

FORTSCHRITT SEHEN

Im Dialog vor Ort: Augenklinik des
Städtischen Klinikums Karlsruhe

Samstag, 21. November 2015

Wie gefährlich ist blaues Licht?	2
Prof. Dr. Albert J. Augustin, Direktor der Augenklinik am Städtischen Klinikum Karlsruhe	
Filtergläser in der Augenoptik	4
M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Manja Peschel, Dozentin der Fielmann Akademie Schloss Plön	
Internetbrillen – Schund oder Schnäppchen?	5
B.Sc. Alex Ritsche, Augenoptikermeister, Dozent der Fielmann Akademie Schloss Plön	
Indikationen für Cataract- und Refraktivchirurgie in der Praxis des „Landoperateurs“	6
Dr. med. Dirk Werdermann, Augenarzt, Mainklinik Ochsenfurt	
Update Refraktive Hornhautchirurgie	9
Joachim Fiedler, Leiter Applikationssupport Refraktive Laser, Carl Zeiss Meditec AG, Jena	
Refraktionsgenauigkeit – 2D vs. 3D	11
Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Grein, Leiter Wissenschaft der Fielmann Akademie	

WIE GEFÄHRLICH IST BLAUES LICHT?

Prof. Dr. Albert J. Augustin, Direktor der Augenklinik am Städtischen Klinikum Karlsruhe

Ohne die Strahlung der Sonne wäre das Leben auf der Erde undenkbar. Sie steuert den Hormonhaushalt, das Immunsystem und den Stoffwechsel, sie wird in allen Zellen gespeichert und regelt die Kommunikationsprozesse im Körper. Wie Paracelsus bereits formulierte, macht jedoch auch bei der Strahlung die Dosis das Gift. Ein Übermaß an energiereicher, kurzwelliger Strahlung kann das menschliche Auge in jedem Lebensalter schädigen. Die Hornhaut absorbiert in erster Linie UV-C und UV-B-Strahlung, die Augenlinse nimmt vor allem die Strahlung im Bereich UV-B bis UV-A auf. Ein geeigneter Filter, der die Strahlungswirkung des UV-C bis UV-A vermindert, stellt eine erhebliche Entlastung für Kornea und Augenlinse dar. Etwa 30 bis 40 Prozent der altersbedingten Hornhaut- und Bindehautveränderungen, wie Pinguecula oder Pterygium, sind auf UV-Schäden zurückzuführen. Ebenso wird der kurzwelliger Strahlung eine nicht unerhebliche Beteiligung bei der Entstehung einer Katarakt zugeschrieben.

Nach der Auswahl der Linsenparameter macht der Kunde einen ersten Trageversuch (Toleranzzeit). Dann erfolgt die Beurteilung der weichen Linse, welche alles andere als einfach ist. Im Gegensatz zur Beurteilung formstabiler KL, die durch die Fluobildanalyse eindeutig ist, liefert die Beurteilung der weichen KL sehr selten ganz offensichtliche Anzeichen für einen schlechten Sitz, wie zum Beispiel Lens Buckling (Falten schlagen am Rand).

Bis zu 90 Prozent des kurzwelligen Lichts im Wellenlängenbereich von 430 bis 510 nm dringt zur Netzhaut vor und hat nach experimentellen und epidemiologischen Untersuchungen neben der UV-Strahlung einen wesentlichen Anteil an der Entstehung von Netzhautveränderungen. Bei der Umwandlung von Lichtreizen in der Netzhaut wird ein photochemischer Prozess in Gang gesetzt, bei dem Abbauprodukte entstehen. Diese werden zum größten Teil durch das retinale Pigmentepithel zerlegt und in die Aderhaut abgegeben. Ein kleiner Teil der Abbauprodukte (Lipofuszin) wird in den Zellen des retinalen Pigmentepithels abgelagert und im Laufe des Lebens angereichert. Lipofuszin kann durch kurzwellige Strahlung im Bereich von 480 nm zur Fluoreszenz angeregt werden. Dieser Vorgang regt oxidative Prozesse an, die die Makula irreversibel schädigen können. Schutz vor den oxidativen Prozessen erhält die Makula durch dichte Pigmenteinlagerungen, Lutein und Zeaxanthin, die zusammen mit Melanin als „innere Sonnenbrille“ wirken und zudem einen starken antioxidativen Effekt besitzen. Ab dem mittleren Lebensalter und mit zunehmender Katarakt nehmen die antioxidativen Substanzen im Makulabereich ab. Ein oxidativer Schaden wird daher mit zunehmendem Alter und erhöhter Lichtexposition wahrscheinlicher. Um diesem Prozess vorzubeugen, kann es hilfreich sein, Lutein in hoher Konzentration mit der Nahrung oder in Form von Nahrungsergänzungsmitteln zuzuführen. In mehreren Studien konnte belegt werden, dass dies zu weniger Ablagerungen auf der Netzhaut und einem verringertem Risiko für die Entwicklung von Katarakt und altersabhängiger Makuladegeneration in feuchter und trockener Form führen kann.

Zusammenfassend führen die oben beschriebenen Kausalitäten zu dem Schluss, dass das Auge in jedem Alter vor kurzwelliger Strahlung geschützt werden muss. Insbesondere Kinder und Menschen ab dem 40. Lebensjahr bilden besonderen Risikogruppen, da die Schutzmechanismen noch nicht vollständig entwickelt sind oder diese degenerieren. Ein wirksamer Schutz kann durch das Tragen einer Sonnenbrille mit entsprechendem UV-Schutz realisiert werden. Steht eine Kataraktoperation bevor, sollte sorgfältig abgewogen werden, ob eine „gelbe“ Intraokularlinse mit natürlicher Blaudämpfung sinnvoll sein kann.

Quellen:

- 2013 Chew, Emily J. et al (AREDS2 Research Group): Lutein & Zeaxanthin and ω -3 Fatty Acids for AMD. The Age-Related Disease Study 2 (AREDS2) Randomized Clinical Trial. JAMA 2013;309(19):2005-2015
- 2012 Kernt, Marcus et al.: Filtering blue light reduces light-induced oxidative stress, senescence and accumulation of extracellular matrix proteins in human retinal pigment epithelium cells. Clinical & Experimental Ophthalmology 40(1): e87-9
- 2012 Dawczynski, J. et al.: Änderung von Makulapigment und Drusenmorphologie unter Luteinsupplementation. Klin. Monatsblatt Augenheilkunde 2012 (229): 69-71
- 2011 Schweigert, F. J. et al.: Mikronährstoffe und ihre Bedeutung für das Auge – Wirkungsweise von Lutein/Zeaxanthin und Omega-3-Fettsäuren. Klin. Monatsblatt Augenheilkunde, 2011(228): 537-543
- 2004 I. R. Sparrow et al.: Blue light-absorbing intraocular lens and retinal pigment epithelium protection in vitro. J. Cataract Refract. Surg. 30, 873-878.
- 2003 AREDS Research Group. Potential public health impact of age-related eye disease study result. Arch. Ophthalmol. 121, 1621-1624.
- 2001 A. J. Augustin et al. Ursache und Prävention oxidativer Schäden des Auges. Ophthalmologie 98, 776-797

FILTERGLÄSER IN DER AUGENOPTIK

M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Manja Peschel, Dozentin der Fielmann Akademie Schloss Plön

Filtergläser gehören zu der vielfältigen Produktpalette im Augenoptikgeschäft. Dabei gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Ausprägungen. Die Spannbreite geht von farblosen UV-Blocker bis hin zu medizinisch relevanten Kantenfiltern. Allen gemein ist ihre transmissionsreduzierende Wirkung, nach der die Filter in ihre Filterkategorien von 0 – 4 eingeteilt werden, wobei Filtergläser der Kategorie 4 die dunkelsten sind.

Beim Verkauf solcher Gläser ist darauf zu achten, dass den Kunden eventuelle Einschränkungen der Nachfahrtauglichkeit bzw. überhaupt der Verkehrstauglichkeit verdeutlicht werden. Eine Brille mit Gläsern die nur noch eine Transmission von 75 Prozent oder weniger aufweist, ist nicht nachfahrtauglich. Die Verkehrstauglichkeit ist bei einer Brille nicht vorhanden, wenn die Absorption des sichtbaren Lichtes mehr als 92 Prozent beträgt. Weiterhin ist die Verkehrstauglichkeit nicht gegeben, wenn die Signallichterkennung nicht möglich ist. Der relative Schwächungskoeffizient (Q-Faktor) ist dafür das entscheidende Kriterium. Er gibt das Verhältnis der Transmission für Signallichter (rot, gelb, grün, blau) zur Gesamttransmission des Glases an. Kantenfilter erfüllen dieses Kriterium nicht. Durch die komplette Absorption des kurzwelligen Lichtes ist zwar die vorteilhafte kontraststeigernde und blendungsreduzierende Wirkung vorhanden, aber auch eine enorme Farbverfälschung. Blaudämpfer hingegen reduzierenden Blaulichtanteil nur. Damit erzielen sie ebenfalls eine kontraststeigernde Wirkung, aber auch die Verkehrstauglich-

keit ist gegeben. Neutralfilter zeichnen sich durch eine gleichmäßige Absorption über das gesamte Spektrum aus, so dass eine weitgehend unverfälschte Farbwiedergabe realisiert ist.

Spezielle Filtergläser sind beispielsweise UV-Blocker, welche bis zu einer Wellenlänge von 400 nm keine Strahlung durchlassen und dann eine scharfe Kante aufweisen. Sie sind bei bestimmten Krankheiten oder pathologischen Veränderungen indiziert, bei denen der natürliche UV-Schutz des Auges eingeschränkt oder nicht (mehr) vorhanden ist.

Als Comfortfilter werden Gläser bezeichnet, die zu ihrer blaureduzierenden Wirkung noch eine Tönung und/oder eine Eigenvergrößerung haben. Sie bieten also neben der Blendungsreduktion eine Kontraststeigerung und sind verkehrstauglich. Sehr gute Anwendung finden Comfortfilter bei Personen mit altersabhängiger Makuladegeneration.

Polarisierende Gläser sind eine weitere Ausführungsform von Filtergläsern. Sie sind durch ihre spezifische Eigenschaft, Licht nur für eine bestimmte Schwingungsrichtung durchzulassen, für bestimmte Anwendungen, wie beispielsweise bei verschiedenen Wassersportarten, besonders gut geeignet.

Filtergläser sind für die verschiedensten Bedürfnisse wie Blend- und Sonnenschutz, zur Kontraststeigerung, als Accessoire sowie als therapeutisches Hilfsmittel sehr zweckmäßig. Die Auswahl hängt vom Bedarf, individuellem Empfinden und natürlich auch von den Witterungsbedingungen ab.

INTERNETBRILLEN – SCHUND ODER SCHNÄPPCHEN?

B.Sc. Alex Ritsche, Augenoptikermeister, Dozent der Fielmann Akademie Schloss Plön

Für Konsumenten ist es wichtig zu wissen, was Brillen aus dem Internet leisten können und welche Schwierigkeiten es gibt. Rund neun Prozent des Gesamtumsatzes des Handels fließen über das Internet. Der Marktanteil der Onlinebrillen liegt derzeit bei circa vier Prozent.

Hierbei beginnt die Herausforderung der mittlerweile zahlreichen Online Brillenhändler bereits mit der Einarbeitung der Brillengläser in eine Fassung. Die Maßstäbe hinsichtlich der Einarbeitungstoleranzen setzt die DIN EN ISO 21987. Teilweise abenteuerlich werden sensible Messdaten wie Pupillendistanz und Durchblickhöhe über Papierschablonen ermittelt oder gar nicht erfasst. Wie gut die Toleranzen durch die Online-Händler eingehalten werden können, wurde im Rahmen einer Stichprobenstudie untersucht. Keine der 15 bestellten Gleitsichtbrillen aus dem Internet konnte die Qualitätsansprüche der DIN EN ISO 21987 erfüllen. Die gravierendsten Abweichungen stellten sich in der Höhenzentrierung heraus.

Derzeit sind bei vielen Online-Anbietern Gleitsichtbrillen erhältlich, welche ohne Berücksichtigung der individuellen Durchblickhöhen gefertigt werden. Ob Gleitsichtbrillen, die auf einer so schmalen Datenbasis hergestellt werden, überhaupt angeboten und vertrieben werden dürften, wird aktuell unter Fachleuten und Juristen diskutiert. Basierend auf einem Gerichtsurteil aus dem Jahr 2014 vor dem Oberlandesgericht Schleswig Holstein gegen einen Kieler Anbieter von Gleitsichtbrillen im Internet fordert der ZVA alle Anbieter auf, einen Warnhinweis auf Ihren Internetseiten zu platzieren. Hierbei sollen Kunden beim

Brillenkauf im Internet darauf hingewiesen werden, dass Gleitsichtbrillen, die ohne individuelle Berücksichtigung der Durchblickhöhe, des Hornhautscheitelabstandes und der Fassungsvoorneigung hergestellt würden, eine Gefahr im Straßenverkehr darstellen können.

Alles in allem entsprechen die Onlinebrillen nicht den Qualitätsansprüchen der Augenoptiker. Wegen fehlender Zentrierdaten ist die DIN EN ISO 21987 zum Teil gar nicht anwendbar. Eine anatomische Anpassung der Fassung findet nicht statt.

Dennoch sollten zukünftige Entwicklungen nicht aus den Augen verloren werden. Die heranwachsende Bevölkerung wird mit dem Internet groß und die zukünftigen technologischen Entwicklungen werden diesen Sektor entscheidend beeinflussen.

INDIKATIONEN FÜR KATARAKT- UND REFRAKTIVCHIRURGIE IN DER PRAXIS DES „LANDOPERATEURS“

Dr. med. Dirk Werdermann, Augenarzt, Mainklinik Ochsenfurt

In diesem Referat geht es um Möglichkeiten und Grenzen der refraktiven Therapie auf dem Land. Sozusagen der Realität neben der nach außen dargestellten Wundermedizin. Oder kurz: „Es muss nicht alles sein, was geht.“

Dabei stellen sich bei der Entscheidung für Therapieverfahren letztendlich folgende Fragen: Was HÄTTE der Patient gern und was ist möglich? Was soll und MUSS dem Patienten aus medizinischen Gründen angeboten werden, was KANN aus betriebswirtschaftlichen und Knowhow-Gründen angeboten werden? Was ist fakultativ möglich und wovon sollte abgeraten werden?

Der Hintergrund dieser Entscheidungen ist die Notwendigkeit kleinerer Operationszentren in einem Flächenstaat wie Bayern mit circa 500 Katarakteingriffen pro Jahr. Aufgrund ihres zahlenmäßig kleineren Einzugsgebietes und geringerer personeller Ausstattung können in diesen Zentren nicht alle auf dem Markt verfügbaren operativen Methoden angeboten werden, wie dies in einem großen Zentrum mit spezialisierten Ophthalmologen möglich ist.

Die Kataraktoperation ist der klassische refraktive Eingriff mit gut vorhersagbaren Ergebnissen und geringem Risiko. Die Zielrefraktion liegt in der Regel bei -0,5 dpt, um im Rahmen der Normalverteilung auftretende Fehler in Richtung Plus größtenteils zu vermeiden. Patienten mit lange bestehenden mittleren Myopien sollten nach Aufklärung eher auf eine Restmyopie von -2,5 dpt geplant werden, um ihnen komfortables Sehen in der Nähe ohne Korrektur zu ermöglichen.

Für einen niedergelassenen Augenarzt ist die Zusammenarbeit mit einem operativen Zentrum oder Krankenhaus empfehlenswert, da die Investitionen für den Betrieb eines eigenen OPs und insbesondere dem Bereich der Sterilgutauflbereitung – Reinigung, Desinfektion und Sterilisation, sehr hoch sind und sich nur bei hohen Operationszahlen oder Kooperationen amortisieren.

Die postoperative Brillenanpassung sollte auf keinen Fall vor sechs Wochen postoperativ erfolgen. Gegebenenfalls kann eine Fertiglasebrille über die erste Zeit hinweghelfen. Die Brillenanpassung sollte unbedingt weiterhin Kernkompetenz des Augenarztes bleiben, wobei hier ausdrücklich keine Konkurrenz zum Augenoptiker aufgebaut werden muss. Die Erwartung der Patienten ist aber meist, beim Augenarzt eine neutrale Beratung zu bekommen. Zudem ist die Untersuchung idealer Ausgangspunkt organische Probleme des Auges im Blick zu behalten. Kritisch zu werten sind hier die neuerdings um sich greifenden Screeningmethoden in augenoptischen Fachgeschäften, die Patienten in falscher Sicherheit wiegen („Der Druck ist doch normal, also hab ich keinen Grünen Star“).

Die vorzeitige Kataraktoperation aus refraktiven Gründen führt zur sofortigen vollen Presbyopie, störenden optischen Begleiterscheinungen und operativen Restrisiken, die bei einem ansonsten beschwerdefreien Auge eines anspruchsvollen jüngeren Patienten nicht durchgeführt werden sollte. Indikation zur Operation kann nur der Wunsch des Patienten bei gleichzeitiger Einschränkung wesentlicher Alltagstätigkeiten und der Fahrtüchtigkeit sein. Letzteres ist dem Patienten allerdings häufig nicht bewusst und dies ist neben der sehr fortgeschrittenen Katarakt der einzige Grund, aus dem auf eine Operation gedrängt werden sollte.

Bei extremen nicht laserbaren Sehfehlern ist es möglich, eine so genannte phake Intraokularlinse (IOL) zu implantieren. Das bedeutet, dass zusätzlich zur vorhandenen natürlichen Augenlinse eine IOL implantiert wird. Der Eingriff wird jedoch nur sehr selten durchgeführt, da nur wenige Patienten in Frage kommen.

Zum Beispiel scheiden sportlich aktive jüngere Patienten, die am ehesten den Wunsch dazu verspüren, aufgrund der mechanisch nicht sehr stabilen Befestigung der Linse und den möglichen Folgeschäden aus. Auch ein vorhandenes Glaukom, geringe Vorderkammertiefe und vorbestehende Hornhautschäden sind Ausschlusskriterien für diese Operation. Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode ist der Erhalt der Akkommodationsfähigkeit durch eine eigene Augenlinse. Insgesamt ist der Eingriff angesichts der Risiken wie Hornhautdekomensation, Glaukom und Linsentrübung, kritisch zu sehen und erfordert eine umfangreiche Aufklärung der Patienten.

Bei 16 Prozent der Kataraktpatienten liegt eine Brechwertdifferenz von 1,5 dpt und mehr Dioptrien vor. Hier käme eine torische IOL zum Ausgleich in Betracht. Ihr Marktanteil stieg in 2014 auf 9,2 Prozent. Präoperativ müssen genaue Messungen erfolgen und die Achse im Sitzen markiert werden. Nahezu alle Hersteller bieten Onlinekalkulatoren zur präoperativen Berechnung an. Diese am besten individuell angefertigte Linse ist allen anderen chirurgischen Techniken zur Korrektur des Astigmatismus hinsichtlich ihrer Präzision überlegen. Geeignet sind nur Hornhäute mit regulärem Astigmatismus und ohne Keratokonus. Die Operation ist bei vertretbarem Aufwand durchaus anbietbar, aber ein nicht geringer Anteil der Patienten scheut die zusätzlichen Kosten, die nicht von der Krankenkasse übernommen werden.

Für die Korrektur der Presbyopie gibt es bisher kein chirurgisches Verfahren, das einer guten Gleitsichtbrille ebenbürtig wäre.

Die bisher beste chirurgische Lösung ist die Implantation einer multifokalen IOL. Multifokale IOL schränken das Kontrastsehen ein und führen damit auch zu einer eingeschränkten Nachtfahrtauglichkeit. Zudem wird trotz der IOL für viele Anforderungen in der Nähe eine Nahbrille benötigt. Weiterhin besteht eine lange Gewöhnungsphase mit manchmal persistierender Unverträglichkeit. So kommen letztendlich nur zwei Prozent der Kataraktpatienten für diesen Eingriff in Frage. Die Patientenauswahl, die Wahl der passenden Linse für den gewünschten Einsatzbereich, die zeitaufwendige Aufklärung und Nachbetreuung macht sie für die kleinere Praxis unwirtschaftlich und entbehrlich. Bei ausdrücklichem Wunsch des Patienten sollte hier eine Zuweisung an ein spezialisiertes Zentrum erfolgen.

Die operativ herbeigeführte Monovision ist die zweite beliebte Korrekturform der Presbyopie. Sie wird auch mittels LASIK oder Kontaktlinsen erreicht. Hier wird künstlich der Zustand einer Anisometropie von ein bis zwei Dioptrien hergestellt und so der Fern- und Nahbereich, mit gewissen Einschränkungen, abgedeckt. Ohne eine in bestimmten Situationen ergänzende Brille ist jedoch keine Fahrtauglichkeit zu erzielen. Hier sollte vor einer Operation immer ein Trageversuch mit Kontaktlinsen erfolgen, um die Verträglichkeit zu überprüfen. Technisch unterscheidet sich die Operation ansonsten nicht von der regulären Kataraktoperation.

Die refraktive Hornhautchirurgie mit dem Laser ist betriebswirtschaftlich für ein kleines Zentrum in der Regel nicht sinnvoll und muss daher an große Zentren delegiert werden. Insbesondere auch, weil hier das komplette Spektrum angeboten und nicht unter betriebswirtschaftlichem Druck die Indikation gedehnt werden sollte. Die Möglichkeiten und Grenzen der Refraktivchirurgie mittels Laser sollte aber vorher mit den Patienten besprochen werden.

Zusammenfassend ist eine solide und hochwertige Versorgung auch an kleinen Zentren machbar, aber spezielle Sonderwünsche müssen verwiesen werden. Dies ist in keiner Weise peinlich, denn der Patient schätzt eine faire und kompetente Beratung.

So sollte es auch in der Zusammenarbeit mit Optikern fair und unproblematisch funktionieren. Zusammen arbeiten wir besser für die Zufriedenheit und Gesundheit der Patienten. Die von den Spitzenverbänden betriebenen Grabenkämpfe sind da unnötig und kontraproduktiv.

UPDATE REFRAKTIVE HORNHAUTCHIRURGIE

Joachim Fiedler, Leiter Applikationssupport Refraktive Laser, Carl Zeiss Meditec AG, Jena

Nach der Photorefraktiven Keratektomie (PRK, Einführung 1987) und der Laser-in-situ-Keratomileusis (LASIK, Einführung 1990) stellt SMILE die dritte Generation refraktiver Laserchirurgie dar. Bereits 1986 wurde der erste kommerziell verfügbare Excimerlaser für die Hornhautchirurgie, der MEL 50, vorgestellt. Mittlerweile sind wir beim MEL 90. Der VisuMax Femtosekundenlaser kam 2006, das SMILE-Verfahren wurde 2011 in den Markt eingeführt.

Als dritte Generation vereint SMILE die Vorteile der vorhergehenden Verfahren zu einer minimalinvasiven (im Vergleich zu LASIK) und schmerzarmen Behandlung (im Vergleich zu PRK).

Im Gegensatz zu PRK und LASIK, wo ein Teil der Hornhaut verdampft wird, um eine veränderte Brechkraft derselben zu erreichen, wird beim SMILE-Verfahren ein Lentikel generiert, welches nach Entnahme ebenso eine Brechkraftänderung verursacht.

Da es keinen Flap gibt, treten auch keine flapspezifischen Komplikationen auf. Die Behandlung ist „all femto“ d.h. eine Umbettung wie bei einer FemtoLASIK nicht notwendig. Da die Generierung des Lentikels von Raumbedingungen und peripherer Krümmung unabhängig ist, ist die intrinsische Genauigkeit des Verfahrens bei mittleren und hohen Myopien zunächst größer als bei ablativen Verfahren. Die Erzeugung eines Lentikels für eine Korrektur von acht Dioptrien dauert auch genauso lange wie für eine Korrektur von zwei Dioptrien, da

sich nur die Form ändert und nicht mehr oder weniger Gewebe verdampft wird. Zudem konnte in der peer-reviewed-Literatur gezeigt werden, dass das Problem der trockenen Augen nach SMILE geringer ist als nach LASIK.

Die Wirkung des Femtosekundenlasers ergibt sich durch disruptive Blasen, die mehrere Mikrometer groß werden. Es stellt sich daher vielen die Frage, wie ein Femtosekundenlaser im refraktiven Bereich so genau sein kann wie ein Excimerlaser mit weniger als einem Mikrometer pro Schuss.

Die erste Voraussetzung ist die Vermeidung von Gewebeverzerrungen; ein gekrümmtes Kontaktglas und eine corneale Ansaugung verhindern die Verzerrung vor dem Schnitt.

Niedrige Pulsenergien des Lasers verhindern die Verzerrung während des Schnitts. Hohe Energien erzeugen beim ersten Schnitt, dem Lentikelschnitt, verschmolzene Gasblasen, die wiederum zu Verwerfungen der Hornhautlamellen führen. Wird dann der zweite Schnitt gesetzt, der Capschnitt, wird diese obere Ebene nach der Relaxation des Gewebes Verwerfungen zeigen.

Um schlussendlich die Genauigkeit der Korrektur zu erreichen, muss die Statistik betrachtet werden. Der Femtosekundenlaser wird in der Hornhaut so stark fokussiert, dass es zu einem optischen Durchbruch kommt ähnlich wie beim YAG-Laser für die Nachstarbehandlung. In einem realen Fokus gibt es eine Strahltaile und die Disruption findet in einem Bereich statt, der Rayleigh-Länge genannt wird. Dieser Bereich

ist im konkreten Fall mehrere Mikrometer groß. Im Vergleich dazu beträgt die tiefste Stelle einer Excimerlaserablation 13 µm pro Dioptrie.

Jetzt muss man über diese Streuung des Einzelschusses hinaus die Gesamtstreuung in der Fläche betrachten. Der Schuss eines Excimerlasers hat typischerweise einen Durchmesser von 7000 µm, der Abstand zwischen zwei VisuMaxschüssen beträgt 4,5 µm, das heißt will man mit dem VisuMax den Excimerlaserschuss nachbilden, so liegen circa 19.000 Schüsse auf dieser Fläche. Daraus ergibt sich dann ein mittlerer Fehler, der kleiner ist als die Ablationstiefe des einzelnen Excimerlaserschusses.

In der Klinik findet sich dies bei der Korrektur von insbesondere mittleren und hohen Myopien wieder. Die Präzision ist sehr hoch. Die Grenzen des Verfahrens sind in Deutschland durch die KRC gegeben.

<http://aad.to/krc/qualit.pdf>

International können Myopien bis zehn Dioptrien und Astigmatismen bis fünf Dioptrien behandelt werden (SEQ weniger als 12,5 Dioptrien). Die Hyperopiekorrektur befindet sich in klinischer Studienphase.

Das SMILE-Verfahren wird in über 50 Ländern an circa 400 Standorten angewandt, seit Einführung wurden über 300.000 Augen behandelt, davon mehr als 190.000 in den letzten zwölf Monaten. Die FDA-Studie läuft.

Ein anderes Verfahren, welches erfolgreich in vielen Ländern angewandt wird, ist PRESBYOND Laser Blended Vision.

Dies ist ein Planungsverfahren für presbyope Patienten, die OP selbst wird derzeit als LASIK durchgeführt. Dabei wird für jedes Auge eine größere Schärfentiefe eingeplant, das dominante Auge wird für die Ferne korrigiert, das nicht-dominante für die Nähe (-1,5 dpt, Mikromonovision).

Voraussetzung hierfür ist ein erfolgreicher Toleranztest. Bei normaler Monovision tolerieren je nach Literatur circa 60 Prozent der Patienten die Veränderung, bei PRESBYOND sind es laut Literatur über 90 Prozent.

Hinzu kommt die binokulare Fusion, das heißt der binokulare Fernvisus ist besser als der Fernvisus des Fernauges alleine.

An einem klinischen Beispiel soll die Wirkung erklärt werden (Quelle: Dan Reinstein, MD):

Patientin 56 Jahre alt, SEQ im nicht dominanten Auge -1,25 dpt postoperativ. Erwarteter Visus für dieses Auge 0,3; tatsächlicher Visus 0,6, was einer Refraktion von -0,5 dpt entspräche. Bei 56 Jahren erwartet man eine Addition von zwei Dioptrien, tatsächlich liest die Patientin J2*. Damit ist die „erlebte“ Schärfentiefe 1,5 dpt.

* Anmerkung der Redaktion: J2 entspricht einem korrigierten Lesevisus von 1,0, ermittelt mit der Sehprobentafel nach Jaeger.

REFRAKTIONSGENAUIGKEIT – 2D VS. 3D

Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Grein,
Leiter Wissenschaft der Fielmann Akademie

Die subjektive Refraktion wird traditionell zunächst monokular durchgeführt. Zwar erfolgt ein sphärischer Abgleich unter binokularen Bedingungen, Zylinderstärke und -achse werden jedoch üblicherweise unter monokularen Bedingungen gemessen. Bei den neueren 3D-Refraktionsverfahren wird die gesamte Refraktionsbestimmung mit Polarisationstrenner unter binokularen Bedingungen und teilweise mit dreidimensionalen Tests durchgeführt. Ein Vorteil soll dabei sein, dass eine eventuell auftretende Zyklorhorie mit Verrollung des Auges keinen Einfluss auf die Zylinderachslage hat, da die Fusion während der gesamten Refraktion erhalten bleibe. Es stellt sich die Frage, ob eine sogenannte 3D-Refraktionsbestimmung andere Achslagen erzielt und ggf. Vorteile bezüglich der Reproduzierbarkeit der Refraktionswerte besitzt.

Ausgangspunkt des Vergleichs ist die grundsätzliche Reproduzierbarkeit von Refraktionsergebnissen. Die Refraktionsmessung eines Auges wird von vielen Faktoren beeinflusst. Da die Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes Glas subjektiv durch den Probanden erfolgt, spielen psychologische Faktoren, wie Aufmerksamkeit, Beobachtungsfähigkeit, Tagesform oder Stimmung eine gewisse Rolle. Gleiches gilt auch für den Untersucher. Physiologische Einflüsse kommen z.B. durch Schwankungen in der Tränenfilmqualität, der Aderhautdicke, eventuell auch der Pupillengröße zustande. Die Messgenauigkeit ist außerdem durch die Beobachtungsfähigkeit des Probanden als auch von der Stufung der Messgläser in 0,25 dpt-Schritten limitiert. Ein weiterer sehr schwer kalkulierbarer Einfluss sind Medikamente mit Auswirkungen auf die Refraktion.

In einer Studie an der Fielmann Akademie Schloss Plön wurden 20 augengesunde Probanden von sechs verschiedenen Refraktionsisten jeweils sechs Mal refraktiert, also insgesamt 24 Refraktionen pro Proband [1]. Die 95 Prozent-Bereiche für die Streuung des sphärischen Äquivalents und des Zylinderbetrages lag jeweils bei etwa $\pm 0,4$ dpt. Die Streuung der Achslage war wie zu erwarten abhängig vom Betrag des Zylinders. Bei sehr schwachen Zylinderwerten bis 0,5 dpt lag die Streuung über ± 10 Grad. Auch bei höheren Zylinderwerten bis 4,5 dpt zeigten sich immer noch Schwankungen von bis zu ± 5 Grad.

In einer zweiten Studie wurden die Messstreuungen der 3D-Refraktion mit den Ergebnissen einer konventionellen Refraktion verglichen [2]. Elf Probanden wurden von vier Prüfern je acht Mal mit der 3D-Refraktionmethode und acht Mal mit der konventionellen Refraktionsmethode vermessen. Unter Berücksichtigung der Streuung der Ergebnisse war weder für das sphärische Äquivalent, noch für den Zylinderbetrag ein Unterschied festzustellen. Gleiches gilt für die Achslagen. Auch bei den erzielten Visus-Werten ergaben sich keine relevanten Unterschiede zwischen den beiden Verfahren.

Fazit: Die Refraktionsbestimmung mittels 3D-Refraktion ist gleichwertig zur konventionellen monokularen Methode.

[1] Grein HJ, Schmidt O, Ritsche A: Zur Reproduzierbarkeit von Refraktionsbestimmungen (Reproducibility of subjective refraction measurement); Ophthalmologe. 2014 Nov; 111(11):1057-64

[2] Schmidt-Kiy O., Grein H.-J., Besser 2D oder 3D? Die Reproduzierbarkeit der Refraktionsbestimmung mit Paskal 3D; DOZ 5/2015