

Sekundäre torische Intraokularlinsenimplantation in pseudophake Augen

Das „Add-on“-IOL-System

Einleitung

Durch die Entwicklung und Implantation von speziellen Intraokularlinsen für besondere refraktive Anforderungen ist es in den letzten Jahren gelungen, einige Lücken refraktiver Fehler im Rahmen der Kataraktchirurgie zu schließen. Beispiele hierfür sind multifokale Intraokularlinsen (IOL), das stetige und andauernde Bemühen um einen pseudophaken Erhalt der Akkommodation und die Korrektur kornealer Astigmatismen durch torische IOL. Eine Besonderheit stellt bei astigmatischen Situationen die Versorgung pseudophaker Augen dar. Diese Situation entsteht mehrheitlich durch die Induktion kornealer Astigmatismen bei perforierender Keratoplastik, aber auch im Falle hoher Astigmatismen pseudophaker Augen nach Bulbustrauma, postkeratitischen Zuständen und selten bei progressionsstabilen Keratokonuspatienten, bei denen man auf eine perforierende Keratoplastik verzichten möchte [3]. Bis vor kurzem war es durch die Verwendung von Intraokularlinsen nicht ohne Weiteres möglich, unter Umgehung der Explantation einer wohlmöglich bereits sich über Jahre im Auge befindlichen IOL, diesen kornealen Astigmatismus auszugleichen. Im Folgenden soll nun die Möglichkeit dargestellt und erörtert werden, dies über die Implantation einer sekundären torischen, sulcusfixierten Intraokularlinse zu ermöglichen.

Dieses Vorgehen der Implantation zweier IOL wurde in der Vergangenheit mit dem Begriff „Piggyback“-Implantation verbunden. Die Implantation der beiden IOL erfolgte allerdings gleichzeitig und endokapsulär, unter Umständen auch miteinander vernäht [1]. Bei dem „Add-on“-IOL-System wird eine zur Sulkusimplantation speziell designte torische IOL gleichzeitig mit dem primären kataraktchirurgischen Eingriff oder (meistens) mit mehr oder weniger großer zeitlicher Latenz implantiert.

Ein klinisches Beispiel mit prä- und postoperativem Ergebnis der sekundären torischen IOL-Implantation bei pseudophakem Auge:

- Patient 76 Jahre, Dipl. Ingenieur,
- Fuchs'sche endotheliale Dystrophie,
- RA Triple procedure mit endokapsulärer IOL-Implantation vor 3 Jahren,
- operiertes Auge wurde unkorrigiert gelassen.

Refraktion und Visus:

- RA $-2,0 - 7,0 / 42^\circ = 0,9$
- LA $+2,5 - 0,5 / 90^\circ = 0,9$

Problem: postoperative Anisometropie nach Triple procedure.

OP-Korrektur: sekundäre Implantation einer MS 714 PBT™ sulcusgestützt unter topischer Anästhesie.

Torus der IOL: +9,0 dpt.

Postoperative Refraktion und Visus
 RA: $-0,5 - 1,25 / 111 = 0,9$.

Bei der Betrachtung dieser neuen Vorgehensweise zur Korrektur kornealer Astigmatismen pseudophaker Augen soll besonders auf folgende Aspekte Wert gelegt werden:

- Möglichkeiten des Add-on-IOL-Systems,
- Indikationsstellung,
- konkurrierende ophthalmochirurgische Methoden,
- operatives Vorgehen,
- postoperative Untersuchungsmethoden,
- eigene Ergebnisse,
- Komplikationen und Komplikationsmanagement.

Möglichkeiten des Add-on-IOL-Systems

Bei dem Add-on-IOL-System handelt es sich von der Grundkonzeption her um eine sekundär in den Sulcus ciliaris implantierte IOL, die bezüglich Design an die Erfordernisse des Implantationsortes und an die Implantationssituation des bereits pseudophaken Auges angepasst ist. In Bezug auf die astigmatische Situation im pseudophaken Auge sprechen wir von der MS 714 PBT der Firma Dr. Schmidt Intraokularlinsen, St. Augustin (vertrieben von Human Optics, Erlangen) als derzeit einzige Möglichkeit, eine sekundäre torische IOL im pseudophaken Auge zu implantieren. Es handelt sich um eine dreistückige Silikon-IOL der 3. Generation mit elongierter PMMA-Haptik.

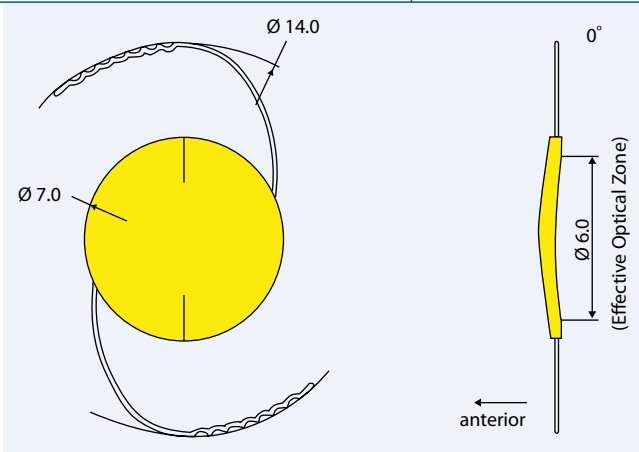


Abb. 1 ▲ Schemazeichnung einer torischen Add-on-IOL (MS 714 PBT Dr. Schmidt Intraokularlinsen, St. Augustin, vertrieben durch Human Optics, Erlangen). Die konvex-konkave Optikkrümmung dient zur Vermeidung eines Optikkontakts beider IOL im Auge und dem damit verbundenen Interface. Die undulierte und verlängerte PMMA-Haptik mit einem Gesamtdurchmesser von 14,0 mm soll einen rotationsstabilen Sitz im Sulcus ciliaris gewährleisten. Die Linse ist transparent und als Blaufilterlinse erhältlich. (Mit freundlicher Genehmigung von Fa. Human Optics, Erlangen)

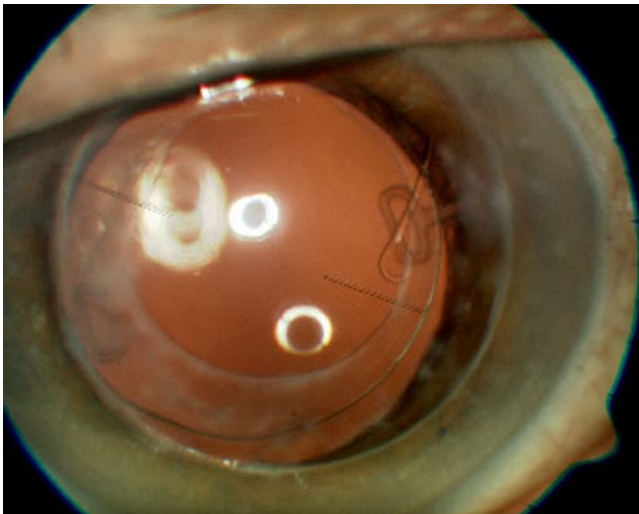


Abb. 2 ◀ Postoperatives Ergebnis des Patienten. Man erkennt die Markierungsachsen der Add-on-IOL im Sulcus vor der endokapsulär sitzenden Hinterkammerlinse, die 3 Jahre vor der sekundären Add-on-Implantation operiert wurde. Z.n. perforierender Keratoplastik



Abb. 3 ◀ Ultraschallbiomikroskopische Aufnahme einer Add-on-IOL. Unmittelbar retroiridal liegt die torische sulcusfixierte IOL mit einem dahinter befindlichen Spalraum zum endokapsulär liegenden zweiten Implantat

Die 7,0 mm optische Zone weist die Markierungen des Torus auf. Sie ist konvex-konkav gekrümmt, um intraokular jeden Kontakt zur endokapsulären IOL und damit die Interfacebildung zu vermeiden. Der Gesamtdurchmesser der IOL beträgt 14,0 mm, mit großer Auflagefläche im Sulcus ciliaris, um Rotationsstabilität zu gewährleisten. Diese Rotationsstabilität wird zudem durch sog. undulierend geformte Haptiken unterstützt (■ **Abb. 1**). Die IOL weist zur Reduktion der Randdicke keine scharfe Optikkante auf, die im Falle der Sulcusimplantation auch nicht benötigt wird. Die Optik ist transparent und mit Blaufilter verfügbar (dann MS 714 PBT-Y).

Indikationsstellung

Indikationen zur Implantation der MS 714 PBT™ sind korneale Astigmatismen in pseudophaken Augen. Mehrheitlich handelt es sich bei den von uns implantierten Add-on-IOL um bei perforierenden Keratoplastiken induzierte korneale Astigmatismen [2]. Vereinzelt wurden auch Astigmatismen von Patienten korrigiert, deren Astigmatismus im Rahmen einer lange zurückliegenden Kataraktoperation mangels geeigneter IOL nicht korrigiert wurde und die jetzt eine refraktive Korrektur wünschten. Weitere Indikationen waren pseudophake Augen mit Astigmatismus nach penetrierenden Bulbusverletzungen und bei postkeratitischen Zuständen (■ **Infobox 1**).

Konkurrierende ophthalmochirurgische Verfahren

Die Diskussion und Darstellung chirurgischer Verfahren setzt natürlich voraus, dass Brille und/oder harte Kontaktlinse zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt haben.

Zunächst besteht natürlich die Möglichkeit, die vorhandene IOL zu explantieren und durch eine torische Hinterkammerlinse zu ersetzen, sei diese nun endokapsulär, sulcusgetragen oder transkleral nahtfixiert. Dies erscheint allerdings auf dem Hintergrund der folgenden atraumatischeren Korrekturmethode als nicht erstrebenswert. Somit ist der erste Angriffspunkt zur Korrektur kornealer

Infobox 1 Indikationsstellung für torische Add-on-IOL

- Kornealer Astigmatismus in pseudophaken Augen hervorgerufen durch:
- perforierende Keratoplastik,
 - korneale Narbe nach penetrierender Hornhautverletzung oder postkeratitisch,
 - astigmatisch bedingte Anisometropie durch nicht oder schlecht korrigierten Astigmatismus während Kataraktoperation,
 - selten: refraktions- und progressionsstabiler Keratokonus bei älteren Patienten [3]

Astigmatismen in pseudophaken Auge die inzisionale Hornhautchirurgie. Dies kann theoretisch über „arcuate incisions“, limbale Entlastungsschnitte (sog. „limbal relaxing incisions“) oder ähnliche Verfahren gelingen. Betrachtet man die o.e. Indikationsliste für Add-on-IOL, so wird klar, dass inzisionale Techniken in der Keratoplastik oder im Falle von Hornhautnarben schlechte Vorhersagbarkeiten hinsichtlich der Wirkung haben. Hornhauttopographiegesteuerte Verfahren oder die Verwendung mechanischer Keratome haben hier bessere Ergebnisse bei transplantierten Hornhäuten gezeigt, müssen aber ihre Effektivität im Rahmen großer Studien noch unter Beweis stellen [4, 5]. Ein weitere Korrekturmöglichkeit ist der Excimer-Laser über PRK oder LASIK sowohl nach perforierender Keratoplastik als auch bei astigmatismusinduzierenden Hornhautnarben. Auch wenn LASIK und PRK in der KPL-Situation mögliche und erprobte Korrekturmöglichkeiten für korneale Astigmatismen sind [6, 7], zeigt sich hier allerdings auch eine schlechtere Vorhersagbarkeit und Dosierung als bei nicht voroperierten Hornhäuten [8]. Die Korrekturmöglichkeit über eine Rekeratoplastik sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt, da man diese sicherlich vermeiden möchte.

Operatives Vorgehen

Hier soll kurz und exemplarisch das chirurgische Vorgehen der Autoren beschrieben werden:

Präoperativ wird bei dem an der Spaltlampe sitzendem Patienten die 0°Achse am Limbus mit einer kleinen oberflächlichen Nadelerosio markiert. Eine Farb-

Ophthalmologe 2007 · 104:1041–1045 DOI 10.1007/s00347-007-1660-4
© Springer Medizin Verlag 2007

G. Sauder

Sekundäre torische Intraokularlinsenimplantation in pseudophake Augen. Das „Add-on“-IOL-System

Zusammenfassung

Im Verlauf der letzten beiden Jahre sind torische Intraokularlinsen speziell zur Sulkusimplantation entwickelt worden, um korneale Astigmatismen bereits pseudophaker Augen korrigieren zu können. Für dieses Vorgehen setzt sich immer mehr der Begriff Add-on-IOL-Systeme durch. Die Hauptindikationen sind hierbei reguläre korneale Astigmatismen pseudophaker Augen nach z. B. perforierender Keratoplastik oder bei Hornhautnarben nach Trauma oder Entzündungen. Die Implantation erfolgt sehr einfach über einen Sklerokornealschnitt unter Tropfanästhesie. Nach hornhauttopographisch kontrollierter Ausrichtung der IOL entlang des steilsten Hornhautmeridians kann so eine vorhersehbare und dauerhafte Korrektur auch extrem hoher Astigmatismen erfolgen. Obwohl sich dieses Verfahren bei kleinen Patientenkollektiven als sehr effizient über einen langen

Nachbeobachtungszeitraum erwiesen hat, müssen Berichte über Nachrotationen der torischen Add-on-IOL v. a. im Falle einer gleichzeitigen Implantation der endokapsulären IOL in Studien untersucht werden. Gleichzeitig liegt in der Möglichkeit der Nachkorrektur und in der Reversibilität des Eingriffs ein weiterer Vorteil dieses Linsensystems. Über die astigmatischen Korrekturen pseudophaker Augen hinaus bietet das Add-on-IOL-System auch die Möglichkeit, bereits pseudophake Augen im Rahmen refraktiver Eingriffe z. B. sekundär mit sulkusfixierten Multifokallinsen zu versorgen.

Schlüsselwörter

Astigmatismuskorrektur · Torische IOL · Sekundäre IOL-Implantation · Piggyback-IOL · Keratoplastik

Secondary toric intraocular lens implantation in pseudophakic eyes. The add-on IOL system

Abstract

The last 2 years have seen the development of toric IOL especially designed for implantation in the ciliary sulcus for correction of corneal astigmatism in pseudophakic eyes. The term ‘add-on IOL systems’ is becoming more and more widely accepted for the lenses used in this procedure. The main indications for it are regular corneal astigmatism in pseudophakic eyes, for example following perforating keratoplasty, or when corneal scarring is present following trauma or infection. The implantation is a simple atraumatic procedure carried out under topical anaesthesia through a sclerocorneal incision. When the IOL is oriented along the steepest corneal meridian with the aid of corneal topographical monitoring, reliable and lasting correction of even extremely pronounced astigmatism is possible. Although this procedure has proved to be very efficient over a long follow-

up period in small patient populations, reports of later adjustment of the rotation of toric add-on IOLs must be tested in further trials, especially in the case of simultaneous implantation of endocapsular IOLs in both eyes. Nonetheless, the possibility of later correction and reversibility of the intervention are further advantages of this lens system. As well as the correction of astigmatism in pseudophakic eyes the add-on IOL system also offers the option of treating pseudophakic eyes with sulcus-fixed multifocal lenses in the context of refractive interventions, e.g. as a secondary procedure.

Keywords

Correction of astigmatism · Toric IOL · Secondary IOL implantation · Piggyback IOL · Keratoplasty

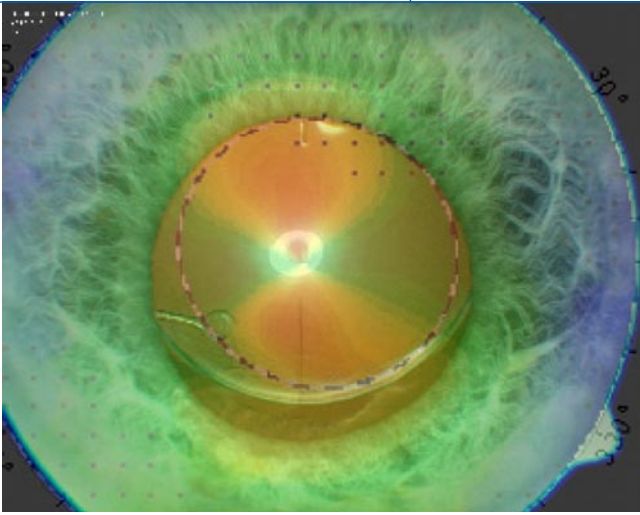


Abb. 4 ◀ Bei der digitalen Überlagerung von hornhauttopographischem Bild und Spaltlampenfoto kann die Lage der IOL-Achse in Bezug auf den steilsten Hornhautmeridian kontrolliert und im Verlauf erfasst werden. Dieses Bild zeigt die Aufnahmetechnik bei einer endokapsulär implantierten, torischen IOL

markierung ist nur praktikabel, wenn sie im OP am sitzenden Patienten unmittelbar präoperativ erfolgen kann, da die Farbe sonst verwischt. Nach topischer Anästhesie erfolgt ein eher sklerokornealer Schnitt über 3,0 mm ca. 1,0 mm vom Limbus entfernt bei 0°. Wir haben der horizontalen Achse den Vorzug für die Inzision gegeben, da gerade bei Keratoplastik-Augen der induzierte Astigmatismus sehr stark variieren kann, wenn man auf dem stärksten Hornhautmeridian schneidet. Um hier die präoperative Linsenkalkulation möglichst genau zu befolgen und postoperativ auch zu untersuchen, wird in jedem Fall an gleicher Stelle der Schnitt gelegt. Nach Stellen der Vorderkammer mit hochviskösem, kohäsivem Viskoelastikum wird die Linse mit Faltpinzette implantiert, in der Vorderkammer entfaltet und in den Sulcus ciliaris rotiert. Die Markierungen auf der Linsenoptik, die die Achse des Linsentorus anzeigen, werden auf den präoperativ markierten, steilsten Hornhautmeridian rotiert. Nach Absaugen des Viskoelastikums wird trotz des großen Optikedurchmessers der IOL von 7,0 mm die Pupille zur Vermeidung eines „iris capture“ mit Acetylcholin verengt. An dieser Stelle muss die Notwendigkeit des Anlegens einer basalen Iridektomie diskutiert werden. Diese wurde nur bei sehr hohen Astigmatismen (>12,0 dpt) angelegt, da hier die Randdicke der IOL sehr zunimmt und ein Pupillarblock theoretisch nicht ausgeschlossen werden kann (postoperatives Ergebnis s. **Abb. 2.**)

Postoperative Untersuchungsmethoden

Natürlich sind die postoperative subjektive Refraktion und der Visus das entscheidende Maß für die Reduktion des Astigmatismus und damit für den Erfolg der Operation. Es soll hier auf einige zusätzliche Untersuchungsverfahren hingewiesen werden, die für diese besonderen Situationen wichtig erscheinen (**Abb. 3**). Zur Evaluierung der Rotationsstabilität werden postoperativ eine Hornhauttopographie und ein Spaltlampenfoto der IOL in leichter Mydriasis durchgeführt. Die Markierungen der IOL sollen gerade sichtbar sein. Diese beiden Aufnahmen werden digital quasi übereinander gelegt, um als sog. „digital overlay“ sowohl die in der Topographie sichtbare Achse des steilsten Hornhautmeridians als auch die tatsächliche Achse der IOL im Idealfall deckungsgleich übereinander projiziert zu sehen (**Abb. 4**). So kann man bei den Kontrolluntersuchungen, bei denen das Vorgehen dann wiederholt wird, die Rotation der IOL sichtbar machen und anhand des Abweichungswinkels messen (**Abb. 4**).

Eigene Ergebnisse

Wie man dem vorausgehenden Abschnitt entnehmen kann, handelt es sich bei der Implantation der IOL um ein sehr einfaches und sicheres Verfahren. Erschwert werden kann es z. B., wenn hintere Synechien eine Implantation in den Sulkus erschweren – diese müssen zuvor entfernt

werden. Obwohl in den letzten 2 Jahren sicher 200 Add-on-IOL in Deutschland implantiert wurden, liegen Langzeitergebnisse hinsichtlich der Rotationsstabilität und somit auch zur Refraktionsstabilität noch nicht vor. Bei den eigenen Patienten konnten wir bei 28 Implantationen eine Reduktion des präoperativen Astigmatismus um 83,4% erzielen. Exemplarisch sind in **Tab. 1** die 5 Patienten zu sehen, bei denen der Nachbeobachtungszeitraum mehr als 3 Jahre beträgt. Bei allen Patienten wurde die sekundäre IOL-Implantation im Mittel $3,42 \pm 1,01$ Jahre nach der Katarakt- oder Tripleoperation durchgeführt. Bei keinem Patienten ergab sich die Notwendigkeit zur Korrektur des IOL-Sitzes durch Rotation im Sulcus ciliaris. Dies ist aber von anderen Operateuren berichtet worden; allerdings meist bei gleichzeitiger Implantation von endokapsulärer IOL und Add-on-IOL (Brauweiler P, Utthof D, persönliche Mitteilung).

Zusammenfassung

Hohe korneale Astigmatismen nach perforierender Keratoplastik oder nach Hornhautnarben können heute im Rahmen einer Kataraktoperation mit torischen IOLs verschiedener Hersteller reproduzierbar vorhersagbar und sicher ausgeglichen werden. Bei bereits pseudophaken Augen mit endokapsulär sitzender IOL gestaltete sich die intraokulare Korrekturmöglichkeit schwieriger. Explantation der meist langjährig implantierten IOL sind oft mit Kapselsackverlust oder -defekt verknüpft, was natürlich die theoretische Komplikationsrate erhöht. Im Rahmen der refraktiven Kataraktchirurgie ist die Entwicklung des sog. torischen Add-on-IOL-Systems eine Möglichkeit, mit einem einfachen und sicheren Verfahren diese chirurgische Versorgungslücke bei kornealen Astigmatismen pseudophaker Augen zu schließen. Dieses Verfahren konkurriert hauptsächlich mit LASIK und PRK, da es sich hierbei um ebenfalls sichere und zudem langjährig erprobte Methoden zur Astigmatismuskorrektur handelt. Schwieriger wird die Indikationsstellung von LASIK und PRK allerdings bei hohen Astigmatismen, zudem noch oft bei Zustand nach perforierender Keratoplastik. Hier muss man die Grenzen der Laserverfahren

Tab. 1 Refraktionsergebnisse von Patienten mit torischer Add-on-IOL bei kornealem Astigmatismus nach perforierender Keratoplastik. Nachbeobachtungszeitraum >3 Jahre

Patient	Pathologie	Präoperative Refraktion (dpt)	Präoperativer Visus	Torus-IOL (dpt)	Postoperative Refraktion (dpt)	Postoperativer Visus	Achse IOL
K.R.	Z.n. KPL	+7,0–14,0/48°	0,6	+16,0	1,25–1,25/128°	0,8	150°
K.R.	Z.n. KPL	+0,0–10,0/145°	0,6	+15,0	+0,5–1,0/150°	0,6	24°
H.F.	Z.n. KPL	0,25–5,5/45°	0,6	+7,0	–0,75–0,75/15°	0,9	137°
U.E.	Z.n. KPL	–2,0–7,0/42°	0,9	+8,0	–0,5–1,25/111°	0,9	132°
R.M.	Z.n. KPL	+3,0–10,0/135°	0,2	+15,0	0,5–2,5/96°	0,3	42°

ren, die allerdings die chirurgische Bulbuseröffnung vermeiden, gegen ein minimal-invasives chirurgisches intraokulares Vorgehen abwägen. Dieser Ansatz bietet, wie zahlreiche Diskussionen bereits gezeigt haben, viel Raum für Kontroversen. Wir würden nach unseren Erfahrungen mit dem Add-on System dieses als sicheres und vorhersagbares Mittel ansehen, hohe korneale Astigmatismen ab 4,0 dpt aufwärts in pseudophaken Augen zu korrigieren. Bis 4,0 dpt Astigmatismus (wobei dies nicht als absolute Grenze zu sehen ist) würden wir LASIK und PRK als mindestens gleichwertig sehen. Allerdings bestehen auch hier, besonders bei Keratoplastiken, große Unterschiede bei Operateuren hinsichtlich genereller operativer Interventionen, seien sie nun chirurgisch oder lasergestützt.

Diskutieren und untersuchen muss man auf jeden Fall die Tatsache, dass in einigen Fällen von z. T. deutlichen Rotationen der IOL postoperativ berichtet wurde. Auch wenn hier zurzeit weder Publikationen noch genauere Daten vorliegen, bezogen sich diese Erfahrungen mehrheitlich auf Operationen, bei denen die endokapsuläre IOL im Rahmen der Kataraktoperation und die sulkusfixierte torische IOL gleichzeitig implantiert wurden. Hier werden weitere Untersuchungen zeigen müssen, ob man generell eine zweizeitiges Vorgehen empfehlen muss oder nicht. Tatsache bleibt, dass die Rotation und damit die Notwendigkeit zur operativen Nachjustierung der torischen Sulkus-IOL eine der Hauptkomplikationen dieses operativen Verfahrens darstellt. Hier liegt allerdings auch gleichzeitig der Hauptvorteil, denn eine Nachjustierung bei Rotation, aber natürlich auch bei Veränderung der Hornhauttopographie ist möglich. Auch die einfache Reversibilität, also Explantation der torischen IOL

im Sulkus im z. B. Falle einer Hornhautveränderung stellt unserer Ansicht nach einen Vorteil dieses Vorgehens gegenüber nichtreversiblen Techniken dar.

Fazit für die Praxis

Aufgrund der Tatsache, dass alle bisher von uns operierten Augen am binokularen Sehvorgang praktisch nicht teilgenommen haben und einen unkorrigierten Fernvisus unter 0,05 (5 m) aufwiesen, sehen wir die sekundäre Implantation torischer, sulkusfixierter IOL unter den Gesichtspunkten der modernen refraktiven Kataraktchirurgie als sichere und vorher-sagbare Methode zur Korrektur hoher kornealer Astigmatismen in pseudophaken Augen an.

Korrespondenzadresse

PD Dr. G. Sauder
Charlottenklinik Stuttgart
Elisabethenstraße 15, 70176 Stuttgart
gangolf.sauder@charlottenklinik.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Gills JP, Van der Karr MA (2002) Correcting high astigmatism with piggyback toric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 28: 547–549
- Sauder G, Tatsios J (2007) Long term results of toric intraocular lenses. Vortrag ESCRS, Stockholm
- Sauder G, Jonas JB (2003) Treatment of keratoconus by toric foldable intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol* 13: 577–579
- Hoffart L, Touzeau O, Borderie V et al. (2007) Mechanized astigmatic arcuate keratotomy with the Hanna arcitome for astigmatism after keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 33: 862–868
- Geggel HS (2006) Arcuate relaxing incisions guided by corneal topography for postkeratoplasty astigmatism: vector and topographic analysis. *Cornea* 25: 545–557
- Nassaralla BR, Nassaralla JJ (2000) Laser in situ keratomileusis after penetrating keratoplasty. *J Refract Surg* 16: 431–437

- Buzard K, Febraro JL, Fundingsland BR (2004) Laser in situ keratomileusis for the correction of residual ametropia after penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg* 30: 1006–1013
- Donnenfeld ED, Kornstein HS, Amin A et al. (1999) Laser in situ keratomileusis for correction of myopia and astigmatism after penetrating keratoplasty. *Ophthalmology* 106: 1966–1974