

Persönliche PDF-Datei für

M. Gerl, D. R. H. Breyer, P. Hagen, M. J. Koss, M. Mueller, M. Al Saad, R. H. Gerl, H. Kaymak, K. Klabe, F. T. A. Kretz

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Klinischer Vergleich einer trifokalen und einer trifokal-torischen Intraokularlinse auf gleicher diffraktiver Plattform

DOI 10.1055/s-0043-102573

Klin Monatsbl Augenheilkd 2017; 234: 1276–1282

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:

© 2017 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 0023-2165

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags

 **Thieme**

Klinischer Vergleich einer trifokalen und einer trifokal-torischen Intraokularlinse auf gleicher diffraktiver Plattform

Clinical Comparison of a Trifocal and a Trifocal-Toric Intraocular Lens Based on the Same Diffractive Platform

Autoren

M. Gerl^{1,2}, D. R. H. Breyer^{2,3}, P. Hagen^{2,3}, M. J. Koss^{2,4}, M. Mueller^{1,2}, M. Al Saad¹, R. H. Gerl^{1,2}, H. Kaymak^{2,3}, K. Klabe^{2,3}, F. T. A. Kretz^{1,2}

Institute

- 1 Augenklinik, Augenklinik Ahaus-Raesfeld-Rheine, Ahaus
- 2 International Vision Correction Research Centre Network (IVCRC.net), Universitäts-Augenklinik Heidelberg
- 3 Augen Chirurgie, Breyer, Kaymak und Klabe, Düsseldorf
- 4 Augenzentrum Nymphenburger Höfe, München

Schlüsselwörter

trifokal, torisch, Intraokularlinse, Visus, Refraktion

Key words

trifocal, toric, intraocular lens, visual acuity, refraction

eingereicht 15.11.2016

akzeptiert 9.1.2017

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0043-102573>
 Online-publiziert 5.4.2017 | Klin Monatsbl Augenheilkd 2017; 234: 1276–1282 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York | ISSN 0023-2165

Korrespondenzadresse

Dr. Florian Tobias Alwin Kretz, MD
 International Vision Correction Research Centre Network (IVCRC.net), Universitäts-Augenklinik Heidelberg
 Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg
 Tel.: +49/(0)6221/566605, Fax: +49/(0)2561/9555675
 f.kretz@augenklinik.de

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund Trifokale Linsen ergänzen seit wenigen Jahren die Möglichkeiten der chirurgischen Presbyopiekorrektur. In dieser Studie werden 2 Intraokularlinsen (IOL) auf Basis des gleichen trifokalen diffraktiven Designs verglichen, ein Modell ohne und eines mit torischer Komponente zur Astigmatismuskorrektur.

Patienten/Material und Methoden Prospektive nicht randomisierte Vergleichsstudie mit 142 Augen von 77 Patienten (Alter 40–73 Jahre) mit komplikationsloser Linsen Chirurgie.

Die Patienten wurden entsprechend dem implantierten Linsenmodell in 2 Gruppen aufgeteilt, die trifokale Gruppe (98 Augen von 50 Patienten) mit der trifokalen diffraktiven IOL AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec) und die trifokal-torische Gruppe (44 Augen von 27 Patienten) mit Implantation der trifokal-torischen diffraktiven IOL AT LISA tri toric 939MP (Carl Zeiss Meditec). Sehschärfe und Refraktion wurden 3 Monate postoperativ ausgewertet.

Ergebnisse Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf postoperative Refraktion ($p \geq 0,144$), monokularen und binokularen unkorrigierten Intermediärvisus (UIVA; $p = 0,519$ bzw. $0,398$) und binokularen unkorrigierten Nahvisus (UNVA; $p = 0,073$). Dagegen wurden in der trifokalen Gruppe ein signifikant besserer monokularer und binokularer unkorrigierter Fernvisus (UDVA; $p \leq 0,002$) und monokularer UNVA ($p = 0,005$) beobachtet. Das sphärische Äquivalent lag bei 98 bzw. 100% der Patienten innerhalb von $\pm 1,00$ dpt bei der trifokalen Gruppe und der trifokal-torischen Gruppe. Ein postoperativer binokularer UDVA, UIVA und UNVA von 0,63 dezimal oder besser wurde bei 100, 95 bzw. 100% der Augen in der trifokalen Gruppe und bei 96,3, 95,8 bzw. 90,9% der Augen mit dem torischen Linsenmodell beobachtet.

ABSTRACT

Purpose To evaluate and compare the visual performance of a trifocal and a trifocal-toric intraocular lens (IOL) based on the same diffractive platform.

Methods Prospective non-randomized comparative study enrolling 142 eyes of 77 patients (age 40–73 years) undergoing uneventful phacoemulsification lens surgery. Two groups were differentiated according to the implanted IOL: trifocal group, 98 eyes (50 patients) implanted with the trifocal diffractive IOL AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec), and trifocal-toric group, 44 eyes (27 patients) implanted with the trifocal-toric diffractive IOL AT LISA trifocal-toric 939MP (Carl Zeiss Meditec). Visual and refractive changes were evaluated 3 months postoperatively.

Results No significant differences between groups were found in postoperative refraction ($p \geq 0.144$), monocular and binocular uncorrected intermediate visual acuity (UIVA; $p = 0.519$ and 0.398 , respectively) and binocular uncorrected near visual acuity (UNVA; $p = 0.073$). In contrast, significantly better monocular and binocular uncorrected distance visual acuity (UDVA; $p \leq 0.002$), as well as monocular UNVA

($p = 0.005$), were found in the trifocal group. A postoperative spherical equivalent within ± 1.00 D was found in 98% and 100% of eyes in the trifocal and trifocal-toric groups, respectively. Postoperative binocular UDVA, UIVA and UNVA of 20/30 or better were found in 100, 95 and 100% of eyes, and in 96.3, 95.8 and 90.9% of eyes in the trifocal and trifocal-toric groups, respectively.

Einleitung

Die trifokale diffraktive IOL-Technologie hat sich in der Kataraktchirurgie und beim refraktiven Linsenaustausch als effektive Methode herausgestellt, das Sehvermögen über einen weiten Entfernungsbereich wiederherzustellen [1–11]. Das spezielle Linsendesign verteilt das eintreffende Licht auf 3 Brennpunkte und ermöglicht den Patienten ein funktionelles Sehvermögen mit minimalen Lichtphänomenen in Ferne, Intermediärbereich und Nähe [1–11]. Bei Patienten mit signifikantem Hornhautastigmatismus ist der Nutzen einer sphärischen trifokalen Linse begrenzt, da meist keine Brillenfreiheit über mehrere Distanzen erreicht wird. Zheleznyak et al. konnten zeigen, dass ein unkorrigierter Hornhautastigmatismus und Aberrationen höherer Ordnung (HOA) bei pseudophaken Augen die Abbildungsqualität von diffraktiven presbyopiekorrigierenden Linsen stark beeinträchtigen [12]. Aus diesem Grund wurden torische Varianten der trifokalen diffraktiven Linsen entwickelt, die neben dem Verteilen des Lichtes auf 3 Brennpunkte auch den vorbestehenden Hornhautastigmatismus korrigieren [13]. Mit diesen trifokal-torischen IOL lassen sich vergleichbare Ergebnisse erzielen wie mit apodisierten diffraktiven bifokal-torischen IOL [14]. Ziel dieser Studie ist, 2 IOL auf Basis des gleichen trifokalen diffraktiven Designs zu vergleichen, ein Modell ohne und das andere mit torischer Komponente zur Astigmatismuskorrektur.

Patienten/Material und Methoden

Patienten

Die prospektive, nicht randomisierte vergleichende Studie wurde mit 142 Augen von 77 Patienten im Alter von 40 bis 73 Jahren durchgeführt. Voraussetzung war eine komplikationslose Kataraktchirurgie und die Implantation einer trifokalen oder einer trifokal-torischen IOL. Je nach implantiertem Linsenmodell wurden die Patienten in 2 Gruppen aufgeteilt: Die nicht torische Gruppe mit 98 Augen von 50 Patienten und Implantation der trifokalen diffraktiven IOL AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec, Jena) und die trifokal-torische Gruppe mit 44 Augen von 27 Patienten und Implantation der trifokal-torischen diffraktiven IOL AT LISA tri toric 939MP (Carl Zeiss Meditec, Jena). Patienten mit geplanter Kataraktchirurgie oder mit refraktiver Linsen Chirurgie aufgrund des Wunsches nach Brillenfreiheit wurden in die Studie aufgenommen. In der trifokal-torischen Gruppe musste ein postoperativ berechneter Hornhautastigmatismus von mindestens 1,0 dpt vorliegen. Zu den Ausschlusskriterien gehörten degenerative Augenerkrankungen wie z. B. Makuladegeneration, diabeti-

Conclusions The evaluated trifocal and trifocal-toric IOLs both provide a successful restoration of the visual function after cataract surgery, with good levels of refractive precision, as well as UIVA and UNVA.

sche Retinopathie, Atrophie des Sehnervenkopfs oder Netzhauterkrankungen, Pseudophakie, Cornea guttata, Hornhautnarben, Pseudoexfoliationssyndrom, Uveitis, intraokulare Tumoren, Glaukom oder okuläre Hypertension, irregulärer Astigmatismus und vorangegangene Augenoperationen. Schwangere und stillende Mütter konnten nicht an der Studie teilnehmen. Alle Patienten wurden detailliert über die Studie informiert und gaben ihre schriftliche Einwilligung zur Teilnahme. Die Studie entsprach den Leitlinien der Deklaration von Helsinki und wurde von der zuständigen Ethikkommission geprüft.

Untersuchungsplan

Vor dem operativen Eingriff erfolgte bei allen Patienten eine vollständige ophthalmologische Untersuchung mit Messung der manifesten Refraktion, des monokularen korrigierten (CDVA) und unkorrigierten (UDVA) Fernvisus, Keratometrie, Goldmann-Appplanationstonometrie, Spaltlampenuntersuchung, optischer Biometrie (IOLMaster, Carl Zeiss Meditec) und Funduskopie. Postoperativ wurden die Patienten am Tag nach dem Eingriff und nach 1 und 3 Monaten nachuntersucht. Beim letzten postoperativen Besuch wurden folgende Untersuchungen durchgeführt: monokularer und binokularer UDVA, CDVA, UIVA (66 cm) und UNVA (40 cm), subjektive Refraktion, Goldmann-Appplanationstonometrie und Spaltlampenuntersuchung.

Chirurgischer Eingriff

Alle Operationen wurden von 3 erfahrenen Chirurgen mit Standardphakoemulsifikation und temporalen Mikrozision (1,8 mm) durchgeführt. Vor der Operation erfolgte eine Tropfanästhesie und Weitstellung der Pupille. Anschließend wurde die Vorderkammer mit Viscoelastikum gestellt, eine manuelle Kapsulorhexis durchgeführt und die Linse nach Hydrodissektion mittels Phakoemulsifikation zerkleinert und entfernt. Das Kortexmaterial wurde mit Saug-/Spülvorgängen entfernt und die Kapsel poliert. Die trifokalen Linsen wurden mit dem BLUEMIXS180 Injektor (Carl Zeiss Meditec, Jena) unter permanenter Irrigation mit BSS (Balanced Salt Solution, Alcon, Forth Worth, USA) implantiert. Die postoperative Therapie umfasste die Kombination eines topischen Antibiotikums und eines Steroids und wurde 4× täglich über 1 Woche appliziert.

Statistische Auswertung

Die Datenanalyse erfolgte mit der Software SPSS für Windows, Version 19.0 (IBM, Armonk, NY, USA). Mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test wurden die Daten auf Normalverteilung geprüft. War eine parametrische Analyse möglich, dann fand der gepaarte Student-t-Test Anwendung. Hiermit wurden unterschiedliche klinische Variablen präoperativ und postoperativ verglichen. Der un-

► **Tab. 1** Vergleich der präoperativen Daten beider Gruppen.

Mittelwert (SD) Median (Bereich)	trifokale Gruppe	trifokal-torische Gruppe	p-Wert
Alter (Jahre)	54,1 (6,1) 53,0 (45–73)	50,6 (4,7) 50,0 (40–60)	0,02
Geschlecht (% männl./weibl.)	40/60%	48,1/51,9%	0,49
sphärisches Äquivalent (dpt)	- 1,33 (3,61) 0,50 (- 10,50–4,38)	- 2,61 (6,44) - 3,38 (- 15,75–8,12)	0,322
J ₀ (dpt)	0,02 (0,44) 0,00 (- 0,87–1,88)	1,00 (0,85) 0,97 (- 1,62–3,35)	< 0,001
J ₄₅ (dpt)	- 0,04 (0,20) 0,00 (- 0,68–0,37)	- 0,04 (0,92) 0,00 (- 2,81–3,88)	0,642
B (dpt)	2,95 (2,51) 1,75 (0,18–10,51)	6,06 (3,66) 5,54 (0,56–15,85)	< 0,001
logMAR CDVA	0,03 (0,06) 0,00 (0,00–0,30)	0,10 (0,12) 0,10 (0,00–0,60)	< 0,001
Achsenlänge (mm)	24,18 (1,47) 23,88 (21,18–27,19)	24,14 (2,25) 24,55 (21,01–29,03)	0,759
ACD (mm)	3,37 (0,50) 3,34 (2,54–5,02)	3,36 (0,50) 3,28 (2,50–4,54)	0,921
Hornhautastigmatismus (dpt)	0,89 (0,55) 0,76 (0,22–3,42)	2,60 (1,29) 2,26 (1,01–6,81)	< 0,001
sphärische IOL-Stärke	19,4 (4,7) 21,0 (9,0–27,5)	17,5 (7,6) 15,5 (5,0–31,0)	0,106
zylindrische IOL-Stärke	-	3,0 (1,6) 2,5 (1,0–8,5)	-

J₀ und J₄₅: Power-Vektor-Komponenten des refraktiven Astigmatismus; B: Gesamtunschärfe; CDVA: korrigierter Fernvisus; ACD: Vorderkammertiefe; IOL: Intraokularlinse; SD: Standardabweichung

gepaarte Student-t-Test wurde zum Vergleich zwischen der trifokalen und der trifokal-torischen Gruppe verwendet. Waren die Daten nicht normalverteilt, dann fanden der Wilcoxon- und der Mann-Whitney-Test Anwendung. Weiterhin wurde, je nachdem, ob die Daten normalverteilt waren oder nicht, mit den Pearson- und Spearman-Korrelationskoeffizienten geprüft. Das Signifikanzniveau wurde bei allen statistischen Analysen auf < 0,05 festgelegt.

Vektorielle Auswertung der Refraktion

Die sphärozyklischen prä- und postoperativen Refraktionswerte wurden in eine vektorielle Darstellung konvertiert, entsprechend der Power-Vektor-Methode nach Thibos und Horner [15]. Dabei wird der sphärozyklische Refraktionsfehler in Form von 3 Brechkraftwerten ausgedrückt: M, J₀ und J₄₅. M repräsentiert die Stärke einer sphärischen Linse entsprechend dem sphärischen Äquivalent des Refraktionsfehlers, während J₀ und J₄₅ die beiden Jackson-Kreuzzyylinder entsprechend dem konventionellen Zylinder darstellen. Diese Zahlen stellen die Koordinaten eines Punktes in einem 3-dimensionalen Dioptrieraum dar (M, J₀, J₄₅). Die Länge des Vektors ist ein Maß für die Gesamtunschärfekraft B eines sphärozyklischen Brechungsfehlers. Nach der Power-Vektor-Methode wird die subjektive Refraktion der herkömmlichen Notation (S [Sphäre], C [Zylinder] × φ [Achse]) in die Power-Vektor-Ko-

ordinaten und die Gesamtunschärfekraft B mit folgenden Formeln konvertiert: $M = S + C/2$; $J_0 = (-C/2) \cos(2\phi)$; $J_{45} = (-C/2) \sin(2\phi)$ und $B = (M^2 + J_0^2 + J_{45}^2)^{1/2}$ [15].

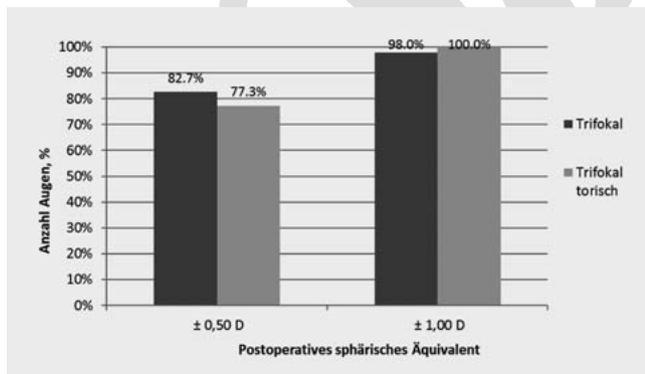
Ergebnisse

Unsere Stichprobe umfasste 67 rechte Augen (47,2%) und 75 linke Augen (52,8%) von 77 Patienten mit einem mittleren Alter von 52,9 Jahren (SD: 5,9; Median: 52,0; Bereich: 40–73 Jahre). ► **Tab. 1** zeigt einen Vergleich der präoperativen Daten der trifokalen Gruppe und trifokal-torischen Gruppe. Die Gruppen unterschieden sich statistisch in Bezug auf Alter ($p = 0,02$), J₀ ($p < 0,001$), B ($p < 0,001$), logMAR CDVA ($p < 0,001$) und Hornhautastigmatismus ($p < 0,001$). Wie erwartet, hatten die Augen, für die eine trifokal-torische Linse vorgesehen war, einen signifikant höheren präoperativen Gesamt- und Hornhautastigmatismus. Die Augen der trifokal-torischen Gruppe hatten einen leicht schlechteren CDVA (weniger als 1 logMAR-Zeile Unterschied), jedoch war dieser Unterschied signifikant. Das mittlere angestrebte postoperative sphärische Äquivalent lag bei der trifokalen Gruppe bei - 0,08 dpt (SD: 0,18 dpt, Median: 0,00 dpt, Bereich: - 0,50–0,00 dpt) und bei der trifokal-torischen Gruppe bei

► **Tab. 2** Vergleich der postoperativen Daten beider Gruppen.

Mittelwert (SD) Median (Bereich)	trifokale Gruppe	trifokal-torische Gruppe	p-Wert
sphärisches Äquivalent (dpt)	-0,18 (0,47) -0,13 (-2,13-0,63)	-0,26 (0,40) -0,25 (-1,00-0,63)	0,154
J ₀ (dpt)	0,09 (0,32) 0,10 (-0,62-1,27)	0,02 (0,20) 0,01 (-0,32-0,48)	0,144
J ₄₅ (dpt)	-0,07 (0,19) -0,06 (-0,52-0,37)	-0,08 (0,24) -0,08 (-0,61-0,59)	0,754
B (dpt)	0,53 (0,34) 0,40 (0,00-2,54)	0,51 (0,25) 0,40 (0,18-1,12)	0,926
monokularer logMAR CDVA	0,03 (0,07) 0,00 (-0,10-0,40)	0,08 (0,13) 0,00 (-0,10-0,60)	0,008
monokularer logMAR UDVA	0,10 (0,11) 0,10 (-0,10-0,60)	0,16 (0,13) 0,20 (0,00-0,60)	0,001
monokularer logMAR UIVA	0,14 (0,08) 0,20 (-0,09-0,20)	0,15 (0,08) 0,20 (-0,10-0,20)	0,519
monokularer logMAR UNVA	0,06 (0,14) 0,10 (-0,10-0,40)	0,15 (0,16) 0,20 (-0,10-0,40)	0,005
binokularer logMAR UDVA	0,03 (0,07) 0,00 (-0,10-0,20)	0,09 (0,09) 0,09 (0,00-0,30)	0,002
binokularer logMAR UIVA	0,09 (0,10) 0,04 (-0,10-0,30)	0,12 (0,12) 0,13 (-0,09-0,40)	0,398
binokularer logMAR UNVA	-0,01 (0,10) 0,00 (-0,10-0,20)	0,06 (0,15) 0,05 (-0,10-0,30)	0,073

J₀ und J₄₅: Power-Vektor-Komponenten des refraktiven Astigmatismus; B: Gesamtschärfe; CDVA: korrigierter Fernvisus; UDVA: unkorrigierter Fernvisus; UIVA: unkorrigierter Intermediärvisus; UNVA: unkorrigierter Nahvisus; SD: Standardabweichung



► **Abb. 1** Verteilung des sphärischen Äquivalents 3 Monate postoperativ bei der trifokalen und der trifokal-torischen Gruppe.

-0,13 dpt (SD: 0,22 dpt, Median: 0,00; Bereich: -0,50-0,00 dpt), die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant ($p = 0,17$).

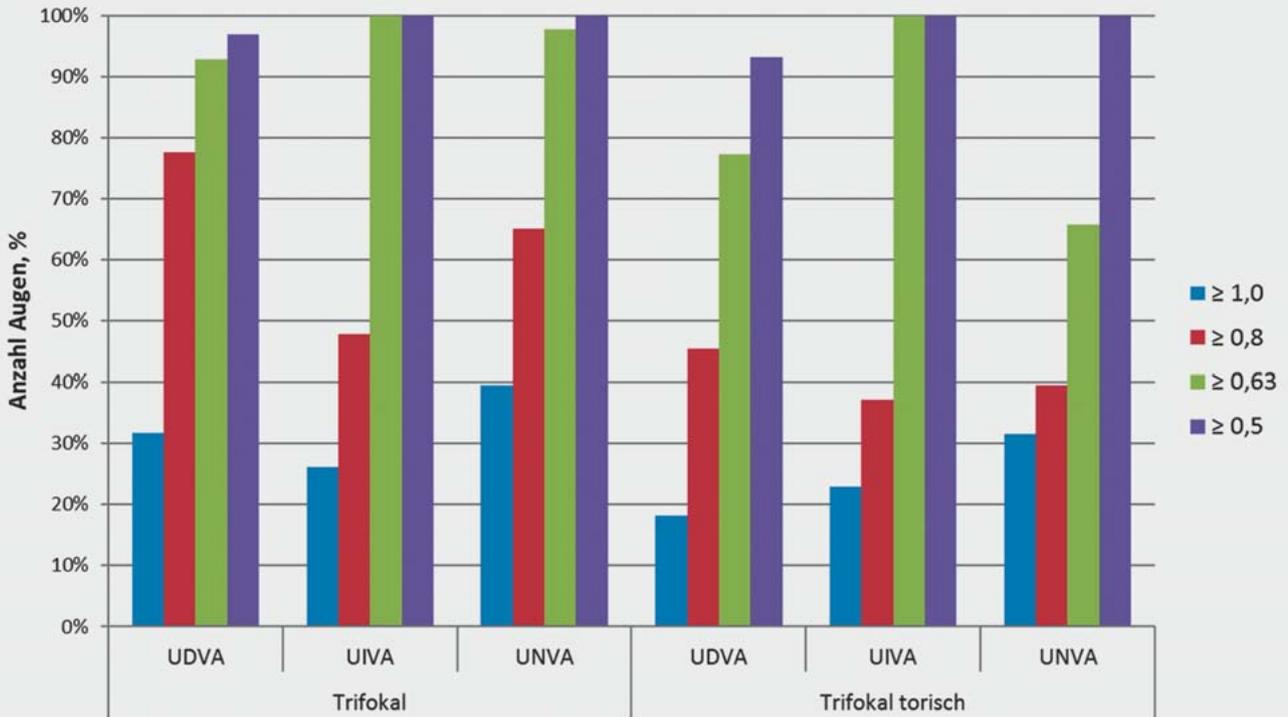
► **Tab. 2** fasst die postoperativen Ergebnisse zum Visus und zur Refraktion zusammen. Bei folgenden postoperativen Parametern war kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu verzeichnen: Refraktion ($p \geq 0,144$), monokularer und binokularer UIVA ($p = 0,519$ bzw. $0,398$) und binokularer UNVA ($p = 0,073$). Dagegen waren monokularer und binokularer UDVA

($p = 0,001$ bzw. $p = 0,002$) und monokularer UNVA ($p = 0,005$) in der trifokalen Gruppe ohne torische Komponente der IOL signifikant besser.

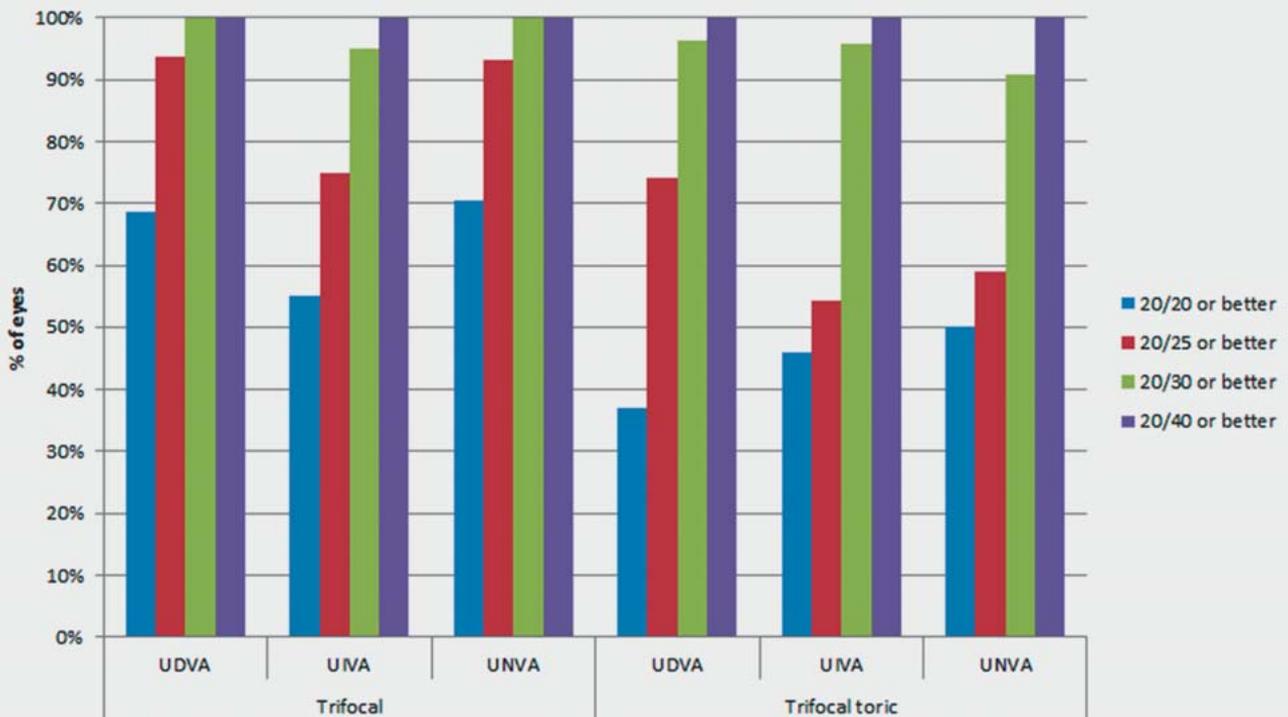
Das sphärische Äquivalent lag 3 Monate nach dem Eingriff bei 98% der trifokalen Gruppe und bei 100% der trifokal-torischen Gruppe innerhalb von $\pm 1,00$ dpt ($p = 0,834$; ► **Abb. 1**). Nach 3 Monaten erreichten 92,9, 100 und 97,7% der trifokal versorgten Augen einen monokularen UDVA, UIVA bzw. UNVA von 0,18 logMAR oder besser. Die Augen mit implantierter trifokal-torischer Linse erreichten zu 77,3% ($p = 0,029$; UDVA), 100% ($p = 0,538$; UIVA) und 65,8% ($p = 0,001$; UNVA) einen monokularen Visus von 0,18 logMAR oder besser. Die Werte in Klammern zeigen das Signifikanzniveau der Unterschiede (► **Abb. 2**). Binokular war der Visus nach 3 Monaten 0,18 logMAR oder besser bei 100, 95 und 100% in Bezug auf UDVA, UIVA bzw. UNVA bei der trifokalen Gruppe und 96,3% ($p = 0,05$), 95,8% ($p = 0,26$) und 90,9% ($p = 0,02$) bei den Augen mit trifokal-torischen IOL (► **Abb. 3**).

Diskussion

In der aktuellen Vergleichsstudie erhielten wir sowohl mit der trifokalen als auch mit der trifokal-torischen IOL sehr gute Visusergebnisse. Mit der nicht torischen trifokalen IOL wurde ein mittlerer unkorrigierter Visus von 0,03, 0,09 (66 cm) und -0,01



▶ **Abb. 2** Verteilung des monokularen Fern-, Intermediär- und Nahvisus 3 Monate postoperativ bei der trifokalen und der trifokal-torischen Gruppe.



▶ **Abb. 3** Verteilung des binokularen Fern-, Intermediär- und Nahvisus 3 Monate postoperativ bei der trifokalen und der trifokal-torischen Gruppe.

(40 cm) logMAR für die Ferne, den Intermediärbereich bzw. die Nähe erreicht. Mendicute et al. [2] fanden mit dem gleichen Linsenmodell bei 104 bilateral implantierten Patienten binokulare Visuswerte von 0,03, 0,10 (80 cm) und 0,15 (40 cm) logMAR für Ferne, intermediär bzw. Nähe 3 Monate nach dem Eingriff. Bei Kohnen et al. [4] lag der binokulare Fern-, Intermediär- und Nahvisus bei 27 bilateral mit derselben Linse versorgten Patienten bei $-0,10$, $0,00$ bzw. $0,00$ logMAR. Bei der letztgenannten Studie lag das mittlere postoperative sphärische Äquivalent bei $0,05 \pm 0,32$ dpt, wobei die meisten Werte nahe null waren [4]. Möglicherweise lassen sich die exzellenten Visuswerte durch die akkurate refraktive Vorhersagbarkeit bei diesen Linsen erklären. In unserer Studie lag das mittlere sphärische Äquivalent mit der trifokalen Linse bei $-0,18$ dpt. Es ist bekannt, dass eine Restrefraktion bei Augen mit diffraktiver Multifokallinse das Sehergebnis stark beeinflussen kann, insbesondere bei Augen mit einem Restastigmatismus von mehr als $0,75$ dpt [12]. Andere Studien mit der gleichen trifokalen IOL führten zu vergleichbaren oder leicht schlechteren Visusergebnissen im Vergleich zu unserer Studie [3, 5–11, 16–19]. Mojzis et al. [5] berichten z.B. einen UDVA, UIVA und UNVA von 0,03, 0,12 (66 cm) bzw. 0,27 (40 cm) logMAR nach 12 Monaten bei 60 Patienten mit bilateraler Implantation der AT LISA trifokalen IOL. Die Variabilität der Ergebnisse ist zum einen auf unterschiedlich starke Ametropien zwischen den Gruppen zurückzuführen, zum anderen auf Unterschiede bez. Fallzahl, Patientenselektion, chirurgische Technik und Untersuchungsmethoden. Allen Studien ist jedoch gemein, dass der Visus effektiv wiederhergestellt werden konnte und ein funktionelles Sehvermögen in der Ferne, im Intermediärbereich und in der Nähe erreicht wurde.

Unsere Studie ergab ebenfalls gute Visusergebnisse mit der trifokal-torischen IOL bei Augen mit einem präoperativ berechneten postoperativen Astigmatismus von mindestens 1 dpt. Der mittlere monokulare UDVA, UIVA und UNVA lag mit dieser Linse bei 0,16, 0,15 bzw. 0,15 logMAR. Mojzis et al. [13] fanden einen etwas besseren monokularen Visus (UDVA 0,03; UIVA 0,09; UNVA 0,16 logMAR) bei 30 Patienten mit bilateraler Implantation desselben Linsenmodells. Eine frühere Studie unserer Gruppe zeigte nach 3 Monaten ähnliche Ergebnisse wie die aktuelle Studie, jedoch einen besseren Intermediärvision (UDVA $0,13 \pm 0,15$; UIVA $0,08 \pm 0,15$; UNVA $0,13 \pm 0,18$ logMAR) [8]. Höhn et al. [20] berichteten ebenfalls über gute visuelle Ergebnisse mit derselben trifokal-torischen IOL mit mittleren binokularen Werten von $0,10 \pm 0,11$ (UDVA), $0,00 \pm 0,05$ UIVA und $0,09 \pm 0,07$ logMAR. Bei dieser Studie lag das sphärische Äquivalent bei allen Patienten innerhalb von $\pm 1,0$ dpt in Bezug auf die Zielrefraktion. Der binokulare Visus in unserer aktuellen Studie lag nach 3 Monaten bei 0,09 (UDVA), 0,12 (UIVA) und 0,06 (UNVA) logMAR, und auch hier lag das sphärische Äquivalent bei allen Augen innerhalb von $\pm 1,0$ dpt.

Visus und Refraktion verglichen wir im Rahmen der aktuellen Studie auch zwischen der trifokalen IOL und dem torischen Pendant. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den refraktiven Ergebnissen und der refraktiven Vorhersagbarkeit. Das bestätigt, dass mit beiden Linsenmodellen eine vorhersagbare Korrektur der sphärozyklindrischen Refraktion möglich ist. Frieling-Reuss [21] verglich die bifokale AT LISA mit der bifokal-torischen IOL und fand vergleichbare Ergebnisse. In Bezug auf den Visus fanden wir leichte Unterschiede zwischen der trifokalen und

der trifokal-torischen IOL, von denen manche statistisch signifikant waren. Insbesondere waren der monokulare und der binokulare UDVA und der monokulare UNVA bei der nicht torischen Linse signifikant besser. Mehrere Gründe für diese leichten, aber statistisch signifikanten Unterschiede sind denkbar. Der Einfluss der Restrefraktion auf das Sehvermögen kann bei diffraktiven trifokalen IOL anders sein als bei den entsprechenden trifokal-torischen IOL. Auch lag der präoperative CDVA bei der trifokalen IOL höher als beim torischen Modell, wodurch die Patienten möglicherweise auch postoperativ einen besseren Visus erreichten. Bei der Studie von Frieling-Reuss [21] erreichten die Augen mit der bifokal-torischen Linse einen signifikant besseren UIVA als Augen mit der gleichen Linse ohne torische Komponente ($p = 0,01$). Gundersen und Potvin [14] fanden ähnliche Ergebnisse wie die vorliegende Studie bei einem Vergleich einer trifokal-torischen IOL mit einer diffraktiven apodisierten bifokal-torischen IOL.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend hat unsere Studie gezeigt, dass die trifokale diffraktive AT LISA tri 839MP IOL und die entsprechende torische AT LISA tri toric 939MP IOL das Sehvermögen nach Kataraktchirurgie erfolgreich wiederherstellen können. Beide Linsen bieten eine hohe refraktive Präzision und einen guten Visus in Ferne, Intermediärbereich und Nähe.

Interessenkonflikt

Nein.

Literatur

- [1] Cochener B. Prospective clinical comparison of patient outcomes following implantation of trifocal or bifocal intraocular lenses. *J Refract Surg* 2016; 32: 146–151
- [2] Mendicute J, Kapp A, Lévy P et al. Evaluation of visual outcomes and patient satisfaction after implantation of a diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 203–210
- [3] Alfonso JF, Fernández-Vega Cueto L, Belda-Salmerón L et al. Visual function after implantation of a diffractive aspheric trifocal intraocular lens. *Eur J Ophthalmol* 2016; 26: 405–411
- [4] Kohnen T, Titke C, Böhm M. Trifocal intraocular lens implantation to treat visual demands in various distances following lens removal. *Am J Ophthalmol* 2016; 161: 71–77.e1
- [5] Mojzis P, Majerova K, Hrkova L et al. Implantation of a diffractive trifocal intraocular lens: one-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 1623–1630
- [6] Kretz FT, Breyer D, Diakonis VF et al. Clinical outcomes after binocular implantation of a new trifocal diffractive intraocular lens. *J Ophthalmol* 2015; 2015: 962891
- [7] Kretz FT, Müller M, Gerl M et al. Binocular function to increase visual outcome in patients implanted with a diffractive trifocal intraocular lens. *BMC Ophthalmol* 2015; 15: 110
- [8] Kretz FT, Breyer D, Klabe K et al. Clinical outcomes after implantation of a trifocal toric intraocular lens. *J Refract Surg* 2015; 31: 504–510
- [9] Carballo-Alvarez J, Vazquez-Molini JM, Sanz-Fernandez JC et al. Visual outcomes after bilateral trifocal diffractive intraocular lens implantation. *BMC Ophthalmol* 2015; 15: 26

- [10] Cochener B, Vryghem J, Rozot P et al. Clinical outcomes with a trifocal intraocular lens: a multicenter study. *J Refract Surg* 2014; 30: 762–768
- [11] Mojzis P, Kukuckova L, Majerova K et al. Comparative analysis of the visual performance after cataract surgery with implantation of a bifocal or trifocal diffractive IOL. *J Refract Surg* 2014; 30: 666–672
- [12] Zheleznyak L, Kim MJ, MacRae S et al. Impact of corneal aberrations on through-focus image quality of presbyopia-correcting intraocular lenses using an adaptive optics bench system. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 1724–1733
- [13] Mojzis P, Majerova K, Plaza-Puche AB et al. Visual outcomes of a new toric trifocal diffractive intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 2695–2706
- [14] Gundersen KG, Potvin R. Comparison of visual outcomes after implantation of diffractive trifocal toric intraocular lens and a diffractive apodized bifocal toric intraocular lens. *Clin Ophthalmol* 2016; 10: 455–461
- [15] Thibos LN, Horner D. Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27: 80–85
- [16] Jonker SM, Bauer NJ, Makhotkina NY et al. Comparison of a trifocal intraocular lens with a +3.0 D bifocal IOL: results of a prospective randomized clinical trial. *J Cataract Refract Surg* 2015; 41: 1631–1640
- [17] Marques JP, Rosa AM, Quendera B et al. Quantitative evaluation of visual function 12 months after bilateral implantation of a diffractive trifocal IOL. *Eur J Ophthalmol* 2015; 25: 516–524
- [18] Law EM, Aggarwal RK, Kasaby H. Clinical outcomes with a new trifocal intraocular lens. *Eur J Ophthalmol* 2014; 24: 501–508
- [19] Alió JL, Montalbán R, Peña-García P et al. Visual outcomes of a trifocal aspheric diffractive intraocular lens with microincision cataract surgery. *J Refract Surg* 2013; 29: 756–761
- [20] Höhn F, Tandogan T, Breyer DR et al. [Functional results one year after implantation of a bitoric, trifocal intraocular lens]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2015; 232: 957–961
- [21] Frieling-Reuss EH. Comparative analysis of the visual and refractive outcomes of an aspheric diffractive intraocular lens with and without toricity. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39: 1485–1493

