



# Augeninnendruck bei implantierten ICL mit Aquaport

## Entwicklung des intraokularen Augendrucks nach Implantation einer ICL (Modell V4c) mit einem Aquaport ohne Anlegen einer Iridotomie

Mit der Entwicklung der neuen ICL Modell V4c gibt es für Patienten die Möglichkeit einer refraktiv-chirurgischen Operation ohne weitere Maßnahmen wie eine präoperative Laseriridotomie oder eine intraoperative chirurgische Iridektomie. Somit können damit verbundene Komplikationen (Schmerzen, Entzündung, Hyphäma) vermieden und die chirurgischen Maßnahmen deutlich vereinfacht werden. Der Aquaport hält die Kammerwasserzirkulation aufrecht und beugt somit einem Winkelblockglaukom vor.

### Hintergrund und Fragestellung

Mit der Entwicklung der phaken Intraokularlinse Ende der 1990er-Jahre gibt es für Patienten mit mittlerer oder hoher Myopie eine Alternative gegenüber hornhautchirurgischen refraktiven Maßnahmen. Vor allem die Patienten, die aufgrund verschiedener Ursachen (verminderte Hornhautdicke, sehr hohe Myopie, ausgeprägte Keratoconjunctivitis sicca) hornhautchirurgische refraktive Operationen nicht erhalten können, profitieren von phaken Intraokularlinsen [11, 19]. Es gibt unterschiedliche phake Intraokularlinsen: Vorderkammerlinsen (iris- oder im iridokornealen Winkel fixierte Linsen) und Hinterkammerlinsen [7]. Alle phaken Intraokularlinsen haben verschiedene Vorteile gemeinsam: rasche Visuserholung, sehr gute refraktive Stabilität, verbesserter Visus, kein Entfernen

von Augengewebe (wie z. B. bei der Excimer-Chirurgie), Akkommodationserhalt und Reversibilität [14, 15]. Eine dieser phaken Intraokularlinsen stellt die Visian-ICL (Staar Surgical Co., 1911 Walker Avenue, Monrovia, CA 91016, USA) dar, die in die Hinterkammer in den Sulcus ciliaris implantiert wird. Das erste Modell wurde 1993 eingeführt [11]. Zur Vorbeugung eines Winkelblocks mussten präoperativ 2 Laseriridotomien oder intraoperativ eine chirurgische Iridektomie angelegt werden [12]. Aufgrund dessen wurde die ICL weiterentwickelt, woraus 2011 das neueste Modell V4c mit einem zentralen Loch (Aquaport) entstand [11]. Der Aquaport hat einen Durchmesser von 0,36 mm, ist zentral in der optischen Achse gelegen und hält die Kammerwasserzirkulation ohne Laseriridotomie oder chirurgische Iridektomie aufrecht und soll somit einem Winkelblock vorbeugen (Abb. 1). Des Weiteren sind noch 2 weitere Löcher mit 0,36 mm Durchmesser peripher zur optischen Achse vorhanden, um das Ausschwemmen von intraoperativ verwendeter viskoelastischer Substanz (OVD) zu erleichtern [6]. Somit konnten die chirurgischen Maßnahmen deutlich vereinfacht und die intraoperativen Risiken signifikant gesenkt werden [8]. In dieser Studie untersuchten wir die Augeninnendruckentwicklung nach Implantation der ICL mit Aquaport (Modell V4c) ohne präoperative Laseriridotomie

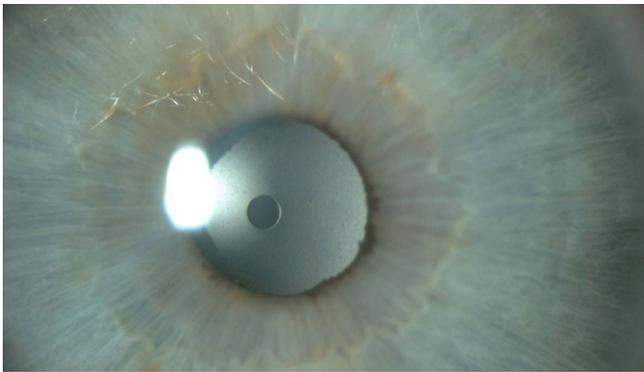
oder intraoperative chirurgische Iridektomie.

### Studiendesign und Untersuchungsmethoden

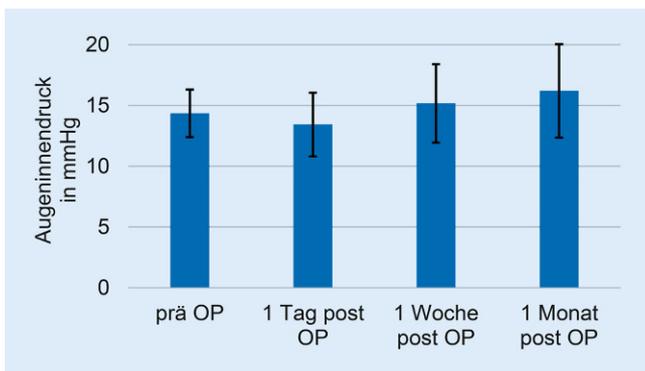
Wir führten eine retrospektive, nicht-randomisierte Studie durch (konsekutive Fallserie). Es wurden 87 Augen von 46 Probanden untersucht, die im Zeitraum von Januar 2013 bis Oktober 2014 die Implantation der neuen ICL V4c an der Universitätsaugenklinik Frankfurt erhielten. Die Implantation wurde entweder an einem oder an beiden Augen von einem erfahrenen Operateur (T.K.) unter Einsatz einer viskoelastischen Substanz (OVD, Provisc, Healon) durchgeführt. Das OVD wurde am Ende der Operation ausgespült. Einschlusskriterien waren ein Alter von mindestens 18 Jahren und die Implantation einer ICL Modell V4c (mit Aquaport). Ausschlusskriterien waren ein bekanntes Glaukom (Pigmentdispersions- und Pseudoexfoliationsglaukom) sowie präoperativ durchgeführte Laseriridotomien oder intraoperativ durchgeführte chirurgische Iridektomien. Der Augeninnendruck wurde mittels Applanationstonometrie nach Goldmann gemessen. Es wurden

### Abkürzungen

ICL	Intraocular Collamer Lens
OVD	Ophthalmic Viscoelastic Device



**Abb. 1** ◀ Beispiel einer implantierten Intraocular Collamer Lens (ICL) Modell V4c mit zentraler Öffnung (AquaPort). Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Aramberri



**Abb. 2** ◀ Mittlerer Augeninnendruck mit Darstellung von Standardabweichung in mmHg prä- und postoperativ (1 Tag, 1 Woche, 1 Monat) nach Implantation einer ICL (Intraocular Collamer Lens) Modell V4c

die präoperativen Augeninnendruckwerte mit den postoperativen Werten nach 1 Tag, 1 Woche und 1 Monat verglichen. Des Weiteren wurde der Augeninnendruck 1–2 h postoperativ palpatorisch gemessen, und die Probanden wurden nach Schmerzen befragt. Die Probanden erhielten zudem 1 Tag, 1 Woche und 1 Monat postoperativ eine klinische Untersuchung mit der Spaltlampe. Die statistischen Tests wurden mit dem t-Test und dem Wilcoxon-Signed-Rank-Test durchgeführt ( $p < 0,05$ ). Zu dieser Studie liegt ein positives Votum der Ethikkommission des Universitätsklinikums Frankfurt vor.

## Ergebnisse

Insgesamt wurden 87 Augen von 46 Probanden untersucht. Darunter befanden sich 16 Männer und 30 Frauen. Dabei wurden 30 männliche, 57 weibliche Augen bzw. 42 rechte, 45 linke Augen der Probanden analysiert. Aufgrund eines „lost to follow-up“ (der Nachbeobachtung verloren gegangener Probanden) wurden 1 Tag postoperativ 75 Augen, 1 Woche postoperativ 68 Augen und 1 Monat postoperativ 50 Augen unter-

sucht. Das mittlere Alter betrug 35 Jahre, der jüngste Proband war 22 und der Älteste 55 Jahre alt. Es wurden insgesamt 30 sphärische und 57 torische ICL implantiert. Das präoperative mittlere sphärische Äquivalent der untersuchten Augen lag bei  $-10,95 \pm 4,44$  dpt. Der präoperative mittlere Astigmatismus lag bei  $-1,48 \pm 0,93$  dpt. Das mittlere sphärische Äquivalent der implantierten ICL lag bei  $-11,32 \pm 3,18$  dpt. Der mittlere Augeninnendruck lag präoperativ bei  $14 \pm 2$  mm Hg (Spannweite 8–18 mm Hg). 1–2 h postoperativ war der Augeninnendruck bei allen Probanden palpatorisch normoton, und sie gaben keine Schmerzen an. Der mittlere Augeninnendruck lag am ersten postoperativen Tag bei  $13 \pm 3$  mm Hg (Spannweite 9–21 mm Hg), 1 Woche postoperativ bei  $15 \pm 3$  mm Hg (Spannweite 10–28 mm Hg) und 1 Monat postoperativ bei  $16 \pm 4$  mm Hg (Spannweite 10–27 mm Hg) (■ **Tab. 1**). Die höchste Myopie war bei einem Probanden mit einem sphärischen Äquivalent rechts von  $-16$  dpt und links  $-18,5$  dpt. Hier zeigte sich am rechten Auge ein maximaler Augeninnendruckanstieg 1 Woche postoperativ von 3 mm Hg (von 17 mm Hg

auf 20 mm Hg). Der Augeninnendruck sank in der Kontrolle 1 Monat postoperativ wieder um 4 mm Hg (von 20 mm Hg auf 16 mm Hg). Am linken Auge zeigte sich ein maximaler Augeninnendruckanstieg von 2 mm Hg 1 Woche postoperativ (von 17 auf 19 mm Hg). Der Augeninnendruck sank in der Kontrolle 1 Monat postoperativ wieder um 3 mm Hg (von 19 mm Hg auf 16 mm Hg). In unserer Gruppe gab es jedoch Probanden mit geringerer Myopie und höheren Augeninnendruckanstiegen als bei dem oben beschriebenen Probanden. Aufgrund dessen sehen wir keinen Zusammenhang zwischen Höhe der Myopie und Höhe des Augeninnendruckanstiegs. Insgesamt sahen wir einen geringen statistisch signifikanten Augeninnendruckanstieg postoperativ. In der Spaltlampeuntersuchung stellten sich eine regelrechte Vorderkammertiefe, eine regelrechte Iriskonfiguration und ein regelrechter Kammerwinkel dar. Insgesamt bestand somit bei keinem Probanden klinisch der Verdacht auf ein Winkelblockglaukom. Bei 2 Probanden beobachteten wir jeweils an beiden Augen ein Steroidglaukom. Bei dem ersten Probanden wurde 1 Woche postoperativ am rechten Auge ein Augeninnendruck von 28 mm Hg und am linken Auge von 27 mm Hg gefunden. Bei dem zweiten Probanden wurde 1 Monat postoperativ am rechten Auge ein Augeninnendruck von 26 mm Hg und am linken Auge von 27 mm Hg festgestellt. Dieser sank nach Umstellung der topischen Therapie von Dexamethason, Neomycin Sulfat, Polymyxin B-Augentropfen auf Rimexolon-Augentropfen und Ansetzen eines topischen Beta-blockers wieder in den Normbereich. Bei keinem unserer Probanden wurde ein Augeninnendruckanstieg aufgrund einer unzureichenden Kammerwasserzirkulation mit konsekutivem Winkelblock beobachtet. Insgesamt werten wir den Augeninnendruckanstieg als einen postoperativen entzündlichen Augeninnendruckanstieg, der klinisch jedoch nicht relevant war (■ **Abb. 2**).

## Diskussion

Die Augeninnendruckstabilität nach Implantation einer ICL mit AquaPort oh-

B. Repplinger · T. Kohnen

## Augeninnendruck bei implantierten ICL mit Aquaport. Entwicklung des intraokularen Augenendrucks nach Implantation einer ICL (Modell V4c) mit einem Aquaport ohne Anlegen einer Iridotomie

### Zusammenfassung

**Hintergrund und Fragestellung.** Zur Vorbeugung eines Winkelblockglaukoms hat das neueste ICL (Intraocular Collamer Lens)-Modell V4c ein zentrales Loch (Aquaport). Dadurch sollen weitere operative Maßnahmen wie eine präoperative Laseriridotomie oder intraoperative chirurgische Iridektomie nicht mehr notwendig sein. Ziel dieser Studie war, die Augeninnendruckentwicklung nach Implantation der ICL mit Aquaport zu untersuchen, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung eines möglichen Winkelblockglaukoms.

**Probanden und Methoden.** In einer retrospektiven nichtrandomisierten Studie wurden 87 Augen (konsekutive Fallserie)

von 46 Probanden eingeschlossen, die im Zeitraum von Januar 2013 bis Oktober 2014 eine ICL Modell V4c ohne Anlegen einer Iridotomie/Iridektomie erhielten. Es wurden die präoperativen Augeninnendruckwerte mit den postoperativen Werten 1–2 h postoperativ, nach 1 Tag, 1 Woche und 1 Monat verglichen.

**Ergebnisse.** Der mittlere Augeninnendruck lag präoperativ bei  $14 \pm 2$  mm Hg, 1–2 h postoperativ palpatorisch normoton, am ersten postoperativen Tag bei  $13 \pm 3$  mm Hg, nach 1 Woche bei  $15 \pm 3$  mm Hg und nach 1 Monat bei  $16 \pm 4$  mm Hg (statistisch signifikanter Augeninnendruckanstieg;  $p < 0,05$ ). Bei 2 Probanden wurde jeweils

an beiden Augen ein Steroidglaukom mit maximalem Augeninnendruck von 28 mm Hg beobachtet. Augeninnendruckspitzen im Sinne eines Winkelblockglaukoms traten postoperativ bei keinem unserer Probanden auf.

**Schlussfolgerung.** Die Implantation des neuesten ICL-Modells V4c mit einem zentralen Loch (Aquaport) kann ohne präoperative Laseriridotomie oder intraoperative chirurgische Iridektomie durchgeführt werden, ohne dass sich ein Winkelblock entwickelt.

### Schlüsselwörter

ICL V4c · Augeninnendruck · Aquaport · Laseriridotomie · Winkelblockglaukom

## Intraocular pressure after implantation of an ICL with aquaport. Development of intraocular pressure after implantation of an ICL (model V4c) with aquaport without iridotomy

### Abstract

**Background and objective.** The latest version of the intraocular lens (ICL V4c) has a central hole (aquaport) that avoids a pupillary block. Due to this laser iridotomy or intraoperative surgical peripheral iridectomy are no longer required. In this study, we examined the intraocular pressure (IOP) after implantation of the ICL with aquaport, with special reference to the development of a possible pupillary block glaucoma.

**Material and methods.** This retrospective non-randomized study included 87 eyes from 46 patients (consecutive case series). These

patients had the ICL model V4c (without a laser iridotomy or peripheral iridectomy) implanted between January 2013 and October 2014. The preoperative IOP values were compared with the postoperative values 1–2 h, 1 day, 1 week and 1 month after implantation.

**Results.** The median intraocular pressure was  $14 \pm 2$  mm Hg before implantation of the ICL, palpatory normotensive 1–2 h after implantation,  $13 \pm 3$  mm Hg 1 day after implantation,  $15 \pm 3$  mm Hg 1 week after implantation and  $16 \pm 4$  mm Hg 1 month after implantation (a slight statistically significant

increase of the intraocular pressure,  $p < 0.05$ ). In 2 patients there was a steroid response in both eyes with IOP reaching up to a maximum of 28 mm Hg. There were no peaks of intraocular pressure due to a pupillary block. **Conclusion.** It is possible to implant the latest ICL V4c with a central hole (Aquaport) without a laser iridotomy or peripheral iridectomy or development of a pupillary block.

### Keywords

ICL V4c · Intraocular pressure · Aquaport · Laser iridotomy · Pupillary block

ne Laseriridotomie oder chirurgische Iridektomie wird derzeit noch kritisch diskutiert. Das Ziel unserer Studie war, diesen Zusammenhang genauer zu untersuchen.

In einer Pilotstudie von Shimizu et al. konnte kein signifikanter Augeninnendruckanstieg in der frühen postoperativen Phase (3–6 h) festgestellt werden [16]. Des Weiteren konnten Shimizu et al. in einer Langzeitstudie bis zu 5 Jahren postoperativ ebenfalls keinen signifikanten Augeninnendruckanstieg feststellen [15].

Gonzalez-Lopez et al. berichteten insgesamt über keinen signifikanten

Augeninnendruckanstieg. Jedoch beobachteten sie bei 5 Augen einen Augeninnendruck über 22 mm Hg (2-mal 24 mm Hg, 25 mm Hg, 28 mm Hg und 30 mm Hg). Sie sehen diesen Anstieg im Zusammenhang mit einer Trabekelmaschenwerkbstruktion oder einer Blockade des Aquaports durch intraoperativ verwendete OVD [6].

In einer Studie von Karandikar et al. konnte ebenfalls kein signifikanter Augeninnendruckunterschied zwischen der ICL Modell V4b (ohne Aquaport, mit präoperativ durchgeführter Laseriridotomie oder chirurgische Iridektomie)

und der ICL Modell V4c (mit einem Aquaport) festgestellt werden [11].

Sung Son et al. konnten einen signifikanten Augeninnendruckanstieg in den ersten 6 h postoperativ bei der ICL Modell V4b und bei der ICL Modell V4c nachweisen. Jedoch zeigte sich über den Zeitraum der ersten 3 postoperativen Monate kein signifikanter Augeninnendruckanstieg sowohl bei der ICL Modell V4b als auch bei der ICL Modell V4c [18].

In der Literatur ist bekannt, dass hochmyope Probanden anfälliger für ein Steroidglaukom sind als andere Probanden [3, 9, 21]. In unserer Studie beobachteten

**Tab. 1** Augeninnendruck in mm Hg vor und nach Implantation einer ICL (Intraocular Collamer Lens) Modell V4c mit Darstellung von Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum

Zeitpunkt	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Präoperativ	14	±2	8	18
1 Tag postoperativ	13	±3	9	21
1 Woche postoperativ	15	±3	10	28
1 Monat postoperativ	16	±4	10	27

wir bei 2 Probanden (an jeweils beiden Augen) ein Steroidglaukom mit maximalem Augeninnendruck von 28 mm Hg. Nach Umstellung der Lokalthherapie und Gabe eines topischen Betablockers sank bei allen Probanden der Augeninnendruck wieder in den Normbereich.

Darüber hinaus beschreiben Higuera-Esteban et al. einen milden Augeninnendruckanstieg nach dem ersten postoperativen Monat. Jedoch wurde weder ein dauerhafter Augeninnendruckanstieg noch ein Winkelblockglaukom beobachtet. Insgesamt konnte kein signifikanter Augeninnendruckanstieg nach den ersten 3 postoperativen Monaten festgestellt werden [8].

Huseynova et al. stellten in ihrer Studie einen signifikanten Augeninnendruckunterschied nach der ersten postoperativen Woche und nach dem ersten postoperativen Monat nach Implantation einer ICL Modell V4c fest. Jedoch zeigte sich 3 Monate postoperativ kein Unterschied mehr [9].

In einer Studie von Alfonso et al. konnte in den ersten 6 Monaten postoperativ kein signifikanter Augeninnendruck oder ein Winkelblock aufgrund einer unzureichenden Kammerwasserzirkulation nach Implantation einer ICL Modell V4c festgestellt werden. Der Augeninnendruckanstieg blieb unverändert oder war sogar 1–2 mm Hg geringer im Vergleich zu den präoperativen Werten [1, 2].

Wiederum andere Autoren beschreiben, analog zu unseren Ergebnissen, einen signifikanten Augeninnendruckanstieg nach dem ersten postoperativen Monat. Sie sehen diesen Anstieg im Zusammenhang mit einem Steroidglaukom oder einer vorübergehenden postoperativen Entzündung. Der Augeninnendruck sank nach Absetzen der topischen Therapie mit Steroiden wieder in den Normbereich, und kein Auge musste

weiterhin mit augendrucksenkenden Augentropfen behandelt werden. Des Weiteren konnte bei keinem Probanden, was auch den Ergebnissen unserer Studie entspricht, ein Augeninnendruckanstieg aufgrund eines Winkelblocks bei unzureichender Kammerwasserzirkulation beobachtet werden. In Summe ist der Augeninnendruckanstieg vorübergehend und wird klinisch als nicht relevant angesehen [6, 10, 21].

Ein weiterer Punkt, der nicht außer Acht gelassen werden darf, ist die Auswahl der Größe der ICL. In der Literatur sind Fälle beschrieben, bei denen ein zu großer ICL-Durchmesser trotz adäquater Iridotomien oder Iridektomien zu einem Winkelblockglaukom geführt hat. Erst der Austausch gegen eine ICL mit kleinerem Durchmesser erbrachte eine Normalisierung des Kammerwinkels mit konsekutiver Normalisierung des Augeninnendrucks. Die Autoren sehen diesen Winkelblock nicht aufgrund einer Insuffizienz des Aquaports, sondern aufgrund eines zu großen ICL-Durchmessers, der zu einem konsekutiven Winkelblockglaukom führte. Insgesamt wird betont, dass die Auswahl der passenden ICL-Größe eine wichtige Rolle zur Vermeidung eines Winkelblockglaukoms spielt [4, 20]. In unserem Kollektiv zeigte sich bei keinem Probanden ein Winkelblockglaukom aufgrund eines zu großen ICL-Durchmessers. Aufgrund dessen empfehlen wir weiterhin, die Patienten präoperativ über ein mögliches Winkelblockglaukom aufzuklären.

Im Allgemeinen ist bekannt, dass bei allen phaken Intraokularlinsen ein Winkelblockglaukom als Komplikation möglich ist. Aufgrund dessen ist die Empfehlung, bei allen phaken Intraokularlinsen (außer bei der ICL mit Aquaport und den faltbaren Vorderkammerlinsen [13]) eine Laseriridotomie oder eine chirurgische Iridektomie durchzuführen [12].

Es sollte sichergestellt werden, dass diese auch postoperativ durchgängig sind, da einige Autoren auch einen postoperativen Verschluss der Iridotomien beschreiben [14]. Dies lässt vermuten, dass bei diesen beschriebenen Fällen evtl. schon präoperativ, v. a. bei dunkler Irisfarbe, das Pigmentblatt durch die Iridotomie nicht suffizient eröffnet wurde.

Trotz der oben genannten Vorteile der ICL mit Aquaport sollte die Möglichkeit der Entstehung von Dysphotopsien durch den zentralen Aquaport nicht vernachlässigt werden. Shimizu et al. untersuchten die Aberrationen höherer Ordnung und die Kontrastsensitivität bei konventioneller ICL im Vergleich zur ICL mit Aquaport. Hier zeigten sich bei mittlerer und hoher Myopie keine Unterschiede. Des Weiteren wurden die Probanden bezüglich subjektiver Symptome wie Halo und Glare befragt. Hier zeigten sich auch keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen [17]. Demgegenüber beschreiben Eppig et al. in ihrer Arbeit positive Dysphotopsien in 4 verschiedenen Augenmodellen (–4,0 dpt, –8,0 dpt, +4,0 dpt, +8,0 dpt). Alle 4 Augenmodelle zeigten sowohl bei der konventionellen ICL als auch bei der ICL mit Aquaport Geisterbilder. Bei der ICL mit Aquaport stellten sich zusätzliche Lichtpunkte in der peripheren Netzhaut dar, die von der Wand des Aquaports reflektiert wurden. Diese Lichtpunkte waren v. a. bei den Augenmodellen mit geringer Myopie und Hyperopie sehr intensiv. In den aktuellen klinischen Studien werden überwiegend mittel- und hochmyope Probanden untersucht, sodass diese Phänomene wahrscheinlich nicht beschrieben wurden [5].

Zusammenfassend stimmen wir mit anderen Autoren überein, dass das neue Modell ICL V4c eine sichere Alternative gegenüber anderen refraktiv-chirurgischen Maßnahmen darstellt. Analog zu unserer Studie konnte bei keiner weiteren Studie ein Augeninnendruckanstieg aufgrund einer Insuffizienz des Aquaports mit konsekutivem Winkelblockglaukom beobachtet werden.

Es sind weitere Studien mit einem längeren Beobachtungszeitraum notwendig, um zu zeigen, dass der Aquaport in allen klinischen Situationen eine

ausreichende Kammerwasserzirkulation bietet und, um die Augeninnendruckentwicklung genauer beurteilen zu können. Darüber hinaus empfehlen wir, wenngleich die derzeitige Studienlage eine sichere postoperative Augeninnendruckentwicklung aufzeigt, die Patienten weiterhin präoperativ über ein mögliches Winkelblockglaukom aufzuklären.

## Fazit für die Praxis

**Die Implantation einer ICL vom Modell V4c stellt eine sichere Alternative für Patienten gegenüber anderen refraktiv-chirurgischen Maßnahmen dar. Es sind Vorteile wie Reversibilität, schnelle Visuserholung und Erhalt der Akkommodation vorhanden. Bei der Implantation der ICL Modell V4c sind weitere Maßnahmen wie eine Laseriridotomie oder chirurgische Iridotomie zur Vorbeugung eines Winkelblockglaukoms nicht mehr notwendig.**

## Korrespondenzadresse



**Prof. Dr. T. Kohnen**  
Klinik für Augenheilkunde,  
Goethe-Universität Frankfurt  
Theodor-Stern-Kai 7,  
60590 Frankfurt am Main,  
Deutschland  
kohnen@em.uni-frankfurt.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** B. Repplinger gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht. T. Kohnen: Consultant – Abbott, Alcon, Geuder, Oculus, Schwind, Staar, Tear-Lab, Thieme Compliance, Ziemer und Zeiss. Grants – Abbott, Alcon, Hoya, Oculentis, Oculus, Schwind, und Zeiss.

Alle vorliegenden beschriebenen Untersuchungen wurden im Einklang mit nationalem Recht sowie der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Es handelt sich um eine retrospektive Auswertung klinischer Daten der Routinediagnostik. Eine Genehmigung des Studienprotokolls liegt durch das lokale Ethikkomitee vor. Die Einhaltung der ärztlichen Schweigepflicht wurde durch die Pseudonymisierung der Probandendaten gewährleistet.

## Literatur

1. Alfonso JF, Baamonde B, Belda-Salméon L, Montés-Micó R, Fernández-Vega L (2013) Collagen copolymer posterior chamber phakic intraocular lens for hyperopia correction: three-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 39:1519–1527
2. Alfonso JF, Lis C, Fernández-Vega Cueto L, Belda-Salmerón L, Madrid-Costa D, Montés-Micó R (2013) Clinical outcomes after implantation of a posterior chamber collagen copolymer phakic intraocular lens with a central hole for myopic correction. *J Cataract Refract Surg* 39:915–921
3. Assil KK, Massry G, Lehmann R, Fox K, Stewart R (1997) Control of ocular inflammation after cataract extraction with rimexolon 1% ophthalmic suspension. *J Cataract Refract Surg* 23(5):750–757
4. Chan K, Birchall W, Gray TB, Wells AP (2008) Acute angle closure after implantable contact lens insertion unresponsive to surgical peripheral iridectomy. *J Cataract Refract Surg* 34:696–699
5. Eppig T, Spira C, Tsintarakis T, El-Husseiny M, Cayless A, Müller M, Seitz B, Langenbucher A (2015) Ghost-image analyses in phakic intraocular lenses with central hole as a potential cause of dysphotopsia. *J Cataract Refract Surg* 41:2552–2559
6. Gonzalez-Lopez F, Bilbao-Calabuig R, Mompean B, de Rojas V, Luezas J, Djodeyre MR, Beltran J (2013) Intraocular pressure during the early postoperative period after 100 consecutive implantations of posterior chamber phakic intraocular lenses with a central hole. *J Cataract Refract Surg* 39:1859–1863
7. Güell JL, Morall M, Kook D, Kohnen T (2010) Phakic intraocular lenses part 1: historical overview, current models, selection criteria, and surgical techniques. *J Cataract Refract Surg* 36:1976–1993
8. Higuera-Esteban A, Ortiz-Gomiraz A, Gutiérrez-Ortega R, Villa-Collar C, Abad-Montes JP, Fernandes P, González-Méjome J (2013) Intraocular pressure after implantation of the vision implantable collamer lens with centraFLOW without iridotomy. *Am J Ophthalmol* 156:800–805
9. Huseynova T, Ozaki S, Ishizuka T, Mita M, Tomita M (2014) Comparative study of 2 types of implantable collamer lenses, 1 with and 1 without a central artificial hole. *Am J Ophthalmol* 157(6):1136–1143
10. Jiménez-Alfaro I, Benítez del Castillo JM, Carcia-Fejoó J, de Bernabé GJG, Serrano de la Iglesia JM (2001) Safety of posterior chamber phakic intraocular lenses for the correction of high myopia; anterior segment changes after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 108:90–99
11. Karandikar S, Bhandari V, Raddy J (2015) Outcomes of implantable collamer lens V4 und V4c for correction of high myopia – a case series. *Nepal J Ophthalmol* 14:164–172
12. Kohnen T, Kook D, Morral M, Güell JL (2010) Phakic intraocular lenses part 2: results and complications. *J Cataract Refract Surg* 36:2168–2194
13. Kohnen T, Maxwell WA, Holland S (2016) Correction of moderate to high myopia with a foldable, angle-supported phakic intraocular lens: results from a 5-year open-label trial. *Ophthalmology* 123:1027–1035
14. Kohnen T, Shajari M (2016) Phake Intraokularlinsen. *Ophthalmologie* 6:529–537
15. Shimizu K, Kamiya K, Igarashi A, Koabshi H (2016) Long-term comparison of posterior chamber phakic intraocular lens with and without a central hole (hole ICL and conventional ICL) implantation for moderate to high myopia and myopic astigmatism. *Medicine (Baltimore)* 95:e3270
16. Shimizu K, Kamiya K, Igarashi A, Shiratani T (2012) Early clinical outcomes of implantation of posterior chamber phakic intraocular lens with a central hole (Hole ICL) for moderate to high myopia. *Br J Ophthalmol* 96:409–412
17. Shimizu K, Kamiya K, Igarashi A, Shiratani T (2012) Intraindividual comparison of visual performance after posterior chamber phakic intraocular lens with and without a central hole implantation for moderate to high myopia. *Am J Ophthalmol* 2:486–494
18. Son SG, Woo KJ, Hyung Lim T, Choi YK, Cho JB (2015) Comparison of Clinical Outcomes in Implantable Collamer Lens Implantation between AQUA ICL und Conventional ICL. *J Korean Ophthalmol Soc* 56(9):1316–1323
19. Torun N, Bertelmann E, Klamann MKJ, Maier A-K, Liekfeld A, Gonnermann J (2013) Posterior chamber phakic intraocular lens to correct myopia: long-term follow-up. *J Cataract Refract Surg* 39:1023–1028
20. Tsintarakis T, Eppig T, Langenbucher A, Seitz B, El-Husseiny M (2015) Kann die implantierbare Collamer-Linse mit Aquaport eine Winkelblockproblematik sicher verhindern? *Ophthalmologie* 112:418–423
21. Zaldivar R, Dvidor JM, Oscherow S (1998) Posterior chamber phakic intraocular lens for myopia of –8 to –19 diopters. *J Refract Surg* 14:294–305