Bogeninzisionen in beiden Gruppen über das erste Jahr hinweg gleich stabil.

In einer Folgestudie untersuchten wir das Korrekturpotenzial von AHIs für Hornhautastigmatismen mit asymmetrischem und/oder nichtorthogonalem Hemi-Bowtie (Abb. 1 rechts) mittels Finite-Elemente-basierter Berechnungssoftware. Die mittels

präoperativ um 0,7 dpt auf 1,1 dpt ein Jahr postoperativ reduziert.

Schlussfolgerungen

- Die mit dem Z8 Niedrigenergielaser durchgeführten gepaarten Bogeninzisionen erwiesen sich als sicher und effektiv im Sinne einer signifikanten und permanenten Reduktion eines vorbestehenden Hornhautastigmatismus.

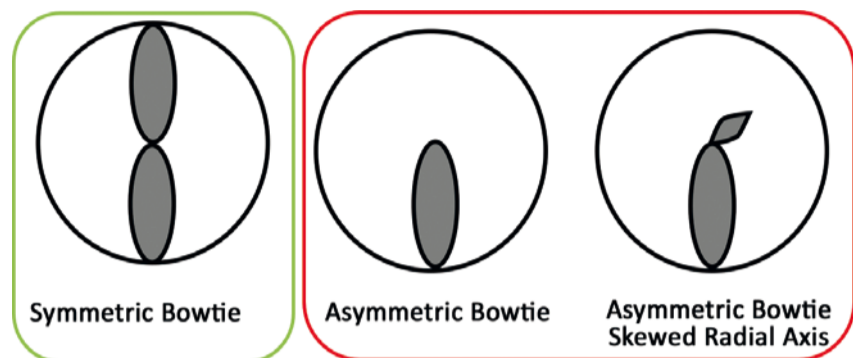


Bild 1

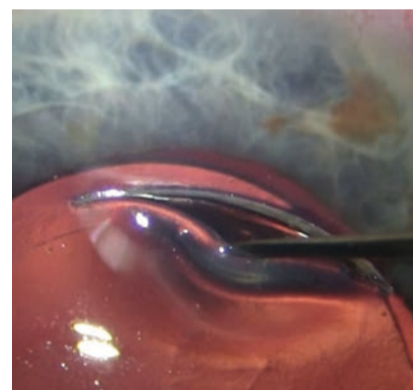


Bild 2a

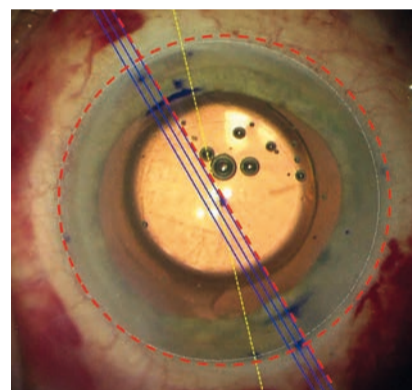


Bild 2b

Arkuate Hornhautinzisionen (AHIs) ergänzen die Astigmatismuskorrektur am niedrigen Ende und haben damit allein von der hohen Zahl an Patienten, die davon profitieren können, ein enormes Anwendungspotenzial. Dies gilt vornehmlich auch für Patienten mit dem Wunsch nach Multifokal-, aber auch EDOF-Linsen, deren Abbildungsqualität auf der Netzhautenebene durch niedrige Restastigmatismen besonders stark beeinträchtigt wird.

In einer Studie von P. Hoffmann et al. wiesen von über 27.000 untersuchten Augen nur knapp 30 Prozent (27,8%) einen HHA unter 0,5 dpt auf. Gut 20 Prozent aller Augen (20,6%) zeigten einen HHA von 0,5–0,75 dpt, und 17 Prozent einen HHA von 0,75–1,0 dpt. Etwa ein Drittel zeigte einen HHA von mehr als 1,0 dpt, ein Sechstel von mehr als 1,5 dpt, und ein Zwölftel von mehr als 2,0 dpt.

AHIs durchtrennen die interlimbalen Hornhautfaszikel, die die Hornhautkuppel verstreben, und führen dadurch zur Abflachung der Hornhautwölbung normal zur Schnitttrichtung.

Eine inhärente Schwierigkeit bei der händischen Durchführung von AHIs mit einem Diamantmesser ist das Wahren der perfekten Perpendikularität des Schnittes: Auf der kuppelförmigen Hornhautoberfläche muss der Schnitt exakt entlang eines Kreisbogens geführt werden. Verkippung in seitlicher (Tilt) und anterior-posteriorer Richtung (Inklination) lassen sich dabei nicht vermeiden. Dies führt zu verringerter und wechselnder Schnitt-Tiefe und damit zu Verringerung und Variabilität des Effektes. Geführte mechanische Systeme mindern diese Problematik, weisen jedoch nicht die Präzision und vor allem auch nicht die Versatilität eines Femtosekundenlasers (FSLs) auf.

ser“). Beim Z8-Laser ist die Laseroptik im Handstück des Lasers direkt über dem Patientenauge verortet, wodurch die Brennweite im Vergleich zu anderen Lasern auf etwa ein Zehntel verkürzt und die Effektgröße und -energie entsprechend verringert werden.

In einer ersten an der Universitätsaugenklinik in Wien durchgeführten Studie haben wir Effektivität und Sicherheit der Behandlung regulärer symmetrischer Hornhautastigmatismen untersucht. Die Behandlungsparameter wurden dem Castrop-Nomogramm entlehnt, wie es von P. Hoffmann 2014 publiziert wurde.

Inklusionskriterien waren ein symmetrischer Bowtie in der Topographie (Abb. 1 links), eine Gesamtkrümmung (Total-K) zwischen 0,5 und 2,5 dpt sowie ein Patientenalter zwischen 50 und 89 Jahren.

Ergebnisparameter waren das Ausmaß und die Dauerhaftigkeit der erzielten Reduktion der Hornhautkurvatur gemessen mittels Hornhauttopo- und -tomographie, Schnittqualität (Gewebebrücken) sowie mögliche Schnittkomplikationen wie Mikro- und Makroperforation, Einwachsen von Epithelzellen, Infektion und überschießende Vernarbung.

Die Nachuntersuchungen erfolgten nach einer Woche, einem Monat, drei Monaten und nach einem Jahr. Die Zahl für eine valide Aussage erforderlichen Augen wurde mit 66 kalkuliert.

Chirurgisches Vorgehen

Zunächst wurden unter dem Operationsmikroskop unter Einsatz des Callisto Markerless Guiding Systems von Zeiss die Hauptachsen der Hornhaut durch vier Farbmarken am Limbus markiert. Danach wurde das Laserhandstück an das Auge angedockt und

Morphologische Resultate

Nach dem Abdocken des Laserhandstückes wurden die korrekte Achsausrichtung der Schnitte durch neuerliche Einblenden der Zielachse mit dem

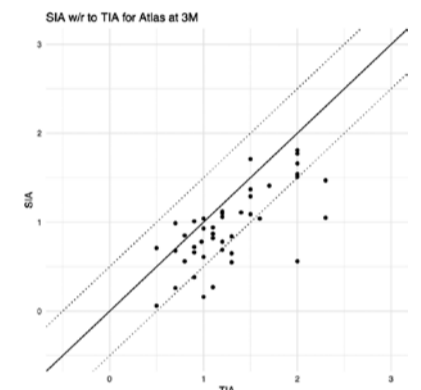


Bild 3

Callisto-System kontrolliert und die Schnitte selbst auf Tiefe und Freiheit von Gewebebrücken untersucht (Abb. 2a, b). In allen Fällen erwiesen sich die Schnitte gut positioniert sowie tief und glattrandig ohne residuale Gewebebrücken – dies wurde jedoch nie festgestellt, der Schnittgrund blieb in allen Fällen trocken. Die postoperativ mittels OCT gemessene tatsächliche Schnitttiefe ergab exakt 80 Prozent. OCT und Biomikroskopie nach drei Monaten zeigten eine nur geringgradige Vernarbung ohne weitere Zunahme.

Funktionelle Resultate

Die FSL-AKs induzierten eine signifikante Abflachung der Hornhautkrümmung im behandelten Meridian in guter Übereinstimmung mit den vom Castrop-Nomogramm vorhergesagten Werten. Effektivität und leichte systematische Unterkorrektur sind in der „angestrebte-versus-erzielt“ Darstellung in Abbildung 3 leicht zu erkennen. Die resultierende Abnahme des Hornhautastigmatismus war nachhaltig ohne Regressionstendenz innerhalb des folgenden Jahres. Signifikanz und Stabilität der Astigmatismusabnahme sind in der in Abbildung 4 gezeigten Boxplot klar ersichtlich.

Abbildung 5 zeigt das Centroid des Hornhautastigmatismus als schwarzes Quadrat, die 95 %-Konfidenzellipse für das Centroid in Rot und für das gesamte Datenset in Blau präoperativ und ein Jahr postoperativ: Das Centroid nahm von 0,28 auf nahezu null, der mittlere absolute Astigmatismus von 1,67 auf 0,5 dpt ab.

Wir beobachteten einen größeren Differenzvektor bei präoperativem Asti mit der Regel im Vergleich zu gegen die Regel nach einem Jahr.

Dieser Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant. Zudem

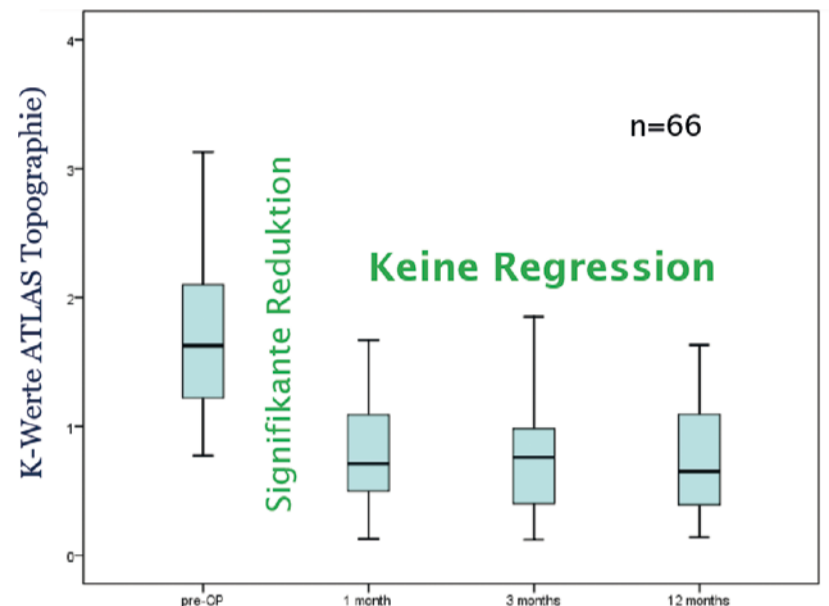


Abb. 4

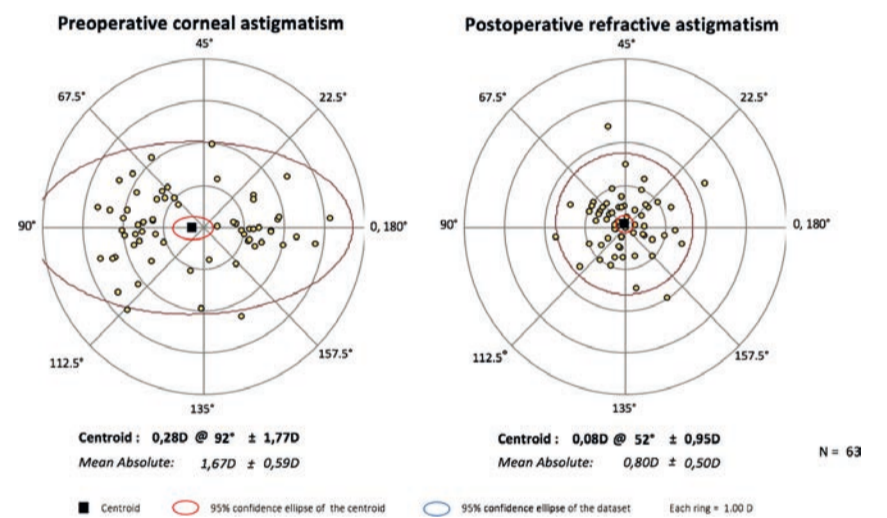


Abb. 5

Interim analysis

Asymmetric astigmatism (in diopters):

preOP: 1.80 ± 0.59

1m: 0.91 ± 0.51

3m: 0.94 ± 0.53

1y: 1.14 ± 0.55

(Pentacam)

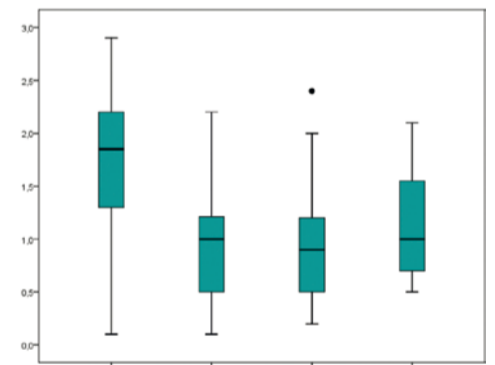


Abb. 6

Topographie (Atlas, Fa. Zeiss) und OCT-basierter Hornhauttomographie (Casia2, Fa. Tomey) erfassten individuellen Hornhautdaten wurden in die Software importiert und verrechnet. Daraus wurden Ausdrücke der verschiedenen Behandlungsalternativen erstellt. Vom Chirurgen wurden die ihm am geeignetsten erscheinende Option ausgewählt und die entsprechenden Werte in den Laser eingegeben.

Abbildung 6 zeigt eine Zwischenauswertung der ersten 40 Augen. Auch damit wurde eine signifikante und permanente Astigmatismusreduktion erzielt: Die mittlere absolute Hornhautastigmatismus wurde von 1,8 dpt

Arkuate Hornhautinzisionen mit dem Femtosekundenlaser sind somit eine sichere und effektive Option zur Behandlung von niedrigen und mittleren Hornhautastigmatismen. Sie werden als Zusatzschritt den üblichen Behandlungsschritten für Zugangsinzisionen, Kapsulotomie und Kernvorfragmentierung vorangestellt und werten den Einsatz des Lasers insgesamt auf, indem sie das unkorrigierte postoperative Ergebnis verbessern und mit geringem zeitlichem Aufwand in die übliche Behandlungsroutine integriert werden können. Univ.-Prof. Rupert Menapace

Mit freundlicher Unterstützung der Ziemer Ophthalmology (Deutschland) GmbH