

Phake Intraokularlinsen (PIOL) – eine aktuelle Übersicht

Dr. Jörn Kuchenbecker, PD Dr. Burkhard Dick

Die refraktive Hornhautchirurgie hat bei höheren Ametropien, wie zum Beispiel einer Myopie über -10.00 Dpt, einer Hyperopie über $+5.00$ Dpt [20] und/oder einem höheren Astigmatismus [18, 19] ihre Grenzen (Abb. 1). Außer-

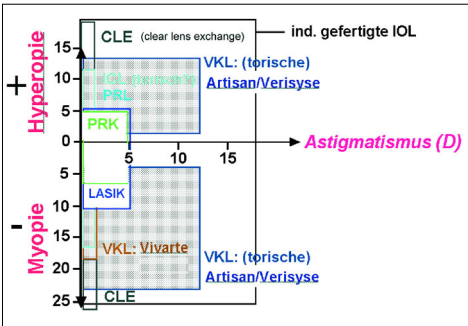


Abb. 1: Schematische Darstellung der Möglichkeiten der refraktiven Chirurgie in Deutschland

dem kommt sie bei bestimmten Patienten, wie zum Beispiel mit einer Hornhautdicke von weniger als $500 \mu\text{m}$, nicht in Betracht [8]. Hier können möglicherweise phake Intraokularlinsen (PIOL) zum Einsatz kommen.

Die Idee der Verwendung phaker Intraokularlinsen ist nicht neu. So wurden bereits 1953 von Strampelli phake Intraokularlinsen eingesetzt [17]. Allerdings waren die Ergebnisse sehr unbefriedigend, so dass dieser Weg zunächst verlassen wurde. Mit der Weiterentwicklung der IOL-Technologien im Rahmen der Kataraktchirurgie und dem Boom im Bereich der refraktiven Chirurgie erleben auch die phaken Intraokularlinsen in den vergangenen Jahren eine Renaissance.

Phake Intraokularlinsen zeichnen sich in der Regel durch ihre gute Verträglichkeit, eine sehr schnelle postoperative visuelle Rehabilitation, durch weitestgehende Reversibilität des Eingriffs und ihre verringerte Komplikationshäu-

figkeit aus. Vor oder während der Implantation sollten jedoch eine oder zwei Irido-beziehungsweise Iridektomien vorgenommen werden, um einem Pupillarblock vorzubeugen [13].

Die phaken Intraokularlinsen lassen sich aufgrund ihres Implantationsortes in Vorderkammer- und Hinterkammer-PIOL einteilen. Die Vorderkammer-PIOL wiederum lassen sich in kammerwinkelgestützte und Iris-fixierte PIOL unterteilen. Weitere Einteilungsmöglichkeiten sind die Indikation (Myopie-, Hyperopie-PIOL gegebenenfalls mit Astigmatismus oder Presbyopiekorrektur) oder das verwendete Material (PMMA-, Acryl-, Silikon-PIOL).

Vorderkammer-PIOL

Sphärische Artisan/Verisyse: Die sphärische Artisan/Verisyse (Polytech/AMO) ist eine einteilige, iris-fixierte PIOL aus PMMA (Perspex CQ-UV) mit einem refraktivem Index von 1,49. Sie ist die PIOL mit der längsten klinischen Anwendungserfahrung. So wurden bereits 1986 von Worst und Fechner die ersten Linsen zur Myopiekorrektur implantiert. Das Design, insbesondere die Optik, wurden zwischenzeitlich optimiert, um das Komplikationspotenzial zu reduzieren. Die PIOL steht in verschiedenen Varianten zur Korrektur der Myopie- beziehungsweise Hyperopie zur Verfügung.

Die Artisan/Verisyse 6.0 zur Myopiekorrektur hat eine konvex-konkave Optik von $6,0$ mm, eine Gesamthöhe von $0,95$ mm und ist in einem Dioptrienbereich von $-3,0$ bis $15,5$ Dpt verfügbar. Ebenfalls zur Myopiekorrektur dient die Artisan/Verisyse 5.0, die eine konvex-konkave Optik von $5,0$ mm und eine Gesamthöhe von $1,04$ mm besitzt. Dieses Modell ist in einem Dioptrienbereich von $-3,0$ bis $-23,5$ Dpt lieferbar.

Die Artisan/Verisyse 5.0 zur Hyperopiekorrektur hat eine $5,0$ mm bikonvexe Optik, eine

Phake Intraokularlinsen

Gesamthöhe von 1,0 mm und ist in einem Dioptrienbereich von +1,0 bis +12,0 Dpt verfügbar. Alle aufgeführten Modelle besitzen standardmäßig einen maximalen Gesamtdurchmesser von 8,5 mm. Die Artisan/Verisyse 6.0 zur Myopiekorrektur und 5.0 zur Hyperopiekorrektur sind jedoch auch mit einem maximalen Gesamtdurchmesser von 7,5 mm erhältlich.

Die Implantation der PIOL erfolgt über eine 5,0 beziehungsweise 6,0 mm große Inzision, je nach Optikgröße.

Torische Artisan/Verisyse: Die torische Artisan/Verisyse (Polytech/AMO) besteht aus dem gleichen Material wie die sphärischen Artisan

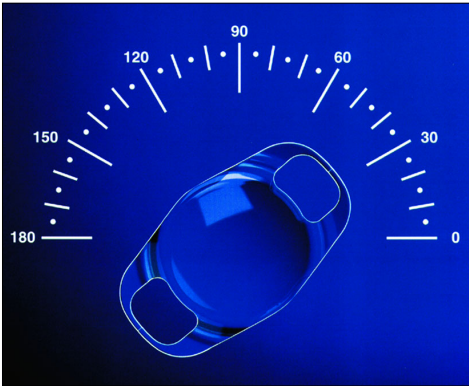


Abb.2: Entsprechend der Achse des Astigmatismus positionierte torische Artisan/Verisyse

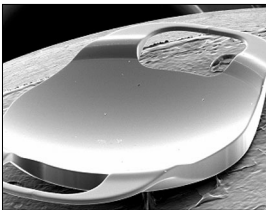


Abb.3: Torisch geformte Rückfläche

PIOL und wird ebenso mittels der Haptiken entsprechend dem bestehenden Astigmatismus (Abb. 2) Iris-fixiert. Sie hat eine 5,0 mm konvex-konkave, torische Optik bestehend aus einer Kombination einer sphärischen Vorderseite und einer sphärozyklindrischen Rückseite (Abb. 3).

Die torische Artisan/Verisyse wird in zwei Modellausführungen angeboten, um der Lage

des präoperativen Astigmatismus zu entsprechen und die bevorzugte horizontale Ausrichtung der torischen Linse in der gewohnten und bevorzugten Operationstechnik zu gewährleisten. Beim Modell Artisan/Verisyse 0° liegt die Zylinderachse auf einer Linie mit der Haptik, beim Modell Artisan/Verisyse 90° hingegen im rechten Winkel dazu.

Die Zylinderachse muss vor der Implantation in aufrechter Position des Patienten markiert werden. Die Enklavationspunkte können zum Beispiel mittels Argon-Laser auf der Iris oder am Limbus mit einem wasserfesten Stift kenntlich gemacht werden.

Die torische Artisan/Verisyse ist für myope und hyperope Augen mit einem regulären Astigmatismus von 2,0 bis 7,0 Dpt verfügbar und kann über einen Tunnel von circa 5,2 mm implantiert werden.

Die Sechs-Monatergebnisse einer europäischen Multicenterstudie haben gezeigt, dass die Implantation dieser torischen PIOL eine sichere, gut vorhersagbare und effektive Methode ist, einen bestehenden Astigmatismus zu beseitigen oder zu reduzieren [5].

Artiflex: Die Artiflex (Abb. 4) (Ophtec) ist eine dreiteilige, faltbare, iris-fixierte PIOL zur Myopiekorrektur (Dioptrienbereich -2,0 bis -12,0 Dpt) mit einer Silikonoptik aus Polysiloxane und PMMA-Haptiken. Sie hat einen Gesamtdurchmesser von 8,5 mm mit einer 6,0 mm Optik und kann durch eine 3,2 mm Inzision in gestrecktem Zustand implantiert werden. Derzeit befindet sie sich noch in der klinischen Erprobung.

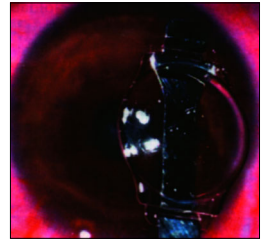


Abb.4: Für Implantation vorbereitete Artiflex

Vivarte/GBR-M: Die Vivarte/GBR-M (Ciba Vision/Polytech) ist eine faltbare einteilige, kammerwinkelgestützte PIOL zur Korrektur der Myopie. Sie besteht aus Flexizone – einem Acrylmaterial mit selektiv ausbildbaren Material-

Phake Intraokularlinsen

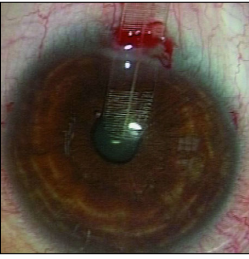


Abb. 5: Intraoperative Bestimmung des Vorderkammerdurchmessers mittels Messstab („Siszer“)

eigenschaften. So können zwei Materialeigenschaften in einer einteiligen IOL vereinigt werden. Die 5,5 mm Optik ist faltbar und die Tripod-Haptiken sind rigide mit weichen Auflagepunkten. Sie ist in den Größen 12,0, 12,5 und 13,0 mm und einem Dioptrienbereich

von $-7,0$ bis $-22,0$ Dpt verfügbar. Die PIOL wird in der entsprechenden Dioptrienstärke in allen drei Größen geliefert und es erfolgt dann die intraoperative Bestimmung des Vorderkammerdurchmessers mittels mitgeliefertem Messstab (Abb. 5).

Vivarte Presbyopic: Die Vivarte Presbyopic (Ciba Vision) hat prinzipiell das gleiche Design und besteht aus dem gleichen Material wie die Vivarte. Allerdings verfügt sie über eine multifokale Optik mit zwei Fern- und einer Nahzone, woraus eine Nahaddition von $+2,5$ Dpt resultiert. Sie ist in einem Dioptrienbereich von $-5,0$ bis $+5,0$ Dpt in $0,5$ D Schritten lieferbar.

Safety Flex Phakic 6: Die Phakic 6 (Abb. 6) (Ophthalmic Innovations International) ist eine einteilige, kammerwinkelgestützte

PMMA-PIOL mit heparinmodifizierter Oberfläche (HSM) zur Korrektur der Myopie und Hyperopie. Sie ist in den Größen 12,0, 12,5, 13,0, 13,5 und 14,0 mm verfügbar und besitzt eine 6,0 mm Optik im Dioptrienbereich von $-2,0$ bis $-25,0$ Dpt und $+2,0$ bis $+10,0$

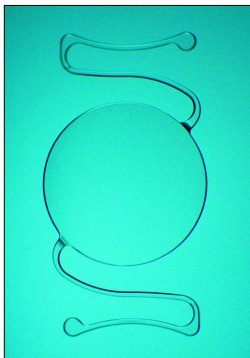


Abb. 6: Phakic 6 mit heparinmodifizierter Oberfläche

Dpt. Die zur Implantation notwendige Inzision beträgt 6,0 mm. Der Abstand von der Hornhaut sollte bei Myopie mindestens 2,5 mm und bei Hyperopie 2,0 mm betragen.

Icare: Die Icare (Corneal) ist eine faltbare, einteilige kammerwinkelgestützte PIOL aus hydrophilem Acryl mit 26 Prozent Wassergehalt.

Sie ist in den Größen 12,0, 12,5, 13,0 und 13,5 mm sowie in einem Dioptrienbereich von $-20,0$ bis $+10,0$ Dpt lieferbar. Die Größe der Optik beträgt 5,75 mm. Über eine circa 3,0 mm große Inzision kann sie mittels Injektor implantiert werden.

Kelman Duet: Die Kelman Duet (Abb. 7) (Technomed) ist eine zweiteilige, kammerwinkelgestützte PIOL

zur Korrektur der Myopie. Sie besteht aus einer PMMA-Haptik im Tripod-Design (verfügbar in den Größen 12,0, 12,5, 13,0 und 13,5 mm) und einer 5,5 mm bikonkaven Silikonoptik (verfügbar in einem Dioptrienbereich von $-8,0$ bis $-20,0$ Dpt, in 1 Dpt-Schritten), die im Auge in die Haptik eingehangen wird. Dadurch

kann die Implantation der beiden Teile durch eine Inzision von circa 2 mm vorgenommen werden, wobei die Optik mittels Injektor eingeführt wird.

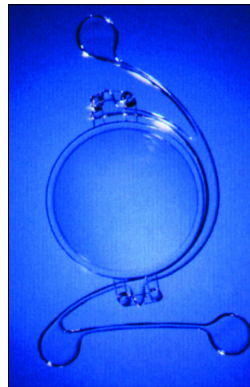


Abb. 7: Zweiteilige Kelman Duet-PIOL in zusammengesetztem Zustand

Hinterkammer-PIOL

ICL (intraocular contact lens): Die ICL (Dioptilens) ist eine faltbare, einteilige, hinterkammergestützte PIOL, die seit 1993 in Europa eingesetzt wird. Mit der ICL kann sowohl die Myopie (ICM) als auch die Hyperopie (ICH) korrigiert werden. Die Linsen sind in den Stärken von $-3,00$ bis $-20,00$ Dpt und von $+3,00$ bis $+17,00$

Dpt verfügbar. Die konvexe beziehungsweise konkave Optik hat eine Größe und optische Zone von 4,5 bis 5,5 mm.

Die ICL besteht aus Collamer, einem Co-Polymer aus Collagen und Poly-HEMA mit UV-Filter und einem refraktiven Index von 1,453. In den Größen 11,0, 11,5, 12,0, 12,5 und 13,0 mm steht die PIOL zur Implantation über eine Inzision von etwa 2,5 mm Größe zur Verfügung. Die präoperative Vorderkammertiefe sollte mindestens 2,8 mm betragen.

PRL (phakic refractive lens): Die PRL (Ciba Vision) ist ebenfalls eine faltbare, einteilige, hinterkammerngestützte PIOL zur Korrektur der Myopie und Hyperopie, die auf der natürlichen Linse schwimmen soll. Sie ist in den Dioptrienbereichen -5,00 bis -17,00 Dpt und +3,5 bis +13,5 Dpt verfügbar und besteht aus hochrefraktivem Silikon mit einem Brechungsindex von 1,46.

Das Modell 100 hat einen Gesamtdurchmesser von 10,8 mm, das Modell 101 von 11,3 mm und das Modell 200 von 10,6 mm. Die optische Zone ist circa 5,0 mm groß. Die Implantation kann über eine Inzision von etwa 3,5 mm mittels Injektor vorgenommen werden. Auch hier sollte die präoperative Vorderkammertiefe mindestens 2,8 mm betragen.

Risiken, Komplikationen und Kontraindikationen

Es bestehen bei der Implantation einer PIOL prinzipiell die gleichen potenziellen Risiken, wie bei jeder anderen bulbuseröffnenden Operation. In Einzelfällen wurde zum Beispiel eine Glaskörperblutung [12] oder Endophthalmitis [14] beschrieben.

Mögliche Komplikationen von kammerwinkelgestützten PIOL sind ein Endothelzellschaden oder eine Pupillenovalisierung. Das Problem der Pupillenovalisierung betraf vorwiegend die früher von Bausch&Lomb vertriebene NuVita und kam bei dieser PIOL in 40 Prozent vor [2]. Bei zu kleinem Durchmesser kann es außerdem zu einer Rotation der PIOL kommen. Bei

den iris-fixierten PIOL kann es zu einer umschriebenen Irisatrophie oder zu einem Endothelzellschaden kommen. Der Endothelzellverlust betrug in einer Studie sogar 10,9 Prozent innerhalb eines Nachbeobachtungszeitraumes von 36 Monaten [9]. Bei Insuffizienz oder Verschluss der Iridotomien kann es bei allen PIOL zu einem Pupillarblock kommen. Nicht zu vernachlässigen ist der induzierte Astigmatismus bei Inzisionsgrößen von 6 mm besonders dann, wenn eine korneale Inzision von superior gewählt wird.

Eine mit der Zeit nicht so selten beobachtete Komplikation von Hinterkammer-PIOL ist die Entwicklung einer vorderen subkapsulären Katarakt. Diese wurde zum Beispiel bei der ICL bei zwei von 58 Augen (3,5 Prozent) [3] beziehungsweise drei Augen von zwei Patienten [6] beschrieben. Als weitere mögliche Komplikationen sind bei den Hinterkammer-PIOL aufzuführen ein Pigmentdispersionsyndrom, ein sekundärer Winkelblock, der durch eine zu große PIOL hervorgerufen werden kann, und wie bereits erwähnt ein Pupillarblock [3, 4, 16].

Im Dunkeln kann es besonders bei Patienten mit einer ICL oder einer NuVita, seltener bei der Artisan/Verisyse 6.0 zu Sehstörungen, wie eine erhöhte Blendempfindlichkeit und Halos kommen [11].

Als weitere Komplikation wurde von verschiedenen Autoren das Auftreten einer Ablatio retinae beschrieben [1, 7, 15]. Hierbei ist aber noch unklar, ob die Operation oder eine zugrundeliegende myopische Netzhautpathologie als ursächlich anzusehen ist.

Als nachteilig bei vielen phaken Intraokularlinsen darf angesehen werden, dass ausreichende Ergebnisse über die Langzeitverträglichkeit derzeit noch nicht vorliegen.

Als Kontraindikationen gelten nach der DOG Kommission für Refraktive Chirurgie (KRC) grundsätzlich Kollagenosen, Behandlungen unter dem 18. Lebensjahr, eine instabile Refraktion, ein Glaukom und eine symptomatische Katarakt.

Außerdem sollten die Patienten einen Kammerwinkel von mehr als 30 Grad, eine Endot-

helzellichte von mindestens 2200 Zellen/mm² und keine Uveitis in ihrer Anamnese aufweisen [10].

Nach dem gegenwärtigen Stand der refraktiven Chirurgie ist damit zu rechnen, dass sich die refraktiven Eingriffe mittelfristig mehr in Richtung der Implantation phaker IOL verlagern werden.

Literatur

1. Alio JL, Ruiz-Moreno JM, Artola A (1993) Retinal detachment as a potential hazard in surgical correction of severe myopia with phakic anterior chamber lenses. *Am J Ophthalmol* 115: 145-8
2. Allemann N, Chamon W, Tanaka HM, Mori ES, Campos M, Schor P, Baikoff G (2000) Myopic angle-supported intraocular lenses: two-year follow-up. *Ophthalmology* 107: 1549-54
3. Arne JL, Lesueur LC (2000) Phakic posterior chamber lenses for high myopia: functional and anatomical outcomes. *J Cataract Refract Surg* 26: 369-74
4. Bylisma SS, Zalta AH, Foley E, Osher RH (2002) Phakic posterior chamber intraocular lens pupillary block. *J Cataract Refract Surg* 28: 2222-8
5. Dick HB, Alio J, Bianchetti M, Budo C, Christiaans BJ, El-Danasoury MA, Guell JL, Krumeich J, Landesz M, Loureiro F, Luyten GP, Marinho A, Rahhal MS, Schwenn O, Spirig R, Thomann U, Venter J (2003) Toric phakic intraocular lens: European multicenter study. *Ophthalmology* 110: 150-62
6. Fink AM, Gore C, Rosen E (1999) Cataract development after implantation of the Staar Collamer posterior chamber phakic lens. *J Cataract Refract Surg* 25: 278-82
7. Foss AJ, Rosen PH, Cooling RJ (1993) Retinal detachment following anterior chamber lens implantation for the correction of ultra-high myopia in phakic eyes. *Br J Ophthalmol* 77: 212-3
8. Geggel HS, Talley AR (1999) Delayed onset keratectasia following laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 25: 582-6
9. Landesz M, Worst JG, van Rij G (2000) Long-term results of correction of high myopia with an iris claw phakic intraocular lens. *J Refract Surg* 16: 310-6
10. Marinho A, Pinto MC, Vaz F (2000) Phakic intraocular lenses: which to choose. *Curr Opin Ophthalmol* 11: 280-8
11. Maroccos R, Vaz F, Marinho A, Guell J, Lohmann CP (2001) [Glare and halos after "phakic IOL". Surgery for the correction of high myopia]. *Ophthalmologie* 98: 1055-9
12. Nuzzi G, Cantu C (2002) Vitreous hemorrhage following phakic anterior chamber intraocular lens implantation in severe myopia. *Eur J Ophthalmol* 12: 69-72
13. O'Brien TP, Awwad ST (2002) Phakic intraocular lenses and refractory lensectomy for myopia. *Curr Opin Ophthalmol* 13: 264-70
14. Perez-Santonja JJ, Ruiz-Moreno JM, de la Hoz F, Giner-Gorriti C, Alio JL (1999) Endophthalmitis after PIOL implantation to correct high myopia. *J Cataract Refract Surg* 25: 1295-8
15. Ruiz-Moreno JM, Alio JL, Perez-Santonja JJ, de la Hoz F (1999) Retinal detachment in phakic eyes with anterior chamber intraocular lenses to correct severe myopia. *Am J Ophthalmol* 127: 270-5
16. Sabbagh LB (2000) Phakic IOLs revisited; the current FDA trials. *J Refract Surg* 16: 664-7
17. Strampelli B (1961) Anterior chamber lenses. *Arch Ophthalmol* 66: 12-17
18. Tehrani M, Dick HB (2002) Korrektur eines höhergradigen Astigmatismus nach Keratoplastik durch Implantation einer phaken torischen Iris-Klauen-Linse. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 219: 159-63
19. Tehrani M, Schwenn O, Dick HB (2001) Torische Intraokularlinse zur Korrektur eines höhergradigen Astigmatismus nach Keratoplastik bei Pseudophakie - eine Kasuistik. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 218: 795-9
20. Van Rij G, Epstein D, Waring G, al. e (1995) Myopia above 5D: Surgery update. *Eur J Implant Refract Surg* 7: 115-123