

G.U. Auffarth¹ · R. Neubert² · L. Wang^{1,3} · W. Hunold²

¹ Universitäts-Augenklinik der Ruprecht Karls Universität Heidelberg

² Augenbelegabteilung am Marienhospital Aachen

³ Cullen Eye Institute, Baylor College of Medicine, Dep. of Ophthalmology, Houston, USA

Morphologische Nachstar- ausprägung bei diffraktiven Multifokallinsen

Zusammenfassung

Hintergrund. Bei diffraktiven MIOL wurden häufig reduziertes Kontrastsehvermögen sowie eine erhöhte Blendempfindlichkeit beschrieben.

Patienten und Methoden. Es wurden 42 Augen von 25 Patienten 3 Jahre nach Implantation einer Pharmacia-811E-diffraktiven Multifokallinse untersucht. Geprüft wurden die funktionellen Visusbefunde, das Kontrastsehvermögen und die Blendungsempfindlichkeit. Außerdem wurde der Nachstar mit dem EPCO-Bildanalyseprogramm quantifiziert.

Ergebnisse. Der durchschnittliche Visus betrug für alle 42 Augen $0,77 \pm 0,20$ (Ferne, unkorrigiert), $0,93 \pm 0,21$ (Ferne, korrigiert), $0,94 \pm 0,13$ (Nähe, unkorrigiert) und $0,98 \pm 0,08$ (Nähe mit bester Korrektur). Der Nachstarwert lag bei $1,13 \pm 0,59$. Im Mittel hatten $18,1 \pm 14,9\%$ der Optikfläche eine Trübung Grad 1, $35,8 \pm 26,6\%$ Grad 2 und $7,7 \pm 17,1\%$ Grad 3. Kein Patient wies bei der monokularen Untersuchung Kontraststufe 7 oder besser auf, binokular hingegen 30%. Bei der Blendungsempfindlichkeit erreichten binokular nur 4% die Kriterien der Nachfahrtauglichkeit. Bei der Spearman-Korrelation ergab sich keine signifikante Korrelation zwischen dem Nachstarindex und dem Visus, dem Kontrastsehen oder der Blendung.

Schlussfolgerungen. Drei Jahre nach Implantation diffraktiver MIOL zeigte das Patientenkollektiv sehr gute funktionelle Befunde bezüglich der Visuswerte, jedoch stark herabgesetzte Werte für das Kontrastsehen, eine hohe Blendungsempfindlichkeit sowie

eine sehr hohe morphologische Nachstar-
ausprägung. Für die Zukunft empfiehlt es
sich, diesen Linsentyp mit einem nachstarre-
duzierenden Linsendesign und Faltmaterial
zu versorgen.

Schlüsselwörter

Multifokallinse · Katarakt · Kontrastsehen ·
Blendung · Nachstar

Multifokale Intraokularlinsen (MIOL) werden seit Ende der 80er-Jahre im-
plantiert. Obwohl zu diesem Zeitpunkt
noch häufig Operationstechniken wie
die Dosenöffnerkapsulotomie und die
ECCE mittels Kernexpression durchge-
führt wurden, waren die ersten funk-
tionellen Ergebnisse in der Regel sehr gut
[1, 2, 6, 7, 8].

Unter den ersten, in großen Stück-
zahlen implantierten MIOL waren die
diffraktiven Multifokallinsen. Aus phy-
sikalischen Gründen entfallen bei diesen
41% des Lichtes jeweils auf den Fern-
und Nahpunkt, 18% gehen als Streulicht
verloren. Ein reduziertes Kontrastseh-
vermögen sowie eine erhöhte Blend-
empfindlichkeit wurden daher häufig
mit diesem MIOL-Typ beschrieben [1, 2,
6, 7, 9, 13, 14].

Der Vorteil des diffraktiven Prinzips
ist, dass an jeder Stelle der Optik die
gleiche Abbildung bei konstanter Be-

leuchtung erfolgt und der bifokale Effekt
somit unabhängig von Pupillendurch-
messer und der Zentrierung ist. Die bila-
terale Implantation verbessert die funk-
tionellen Ergebnisse erheblich und mil-
dert die Probleme mit Kontrastsehen
und bei Blendung [1, 2, 6, 7, 8, 9, 11].

In der vorliegenden Studie wurde
der Einfluss einer Nachstarentwicklung
3 Jahre nach Implantation diffraktiver
MIOL auf die funktionellen Befunde, auf
Kontrastsehen und auf Blendung unter-
sucht. Hierzu wurde die morphologische
Nachstarausprägung mittels des Bild-
analyseprogrammes EPCO quantifiziert.

Patienten und Methoden

Untersucht wurden 42 Augen von 25 Pa-
tienten 3 Jahre nach Implantation einer
Pharmacia-811E-diffraktiven Multifo-
kallinse. Das Patientenalter bei Operati-
on betrug im Mittel $63,8 \pm 8,8$ Jahre. Un-
tersucht wurden die korrigierte und un-
korrigierte Nah- und Fernsehstärke so-
wie die Pseudoakkommodation. Zusätz-
lich wurden bei 32 Augen von 22 Patien-
ten am Mesoptometer II das Kontrast-
sehvermögen und die Blendungsemp-
findlichkeit unter standardisierten Be-
dingungen (Kontrastsehen bei $0,032 \text{ cd}/\text{m}^2$
und $0,1 \text{ cd}/\text{m}^2$ Umfeldhelligkeit;
Blendungsempfindlichkeit unter

Priv.-Doz. Dr. G.U. Auffarth
Universitäts-Augenklinik Heidelberg,
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg,
E-Mail: gerd_auffarth@med.uni-heidelberg.de

G.U. Auffarth · R. Neubert · L. Wang
W. Hunold

Morphological evaluation of posterior capsule opacification in diffractive multifocal intraocular lenses

Abstract

Background. Diffraktive multifocals belong to the first generation of multifocal intraocular lenses. Due to their optical principle of diffraction multifocals separate the incoming light on two foci (41%) with 18% loss of scattered light. Therefore, reduced contrast sensitivity and glare have been frequently described with this lens.

Patients and methods. We evaluated 42 eyes of 25 patients (age at surgery 63.8 ± 8.8 years) 3 years after implantation of a Pharmacia 811E diffractive multifocal (MIOL). They were tested for functional results including contrast and glare (Mesoptometer II). In addition 22 eyes were evaluated for posterior capsule opacification (PCO) using digitalized retroilluminations photographs and the EPCP image analysis program.

Results. Average visual acuity was 0.77 ± 0.20 (uncorrected distance), 0.93 ± 0.21 (corrected distance), 0.94 ± 0.13 uncorrected near) und 0.98 ± 0.08 (best corrected near). PCO-values quantified by EPCO were 1.13 ± 0.59 (Range 0.07 to 2.1). On average $18.1 \pm 14.9\%$ of the optic area showed an opacification grade 1, $35.8 \pm 26.6\%$ grade 2 and $7.7 \pm 17.1\%$ grade 3. Contrast sensitivity showed no patient with contrast level 7 or better for monocular evaluation, but 30% for binocular testing. Only 4% met the criteria for night driving when tested for glare. Spearman correlation did not reveal any significant correlation between PCO-values and visual acuity, contrast sensitivity or glare (all $p > 0.24$, all $r < 0.22$).

Conclusions. Patients with diffractive multifocal IOLs showed excellent results for near and distance visual acuity three years after implantation. However, contrast and glare results were poor, probably due to a rather high PCO-rate. Future developments of the lens type should include PCO-reducing factors, such as sharp edge optics and foldable materials.

Keywords

Multifocal IOL · Contrast sensitivity · Glare · Posterior capsule opacification

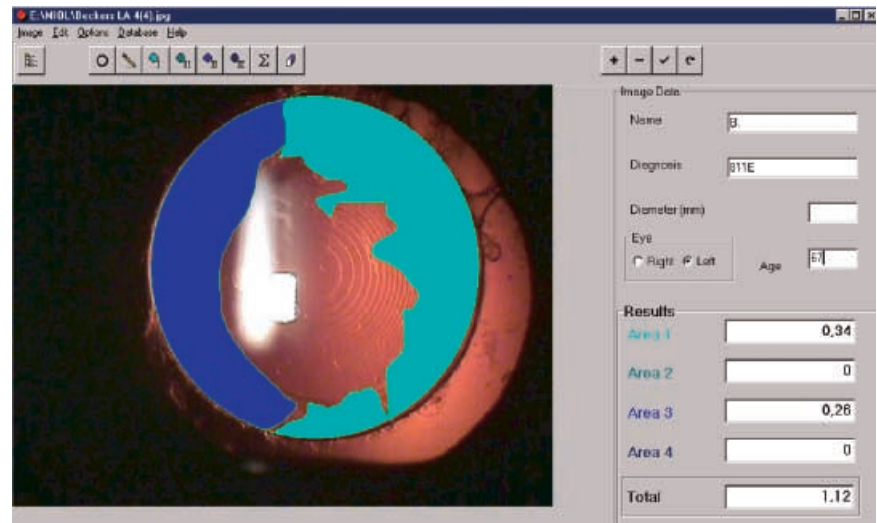


Abb. 1 ▲ Nachstar-EPCO-Analyse einer Pharmacia 811E. Es ergibt sich ein morphologischer Nachstarwert von 1,12

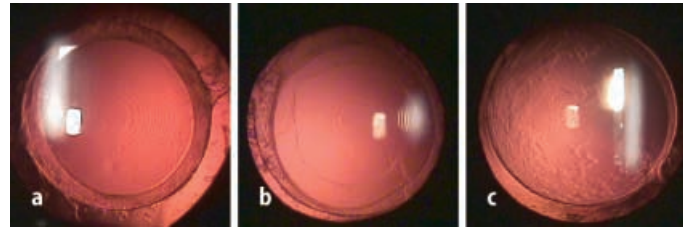


Abb. 2a–c ▲ Diffraktive MIOL (Pharmacia 811E) a mit geringem Nachstar, b mit großem Nd:YAG-Laserkapsulotomie, c mit ausgeprägtem Nachstar

Verteilung der morphologischen Nachstarwerte bei Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen

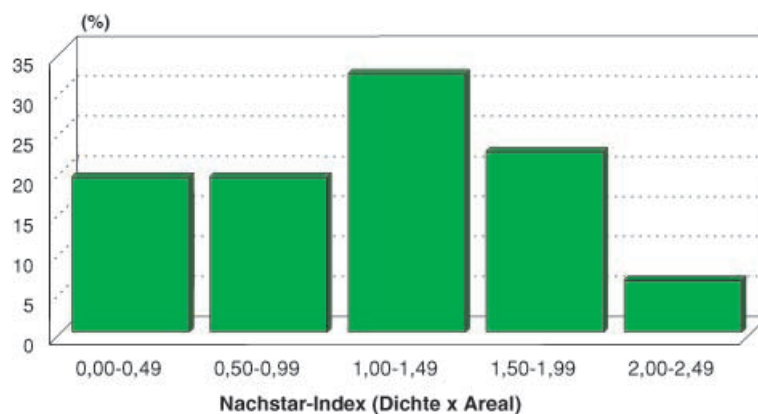


Abb. 3 ▲ Verteilung der morphologischen Nachstarwerte bei Patienten mit Multifokallinsen

$0,1 \text{ cd/m}^2$ Umfeldhelligkeit und Blendung mit $0,35 \text{ Lux}$ von 3 Grad) geprüft. Zur Nachfahrtauglichkeit wurden die Empfehlungen der DOG für Führerscheinklasse B herangezogen (mindestens Stufe $7=80\%$ Kontrast erkennen).

Von den genannten Patienten wurden weiterhin Retroilluminationsfotos mit einer Digitalkamera gemacht (Abb. 1, 2). Mittels des Bildanalyseprogrammes EPCO wurde der Nachstar quantifiziert. Ausgewertet wurde hierbei

Trübungsareal in Relation zur Nachstardichte

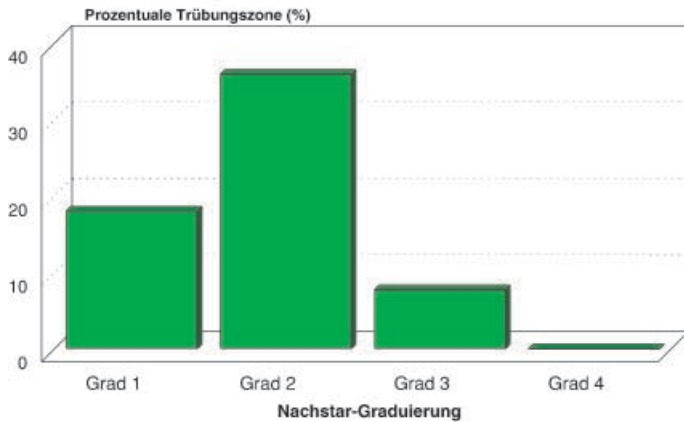


Abb. 4 ▲ Trübungsareale hinter der Optik in Relation zur Nachstardichte

Kontrastsehvermögen bei Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen

Umfeldhelligkeit 0,032 cd/qm

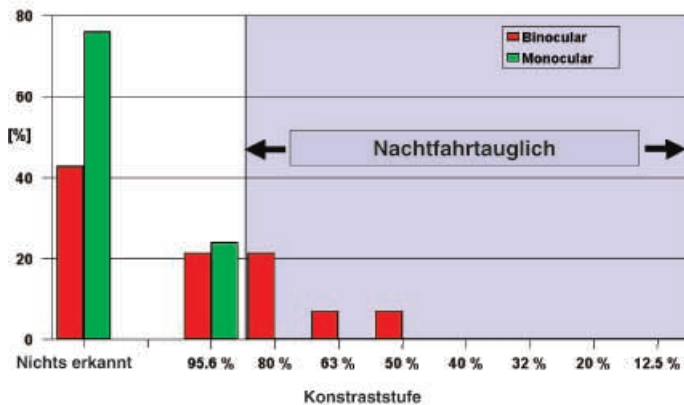


Abb. 5 ▲ Kontrastsehvermögen bei Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen, Umfeldhelligkeit 0,032 cd/m²

Blendungsempfindlichkeit bei Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen

Umfeldhelligkeit 0,1 cd/qm und Blendung mit 0,35 Lux

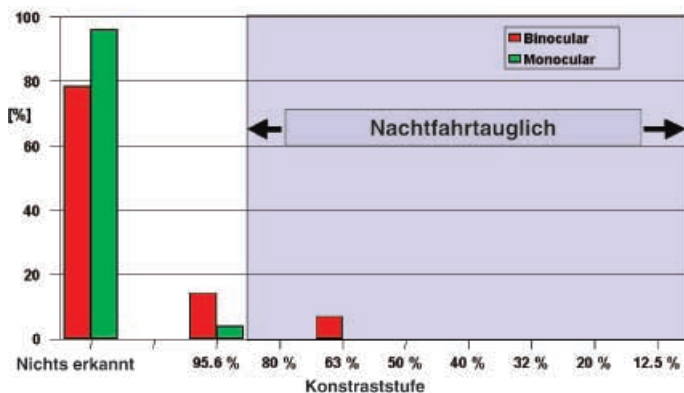


Abb. 6 ▲ Blendungsempfindlichkeit bei Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen, Umfeldhelligkeit 0,1 cd/m² und Blendung mit 0,35 Lux

das Areal hinter der gesamten MIOL-Optik. Zur Bewertung werden Trübungszone markiert und mit einem Dichtegrad von 1–4 beziffert. Diese Werte multipliziert man mit der Größe des Trübungsareals und erhält somit einen Nachstarwert bzw. Nachstarindex (s. Abb. 1; [4, 12]).

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Häufigkeitsverteilungsdiagrammen und nichtparametrischen Testverfahren wie der Spearman-Rank-Order-Korrelation.

Ergebnisse

Der durchschnittliche unkorrigierte Fernvisus betrug für alle 42 Augen $0,77 \pm 0,20$, der korrigierte Fernvisus $0,93 \pm 0,21$. Für die Nähe ergab sich ein durchschnittlicher Nahvisus von $0,94 \pm 0,13$ (unkorrigiert) und $0,98 \pm 0,08$ unter bester Korrektur. Der durchschnittliche unkorrigierte Fernvisus der 22 Patienten, die am Mesoptometer und mittels EPCO untersucht wurden, lag bei $0,73 \pm 0,17$. Der mittels EPCO ermittelte durchschnittliche Nachstarwert betrug $1,13 \pm 0,59$ mit einem Streubereich von $0,07-2,1$ (Abb. 3).

Im Mittel wiesen $18,1 \pm 14,9\%$ der Optikfläche eine Trübung Grad 1 auf, $35,8 \pm 26,6\%$ der Optikfläche zeigte eine Nachstardichte Grad 2 und $7,7 \pm 17,1\%$ Grad 3 (0% Grad 4; Abb. 4).

Die Ergebnisse am Mesoptometer zeigten für eine Umfeldhelligkeit von $0,032 \text{ cd/m}^2$ bei der monokularen Untersuchung kein Auge, das mindestens Kontraststufe 7 (=80%) erreichte. Binokular erreichten 30% der Patienten Kontraststufe 7 oder besser (Abb. 5). Bei der Prüfung der Blendungsempfindlichkeit erreichten binokular nur 4% einen Wert von Kontraststufe 7 oder besser und damit Nachtfahrtauglichkeit (Abb. 6).

Da eine Vielzahl von Patienten am Mesoptometer auch die höchste Kontraststufe nicht erreichte, war von mathematischer Seite her eine Korrelation zwischen den erreichten Mesoptometerkontraststufen und den Nachstarindizes schwierig. Es ergab sich bei der Spearman-Korrelation keine signifikante Korrelation zwischen dem Nachstarindex und Visus.

Kontrastsehen: bei $0,1$ und $0,032 \text{ cd/m}^2$.

Blendung: alle $p > 0,24$, alle $r < 0,22$, Spearman-Korrelation (Abb. 7, 8, 9, 10, 11).

Nachfahrtauglichkeit bei Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen

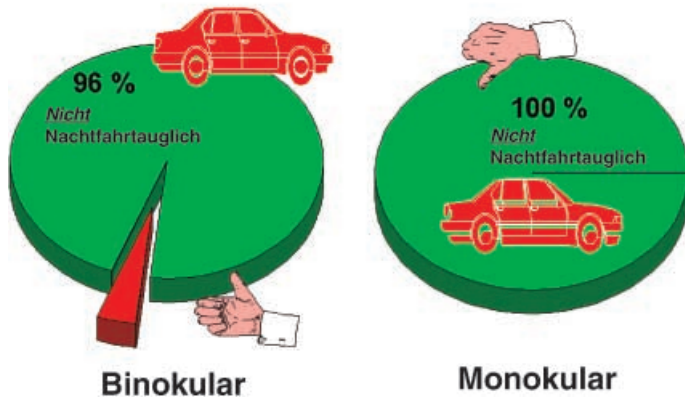


Abb. 7 ▲ Nachfahrtauglichkeit der Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen in dem untersuchten Kollektiv

Korrelation: Visus und Nachstarindex bei Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen

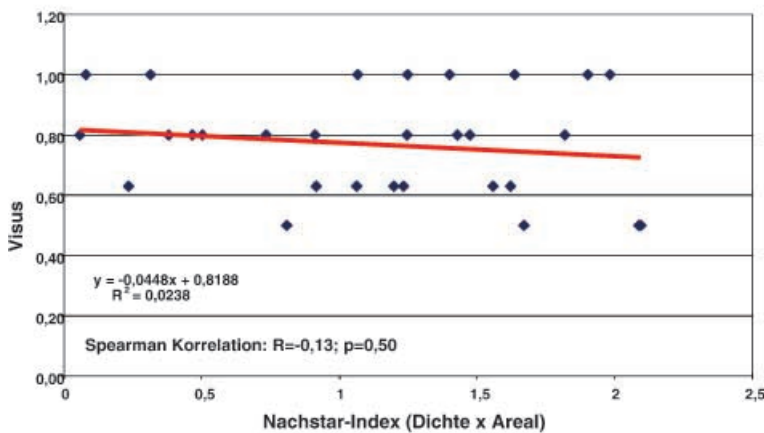


Abb. 8 ▲ Korrelation: Visus und Nachstarindex bei Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen (keine Korrelation $p=0,5$)

Korrelation: Kontrastsensitivität und Nachstarwert bei diffraktiven Multifokallinsen (Umfeldhelligkeit 0,1cd/qm)

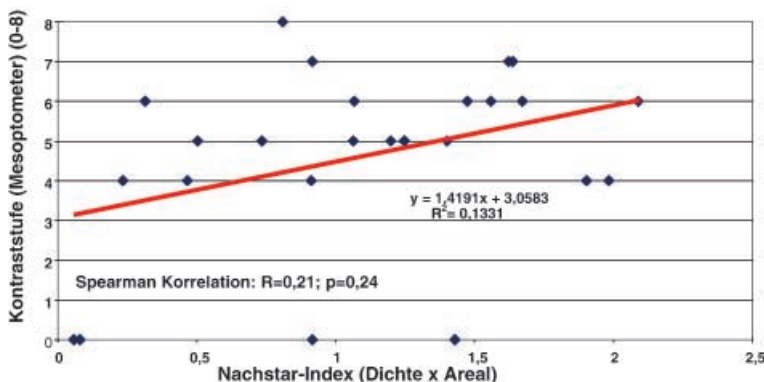


Abb. 9 ▲ Korrelation: Kontrastsensitivität und Nachstarwert bei diffraktiven Multifokallinsen (Umfeldhelligkeit 0,1 cd/m²; keine Korrelation $p=0,24$)

Diskussion

Diffraktive Multifokallinsen haben aufgrund ihres zugrunde liegenden optischen Prinzips generell ein herabgesetztes Kontrastsehvermögen und erhöhte Blendungsempfindlichkeit [2, 6, 7, 9, 10, 13, 14]. Dies wurde in zahlreichen Untersuchungen immer wieder festgestellt. Nichtsdestotrotz wird von Patientenseite her dieses Problem sehr oft als relativ gering eingeordnet und selten spontan geäußert [1, 6, 11].

Pseudophake Patienten haben generell (auch mit Monofokallinsen) ein herabgesetztes Kontrastsehvermögen und eine erhöhte Blendungsempfindlichkeit im Vergleich zu altersgleichen phaken Patienten [3, 6]. Die hier vorgestellten Ergebnisse 3 Jahre nach MIOL-Implantation zeigen jedoch überraschend schlechte Werte. Nach den ehemaligen Empfehlungen der DOG waren 96% der Patienten nicht nachfahrtauglich.

In einer Studie von 1994 konnten Auffarth et al. bei dem Vorgängermodell der Firma 3M deutlich bessere Werte bezüglich der Nachfahrtauglichkeit ermitteln [2]. Auch in dieser Studie wurden die Patienten 3 Jahre nach MIOL-Implantation untersucht. Die funktionellen Ergebnisse waren praktisch identisch, die Altersstruktur dieser Patienten ebenfalls mit der vorliegenden Studie vergleichbar. Die Nachfahrtauglichkeit war insgesamt bei 30% der MIOL-Patienten und bei 46% eine Kontrollgruppe mit Monofokallinse gegeben [2].

Der Grund für den Unterschied könnte in einer unterschiedlichen Nachstarausprägung liegen. Mit einem durchschnittlichen Nachstarwert von 1,13 und einem Trübungsareal von insgesamt etwa 60% der Optikfläche, wie in der vorliegenden Untersuchung mittels des EPCO-Analyseprogrammes ermittelt wurde, liegen die Werte über denen, die bei Standard-Monofokallinsen ähnlichen Designs nach 3 Jahren vorliegen [4]. Der Grund für eine geringere Nachstarausprägung bei den 3M-MIOL, die im Zeitraum von 1989–1991 in der vorhergehenden Studie implantiert wurden, könnte in dem damaligen Optikdesign liegen. Die 3M-Modelle 815E und 825X waren Dreistücklinsen mit den zur dieser Zeit noch relativ scharfkantigen Optikrändern. Die Pharmacia-MIOL ist dagegen oberflächentechnisch perfekt poliert und hat sehr glatte runde Optikränder.

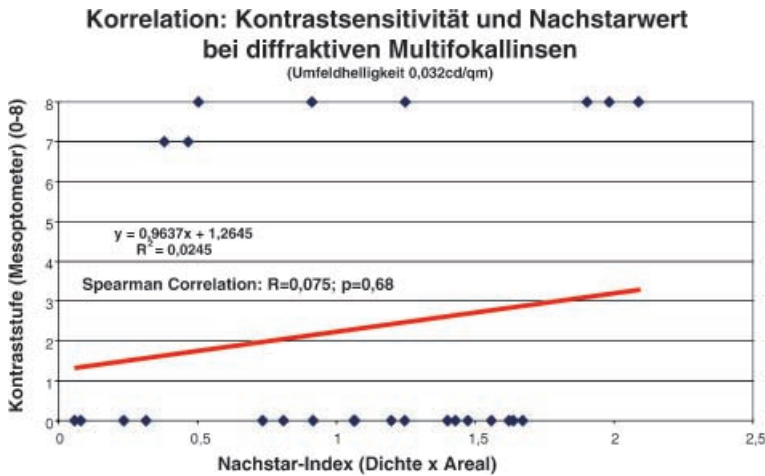


Abb.10 ▲ Korrelation: Kontrastsensitivität und Nachstarwert bei diffraktiven Multifokallinsen (Umfeldhelligkeit 0,032 cd/m²; keine Korrelation p=0,63)

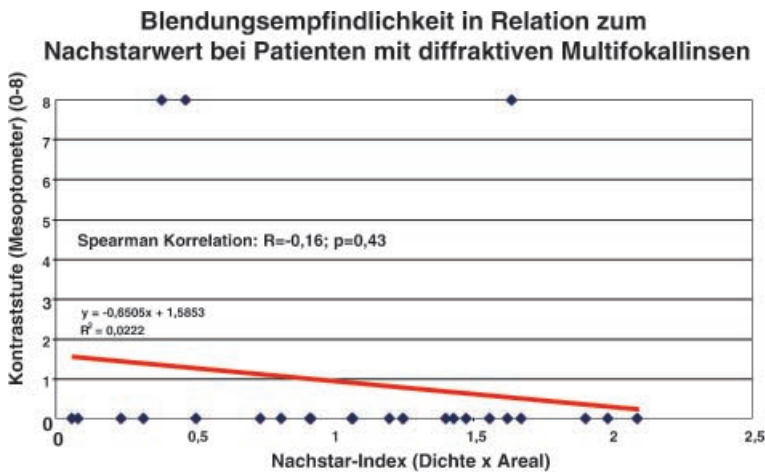


Abb.11 ▲ Blendungsempfindlichkeit in Relation zum Nachstarwert bei Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen (keine Korrelation p=0,48)

In der vorliegenden Studie konnte keine direkte Korrelation zwischen den EPCO-Werten und den am Mesoptometer erreichten Kontraststufen gefunden werden. Dies liegt zum Teil auch daran, dass das Patientenkollektiv begrenzt war und sehr viele Patienten am Mesoptometer noch nicht einmal die höchste Kontraststufe 8 erkannt hatten.

Ausblick

Als Empfehlung für die Hersteller der hier untersuchten MIOL wäre anzugeben, dass ein nachstarreduzierendes Op-

tikdesign mit scharfen Kanten hier sicher eine Verbesserung mit sich bringen könnte. Würde man dies auch noch mit einem Faltlinsenmaterial kombinieren, z. B. mit der von Pharmacia hergestellten Silikonfaltlinse (911A CeeOn Edge), so ergebe sich auch noch der Vorteil eines kleinen astigmatismusneutralen Schnittes. Da die hier untersuchten Patienten subjektiv mit den funktionellen Ergebnissen sehr zufrieden waren und die Blendungsempfindlichkeit nur im Einzelfall als sehr störend empfanden, wäre eine Verbesserung des Linsendesigns sicherlich ein Erfolg versprechender Ansatz.

1. Auffarth GU, Hunold W, Wesendahl TA (1993) Depth of focus and functional results in patients with multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 19:685–689
2. Auffarth GU, Hunold W, Breitenbach S, Mehdorn E (1994) Longterm results for glare and contrast sensitivity in patients with diffractive multifocal intraocular lenses. *Eur J Implant Refract Surg* 6:40–46
3. Auffarth GU, Hunold W, Hürtgen P, Mehdorn E, Wesendahl TA (1994) Nachfahrtauglichkeit pseudophaker Patienten *Ophthalmologie* 91:454–459
4. Auffarth GU, Peng Q (2000) Posterior capsule opacification: pathology, clinical evaluation, and current means of prevention. *Ophthalmic Practice* 18:172–182
5. Dick HB, Kruppenauer F, Schwenn O, Krist R, Pfeiffer N (1999) Objective and subjective evaluation of photic phenomena after monofocal and multifocal intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 106:1878–1886
6. Dick HB, Eisenmann D, Fabian E, Schwenn O (1999) Refraktive Kataraktchirurgie mit multifokalen Intraokularlinsen. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo
7. Grosskopf U, Wagner R, Jacobi FK, Krzizok (1998) Dämmerungsehvermögen und Blendempfindlichkeit bei monofokaler und multifokaler Pseudophakie. *Ophthalmologie* 95:432–437
8. Hunold W, Auffarth GU, Wesendahl TA, Kuck G, Mehdorn E (1993) Pseudoakkommodation von Monofokallinsen und diffraktiven Multifokallinsen. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 202:19–23
9. Liekfeld A, Walkow T, Anders N, Pham DT, Wollensak J (1998) Prospektiver Vergleich zweier Multifokallinsenmodelle. *Ophthalmologie* 95:253–256
10. Pieh S, Weghaupt H, Skorpik C (1998) Contrast sensitivity and glare disability with diffractive and refractive multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 24:659–662
11. Steinert RF (2000) Visual outcomes with multifocal intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol* 11:12–21
12. Tetz MR, Auffarth GU, Sperker M, Blum M, Völcker HE (1997) Evaluation of a photographic image analysis system for PCO scoring. *J Cataract Refract Surg* 23:1515–1520
13. Vaquero M, Encinas JL, Jimenez F (1996) Visual function with monofocal versus multifocal IOLs. *J Cataract Refract Surg* 22:1222–1225
14. Walkow T, Liekfeld A, Anders N, Pham DT, Hartmann C, Wollensak J (1997) A prospective evaluation of a diffractive versus a refractive designed multifocal intraocular lens. *Ophthalmology* 104:1380–1386