

Torische Intraokularlinsen

Patientenauswahl, Ergebnisse, Komplikationsmanagement

von **G. Gerten, Köln**

Zusammenfassung: Die Implantation von faltbaren torischen IOL bei der Kataraktoperation ist ein sicheres und genaues Verfahren zur Korrektur höherer Hornhautastigmatismen. Der Gesamtastigmatismus kann von 3,75 Dioptrien (2 dpt bis 11 dpt) im Durchschnitt auf unter 1 Dioptrie (0,84 dpt \pm 0,53 dpt) gesenkt werden. Dabei ist jedoch die exakte Übereinstimmung von kornealer Astigmatismusachse und Torus der IOL für das refraktive Ergebnis entscheidend. Bei einer IOL-Drehung von mehr als 10° sollte in den ersten 3 bis 6 Wochen kurz nachrotiert werden. Die Indikation zur torischen IOL-Implantation sehen wir bei einem weitgehend orthogonal und regulären Hornhaut-Astigmatismus über 2 dpt für gegeben an.

OPHTHALMO-CHIRURGIE 17: 191-198 (2005)

Summary: The implantation of a foldable toric IOL is a safe and predictable procedure to correct higher amounts of corneal astigmatism in cataract surgery. The mean total refractive astigmatism could be reduced from 3,75 dpt (2 dpt to 11 dpt) preoperatively to 0,84 (\pm 0,53 dpt) postoperatively. The precise axis alignment between corneal astigmatism and toric IOL is crucial for the refractive result. An axis misalignment of more than 10° should be surgically corrected between the 3rd and 6th postoperative week. The indication for a toric IOL implantation is a corneal astigmatism of more than 2,0 dpt with a considerable regular and orthogonal part.

OPHTHALMO-CHIRURGIE 17: 191-198 (2005)

Kataraktchirurgie und refraktive Chirurgie sind in den letzten Jahren immer weiter zusammengewachsen. Voraussetzung war zunächst die Verbesserung der Katarakt-Operationstechnik, so daß durch die Operation selbst nur noch minimale optische Aberrationen, wie Hornhautastigmatismus oder Fehler höherer Ordnung, erzeugt werden. Darauf aufbauend kann dann als zweiter Schritt eine Korrektur vorbestehender Bildfehler erfolgen. Oftmals ist dies die wohlbekanntere Korrektur einer Myopie oder Hyperopie durch Wahl einer geeigneten sphärischen Intraokularlinse (IOL). Der nächste logische Schritt ist die Korrektur des vorbestehenden Hornhautastigmatismus durch eine geeignete IOL. Diese Intraokularlinse muß ihrerseits astigmatisch sein, um den postoperativ unverändert bestehenden Hornhautastigmatismus auszugleichen und letztlich eine sphärische Gesamtwirkung zu

erzielen (Abbildung 1). Dies gelingt mit Implantlinsen, die wenigstens eine torische Oberfläche besitzen [13, 11]. Darüber hinaus stehen zur reinen refraktiven Chirurgie auch phake torische IOL (Abbildung 2) zur Verfügung (z. B. torische ICL®, Artisan®-Linsen) [12]. Die in diesem Artikel getroffenen grundsätzlichen Aussagen zu torischen Linsen gelten auch für phake Implantate, dennoch möchte ich mich hier primär auf torische Hinterkammerlinsen (HKL) beziehen.

Voraussetzungen für torische IOL: Operationswürdige Katarakt, stabiler kornealer Astigmatismus und astigmatismus-neutrale Chirurgie

Im Zentrum für Augenheilkunde am Neumarkt (PAN Klinik Köln, Praxis Kermani & Gerten, Augenlaserzentrum Köln) haben wir seit 1994 die Entwick-

lung verschiedener torischer IOL begleitet. Während dieser Zeit hat sich das Indikationsspektrum zur Implantation von torischen IOL im Rahmen einer Phakoemulsifikation deutlich erweitert. Maßgeblich war die Verbesserung der Operationstechnik einerseits, aber vor allem die Entwicklung der torischen IOL. Mitte der 90er Jahre standen ausschließlich starre torische IOL aus PMMA zur Verfügung. Der durch den notwendigen Skleratunnel induzierte Astigmatismus mußte präoperativ abgeschätzt werden, und dann in die Berechnung der torischen IOL einfließen. Die Haptiken waren noch modifizierte C-Schlaufen und etwa ein Viertel dieser älteren Modelle rotierte postoperativ wesentlich aus der korrekten Zylinderachse heraus. Beide Probleme konnten mittlerweile gelöst bzw. deutlich reduziert werden (siehe Kapitel Ergebnisse, Abbildung 3).

Eine torische IOL kann natürlich nur die regulären und orthogonalen Anteile eines Hornhautastigmatismus ausgleichen. Dennoch muß der Hornhautastigmatismus nicht notwendigerweise vollkommen regulär und orthogonal sein. Beispielsweise nach Keratoplastiken (Abbildung 4) ist dies fast nie der Fall. Dennoch haben wir auch nach Keratoplastiken mit der Implantation torischer IOL hervorragende Ergebnisse erzielt [4]. Dies wurde durch andere Autoren bestätigt [2, 13, 1, 6]. Es ist durchaus ausreichend für die Indikation einer torischen IOL, wenn ein wesentlicher Anteil des Hornhautastigmatismus orthogonal und regulär ist. Eine nachträgliche Änderung des kornealen Astigmatismus muß jedoch ausgeschlossen sein, so sollten beispielsweise nach einer Keratoplastik alle Fäden entfernt und ein stabiler Zustand erreicht sein.

Präoperativ oft schwierig einzuschätzen ist der Einfluß von möglichen Amblyopien. Bei hohen Astigmatismen werden Amblyopien zwar grundsätzlich wahr-

scheinlicher. Dennoch haben wir gerade bei Augen, die präoperativ als amblyop bezeichnet worden waren, postoperativ überraschend gute Visusergebnisse zu verzeichnen gehabt [4]. Demnach sind wir – und andere Autoren [13, 11] – mit der „Ausschlußdiagnose Amblyopie“ sehr vorsichtig geworden.

Kapselsack

Um einen perfekten IOL-Sitz zu gewährleisten, muß der Kapselsack dauerhaft stabil sein. Kapselsäcke, die eine sehr irreguläre Schrumpfung wahrscheinlich machen, z.B. bei Cataracta traumatica, sind nicht ideal für ein torisches Implantat.

Selbstverständlich beeinflussen weitere Begleitkrankheiten, wie Korneaveränderungen oder Erkrankungen des hinteren Augenabschnittes, z. B. Makuladegeneration, die Indikationsstellung maß-

geblich. Dies wird jedoch in diesem Beitrag nicht weiter thematisiert.

Indikation

Ein orthogonaler, weitgehend regulärer Hornhautastigmatismus von > 2 Dioptrien ist eine Indikation zur Implantation einer torischen IOL bei der Kataraktchirurgie.

Ergebnisse: Gesamtastigmatismus auf unter 1 dpt gesenkt

Von 1994 bis 2005 haben wir im Zentrum für Augenheilkunde am Neumarkt zirka 200 Augen mit verschiedenen Typen torischer IOL versorgt. Davon haben wir 58 Augen retrospektiv ausgewertet, in die das Modell Schmidt MS 6116 TU (Hersteller: Humanoptics, Mannheim) implantiert wurde. Diese IOL hat eine

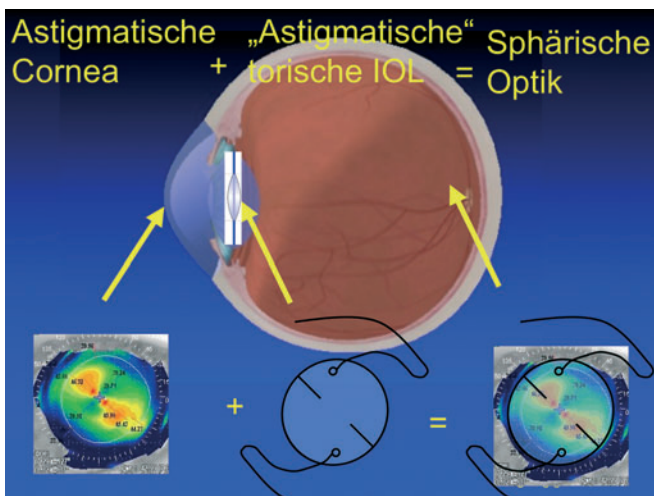


Abbildung 1: Wirkung einer torischen IOL im Auge: Der korneale Astigmatismus von -6 dpt / 47° (Topographie links unten) wird durch eine torische IOL (unten Mitte) ausgeglichen. Bei korrekter Achslage entsteht auf der Netzhaut eine sphärische Abbildung (unten rechts).

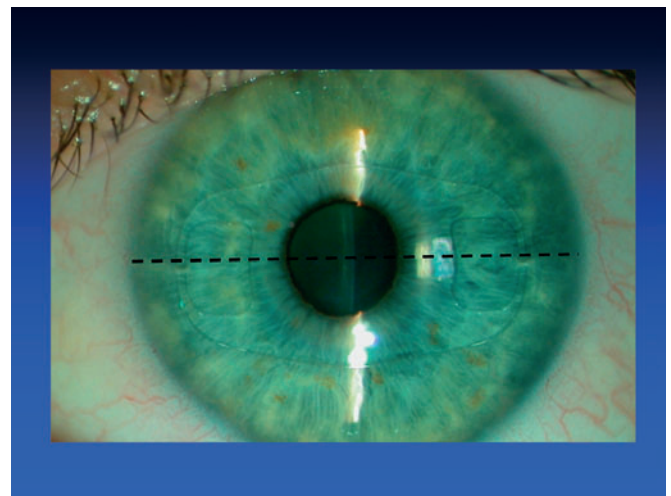


Abbildung 2: Torische Artisan IOL: Die Minus-Zylinderachse wird durch die Position der Irisklauen bestimmt und liegt hier bei 2° (schwarze gestrichelte Linie).

volle 6 mm-Optik aus Silikon mit einer torischen Rückfläche. Da als Mittel zur Änderung der IOL-Stärke eine Variation des Silikon-Brechungsindex gewählt wurde, bleiben Vorderradius und Mittendicke der IOL über ein großes Dioptrienpektrum konstant. Dadurch wird die IOL auch bei größerem Torus in der Pluszylinderachse nicht zu dick und bleibt gut faltbar. Die extrem stabilen PMMA-Haptiken sind undulierend gearbeitet und Z-förmig geformt, um auch bei Druck von außen – bei schrumpfendem Kapselsack – eine optimale Rotationsstabilität zu gewährleisten.

Im Mittel lag präoperativ ein Hornhautastigmatismus von 3,75 dpt (2 dpt bis 11 dpt) vor (Abbildung 3). Durch die Implantation einer torischen IOL konnte der Gesamtastigmatismus im Durchschnitt auf 0,84 dpt ($\pm 0,53$ dpt) gesenkt werden. Der Astigmatismus, der durch die zur Kataraktoperation notwendige Inzision induziert wurde, lag in allen Fällen unter 0,5 Dioptrien. Damit konnten wir die Reduzierung des Gesamt-

astigmatismus eindeutig und ausschließlich auf die torische IOL zurückführen. Im Mittel wurden die Patienten 1 Jahr postoperativ beobachtet (mindestens 3 Monate und maximal 4 Jahre). 85% aller IOL saßen stabil im Bereich 10° um die Zielachse. 4 Patienten mit einer Rotation der IOL von $> 10^\circ$ waren trotz eines Restastigmatismus (Abbildung 3) zufrieden und wünschten keine Nachrotation. In 3 von 58 Augen (5%) wurde eine Nachrotation durchgeführt. Der Zweiteingriff erfolgte 3 bis 6 Wochen postoperativ und führte in allen Fällen zur Stabilisierung der IOL-Position im Kapselsack. Zweimal war die torische IOL-Implantation als kombinierter zweizeitiger Eingriff – so genannte Bioptics (IOL-Implantation plus LASIK) – geplant. Die nachfolgende LASIK verlief jeweils komplikationsfrei. Bei 3 Patienten lag ein hoher Astigmatismus nach Keratoplastik vor, auch in diesen Fällen konnte der Astigmatismus auf ~ 2 dpt oder darunter gesenkt werden (Abbildung 3) und ein Visus cc zwischen 0,63 und 1,0 erzielt werden.

Korrektur nicht punktsymmetrischer Bildfehler: Schon 15° Fehlrotationen der Eingriffsachse bedingt 50% Verlust an Astigmatismuskorrektur

Bei der Korrektur punktsymmetrischer Abbildungsfehler (wie z.B. Myopie, Hyperopie oder auch sphärischer Aberration) mittels refraktiv chirurgischer Eingriffe (IOL, LASIK usw.) ist im Wesentlichen eine Dezentrierung oder Verkipfung gegenüber der „optischen Achse“ des Auges zu vermeiden. Ansonsten entstehen Bildfehler höherer Ordnung wie Coma oder Astigmatismus schiefer Bündel [9]. Jeder Augenarzt kann sich dies noch einmal selbst darstellen, indem er seine Funduslinse (dies ist eine sphärische bzw. asphärische punktsymmetrische Linse) einmal schräg in den Strahlengang seines Bonoskopes hält und verkippt. Dabei kann man die Verzerrung des Brennpunktes auf einer weißen Fläche beobachten. Dagegen ändert eine Rotation der Linse das von ihr

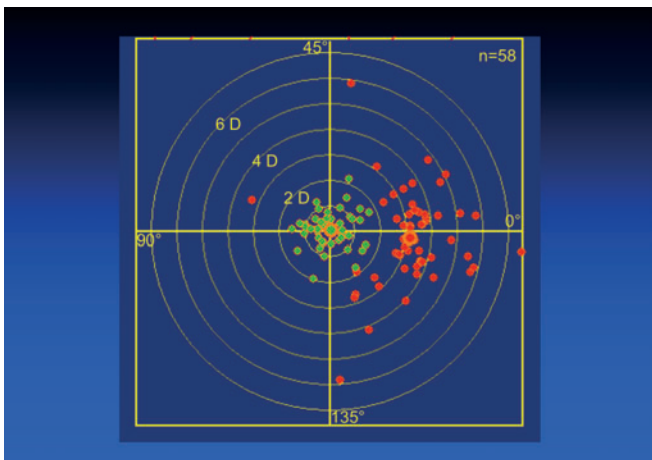


Abbildung 3: Doppelwinkeldiagramm von 58 torischen IOL-Implantationen: Die roten Punkte stellen jeweils den kornealen Astigmatismus eines Auges präoperativ dar (Zentroid: rote, orange umrandet). Die grünen Punkte zeigen den Gesamtastigmatismus (subjektive Refraktion) postoperativ (Zentroid: grün, orange umrandet).

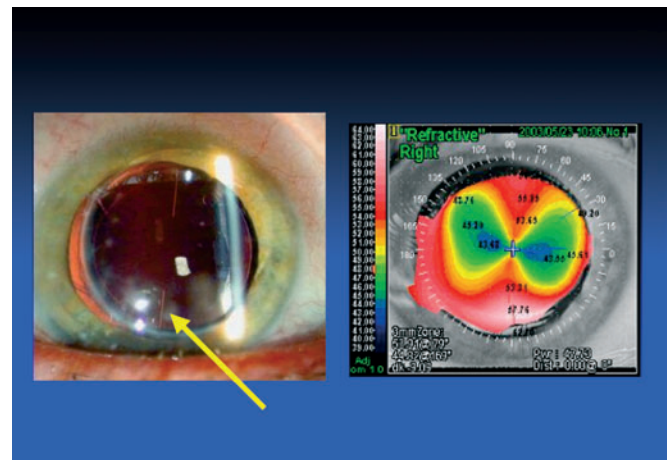


Abbildung 4: Torische IOL in situ bei Z. n. Keratoplastik (links oben): Der gelbe Pfeil zeigt auf die Pluszylinder-Achsmarkierungen der torischen IOL. Die Topographie (rechts oben) zeigt einen nicht ganz regulären Astigmatismus von 9 dpt. Dennoch erreichte der Patient postoperativ einen Visus von 1,0 p mit einer torischen IOL bei einer Refraktion von $-0,25$ zyl $-0,75 / 152$.

erzeugte Bild nicht. Punktsymmetrische Rotationen wie z. B. des Strahlprofils bei der LASIK oder einer sphärischen IOL spielen keine Rolle [8].

Ganz im Gegensatz dazu steht die Korrektur von nicht punktsymmetrischen Bildfehlern: In diesem Fall muß sehr wohl auf die Übereinstimmung der Eingriffsachse mit der vorbestehenden Achse des Bildfehlers geachtet werden. Einfachstes Beispiel ist die Bestimmung der Zylinderachse bei der Verordnung eines astigmatischen Brillenglasses. Grundsätzlich gilt dies nicht nur für die Korrektur des Astigmatismus, sondern für alle nicht punktsymmetrischen Bildfehler, wie Trefoil, Coma und weitere Fehler höherer Ordnung – unabhängig von der Art der Korrektur bzw. des refraktivchirurgischen Eingriffs [9].

Bei einer Rotation einer torischen IOL kommt es physikalisch-optisch zu einer Verdrehung der Achsen von zwei sich überlagernden Sphäro-Zylinderlinsen, nämlich Kornea und IOL (Abbildung 1).

Daraus entsteht eine neue Sphäro-Zylinderlinse. In optimaler Position, d.h. ohne Rotation, gleichen sich die zylindrischen Anteile von Kornea und IOL (der optischen Ebene der Kornea) genau aus, es entsteht eine reine Sphäre. Im ungünstigsten Fall, d.h. bei einer IOL-Rotation von 90°, addieren sich die Zylinderstärken und der präoperative Astigmatismus wird verdoppelt: Zu dem bereits bestehenden Hornhautastigmatismus kommt der IOL-Astigmatismus hinzu. Aus diesen physikalisch optischen Überlegungen ergibt sich, daß eine Fehlrotation der IOL von zirka 15° bereits eine Halbierung der gewünschten Zylinderkorrektur bedeutet [6, 10] (Abbildung 5).

Dies ist u. a. auch der Grund, weshalb Patienten bei der Brillenverordnung bereits auf geringe Fehlbestimmungen der Zylinderachse so empfindlich reagieren – bereits 15° Achsverdrehung in der Brille bedeuten 40° Achsrotation im Gesamtsystem Auge-Brille.

Indikation für Nachrotation

Rotiert eine torische IOL mehr als 10 Grad aus der korrekten Lage, ist das eine Indikation zur Nachrotation.

Patientenbeispiel mit Komplikationsmanagement

Bei genauer Einhaltung des OP-Protokolls und Verwendung moderner faltbarer torischer IOL ist die Fehlrotation ein seltenes Ereignis: Es tritt in weniger als 10% aller Implantationen auf. Darüber hinaus ist eine Nachrotation über die Parazentese in Tropfanästhesie leicht und schnell durchführbar. Diese Situation muß aber gegebenenfalls beherrscht werden. Zudem sind diese Fälle ideal, um die grundsätzlichen physikalisch optischen Grundlagen der torischen IOL-

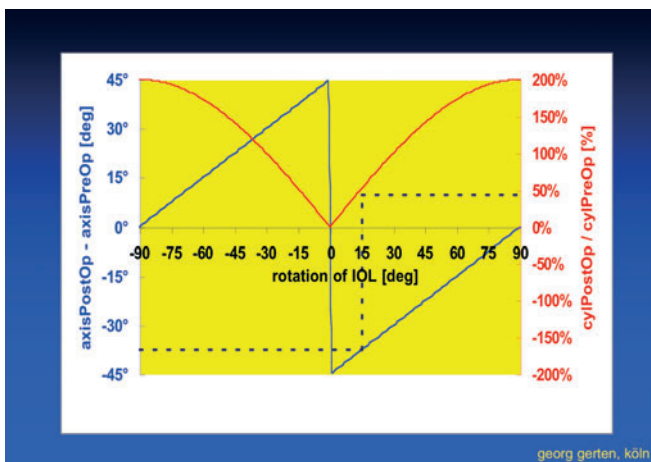


Abbildung 5: Veränderung der Gesamtzylinderstärke (rote Kurve und Beschriftung rechts) und -achse (blaue durchgezogene Linie und Beschriftung links) des Auges in Abhängigkeit von der Rotation einer torischen IOL. Eingezeichnet ist ein Lesebeispiel für eine Achsrotation der torischen IOL von +15° (blaue gestrichelte Linie): Es ergibt sich eine ungewollte Achsrotation von zirka -37° und ein Verlust an Zylinder-Korrektur von knapp 50%.



Abbildung 6: Pendelmarkleur nach Gerten: Über eine frei drehbare Achse wird die Markierklinge durch das angebrachte Lot automatisch exakt horizontal gehalten. Unabhängig von der Handhaltung des Arztes wird so beim aufrecht sitzenden Patienten stets eine exakte Markierung der 0°- bzw. 90°-Achse gewährleistet.

Implantation deutlich zu machen. Am besten wird die klinische Vorgehensweise am Beispiel eines Patienten deutlich.

Klinischer Fall: Torische IOL-Implantation mit Nachrotation

Eine 74 jährige Patientin stellt sich zur Kataraktoperation vor. Der Visus ist auf dem linken Auge durch eine Katarakt auf 0,4 p herabgesetzt, bei einer subjektiven Refraktion von + 5,0 zyl. - 5,50 /49°. Die Topographie zeigt einen regulären, orthogonalen Hornhautastigmatismus von 6 dpt mit der Minuszylinderachse in 47° (Abbildung 1). Alle weiteren ophthalmologischen Befunde, insbesondere der Fundus, sind altersgerecht. Die Indikation zur Phakoemulsifikation mit Implantation einer torischen IOL kann gestellt werden.

Bestimmung einer passenden torischen IOL: Unbedingt eine theoretisch-optische Formel verwenden

Die hier dargestellte Methode ist recht einfach und ohne externe Hilfe durchführbar. Natürlich können alternativ oder additiv die Dienste der entsprechenden Lieferfirmen in Anspruch genommen werden. Nach Bestimmung der Augenlänge mit dem IOL-Master (Zeiss Meditec AG) wird manuell zuerst der flache Radius (8,28/8,28) in die Software des IOL-Master eingegeben und der so berechnete IOL-Wert für den flachen Meridian ausgedruckt. Danach wird genauso eine IOL für den steilen Meridian (7,28/7,28) bestimmt. Für die IOL-Berechnung sollte unbedingt eine theoretisch-optische Formel, z.B. die Haigis-Formel, des IOL-Masters ver-

wendet werden! Empirische Formeln, wie zum Beispiel SRK II, beruhen auf Annahmen über eine bestimmte postoperative optische Wirkung eingesetzter IOL in der Brillenebene. Diese Prognosen funktionieren nur für einen eng begrenzten Bereich in einem „Normalauge“ und bei sphärischen Implantaten [10, 9]. Aus den verschiedenen IOL-Werten für beide Meridiane ergibt sich nun die torische IOL, in diesem Fall eine + 19 zyl. + 8 dpt IOL (Cave: die optische Industrie arbeitet meist mit Pluszylindern). Daß in diesem Fall die Stärke des Torus in der IOL nicht gleich der Stärke des Hornhautastigmatismus ist, darf dabei nicht verwundern. Die IOL-Stärke muß nach ihrer optischen Wirkung auf Kornea bzw. auf Brillenebene berechnet werden [10, 9, 8]. Wir entscheiden uns aus den o.g. Gründen (siehe dazu auch Abschnitt: Ergebnisse) für das Modell 6116 TU von Humanoptics, Mannheim.

Planung der Operation

In optimaler Position gleichen sich die zylindrischen Anteile von Kornea (+ 6 dpt in 137°) und torischer IOL (+ 8 dpt: entspricht hier + 6 dpt in Kornealebene) genau aus, es entsteht eine reine Sphäre (Abbildung 1). Dazu muß die Pluszylinderachse der torischen IOL, die mit + 19 zyl + 8 dpt bestimmt wurde, bei genau 137° stehen.

Viskoelastikum

Zur Implantation sollten grundsätzlich nur Hyaluronsäure-haltige Viskoelastika benutzt werden und keine Methylzellulose, da eventuell verbleibende Reste eine Rotation begünstigen können

Operation: Zugang über astigmatismus-neutrale posterior-limbale Inzision

Durch paraboläre Anästhesie oder Lagerung des Kopfes entstehen leicht Bulbusrotationen über 15°. Daher wird präoperativ eine Markierung an der Kornea angebracht. Die Markierung erfolgt am aufrecht sitzenden Patienten in Tropfanästhesie. Unabhängig von der Handhaltung des Arztes sichert ein Pendelmarkier mittels Lot (Humanoptics, Mannheim) stets das exakte Auffinden der 0°-Achse der Kornea (Abbildung 6 a - c). Auf dem Operationstisch kann nun die 0°/ 90°-Achsmarkierung leicht wiedergefunden werden und von dort aus auch jede beliebige andere Achse lokalisiert werden. So kann die IOL später exakt positioniert werden.

Als Zugang wählen wir eine temporale, astigmatismusneutrale posterior-limbale Inzision (PLI). Die Rhexis wird mit 5 bis 5,5 mm möglichst groß bemessen, um eine leichte Implantation der langen Z-Haptiken zu gewährleisten. Bei der Phakoemulsifikation sind keine Besonderheiten zu beachten. Bei normalem Verlauf der Operation konnte die Implantation eines Kapselspannrings bisher keine zusätzlichen Vorteile zeigen. Vor der Implantation wird der Kapselsack tief mit Hyaluronsäure-haltigem Viskoelastikum gestellt. Methylzellulose sollte grundsätzlich nicht verwendet werden: Auch bei gewissenhafter Aspiration verbleiben meist Reste von Methylzellulose intraokular. Sie können postoperativ als Gleitmittel wirken und zu einer unerwünschten Rotation der IOL führen. Die torische IOL kann direkt aus der Verpackung heraus gefaltet werden, dann wird die hintere Haptik zwischen die Optikhälften geklemmt. Die führende Haptik wird direkt in den

Kapselsack geschoben, die nachfolgende Haptik nachrotiert. Nun wird die IOL gedreht, bis sich beide Striche auf der IOL-Optik (Pluszylinderachse) exakt mit den Markierungen auf der Kornea überlagern. In zirka 90% der Fälle ist so eine Reduzierung des Astigmatismus auf ≤ 1 dpt möglich.

Implantationsachse ausschlaggebend

Die Implantationsachse der torischen IOL bestimmt maßgeblich das refraktive Ergebnis. Die präoperative Achsmarkierung kann mit einem Pendelmarkierer optimiert werden.

Postoperative Kontrolle

Eine Woche postoperativ erreichte die Patientin mit Korrektur einen Visus von 0,6. Es bestand jedoch ein deutlicher Brechungsfehler von + 1,25 zyl. – 3,5/18°. Der Visus ohne Korrektur betrug lediglich 0,2.

In solch einem Falle sollten zunächst die präoperativen Daten überprüft werden: Wurden die Daten korrekt erhoben, richtig eingegeben und die IOL richtig berechnet? Danach wird die Op-Technik beleuchtet. Ist eventuell bei der Operation ein ungewollter Astigmatismus induziert worden? Entsprechen die Keratometrie-Daten postoperativ den präoperativen Werten? Dann wird der postoperative Befund kritisch hinterfragt. Liegt eine Hypotonie vor? Ist die Vorderkammer tief und der Schnitt dicht? Zum Schluß wird eine Fehlrotation der IOL ausgeschlossen. Zur Messung der IOL-Markierungen empfehlen sich Okulare zur Achsbestimmung von torischen Kontaktlinsen oder Spaltlampen, die eine Achsbestimmung bei Drehung des

Spaltes ermöglichen (z.B. Haag-Streit). Von einer Schätzung der IOL-Position muß dringend abgeraten werden. Wie besprochen ist bereits eine Fehlrotation $> 10^\circ$ klinisch relevant. Dies ist durch eine Schätzung nicht mehr zu erfassen, denn 10° sind weniger als eine halbe Uhrzeit (eine Uhrzeit entspricht 30°). Im vorliegenden Fall zeigt die Messung eine IOL-Position bei 157° anstatt 137° . Wie entsteht nun aus dieser Fehlrotation ein postoperativer Astigmatismus von $-3,5/18^\circ$? Astigmatismen verhalten sich mathematisch wie Vektoren (Abbildung 7): Die Länge des Vektors entspricht der Stärke, ihre Richtung der Achse des Astigmatismus. Jedoch wird die Achse eines regulären Astigmatismus lediglich von 0° bis 180° angegeben, im Gegensatz zur Achse eines mathematischen Vektors, die einen vollen Kreis von 0° bis 360° annehmen kann. Zur Auswertung benötigt man einen Vollkreis, da so die trigonometrischen Funktionen angewendet werden können. Deshalb werden

die Beträge der Zylinderachsen jeweils verdoppelt; graphisch erhält man ein sogenanntes Doppelwinkeldiagramm: Ein Astigmatismus mit 90° Zylinderachse z.B. entspricht in Doppelwinkeldiagramm einem Vektor in 180° [7, 9]. Alle Zylinderstärken beziehen sich auf die Kornea-Ebene. Präoperativ lag ein Astigmatismus von 6 dpt bei 47° vor (Abbildung 7: gelber Vektor). Die ideale Neutralisation dieses Astigmatismus wäre ein Vektor von ebenfalls 6 dpt in entgegengesetzter Richtung (137°) gewesen (Abbildung 6: roter Vektor; target induced astigmatism, TIA). Durch die torische IOL tatsächlich induziert wurde jedoch ein Astigmatismus gleicher Stärke, aber in Richtung 157° (Abbildung 7: grüner Vektor, surgical induced astigmatism, SIA). Dann ergeben präoperativer und induzierter Astigmatismus den postoperativen, und man erhält mathematisch zirka 4 dpt in 15° (in Abbildung 7: Addition von gelbem und grünem Vektor. Es ergibt sich der blaue Vektor,

Maßnahmen bei nicht zufriedenstellendem Op-Ergebnis

Überprüfung der präoperativen Werte

- Wurden die Daten korrekt erhoben?
- Wurden die Daten richtig eingegeben?
- Wurde die IOL richtig berechnet?

Operationstechnik

- Besteht ein iatrogen induzierter Astigmatismus?
- Entsprechen die Keratometrie-Daten postoperativ den präoperativen Werten?

Postoperativer Befund

- Liegt eine Hypotonie vor?
- Ist die Vorderkammer tief und der Schnitt dicht?
- Liegt eine Fehlrotation der IOL vor? (Messung der IOL-Markierungen mit Okularen zur Achsbestimmung von torischen Kontaktlinsen oder Spaltlampen, die eine Achsbestimmung bei Drehung des Spaltes ermöglichen, z.B. Haag-Streit).

der mit zirka 4 dpt in 15° fast exakt der postoperativen subjektiven Refraktion entspricht).

Ziel ist jedoch ein Null-Astigmatismus postoperativ (in einer Abbildung wäre dies ein möglichst komplettes Verschwinden des blauen Vektors). Dazu muß sich der tatsächlich induzierte Astigmatismus (SIA) möglichst genau mit der geplanten Korrektur (TIA) decken. Das heißt, SIA muß gleich TIA sein. Dreht man nun die Achse des induzierten Astigmatismus (SIA) um -20° , d. h. von 157° nach 137° , so fällt er mit dem TIA (Idealkorrektur) zusammen (SIA = TIA). Der TIA ist in der Stärke (Abbildung 7: Länge des Vektors) gleich und in der Richtung genau invers zum präoperativen und neutralisiert diesen. Man erhält eine sphärische Refraktion (in Abbildung 7: Man dreht den grünen SIA-Vektor um 20° im Uhrzeigersinn – mathematisch negativ –, so geht der blaue Vektor und damit der post-

operative Astigmatismus gegen null.) Dies bedeutet für die Nachrotation, daß auch die torische IOL um -20° gedreht werden muß.

Durchführung der Nachrotation: Erst nach Stabilisierung des Kapselsackes

Es ist sinnvoll, eine Drehung der IOL nicht zu früh vorzunehmen. Eine Stabilisierung des Kapselsackes sollte abgewartet werden, damit die IOL nicht von dem schrumpfenden Kapselsack wieder in die alte Fehlstellung zurückgedreht wird. Aber auch ein zu langes Abwarten ist nicht indiziert, da die Kapselblätter dann u. U. sehr fest mit der IOL verwachsen können. Ideal für eine Nachdrehung ist ein Zeitpunkt von etwa 3 bis 6 Wochen postoperativ. Vor einer Nachrotation muß keine Markierung der Hornhaut durchgeführt werden, vorausgesetzt die gemessene IOL-Position ist

sicher bestimmt und kann als Referenz dienen. Der eigentliche Eingriff kann in Tropfanästhesie vorgenommen werden. Zunächst stellen wir die Vorderkammer über eine vorhandene Parazentese mit dem Irrigationshandstück oder einer Vorderkammer-Infusion. Dann kann über die andere Parazentese mit einem Push pull oder Sinsky-Häckchen in die Vorderkammer eingegangen werden und die IOL im Kapselsack gedreht werden. Bei Schwierigkeiten kann Hyaluronsäure (keine Methylzellulose!) zur Eröffnung des Kapselsackes verwendet werden, eventuell kann zusätzlich ein Spannring implantiert werden. Bei Verwendung von Schmidt-IOL mit undulierenden Z-Haptiken, wie im vorliegenden Fall, sollte die IOL nur im Uhrzeigersinn gedreht werden, um Zerreißen des Kapselsackes zu vermeiden. In diesem Falle drehen wir die IOL um -20° in die korrekte Position bei 137° (Abbildung 8).

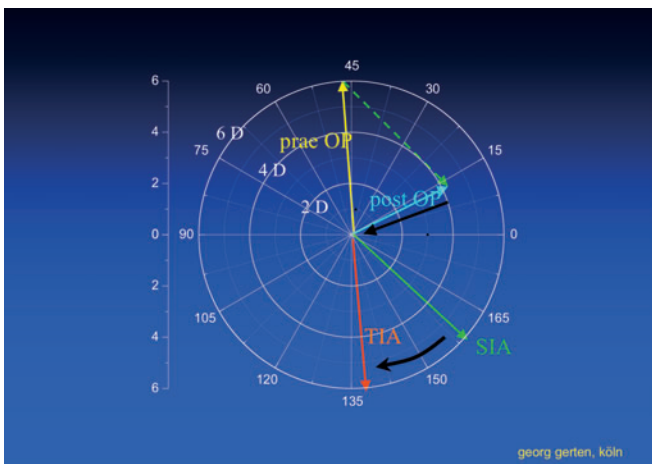


Abbildung 7: Vektordarstellung der IOL-Fehlrotation (siehe auch Abb.8) im Doppelwinkeldiagramm: gelber Vektor: Präoperativer Astigmatismus, roter Vektor (engl. TIA) eigentlich gewollte Astigmatismusinduktion durch die IOL, grüner Vektor (SIA): tatsächlich erreichte Astigmatismusinduktion, blauer Vektor: postoperativ verbliebener Astigmatismus.

Bei einer Drehung des grünen SIA-Vektors um 20° im Uhrzeigersinn (schwarze Pfeile) geht der blaue Vektor und damit der postoperative Astigmatismus gegen null.

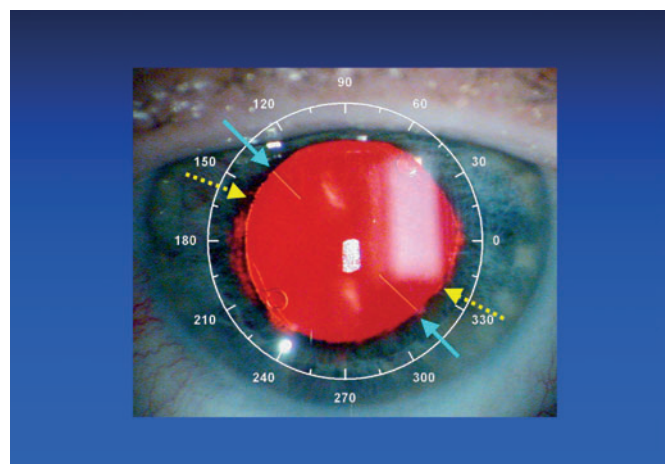


Abbildung 8: Torische IOL nach Rotationskorrektur: Die Markierungen der torischen IOL stehen ideal bei 137° (blaue Pfeile), gelbe Pfeile: Fehlposition vor der Nachkorrektur bei 157° .

Nachrotation: 3 bis 6 Wochen nach dem Ersteingriff

Für eine Nachrotation ist der Zeitraum zwischen 3 und 6 Wochen nach dem Ersteingriff am besten geeignet.

Ergebnis der Nachrotation

Am nächsten Tag wird die IOL-Position an der Spaltlampe in korrekter Position bei 137° bestimmt (Abbildung 8). Im vorliegenden Patientenaugen ergänzen sich nun die astigmatische Kornea und

die „entgegengesetzt astigmatische“ torische IOL zu einer sphärischen Gesamtrefraktion (Abbildung 1). Der unkorrigierte Visus steigt auf 0,8 an, der bestkorrigierte auf 1,0. Die subjektive Refraktion zeigt mit -0,25 zyl. -0,5/90° nur noch einen minimalen Restzylinder. Wobei in diesem Fall sogar diskutiert werden kann, ob ein kleiner myoper Restzylinder gegen die Regel wegen der verbesserten Lesefähigkeit nicht sogar als ideale Zielrefraktion gelten kann. In der Regel ist nach einmaliger Nachrotation das Ergebnis stabil. Eine Notwendigkeit zur erneuten Nachrotation haben wir in 10 Jahren nur einmal erlebt.

Fazit

Die Implantation von torischen IOL bei der Kataraktoperation ist ein sicheres und genaues Verfahren zur Korrektur höherer Hornhautastigmatismen. Die Indikation zur Implantation torischer IOL sehen wir bei einem weitgehend regulären Hornhaut-Astigmatismus über 2 dpt für gegeben an. In den ersten 4 postoperativen Wochen sollte besonders auf eine IOL-Verdrehung geachtet werden. Durch die Implantation einer torischen IOL kann der Gesamtastigmatismus im Mittel auf unter 1dpt gesenkt werden.

Literatur

1. *Amm, M., Halberstadt, M.*: Implantation torischer Intraokularlinsen zur Korrektur hoher postkeratoplastischer Astigmatismen. Implantation torischer Intraokularlinsen zur Korrektur hoher postkeratoplastischer Astigmatismen. Ophthalmologe, 99: 464 – 469 (2002)
2. *Buchwald, H. J., Lang, G. K.*: Kataraktoperation mit Implantation torischer Silikonlinsen bei hohem Astigmatismus nach Keratoplastik. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 221: 489 - 94 (2004)
3. *Chang, D. F.*: Early rotational stability of the longer Staar toric intraocular lens: fifty consecutive cases. J. Cataract. Refract. Surg. 29: 935 - 940 (2003)
4. *Gerten, G., Michels, A., Olmes, A.*: Torische Intraokularlinsen. Klinische Ergebnisse und Rotationsstabilität. Ophthalmologe 98: 715-720 (2001)
5. *Guell, J. L., Vazquez, M., Malecaze, F. et al.*: Artisan toric phakic intraocular lens for the correction of high astigmatism. Am. J. Ophthalmol. 136: 442 - 447 (2003)
6. *Langenbacher, A., Haigis, W., Seitz, B.*: Difficult lens power calculations. Curr. Opin. Ophthalmol. 15: 1 - 9 (2004)
7. *Langenbacher, A., Viestenz, A., Seitz, B.*: Torische Kunstlinsen zur Korrektur eines kornealen Astigmatismus. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 221: 182 - 190 (2004)
8. *Meschede, D.*: Gerthsen Physik, S. 448-500, Springer Verlag, Heidelberg 2001
9. *Reiner, J.*: Grundlagen der ophthalmologischen Optik, S. 82 - 118, Enke Verlag, Stuttgart 1982
10. *Sarver, E. J., Sanders, D.R.*: Astigmatic power calculations for intraocular lenses in the phakic and aphakic eye. J. Refract. Surg. 20: 472 - 477 (2004)
11. *Sun, X. Y., Vicary, D., Montgomery, P., et al.*: Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes. Ophthalmology 107: 1776 - 1781; discussion 1781-1782 (2000)
12. *Tehrani, M., Dick, H. B.*: Korrektur eines höhergradigen Astigmatismus nach Keratoplastik durch Implantation einer phaken torischen Iris-Klauen-Linse. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 219: 159 - 63 (2002)
13. *Till, J. S., Yoder, P. R., Wilcox, T. K. et al.*: Toric intraocular lens implantation: 100 consecutive cases. J. Cataract Refract. Surg. 28: 295 - 301 (2002)

Korrespondenzadresse:
Dr. med. Georg Gerten
Pan-Klinik am Neumarkt
Abt. f. Augenheilkunde
Zeppelinstrasse 1
50667 Köln
info@augenportal.de