

Ein sicherer, effektiver, vorhersagbarer und stabiler Weg

Koaxiale Mikrophako mit Implantation torischer IOL zur **Korrektur des höhergradigen Hornhautastigmatismus** bei MICS

CASTROP-RAUXEL / BAD HERSFELD Kataraktchirurgie ist auch refraktive Chirurgie. Der unkorrigierte Visus ist für Patienten und Augenärzte zu einem der wichtigsten Erfolgskriterien geworden. Für die Brillenunabhängigkeit hat die intraoperative Astigmatismuskorrektur erheblich an Bedeutung gewonnen. Eigene Untersuchungen an mehr als 30.000 Katarakt-Augen haben ergeben, dass mäßiger kornealer Astigmatismus (1,5 - 3,0 dpt) in 14 Prozent sowie höhergradiger ($\geq 3,0$ dpt) in 2,6 Prozent aller Augen vorhanden ist. In der vorliegenden prospektiven Studie wurden Acrysof-toric-IOL mit Zylinderstärken zwischen 3,0 und 6,0 benutzt.

Wir operierten 40 Augen von 30 Patienten in zwei Krankenhäusern. Die Studie war von der Freiburger Ethikkommission genehmigt (feki 09/2491). Eingeschlossen waren Augen mit 2,75 bis 6,0 dpt Hornhautzylinder ohne sonstige Pathologie mit Ausnahme milder Amblyopie.

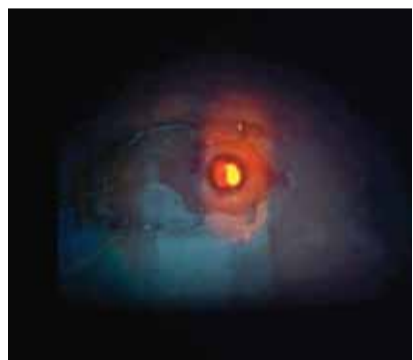


Abb. 1: Intraoperative Skiaskopie.

Präoperativ wurden neben Spaltlampenmikroskopie und indirekter Ophthalmoskopie optische Biometrie, automatische Keratometrie und Vorderkammertiefenmessung (IOLMaster® V5), Topographie (TMS4, Tomey), subjektive und objektive Refraktion sowie Visus s.c. und c.c. durchgeführt.

Vorbereitung und TIOL-Berechnung: Zur Berechnung des IOL-Zylinders nutzten wir die IOLMaster-Keratometrie als Grundlage. Zunächst wurde eine sphärische IOL auf Basis des mittleren Radius mittels der Haigis-Formel und der in ULIB (www.augenklinik.uni-wuerzburg.de/eulib/index.htm) publizierten Konstanten für die Alcon SA60AT berechnet. Danach wurde eine IOL-Brechkraft für beide Hornhautmeridiane einzeln berechnet. Der benötigte IOL-Zylinder ist dann die abgerundete Differenz aus diesen beiden Brechkraften.

Zum Vergleich wurde gleichzeitig eine Berechnung mittels Strahldurchrechnung („ray tracing“) mit der Software Okulix V8 auf der Basis von IOLMaster-Achslänge und TMS4 Topographie durchgeführt.

Chirurgische Technik

Der steile Meridian der Hornhaut wurde mittels des Pendelmarkers Gerden II (Geuder) am sitzenden Patienten markiert. Die Phako wurde durch eine 2,2 mm große post-limbale Inzision mit einem Geuder-2,2-mm-CMP-Handstück ausgeführt. Nach Injektion der Linse wurde diese grob positioniert, das Viskoelastikum komplett

abgesaugt und dann die Feinpositionierung vorgenommen. Die korrekte Achslage überprüften wir mittels Strichskioskopie noch auf dem OP-Tisch (Abb. 1).

Nachuntersuchung: Untersuchungszeitpunkte waren eine Woche und drei Monate postoperativ. Alle präoperativen Messungen wurden wiederholt. Die Ausrichtung der Linse untersuchten wir mittels Retroillumination und Photoskop für die Winkelmessung (Abb. 2). Zur Berechnung des schnittinduzierten Astigmatismus nutzten wir die Methode nach Naeser. Um beabsichtigte und erreichte Zylinderkorrektur zu vergleichen, wurde der „correction index“ nach Alpíns berechnet.

Ergebnisse

Demografie und Biometrie: Die Patienten waren elf Männer und 19 Frauen mit einem Altersmedian von 70,2 Jahren. Die Achslänge betrug $23,13 \pm 1,44$ mm, der Hornhautradius $7,66 \pm 0,31$ mm.

IOLMaster-Messungen ergaben einen Hornhautzylinder von $3,53 \pm 0,73$ dpt prä- und $3,63 \pm 0,72$ dpt postoperativ, topographisch $3,50 \pm 0,80$ dpt prä- und $3,66 \pm 0,8$ dpt postoperativ.

Der refraktive Zylinder (subjektiv) wurde auf $0,67 \pm 0,39$ dpt nach einer Woche und $0,67 \pm 0,32$ dpt nach drei Monaten reduziert.

Refraktion und Visus: Refraktion und Visus werden in Tabelle 1 gelistet.

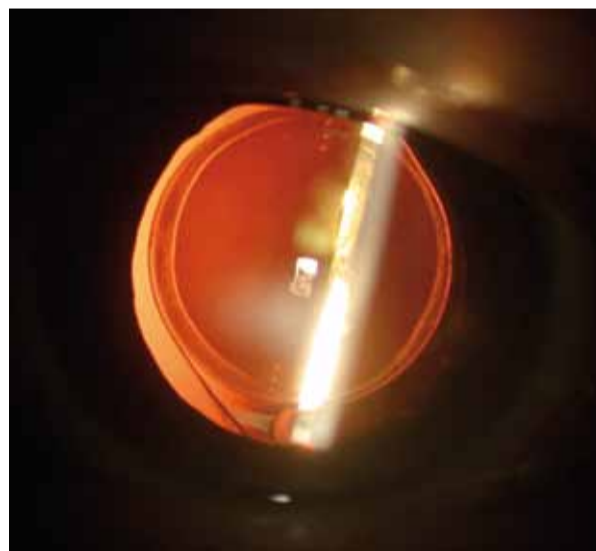


Abb. 2: Postoperatives Retroilluminationbild zur Bestimmung der Achslage.

Der postoperative Visus s.c. ist nur eine Zeile schlechter als der bestkorrigierte. Der Zylinder wurde absolut um 81 Prozent reduziert, vektoriell betrachtet war der Zylinder nach Alpíns 101 Prozent korrigiert.

Das Defokus-Äquivalent betrug im Median 0,56 dpt (0,0 - 1,625) nach einer Woche und 0,75 dpt (0,125 - 1,5) nach drei Monaten.

Sphärische und zylindrische Vorhersagbarkeit: Der Vorhersagefehler ist definiert als Differenz zwischen erreichter und vorhergesagter Refraktion. Der Vorhersagefehler des sphärischen Äquivalents beträgt $-0,02 \pm 0,46$ dpt nach einer Woche und $-0,14 \pm 0,44$ dpt nach drei Monaten.

Die zylindrische Vorhersagbarkeit ist ebenfalls sehr gut. Der „correction index“ nach Alpíns beträgt $1,01 \pm$

0,15. Ein Doppelwinkel-Streudiagramm (Abb. 3) zeigt die prä/postoperative Verteilung der Zylinder als Polarwerte. Es ist gut zu erkennen, dass hohe Zylinderwerte überwiegend „mit der Regel“ auftreten (rechte Seite des Diagrammes). Die postoperativen Werte gruppieren sich gleichmäßig um den Koordinatenursprung.

Fehlpositionierung und Rotation: Fehlpositionierungen (Differenz zwischen intendierter und gemessener Achse bei der ersten Visite) waren im Median 2° (0-12°). 97,5 Prozent waren unter 10° . Zwischen der ersten Woche und dem dritten Monat wurde eine Rotation von $+0,23 \pm 1,9^\circ$ im Uhrzeigersinn gemessen. Keine Linse rotierte mehr als 5° .

Stabilität der Refraktion: Der Vorhersagefehler (sphärisches Äquivalent) betrug nach einer Woche $-0,02 \pm 0,46$ dpt, nach drei Monaten $-0,14 \pm 0,44$ dpt.

Der zylindrische Refraktionsanteil wurde absolut und vektoriell betrachtet. Zwischen den beiden Nachuntersuchungszeitpunkten war der absolute Zylinderwert um $0,24 \pm 0,19$ dpt verändert. Die vektorielle Änderung betrug $0,31 \pm 0,19$ dpt.

Chirurgisch induzierter Astigmatismus: Eine Inzision in der Hornhaut beziehungsweise am Limbus löst normalerweise eine Abflachung im inzidierten Meridian aus. Bei kleinen Inzisionen sind diese Veränderungen eher dezent ausgeprägt. Wir nutzten die Naeser-Methode, um den chirurgisch induzierten Astigmatismus (SIA) anhand der prä- und postoperativen Keratometrie beziehungsweise Topographie zu bestimmen. Die Brechkraftveränderung im Meridian $KP_{SIA}(\varphi)$ war keratometrisch $-0,07 \pm 0,42$ dpt (negatives Vorzeichen entspricht Abflachung) nach einer Woche und $-0,08 \pm 0,38$ dpt nach drei Monaten. Dies ist klinisch vernachlässigbar und geht im Grundrauschen der Messfehler unter.

Komplikationen: Es traten keine intra- oder postoperativen Komplikationen auf. Eine Linse musste aufgrund einer Fehlpositionierung von 12° reponiert werden.

Diskussion

Kornealer Astigmatismus ist relativ häufig bei Katarakt-Patienten und trägt nicht unerheblich zum refraktiven Ergebnis bei. Zur Reduktion können limbale Inzisionen oder konsekutive Excimer-Laser-Abblationen angewandt werden. Torische Linsen sind besser vorhersagbar und präziser als inzisionale Methoden sowie preiswerter und weniger belastend als der Excimer-Laser. Präzise Planung und Ausführung sind für ein gutes Ergebnis notwendig.

Die AcrySof Toric implantieren wir seit 2007. Es handelt sich um eine einstückige, hydrophile Acrylatlinse. Publizierte Studien zeigten bisher sehr gute Resultate.

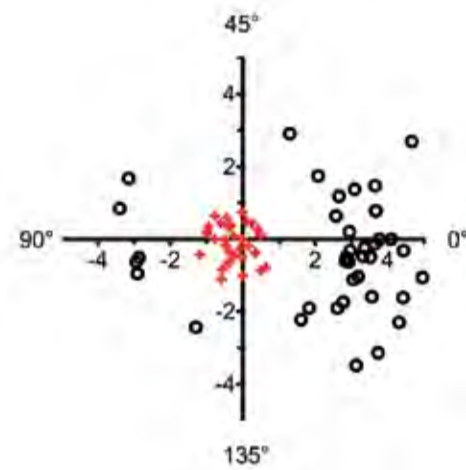


Abb. 3: Doppelwinkel-Streudiagramm zeigt präoperative korneale (schwarze Krügel) und postoperative refraktive (rote Kreuze) Zylinder.

Über- und Unterkorrekturen können durch bloße Betrachtung des Zylinderbetrages nicht unterschieden werden; die Veränderung der Achslage zeigt die Überkorrektur. Eine genaue Analyse ist nur durch vektorielle Darstellung möglich. In dieser Untersuchung waren Über- und Unterkorrekturen etwa gleich häufig, obwohl wir tendenziell auf leichte Unterkorrektur gezielt hatten. Dies hat unseres Erachtens zwei Gründe. Erstens scheint der objektiv gemessene Wert (Radiendifferenz zweier Meridiane auf der Horn-

	präop	1 Woche	3 Monate
Sphäre	$-1,07 \pm 5,23$ D [-9,5 - +11,5]	$+0,28 \pm 0,85$ [-2,0 - +2,0]	$+0,16 \pm 0,87$ [-2,5 - +2,0]
Zylinder	$-3,49 \pm 1,31$ D [-1,0 - -6,75]	$-0,67 \pm 0,39$ [0 - -1,75]	$-0,67 \pm 0,32$ [0 - -1,50]
Visus s.c. logMAR	$0,93 \pm 0,42$ [0,3 - 2,0]	$0,21 \pm 0,12$ [0,0 - 0,5]	$0,20 \pm 0,11$ [0,0 - 0,4]
Visus c.c. logMAR	$0,41 \pm 0,26$ [0,0 - 1,3]	$0,10 \pm 0,11$ [-0,1 - 0,4]	$0,09 \pm 0,12$ [-0,1 - 0,4]

Tab. 1: Prä- und postoperative Refraktion und Visus.

hautvorderfläche) nicht immer dem subjektiv angenommenen Zylinder zu entsprechen. Wir haben aus manifester Refraktion und implantierter Linse den Hornhautzylinder rückgerechnet und kamen auf $9,9 \pm 14,5$ Prozent Überschätzung durch die IOLMaster-Keratometrie. Zweitens können Aberrationen höherer Ordnung, insbesondere Coma, den Zylinderanteil der subjektiven Refraktion beeinflussen. Die Benutzung von Online-Kalkulatoren, die von falschen Brechkraftrelationen Hornhaut:Linsenebene ausgehen, kann eine weitere Fehlerquelle darstellen.

Der induzierte Astigmatismus bei unseren post-limbalen 2,2-mm-Inzisionen war so gering, dass er bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden muss. Unseres Erachtens sollte bei TIOL-Implantationen auf jede Art von inzisionalem Astigmatismus-Beeinflussung verzichtet werden.

In allen bisherigen Studien zeigte die untersuchte Linse wenig Rotationsneigung. Bei der Analyse muss berücksichtigt werden, dass die Tole-

ranz der photographischen Achslagenbestimmung bei etwa 2° liegt.

Für bestmögliche Resultate ist die Ausrichtung der Zylinderachse sehr wichtig. Neben präziser Markierung und Platzierung der IOL kann die Skioskopie Fehlpositionierungen schnell aufdecken, sodass diese noch auf dem OP-Tisch korrigiert werden können.

Der oft behauptete Zusammenhang „Wirkungsverlust = $2 \sin$ (Fehlerwinkel)“ – also zum Beispiel 10° Abweichung = 34 Prozent Wirkungsverlust – ist nach unseren Erfahrungen nicht ganz richtig. Zum einen ist der Hornhautzylinder weniger klar definiert als ein optisches Glas und somit die Achslage bereits etwas „unscharf“. Dies zeigen auch die zum Teil erheblichen Abweichungen der gemessenen Achslage zwischen verschiedenen Keratometern und Topographen. Zum anderen sind Hornhaut- und Linsenzylinder weder in derselben Ebene noch von gleichem Betrag.

Die refraktive Stabilität war sehr gut und mit der FDA-Studie vergleichbar.

Die refraktive Vorhersagbarkeit war ebenfalls sehr gut mit einer Standardabweichung von 0,44 dpt für das sphärische Äquivalent (Haigis-Formel mit Parametersatz der SA60AT Linse) sowie einem „correction index“ nahe

1,0 für den Zylinder. Der unkorrigierte Visus war im Mittel nur eine Zeile schlechter als der bestkorrigierte.

Schlussfolgerung

Koaxiale Mikrophako mit Implantation torischer IOL ist ein sicherer, effektiver, vorhersagbarer und stabiler Weg, um Hornhautastigmatismus bei einer Katarakt-OP zu korrigieren. Bei Zylinderwerten über 3 dpt ist die Effizienz sogar noch besser als bei kleineren Zylindern.

Autoren:

Dr. Peter Hoffmann
Münsterplatz 6
44575 Castrop-Rauxel
E-Mail: ph@augenklinik-castrop-rauxel.de
PD Dr. Werner Hütz
Augenklinik
Klinikum Bad Hersfeld

Die Autoren erklären, dass keiner von ihnen ein finanzielles Interesse an einem der erwähnten Produkte hat.

Literatur bei den Verfassern.