

University of Groningen

Retinal stray light originating from intraocular lenses and its effect on visual performance

van der Mooren, Marie Huibert

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2016

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

van der Mooren, M. H. (2016). *Retinal stray light originating from intraocular lenses and its effect on visual performance*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. Rijksuniversiteit Groningen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Chapter 4

Comparison of Dysphotopsia Effects in Phakic and Pseudophakic Eyes using Rostock Glare Perimeter

Reprinted from Klin Monatsbl Augenheilkd, Vol. 230, Meikies D, van der Mooren M, Guthoff RF, Stachs O, Comparison of Dysphotopsia Effects in Phakic and Pseudophakic Eyes using Rostock Glare Perimeter Pages 1213-1219 Copyright © 2013, with permission from Georg Thieme Verlag KG

*Department of Ophthalmology, University of Rostock, Germany (Meikies, Guthoff, Stachs)
AMO Groningen BV, Netherlands (van der Mooren)*

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1360125>

Abstract

Background: Pseudophakic dysphotopsia as unwanted side effect after cataract surgery are becoming increasingly important. The so-called glare perimetry allows a realistic quantification of these phenomena. The article presents the method on the example of healthy subjects and pseudophakic patients.

Patients and Methods: Using glare perimetry phakic and pseudophakic subjects were examined for differences in disability glare. For this, data from 60 phakic persons of different ages (45 ± 17.1 years) were used. As pseudophakic subjects 31 carriers of monofocal lenses (70 ± 6.7 years) and 25 carriers of multifocal lenses (71 ± 8.5 years) were tested.

Results: Disability glare was significantly smaller in the phakic group ($1.00 \pm 0.336^\circ$) than in the pseudophakic group ($1.56 \pm 0.622^\circ$). Among the pseudophakic eyes those with a multifocal lens ($1.69 \pm 0.367^\circ$) were significantly more sensitive to glare than those with a monofocal lens ($1.43 \pm 0.492^\circ$).

Conclusion: Glare perimetry allows an objective quantification of effects of dysphotopsia under realistic conditions. Pseudophakic eyes show a higher sensitivity to glare than eyes with the natural clear lens. Here, eyes with multifocal lenses prove to be particularly sensitive to glare.

Key words: disability glare, glare perimeter, pseudophakic dysphotopsia, intraocular lenses

Vergleich von Dysphotopsieeffekten bei phaken und pseudophaken Augen mit dem neuen Rostock Glare Perimeter

Zusammenfassung

Hintergrund: Pseudophake Dysphotopsien als unerwünschte Begleiterscheinungen nach Kataraktchirurgie gewinnen zunehmend an Bedeutung. Die sogenannte Glare Perimetrie ermöglicht eine realitätsnahe Quantifizierung dieser Phänomene. Der Beitrag stellt die Methode am Beispiel von augengesunden Probanden und pseudophaken Patienten vor.

Patienten und Methoden: Mithilfe der Glare Perimetrie wurden phake und pseudophake Probanden auf Unterschiede in der Blendempfindlichkeit untersucht. Dafür wurden Daten von 60 phaken Personen unterschiedlichen Alters ($45 \pm 17,1$ Jahre) genutzt. Als pseudophake Probanden wurden 31 Monofokallinsen-Träger ($70 \pm 6,7$ Jahre) und 25 Multifokallinsen-Träger ($71 \pm 8,5$ Jahre) getestet.

Ergebnisse: Die Blendempfindlichkeit war in der phaken Gruppe ($1,00 \pm 0,336^\circ$) signifikant kleiner als in der pseudophaken Gruppe ($1,56 \pm 0,622^\circ$). Unter den pseudophaken Augen waren Augen mit einer Multifokallinse ($1,69 \pm 0,367^\circ$) signifikant blendempfindlicher als solche mit einer Monofokallinse ($1,43 \pm 0,492^\circ$).

Schlussfolgerung: Die Glare Perimetrie erlaubt eine objektive Quantifizierung von Dysphotopsieeffekten unter realitätsnahen Bedingungen. Pseudophake Augen zeigen eine höhere Blendempfindlichkeit als Augen mit der natürlichen klaren Linse. Dabei erweisen sich Augen mit Multifokallinsen als besonders empfindlich gegenüber Blendung.

Schlüsselwörter: Blendempfindlichkeit, Glare Perimeter, Pseudophake Dysphotopsien, Intraokularlinsen

Einleitung

Patienten nach Katarakt-OP, die bei den traditionellen Messungen der Sehschärfe gut abschneiden, berichten teilweise über schlechtes Sehen oder Lichtsensationen in alltäglichen Situationen [1]. Zusätzliche Lichtphänomene auf der Netzhaut werden Photopsien genannt. Sie überlagern das reale Netzhautbild. Wenn sie subjektiv stören oder die Sehleistung herabsetzen, wird von Dysphotopsien gesprochen. Positive Dysphotopsien sind helle Artefakte auf der Netzhaut, die in Form von Lichtbögen, Streifen, Ringen und Halos auftreten können. Diese unerwünschten Phänomene wurden unter anderem bei Patienten nach Kataraktchirurgie mit Intraokularlinsen (= „IOLs“) aus verschiedenen Materialien gefunden [2]. Sie wurden häufig mit Kanteneffekten der IOLs in Verbindung gebracht, während negative Dysphotopsien noch weitgehend unergründet bleiben und eher mit den anatomischen Strukturen des Patienten assoziiert zu sein scheinen. Sie entstehen, wenn der Lichteinfall auf bestimmte Teile der Netzhaut verhindert wird, äußern sich als Schatten oder dunkle Punkte und können mit der Zeit verschwinden [3]. Eine Möglichkeit der Quantifizierung solcher Phänomene stellt das Rostocker Glare Perimeter dar [4]. Dieses orientiert sich an realistischen Bedingungen, wie sie im Verkehr bei Dunkelheit unter direkter Blendung durch eine starke Lichtquelle, wie z.B. Scheinwerfer eines entgegenkommenden Autos, herrschen. Damit konnte unter anderem festgestellt werden, dass eine mittlere positive Korrelation von Blendempfindlichkeit und Alter besteht und die Blendempfindlichkeit unter binokularer Summation abnimmt. Die Mehrheit der Patienten nach Kataraktchirurgie weist diese Probleme nicht auf beziehungsweise nur in bestimmten Situationen ohne subjektive Beeinträchtigung; aber ein kleiner Teil leidet an Problemen dieser Natur, die dem präoperativen Zustand vergleichbar beziehungsweise sogar größer sind [5]. Multifokallinsen-Träger berichten im Allgemeinen über ein besseres Sehvermögen, weniger Einschränkungen des Sehens und weniger Brillengebrauch als Monofokallinsen-Träger [6]. Bei vergleichbarer Sehschärfe lassen sich bei Ersteren ein besseres Sehen in der Nähe und eine größere Tiefenschärfe feststellen [7]. Multifokallinsen sind allerdings allgemein dafür bekannt, die Kontrastsensitivität in Niedrig-Kontrast-Bedingungen zu reduzieren und optische Phänomene hervorzurufen, die oft als Halos beschrieben werden [8–11]. Der theoretische Nachteil der Multifokal-IOLs ist, dass das einfallende Licht auf mehrere Fokusse verteilt wird, sodass das einzelne Netzhautbild jeweils eine geringere Lichtintensität erhält [12], und reduzierter Kontrast und Dysphotopsien begünstigt werden [13]. Im Rahmen dieser Studie sollte anhand von Probanden mit Mono- und Multifokal-IOLs auch untersucht werden, ob zwischen diesen Gruppen Unterschiede in der Blendempfindlichkeit bestehen, die mit dem Glare Perimeter messbar sind. Dysphotopsien nach Katarakt-OP werden zwar eher selten beklagt, können aber im Einzelfall so störend sein, dass die verursachende IOL zum Beispiel gegen eine IOL mit abgerundeten Kanten ausgetauscht werden muss, wodurch die Blendungsphänomene meist verschwinden [14–

16]. So waren Dysphotopsien auch der hauptsächliche Grund für den rückläufigen Gebrauch von ovoiden IOLs [17]. Pseudophake Dysphotopsien werden meist beim nächtlichen Autofahren erlebt [18] und stellen in diesem Bereich eine erhebliche Störung, wenn nicht sogar Gefahr dar. Es wurde beispielsweise gezeigt, dass einige Patienten nach Katarakt-OP eine so starke Blendempfindlichkeit besaßen, dass bei ihnen normalerweise für die Nacht keine Fahrtauglichkeit mehr vorlag [19, 20]. Dass dies keine seltenen Einzelfälle sein dürften, wird aus einer telefonischen Umfrage von Tester et al. deutlich, in deren Rahmen 40% der IOL-Träger, die nicht im Dunkeln fahren, angaben, dass der Grund Blendungsprobleme seien [2]. Alarmierend sind nicht zuletzt die Ergebnisse von Lachenmayr et al. [21], die in umfassenden Nachuntersuchungen von verunfallten Verkehrsteilnehmern nachweisen konnten, dass Unfälle bei Dunkelheit signifikant häufiger bei Personen mit reduzierter Dämmerungssehstärke und erhöhter Blendempfindlichkeit vorkamen als bei Personen mit unauffälligem mesopischen Sehvermögen. Ein wichtiger Faktor in der Diskussion über Dysphotopsien ist Streulicht. Dies ist die bekannte Ursache von Disability Glare [22]. Streulicht wirft einen Lichtschleier auf die Netzhaut, wodurch der Kontrast des realen Bildes reduziert wird. Entlang der optischen Achse kann es in der Kornea, in der kristallinen Linse, im Glaskörper und auch durch Reflektion vom Fundus entstehen. Eine erhöhte Blendempfindlichkeit (gemessen anhand von „Glare Scores“) kann mit dem Alter und bei Patienten mit Kornealödem, Hornhautnarben, Keratokonus und Linsenkapseltrübung auftreten [23]. Weiterhin kann „periphere Lichtfokussierung“ über die limbusnahe Hornhaut Blendung verursachen, sowohl bei phaken Personen als auch bei Patienten mit IOLs [24–26]. Bei Multifokal-IOLs kann der zusätzliche Fokus (im Gegensatz zu Monofokallinsen) zu einer Überlappung des retinalen Bildes durch ein zweites mit größerem Durchmesser führen. Ähnliches gilt für multifokale Kontaktlinsen [27]. Neben dem Design können auch das Material und die Optik der IOL einen Einfluss auf dysphotoptische Phänomene haben [28–31], zum Beispiel der Refraktionsindex [18] und das Kantendesign. Eine andere Ursache für Blendungsphänomene kann eine zu weite Pupille sein. Hierbei können auch Lichtstrahlen auf die Netzhaut fallen, die an der Optik vorbei in das Auge gelangen und zu einem Halo führen [32]. Positioning Holes wurden in Einzelfällen mit ungewollten Seheindrücken in Verbindung gebracht und daraufhin eliminiert [33,34].

Patienten und Methoden

Glare Perimeter

Um die Einschränkung durch Blendung realistisch abschätzen zu können, simuliert die Glare Perimetrie die alltägliche Situation, die entsteht, wenn eine Person im Straßenverkehr bei Dunkelheit von einem entgegenkommenden Fahrzeug geblendet und dadurch am Erkennen von weniger beleuchteten Objekten behindert wird. Dafür wurde eine sehr helle Lichtquelle auf einem schwarzen Hintergrund zentriert. Um das Licht

herum gibt es einen Blendungshof, in dem ein anderes Objekt geringerer Helligkeit nicht wahrgenommen werden kann. Mit zunehmender Blendempfindlichkeit wird die Fläche dieses Hofes größer. Mit Hilfe des Glare Perimeters wird eine Begrenzung dieser sogenannten „blinden Fläche“ für die jeweilige Versuchsperson festgelegt. Die resultierenden Werte repräsentieren die Blendempfindlichkeit des Probanden und ermöglichen so quantifizierbare Aussagen über Einschränkungen, wie sie auch durch Dysphotopsieeffekte bedingt sein können. In der Skizze (Abb. 1) ist der Versuchsaufbau schematisch dargestellt.

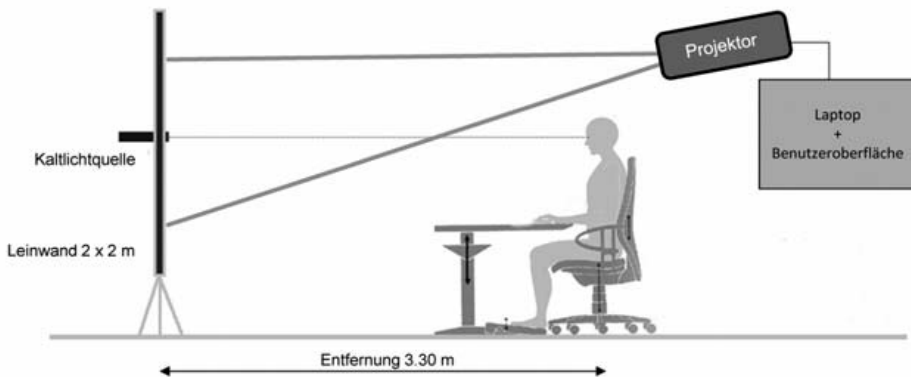


Abb. 1 Schematischer Versuchsaufbau des Glare Perimeters.

Die Messung findet in einem Raum mit skotopischen Beleuchtungsbedingungen statt. Ein Stativ mit Kinn- und Stirn-Stütze fixiert die Position der Augen. Eine Kaltlichtquelle mit Fiberoptik in Verbindung mit einem Lichtleiter (LINOS, Deutschland) liefert die zentrale Blendungsquelle mit einer Lichtintensität von 0,65 lux am Probandenaugen (gemessen mit J17, Lumacolor Photometer, Tektronix). Die Dunkeladaptionszeit beträgt 5min. Ein Beamer (HC4900, Mitsubishi, Japan) projiziert über eine Distanz von 4,50m die Benutzeroberfläche der Software Blackscren vs. 70.0 auf die Leinwand. Dazu gehört ein „schwarzer“ Hintergrund mit annähernd 0,01 cd/m² Leuchtdichte und ein weißer Punkt mit 5mm Durchmesser und 22 cd/m² Leuchtdichte als Marker, der zunächst direkt auf der Lichtquelle abgebildet wird und sich dann schrittweise in die Peripherie bewegt. Der Proband wird aufgefordert, für die Dauer der Untersuchung direkt in das zentrale Licht zu schauen. Der weiße Marker wird in 1-sekündigen Abständen automatisch schrittweise in eine zufällig bestimmte Richtung aus der Mitte heraus bewegt, dargestellt durch die gepunktete Linie nach oben links in Abb. 2. Sobald die Versuchsperson den Marker vom Blendhof der Lichtquelle unterscheiden kann, muss sie dies verbal melden. Der Marker wird dann umgehend vom Untersucher manuell gestoppt und das Computerprogramm speichert den aktuellen Abstand zur zentralen Lichtquelle ab. Anschließend wird zufällig die Richtung geändert, sodass letztendlich 12 Richtungen im Abstand von 30° untersucht

werden und zwar jeweils mit insgesamt 3 Wiederholungen pro Messung. Die Endpunkte aller 12 untersuchten Winkel (siehe Abb. 2) markieren jeweils den Rand der „blinden Fläche“. Wenn diese als Kreisfläche angenommen wird, besitzt sie einen definierten Radius. Dieser Radius auf der Leinwand wird in einem bestimmten Sehwinkel im Probandenauge abgebildet. Dieser Winkel in Grad wird als Dimension der „Blendempfindlichkeit“ verwendet.

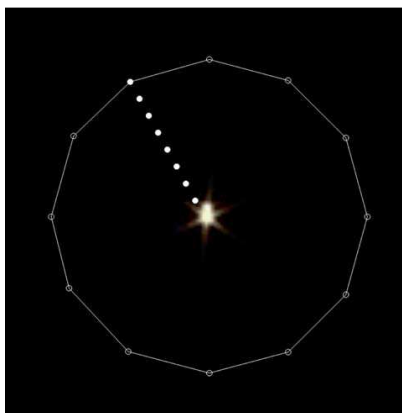


Abb. 2 Ausmessung des Blendhofs (Erläuterungen siehe Text).

Probandenauswahl

Ziel dieser Studie war die Untersuchung von augengesunden Probanden und Patienten mit verschiedenen Intraokularlinsen auf eventuelle Unterschiede. Dafür wurde die Glare Perimetrie an insgesamt 218 Augen von 3 verschiedenen Probandengruppen angewendet. Dabei handelte es sich um 1. „phake“ Testpersonen 2. Patienten nach Katarakt-OP mit Monofokal-Intraokularlinsen 3. Patienten nach Katarakt-OP mit Multifokal-Intraokularlinsen. Die Probanden in Gruppe (2) und (3) mit Intraokularlinsen werden im folgenden Text auch zusammenfassend als „Pseudophake“ bezeichnet. Als Kontrollgruppe stellvertretend für die nicht kataraktoperierte Population wurden die Ergebnisse der 60 phaken Personen in 6 verschiedenen Altersgruppen (siehe Tab. 1) verwendet, welche in der ersten Studie zum Glare Perimeter [4] untersucht worden waren. Der Altersdurchschnitt lag in diesem Kollektiv bei $45 \pm 17,1$ Jahren. 33 der Probanden waren weiblich, 27 männlich. Alle phaken Augen wiesen einen bestkorrigierten Visus von mindestens 1,0 auf. Weiterhin wurden auch 31 Monofokallinsen-Träger mit einem durchschnittlichen Alter von $70 \pm 6,7$ Jahren untersucht. Darunter befanden sich 20 weibliche und 11 männliche Probanden. Nur die operierten Augen wurden getestet (insgesamt = 48). Der Visus reichte in dieser Gruppe von 0,5 bis 1,25. Der postoperative Zeitraum nach IOL-Implantation betrug $9 \pm 20,9$ Monate. Es wurden auch die Messergebnisse jeweils beider Augen von 25 Multifokallinsen-Trägern mit einem

Altersdurchschnitt von $71 \pm 8,5$ Jahren erhoben. Darunter befanden sich 14 Frauen und 11 Männer (ngesamt = 50). Für dieses Kollektiv wurden Visuswerte von 0,4 bis 1,0 erhoben. Die Messungen wurden $16 \pm 16,8$ Monate nach Implantation durchgeführt. Die Multifokallinsen-Gruppe setzte sich aus 16 Probanden mit jeweils einer Silikon-IOL in dem einen und einer Akryl-IOL im 2. Auge zusammen und 9 Probanden mit IOLs von asymmetrischer Lichtverteilung. Im Folgenden wird für „multifokale Intraokularlinse“ auch die Abkürzung „MIOL“ verwendet. Der Mittelwert des bestkorrigierten Fernvisus [logMAR] betrug $-0,07 (\pm 0,039)$ für die phake Gruppe, $0,01 (\pm 0,074)$ für die monofokale und $0,12 (\pm 0,092)$ für die multifokale Gruppe. Eventuelle Refraktionsfehler wurden für die Messungen korrigiert. Umeinemöglichst hohe Vergleichbarkeit der Probandengruppen (phak, pseudophak monofokal, pseudophak monofokal) zu garantieren, ist eine Subdifferenzierung der Patientengruppen notwendig. Diese erfolgte nach bestkorrigiertem Visus. Somit wurde eine gesonderte Analyse aller gemessenen Augen und der Subgruppen mit einem bestkorrigierten Visus $\geq 0,9$ (b) bzw. 1,0 vorgenommen. Nach Erhebung der persönlichen Daten (Name, Geburtsdatum und Geschlecht) wurde mit Hilfe von Sehprobentafeln der Visus (im Dezimalsystem) bestkorrigiert bestimmt, bei den phaken Probanden mittels Spaltlampenmikroskopie eine Katarakt ausgeschlossen und bei den pseudophaken Probanden der Linsentyp und der Zeitpunkt der Implantation (Monat/Jahr) erfragt.

Tab. 1 Einteilung der phaken Gruppe nach dem Alter der Probanden

Altersgruppe der Phake	N
bis 24 Jahre	10
25-34 Jahre	10
35-44 Jahre	10
45-54 Jahre	10
55-64 Jahre	10
65-74 Jahre	10

Statistische Auswertung

Die statistischen Berechnungen wurden mit SPSS 15.0 durchgeführt. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden alle phaken und nur solche pseudophaken Augen berücksichtigt, die einen bestkorrigierten Visus von mindestens 0,9 aufwiesen (175 von 218). Da ein Visus von 1,0 bei nur 14 Augen mit Monofokallinsen und nur 2 Augen mit Multifokallinsen vorlag, wurden für die meisten statistischen Berechnungen alle pseudophaken Augen mit einem Visus von $\geq 0,9$ einbezogen (n „monofokal“ = 27, n „multifokal“ = 14). Für vergleichende Untersuchungen zwischen phaken und pseudophaken Augen wurden nur die Daten von Augen mit gleichem Visus (1,0) verwendet. Als Grundlage für die Ermittlung statistischer Kenngrößen wurde die Blendempfindlichkeit [Grad] verwendet. Das Signifikanzniveau wurde auf 5% festgelegt.

Ergebnisse

Messungen an einzelnen Probanden

Die ersten Probemessungen erfolgten an 3 weiblichen Versuchspersonen mit einem Visus von 1,0 und ohne Augenerkrankungen, abgesehen von der vorausgegangenen senilen Katarakt der pseudophaken Probanden (Tab. 2). Zu Beginn wurde die mit dem Glare Perimeter gemessene Blendempfindlichkeit als Flächeninhalt der „blinden Fläche“ auf der Leinwand angegeben, was eine erste, anschauliche Auswertung ermöglichte (Abb. 3). Es wird deutlich, dass die Blendempfindlichkeit am kleinsten bei der phaken Testperson und am größten bei der Probandin mit der Multifokallinse ist. Die Multifokallinsen- Trägerin wurde jeweils rechts und links monokular und binokular untersucht. Daraus ergaben sich die in Abb. 4 dargestellten Werte der Blendempfindlichkeit. Diese ersten Ergebnisse waren vielversprechend und sollten daher in einem großen Kollektiv auf allgemeine Gültigkeit geprüft werden. Dafür wurden insgesamt 218 Augen von 116 Probanden mit der Glare Perimetrie untersucht. 67 (57,8%) der Versuchspersonen waren weiblich, 49 (42,2%) männlich.

Tab. 2 Charakterisierung der ersten einzelnen Probanden

Proband	Alter	Linse
1	39	beidseits natürliche kristalline Linse
2	85	im rechten Auge Monofokallinse (Acriflex 414 (jetzt: Lentis L-200);Wavelight AG,Erlangen; Silikon;+21,0Dpt.)43Monate postoperativ
3	70	Multifokallinse(Acrysof ReSTOR Natural 10L (SN60D3);Alcon;Akryl;20,5Dpt.) rechtes Auge circa 3 Monate, linkes Auge circa 2 Monate postoperativ

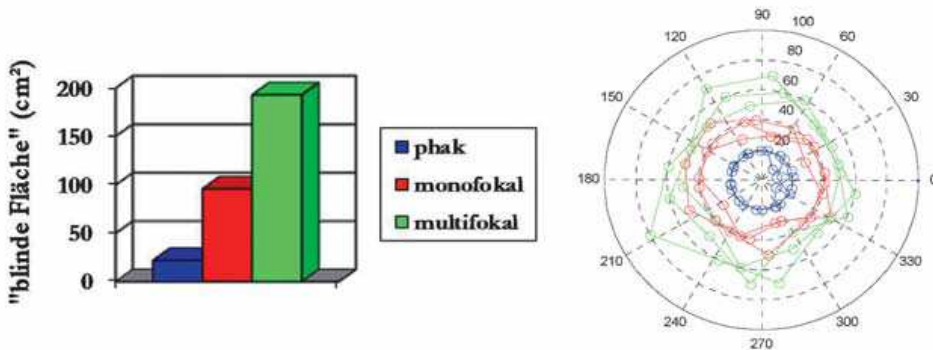


Abb. 3 Erste Ergebnisse der Blendempfindlichkeitsmessung an einzelnen Probanden (jeweils das rechte Auge wurde gemessen): Links ist schematisch der Flächeninhalt der „blinden Fläche“ dargestellt. Rechts sind die korrespondierenden Begrenzungen der „blinden Fläche“ aus allen 3 Untersuchungsdurchgängen gegenübergestellt.

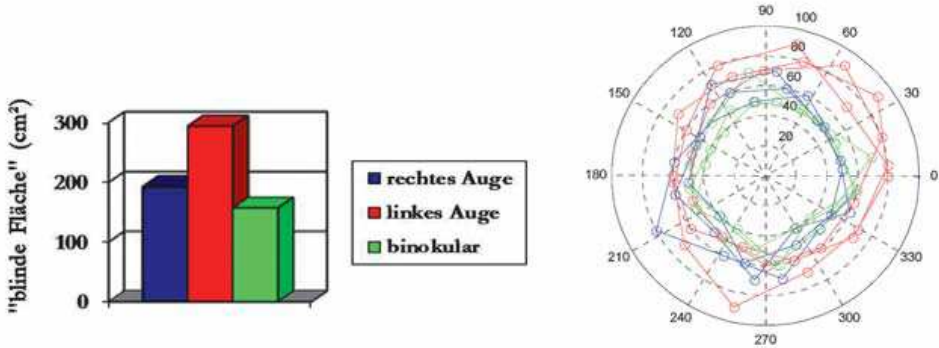


Abb. 4 Monokulare und binokulare Blendempfindlichkeit der Multifokallinsen-Trägerin (=,blinde Fläche“) von rechtem (blau) und linkem (rot) Auge: Sie war bei den einzelnen Augen unterschiedlich groß und jeweils größer als die in der binokularen (grün) Messung.

Häufigkeitsverteilung der gemessenen Blendempfindlichkeit

In Abb. 5 ist die Häufigkeitsverteilung der Blendempfindlichkeit für alle untersuchten Augen (a), alle Augen mit einem bestkorrigierten Visus von $\geq 0,9$ (b) und alle Augen mit einem bestkorrigierten Visus von $\geq 1,0$ (c) zusammengefasst. In den Boxplots in Abb. 6 wurden die 3 Probandengruppen bezüglich der gemessenen Blendempfindlichkeit gegenübergestellt. In Abb. 6a sind alle Probanden berücksichtigt, in Abb. 6b alle Probanden mit einem bestkorrigierten Visus $\geq 0,9$ und in Abb. 6c vergleichbare Probanden mit einem bestkorrigierten Visus von 1,0 und einem Alter von 65 bis 74 Jahren.

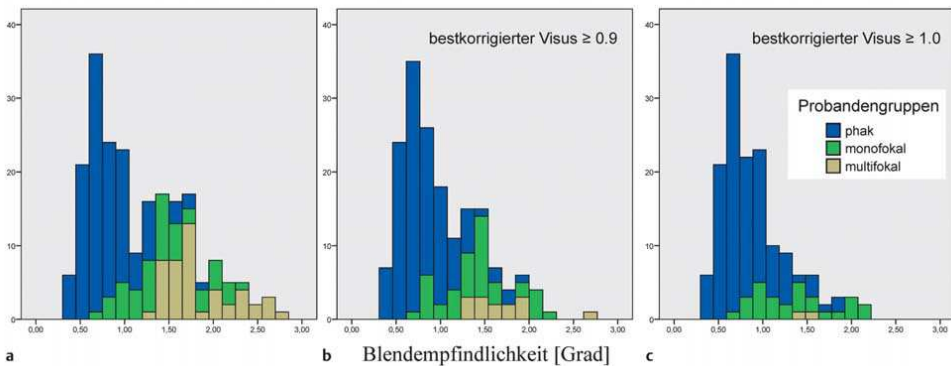


Abb. 5 Summierte absolute Häufigkeiten der Blendempfindlichkeit: alle untersuchten Augen (a), alle Augen mit einem bestkorrigierten Visus $\geq 0,9$ (b), alle Augen mit einem bestkorrigierten Visus $\geq 1,0$ (c).

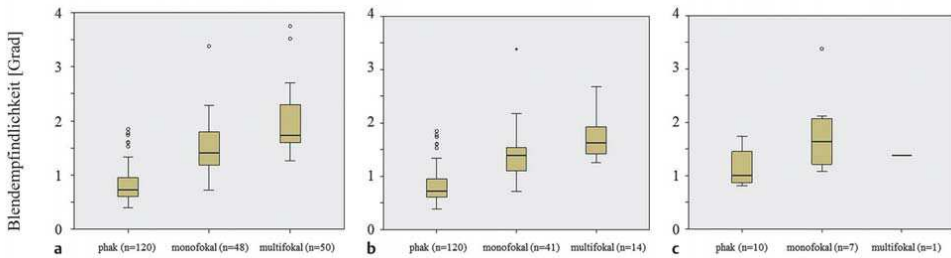


Abb. 6 Blendempfindlichkeit unterschieden nach Probandengruppen: alle Augen (a), alle gemessenen Augen mit einem bestkorrigierten Visus $\geq 0,9$ (b), alle Augen mit bestkorrigiertem Visus = 1,0 und Alter des Probanden zwischen 65 und 74 Jahren (c).

Vergleich der Probandengruppen

Die Blendempfindlichkeit aller untersuchten Augen war am geringsten in der phaken Gruppe mit $0,81 (\pm 0,303)^\circ$ und am höchsten in der multifokalen Gruppe mit $1,78 (\pm 0,357)^\circ$. Die Blendempfindlichkeit der monofokalen Gruppe lag mit $1,46 (\pm 0,489)^\circ$ dazwischen (Abb. 6a). Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass phake Personen mit einem Visus von 1,0 mit $p < 0,001$ statistisch hoch signifikant weniger blendempfindlich sind ($1,00 \pm 0,336^\circ$) als die Träger einer IOL ($1,56 \pm 0,622^\circ$). Da, wie bereits gezeigt wurde, ein Einfluss des Alters auf die Blendempfindlichkeit besteht, wurden gesondert die Messergebnisse von Probanden mit einem vergleichbaren Alter, im konkreten Fall von 65 bis 74 Jahren, betrachtet (Abb. 6c). Auch in diesem Fall besteht statistisch signifikant eine niedrigere mittlere Blendempfindlichkeit der Phaken ($1,16 \pm 0,340^\circ$) gegenüber den IOL-Trägern ($1,74 \pm 0,74$) mit $p = 0,028$. Bei vergleichbarer Sehschärfe (bestkorrigierter Visus $\geq 0,9$) war die Blendempfindlichkeit der multifokalen Gruppe statistisch signifikant ($p = 0,020$) höher als die der Monofokalen ($1,69 \pm 0,367^\circ$ vs. $1,43 \pm 0,492^\circ$, siehe Abb. 6b). Dabei war das durchschnittliche Alter vergleichbar: $67,3 \pm 7,69$ Jahre in der multifokalen und $68,8 \pm 7,32$ Jahre in der monofokalen Gruppe.

Diskussion

Als markantes Ergebnis ging aus dieser Studie hervor, dass Pseudophake eine höhere Blendempfindlichkeit aufwiesen als gesunde Phake. Hingegen lagen die Streulichtwerte der Pseudophaken in den Messungen von De Vries et al. größtenteils unter denen von Phaken (ohne Katarakt oder Blendbeschwerden) gleichen Alters. Zu berücksichtigen ist hier jedoch die größere Exzentrizität auf der Netzhaut (~ 7 Grad beim C-Quant versus ~ 1 – 2 Grad bei der Glare Perimetrie) [35]. Als Begründung der „super-normalen“ Werte der Pseudophaken wurde zu bedenken gegeben, dass IOLs im Gegensatz zur älteren kristallinen Linse keine Lamellen haben, klar und dünner sind [22]. Signifikant niedriger seien die Werte aber nur bei Probanden mit einem Alter von mindestens 70 Jahren, was damit begründet wird, dass ab diesem Alter in der Normalpopulation ein gravierender Anstieg des Streulichtlevels von statten geht, was eine größere Verbesserung durch IOL-Implantation zulässt. Aus dieser Reduktion der Streulichtwerte leiteten de Vries et al. eine Reduktion von Blendung und Halos ab [35]. Aus diesen Unterschieden lässt sich schlussfolgern, dass Streulicht nicht gleichbedeutend mit Blendempfindlichkeit, gemessen mit dem Glare Perimeter, ist, und dass pseudophake Dysphotopsien vielleicht stärker von anderen Faktoren, wie zum Beispiel retinaler und zentraler Reizverarbeitung, beeinflusst werden als durch das Streulicht an sich. Weiterhin konnte herausgestellt werden, dass innerhalb der Gruppe der Intraokularlinsen-Träger die Monofokallinsen den Multifokallinsen bezüglich der Blendempfindlichkeit überlegen waren. Dieses Ergebnis geht konform mit einer Studie von Hessemer et al. aus dem Jahr 1994, wo bei den damals untersuchten diffraktiven multifokalen IOLs das mesopische Sehen ohne und unter Blendung schlechter ausfiel als bei monofokalen IOLs [36]. Auch bei Testung der Tritan Colour Contrast Sensitivity unter Blendung zeigten refraktive Multifokal-IOLs schlechtere Werte als Monofokal-IOLs [13]. Mit der Compensation Comparison Method wurden bezüglich des Streulichtlevels ebenfalls niedrigere Werte bei den Monofokal-IOLs gemessen als bei den Multifokal-IOLs [35]. Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Mono und Multifokal-IOLs hingegen wurden in einer Untersuchung der Kontrastempfindlichkeit unter Blendung mit Halogenlicht gefunden, wie es in Scheinwerfern im Straßenverkehr Verwendung findet [37].

Bewertung von IOLs

In der bisherigen Literatur wurden diverse Untersuchungstechniken zur Beurteilung von IOLs angewendet, darunter eine ganze Reihe physikalischer Tests, aber auch subjektive Einschätzungen in Form von Patientenbefragungen. Neben diesen vorhandenen Kriterien zur Bewertung von IOLs kann auch das Glare Perimeter seinen Beitrag leisten. Unerwünschte optische Effekte kämen laut Häring et al. bei refraktiven MIOs signifikant häufiger vor als bei Monofokal-IOLs. In dieser Studie konnte mit dem Glare Perimeter bei diffraktiven MIOs eine höhere Blendempfindlichkeit festgestellt werden als bei

verschiedenen Monofokal-IOLs, was die Ergebnisse von Häring unterstützen könnte. Im Gegensatz dazu stellten Eisenmann et al. [38] keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen monofokalen und refraktiven Array Multifokal-IOLs fest. Aufgrund der zahlreichen, zum Teil sehr theoretischen, angewendeten Testmethoden ist ein direkter Vergleich der bisherigen Forschungsergebnisse kaum möglich. Eine Methode zur einheitlichen Messung und somit zur Feststellung signifikanter Unterschiede ist nötig, um effektive Verbesserungen der IOL-Verträglichkeit zu ermöglichen. Hier könnte das Glare Perimeter Verwendung finden.

Kataraktchirurgie

Blendempfindlichkeit stellt eine häufige Beschwerde bei Patienten mit Katarakt dar. Nun stellt sich die Frage, ob allein dieser Leidensdruck bei beginnender, noch nicht visusrelevanter Katarakt bereits eine OP rechtfertigt. Dazu können die Ergebnisse einer Studie von Tester et al. herangezogen werden [2]. Sie befragten telefonisch 302 Patienten nach Katarakt-OP und 50 Kontrollpatienten mit Presbyopie über Blendung, Lichtempfindlichkeit und ungewollte Seheindrücke. IOL-Träger mit Linsen aus anderem Material als PMMA berichteten zu 12 bis 26% über Blendung, was auch 22% der Kontrollpatienten taten. Daraus schlussfolgerten sie, dass die zuvor genannten IOLs eine ähnliche Prävalenz von Blendungseffekten haben wie eine beginnende Katarakt. Das bloße Auftreten von Blendempfindlichkeit sollte tendenziell eher nicht zur Entscheidung für die OP führen, wenn das Auftreten ähnlicher Beschwerden postoperativ fast genauso wahrscheinlich ist. Allerdings wird bei dieser Überlegung nur dem Aspekt der Häufigkeit von Blendphänomenen Rechnung getragen. Mithilfe des Glare Perimeters wäre nun auch eine Quantifizierung der Blendbeschwerden möglich und somit ein Vergleich zwischen Katarakt- und pseudophaken Patienten. Damit ließe sich unter Umständen aufzeigen, dass die Beeinträchtigung der Patienten durch Blendempfindlichkeit bei beginnender, noch nicht visusrelevanter Katarakt stärker ist als beim Tragen von Intraokularlinsen. Dies könnte einen früheren operativen Eingriff bei noch tolerablem Visus und geringem klinischen Erscheinungsbild rechtfertigen.

Beurteilung der Nachtfahrtauglichkeit

Neben optischen Voraussetzungen beeinflussen auch motorischkoordinative und konditionelle Aspekte die Fahrtauglichkeit, wie sie auch bei Untersuchungen mit dem Glare Perimeter eine Rolle spielen. Da Blendempfindlichkeit den einzelnen Probanden teilweise selbst nicht auffällt, lauern im nächtlichen Straßenverkehr zusätzlich Gefahren, die mit dem Glare Perimeter aufgedeckt werden könnten. In einer Studie von Eisenmann et al. [38] zeigten Patienten mit Katarakt eine signifikant schlechtere Kontrastempfindlichkeit unter Blendung, größere Halos und einen ausgeprägteren Visusabfall bei Gegenlicht als pseudophake Patienten mit monofokaler oder multizonal

progressiver IOL. Er fordert dementsprechend eine besonders kritische Untersuchung auf Nachtfahrtauglichkeit von Patienten mit beginnender Katarakt bei eventuell noch für den Führerschein ausreichender Sehschärfe. Hier läge ein weiteres mögliches Anwendungsgebiet für das Glare Perimeter. Die Ergebnisse dieser Studie bezüglich der Blendempfindlichkeit tragen auch ein weiteres Stück dazu bei, die Nachtfahrtauglichkeit von Patienten mit Multifokal-IOLs kritisch zu betrachten, die bereits seit ihrer Markteinführung im Jahr 1993 diskutiert wird [39].

Schlussfolgerung

Trotz guter bis sehr guter Ergebnisse bei den traditionellen Messungen der Sehqualität stellen Dysphotopsien ein großes postoperatives Problem in der Kataraktchirurgie dar, besonders bei Patienten mit Multifokallinsen. Dass der untersuchende Augenarzt womöglich keine Ursache am Auge beziehungsweise der IOL finden kann, mag den Patienten nur noch zusätzlich irritieren. Ebenso können subjektiv schwere Beeinträchtigungen durch erhöhte Blendempfindlichkeit bei Patienten mit beginnender Katarakt schon vorliegen, bevor eine Visusreduktion eingetreten ist, die eine Operation rechtfertigen würde. Mit dem Glare Perimeter konnten sowohl zwischen phaken und pseudophaken Probanden als auch zwischen verschiedenen Linsendesigns Unterschiede gefunden werden. Weiterführende Untersuchungen mit einer höheren Probandenzahl in den einzelnen Gruppen sind notwendig, um die Signifikanz der gefundenen Unterschiede zu erhöhen. Um eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Probandengruppen zu garantieren müssen diese alters- und visusgematcht sein. Die gegenwärtigen Untersuchungen

zeigen Unterschiede in den Blendungseffekten bei IOLs verschiedenen Designs (monofokal, multifokal), wobei unterschiedliche Designvarianten multifokaler IOL noch genauer untersucht werden müssen. Diagnostische Bedeutung kann das Glare Perimeter haben, wenn mithilfe der dadurch nachgewiesenen kritischen Blendempfindlichkeit zum Beispiel früher eine OP gerechtfertigt ist. Schließlich kann schon bei beginnender Katarakt das Sehvermögen unter Blendung so eingeschränkt sein, dass eine Nachtfahrtauglichkeit nicht mehr gegeben ist [38].

Interessenkonflikt

Nein

Literatur

- 1 Nadler D. Glare and Contrast Sensitivity in Cataracts and Pseudophakia. In: Nadler M, Miller D, Nadler D, Eds. *Glare and Contrast Sensitivity for Clinicians*. New York: Springer; 1990: 53–65
- 2 Tester R, Pace NL, Samore M et al. Dysphotopsia in phakic and pseudophakic patients: incidence and relation to intraocular lens type(2). *J Cataract Refract Surg* 2000; 26: 810–816
- 3 Mahar PS. Negative dysphotopsia after uncomplicated phacoemulsification. *Pak J Ophthalmol* 2013; 29: 53–56
- 4 Meikies D, van der Mooren M, Terwee T et al. Rostock Glare Perimeter: a distinctive method for quantification of glare. *Optom Vis Sci* 2013, 90: 1143–1148
- 5 Schwiegerling J. Recent developments in pseudophakic dysphotopsia. *Curr Opin Ophthalmol* 2006; 17: 27–30
- 6 Javitt JC, Wang F, Trentacost DJ et al. Outcomes of cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: functional status and quality of life. *Ophthalmology* 1997; 104: 589–599
- 7 Arens B, Freudenthaler N, Quentin CD. Binocular function after bilateral implantation of monofocal and refractive multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 399–404
- 8 Steinert RF, Aker BL, Trentacost DJ et al. A prospective comparative study of the AMO ARRAY zonal-progressive multifocal silicone intraocular lens and a monofocal intraocular lens. *Ophthalmology* 1999; 106: 1243–1255
- 9 Holladay JT, Van Dijk H, Lang A et al. Optical performance of multifocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1990; 16: 413–422
- 10 Gimbel HV, Sanders DR, Raanan MG. Visual and refractive results of multifocal intraocular lenses. *Ophthalmology* 1991; 98: 881–887, discussion 888
- 11 Rossetti L, Carraro F, Rovati M et al. Performance of diffractive multifocal intraocular lenses in extracapsular cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20: 124–128
- 12 Maxwell A, Nordan LT. Multifocal intraocular lenses. In: Thorofare NJ, Ed. *Current concepts of multifocal intraocular lenses*. New York: McGraw-Hill Professional; 1991
- 13 Pieh S, Hanselmayer G, Lackner B et al. Tritan colour contrast sensitivity function in refractive multifocal intraocular lenses. *Br J Ophthalmol* 2001; 85: 811–815
- 14 Farbowitz MA, Zabriskie NA, Crandall AS et al. Visual complaints associated with the AcrySof acrylic intraocular lens(1). *J Cataract Refract Surg* 2000; 26: 1339–1345
- 15 Ellis MF. Sharp-edged intraocular lens design as a cause of permanent glare. *J Cataract Refract Surg* 2001; 27: 1061–1064
- 16 Davison JA. Clinical performance of Alcon SA30AL and SA60 AT singlepiece acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 1112–1123
- 17 Leaming DV. Practice styles and preferences of ASCRS members–1993 survey. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20: 459–467
- 18 Davison JA. Positive and negative dysphotopsia in patients with acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26: 1346–1355

- 19 Aust W. [Scattered light in implanted artificial lenses in a model trial]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1986; 188: 69–71
- 20 van der Heijde GL, Weber J, Boukes R. Effects of straylight on visual acuity in pseudophakia. *Doc Ophthalmol* 1985; 59: 81–84
- 21 Lachenmayr B, Buser A, Keller O. Sehstörungen als Unfallursache. In: *Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW; 1996
- 22 Van Den Berg TJ, Van Rijn LJ, Michael R et al. Straylight effects with aging and lens extraction. *Am J Ophthalmol* 2007; 144: 358–363
- 23 JK IJ, deWaard PW, van den Berg TJ et al. The intraocular straylight function in 129 healthy volunteers; dependence on angle, age and pigmentation. *Vision Res* 1990; 30: 699–707
- 24 Coroneo MT, Pham T, Kwok LS. Off-axis edge glare in pseudophakic dysphotopsia. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29: 1969–1973
- 25 Kwok LS, Daszynski DC, Kuznetsov VA et al. Peripheral light focusing as a potential mechanism for phakic dysphotopsia and lens phototoxicity. *Ophthalmic Physiol Opt* 2004; 24: 119–129
- 26 Maloof AJ, Ho A, Coroneo MT. Influence of corneal shape on limbal light focusing. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994; 35: 2592–2598
- 27 Pieh S, Lackner B, Hanselmayer G et al. Halo size under distance and near conditions in refractive multifocal intraocular lenses. *Br J Ophthalmol* 2001; 85: 816–821
- 28 Arnold PN. Photic phenomena after phacoemulsification and posterior chamber lens implantation of various optic sizes. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20: 446–450
- 29 Masket S, Geraghty E, Crandall AS et al. Undesired light images associated with ovoid intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19: 690–694
- 30 Wallin TR, Hinckley M, Nilson C et al. A clinical comparison of singlepiece and three-piece truncated hydrophobic acrylic intraocular lenses. *Am J Ophthalmol* 2003; 136: 614–619
- 31 Bournas P, Drazinos S, Kanellas D et al. Dysphotopsia after cataract surgery: comparison of four different intraocular lenses. *Ophthalmologica* 2007; 221: 378–383
- 32 Mellerio J, Palmer DA. Entopic halos. *J Physiol* 1969; 201: 62P–63P
- 33 Landry RA. Unwanted optical effects caused by intraocular lens positioning holes. *J Cataract Refract Surg* 1987; 13: 421–423
- 34 Apple DJ, Lichtenstein SB, Heerlein K et al. Visual aberrations caused by optic components of posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 1987; 13: 431–435
- 35 de Vries NE, Franssen L, Webers CA et al. Intraocular straylight after implantation of the multifocal AcrySof ReSTOR SA60D3 diffractive intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 957–962
- 36 Hessemer V, Frohloff H, Eisenmann D et al. [Mesoptic vision in multiband monofocal pseudophakia and in phakic control eyes]. *Ophthalmologie* 1994; 91: 465–468
- 37 Schmitz S, Dick HB, Krummenauer F et al. Contrast sensitivity and glare disability by halogen light after monofocal and multifocal lens implantation. *Br J Ophthalmol* 2000; 84: 1109–1112
- 38 Eisenmann D, Jacobi FK, Dick B et al. [Glare sensitivity of phakic and pseudophakic eyes]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1996; 208: 87–92
- 39 Hessemer V, Eisenmann D, Jacobi KW. [Multifocal intraocular lenses – an assessment of current status]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1993; 203: 19–33