



Come-and-See - Ophthalmologist's Conference

27.-28. Juni 2014 in Bad Horn, Schweiz

Kommen und Sehen! Diesen Wunsch haben nicht nur die Patienten, die einen Augenarzt aufsuchen, sondern auch Ophthalmologen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, die sich alljährlich zum Come-and-See Meeting treffen, um über neue Erkenntnisse und Technologien in der Augenheilkunde zu diskutieren. So hatte der wissenschaftliche Beirat mit den Herren Professores Tetz, Gandorfer, Leuenberger und Menapace auch für das 6. Treffen ein spannendes Programm zusammengestellt, bei dem über Neues aus der



Interessierte und diskussionsfreudige Zuhörer bei Come and See 2014.

Vorder- und Hinterabschnittschirurgie ausgiebig diskutiert wurde. Es ist sehr erfreulich, dass die Sponsoren dieser Veranstaltung, die Firmen HOYA, HumanOptics, Mediconsult und Oertli Marketing-Interessen in den Hintergrund stellen und eine Veranstaltung unterstützen, bei der es nicht um Produkte, sondern um Wissenschaft und Klinik geht.

Den Auftakt der diesjährigen Veranstaltung gab der Hinterabschnitt des Auges. Hier ist derzeit viel Bewegung zu erkennen, seien es neue Therapiemöglichkeiten oder signifikante Fortschritte in der Diagnostik.

AMD und DMÖ – Neue Therapieoptionen

Über neue Therapieoptionen bei altersbedingter Makuladegeneration (AMD) und diabetischem Makulaödem (DMÖ) berichtete Prof. Albert Augustin aus Karlsruhe.



Prof. Dr. Albert Augustin, Städtische Kliniken Karlsruhe

Hatte man vor zehn Jahren noch praktisch keine Möglichkeiten, das Fortschreiten der AMD aufzuhalten, so gibt es heute mehrere Therapieoptionen, die gut abzuwägen sind. Ganz aktuell wurden in der Zeitschrift "Ophthalmology" Daten von 92.976 Ranibizumablnjektionen, die von 11.135 behandelten Patienten stammen, ausgewertet. Es zeigte sich, dass die klinische Realität meist nicht mit den Ergebnissen der randomisierten Studien übereinstimmt: So konnte die in den Studien gezeigte Wirksamkeit in der klinischen Routine nicht erreicht werden, jedoch wurde deutlich weniger häufig injiziert und die Patienten kamen weniger oft in die Klinik.

Abbildung 1 zeigt, dass die in kontrollierten Studien (Anchor, Excite, Marina) gefundene Wirksamkeit von Ranibizumab nur bei monatlicher Gabe und nicht bei abgewandelten Therapieschemata, wie PRN (Pro Re Nata) oder dreimonatliche Injektionen gezeigt werden konnte.

Vor etwa zwei Jahren kam ein neuer anti-VEGF-Wirkstoff auf den Markt, der zunächst überwiegend bei Patienten, die nicht ausreichend auf Ranibizumab ansprachen, eingesetzt wurde. Es stellte sich heraus, dass Aflibercept in vielen dieser Fälle eine signifikante Wirksamkeit zeigte, insbesondere bei bestimmten anatomischen Gegebenheiten: Bei Abhebungen des retinalen Pigmentepithels (RPE) zeigte sich bei Patienten, die nicht auf Ranibizumab ansprachen, eine deutliche Visusverbesserung unter Aflibercept. Auch eine Reduktion der Netzhautdicke wurde mit Aflibercept berichtet, jedoch sollte dieser Parameter heute nicht mehr alleine als Qualitätskriterium gelten, da die OCT-Diagnostik deutlich mehr Informationen zu liefern in der Lage ist. Damit kann Aflibercept sinnvoll als Primärtherapie bei diesen Patienten eingesetzt werden.

Ein weiterer Fokus der Retinologie liegt auf der Behandlung des diabetischen Makula-ödems. Hier zeigte sich in den RISE- und RIDE-Studien unter Ranibizumab ein sehr erfreulicher Visusanstieg über zwölf Monate, der über 36 Monate anhielt. Die Begeisterung wird jedoch gedämpft, wenn man sich

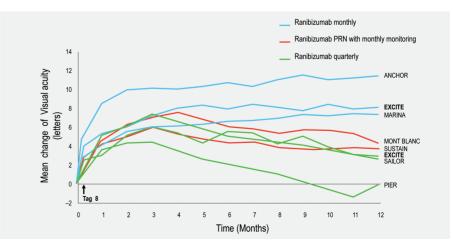


Abb. 1: Unterschiede in der Response auf die Behandlung mit Ranibizumab unter verschiedenen Therapieregimen.

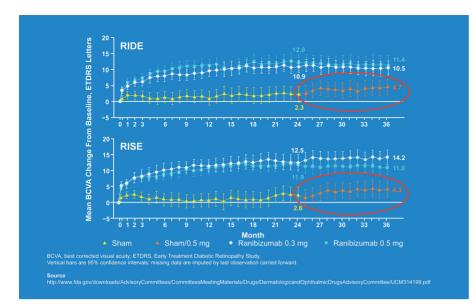


Abb. 2: Daten der RISE- und RIDE-Studien.

die Ergebnisse von Patienten, die zunächst in der Sham-Gruppe waren und nach 24 Monaten in die Verum-Gruppe wechselten. Hier war fast kein Visusanstieg zu verzeichnen (Abb. 2). Damit scheint eine erfolgreiche Behandlung schwierig zu sein, wenn bereits morphologische Veränderungen der Netzhaut vorliegen beziehungsweise das Ödem schön länger vorhanden war.

Große Erwartungen werden daher an neue Wirkstoffe zur Behandlung des DMÖ gestellt. Signifikante Visus-Anstiege konnten bei Patienten, die unzureichend auf Ranibizumab ansprachen, mit dem Steroid Fluorocinolon gezeigt werden. Damit ist auch klinisch erwiesen, dass chronische Makulaödeme besser auf Steroide als auf anti-VEGF-Therapie ansprechen.

Kritisch bei der Steroidtherapie des DMÖ sind jedoch die Nebenwirkungen: Fast alle Patienten entwickeln eine Katarakt, einige Patienten erfahren einen signifikanten und behandlungsbedürftigen Anstieg des Augeninnendruckes.

In Kürze wird die Zulassung von Dexamethason (Ozurdex) für diese Indikation erwartet. Hier scheinen die Nebenwirkungen weniger häufig zu sein, die Kataraktentwicklung liegt bei Ozurdex bei etwa 67 Prozent. Möglicherweise ist die diabetische Retinopathie jedoch auch selbst ein Katarakt-generierender Faktor. Wichtig ist – so Prof. Augustin –, die Situation und die Bedürfnisse des jeweiligen Patienten zu berücksichtigen. So würde er bei phaken

Patienten eher zu anti-VEGF-Wirkstoffen tendieren und bei pseudophaken Patienten eine Steroidtherapie vorziehen, diese Vorgehensweise ist jedoch auch abhängig von den Bedürfnissen und dem Zustand der Linse überhaupt. Für Glaukompatienten sollte eher eine anti-VEGF-Therapie in Betracht gezogen werden. Je nach Ausprägung einer Netzhaut-Ischämie könnten anti-VEGF-Wirkstoffe negative Effekte haben, auch wenn dies nicht klar bewiesen ist. Bei schlechter Compliance könnte eine Steroidtherapie sinnvoller sein. Außerdem können Steroide auch bei Patienten mit manifesten systemischen Erkrankungen wie Herzinfarkt und Apoplex die geeignetere Therapie sein.

Als Fazit stellt Prof. Augustin fest, dass es gute Zeiten für die AMDund DMÖ-Behandlung sind, da viele Therapieoptionen zur Verfügung stehen. Der verwendete Wirkstoff sollte insbesondere beim DMÖ individuell für jeden Patienten gewählt werden. Hier spielt es eine Rolle, ob der Patient phak oder pseudophak ist, beziehungsweise wie der Zustand der Linse bei phaken Patienten ist und ob ein Glaukom vorliegt. Auch das Alter des Patienten und seine Compliance spielen bei der Auswahl des Wirkstoffes eine Rolle. Kombinationstherapien werden in der Zukunft auch helfen können, die Behandlungsergebnisse zu verbessern.

Bewegt man sich von der Hornhaut und der Linse weiter zum Augeninneren, so gelangt man zu einem vermeintlich langweiligen Gebiet, dem Glaskörper. Dass es hierzu sehr viel Neues und Spannendes zu berichten gibt, konnten die nächsten drei Referenten beweisen. Über neue Erkenntnisse zu Diagnostik und Therapie beim intravitrealen Interface berichtete Prof. Michael Georgopoulos aus Wien.

Der Glaskörper – ein unerwartet spannendes Gebiet



Prof. Michael Georgopoulos, Universitätsaugenklinik Wien

Neue Möglichkeiten der Visualisierung machen weite Bereiche der hinteren Glaskörpergrenzmembran und umliegender Gewebe sichtbar. Dazu muss die Standard-Aufnahmetechnik des OCT verändert werden, da dieses ja üblicherweise auf eine Darstellung der Netzhaut abzielt. So muss die Z-Achse manuell im Scan-Fenster nach unten gesetzt und das OCT-Bild über die Tonwertkorrektur zum Beispiel mit Adobe Photoshop nachbearbeitet werden, um den Glaskörper und die hintere Glaskörpergrenzmembran sichtbar zu machen. Damit kann auch unter anderem vermieden werden, dass eine Bursa prämacularis mit einer hinteren Glaskörperabhebung (HGKA) verwechselt wird. Einige Hersteller haben schon entsprechende neue Funktionen in ihre Geräte eingebaut, mit denen sich der spezielle Bereich des vitreoretinalen Interface visualisieren lässt. So arbeitet das Spectralis OCT (Heidelberg) für die Glaskörper- und Aderhautdarstellung im FDI-Modus (full depth imaging), ein Topcon-OCT-Gerät mit einer anderen Wellenlänge (DRI, deep range imaging).

Doch die Neuigkeiten beim vitreoretinalen Interface betreffen nicht nur die Visualisierung: Im Dezember publizierten Duker et al. (Ophthalmology 120(12): 2611–2619) eine vierstufige Klassifizierung der Stadien einer Glaskörperabhebung. Stadium 1 ist durch eine

perifoveale Abhebung mit vitreofovealer Adhäsion gekennzeichnet. Hier unterscheidet man noch detaillierter zwischen folgenden Situationen:

- inkomplette HGKA: vitreomakuläre Adhäsion (VMA, physiologisch)
- anomale HGKA: vitreomakuläre Traktion (VMT, pathologisch), hier unterscheidet man zwischen:
 - fokale VMT (fVMT, schmale Anheftungsstelle an der Fovea)
 - breite VMT (bVMT, breitbasige Anheftungsstelle)

Stadium 2 bedeutet eine komplette makuläre Abhebung und keine vitreofoveale Adhäsion mehr, Stadium 3 eine vitreopapilläre Adhäsion und Stadium 4 eine komplette

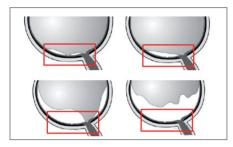


Abb. 3: Stadien der Abhebung des hinteren Glaskörpers (adaptiert nach: Johnson MW. Posterior Vitreous Detachment: Evolution and Complications of Its Early Stages. Am J Ophthalmol 2010 149(3):371–382). Im roten Rechteck ist der im modernen OCT darstellbare Bereich markiert.

Abhebung des hinteren Glaskörpers.

Neues gibt es auch bei den Behandlungsoptionen: Bei einer vitreomakulären Adhärenz kann es entweder zu einer spontanen Lösung der Adhäsion und daraufhin zu einer Abhebung des hinteren Glaskörpers kommen, oder es handelt sich um eine symptomatische vitreomakuläre Traktion, die in einem Makulaforamen resultieren kann. Für die Behebung des Makulaforamens durch Lösen der vitreomakulären Adhäsion kann Ocriplasmin eingesetzt werden. Multizentrische Doppelblind-Studien (Stahlmans et al. N Engl J Med 2012 Aug 16;367(7):606-615) haben gezeigt, dass unter Ocriplasmin bei 27 Prozent dieser Patienten die vitreomakuläre Traktion nach vier Wochen gelöst war, in der Placebo-Gruppe war dies nur bei zehn Prozent der Fall. Das Makulaforamen war in der Verum-Gruppe nach vier Wochen bei 40 Prozent der Patienten verschlossen, jedoch nur bei zehn Prozent der Placebo-Gruppe.

Zu den prognostischen Kriterien für das Lösen der vitreomakulären Adhäsion unter Ocriplasmin zählen:

- Linsenstatus: phake Patienten (34%) vs. pseudophake Patienten (13%)
- Geschlecht: weiblich (30%) vs. männlich (19%)
- Epiretinale Membran: ohne (37%) vs. mit (9%)

Das wichtigste prognostische Kriterium für einen nicht operativen Verschluss des Makulaforamens ist die Größe des Makulaforamens: <250 μ m: 58 Prozent, 250–400 μ m: 37 Prozent, >400 μ m: 0 Prozent.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass nun neue Möglichkeiten der Diagnostik des Glaskörpers und der vitreomakulären Grenzregion mit neuen OCT-Geräten (oder Bildnachbearbeitung) zur Verfügung stehen. Eine Vitreolyse mit Ocriplasmin funktioniert bei fokalen Anheftungen ohne epiretinale Membran oder sehr kleinen Makulaforamen mit VMT in einem Teil der Patienten gut, bei der Indikation muss jedoch auf die bisher bekannten prognostischen Kriterien geachtet werden (z. B. begleitende epiretinale Membran).

Swept Source 1050 nm OCT: Neue Technik, neue Welten



Dr. Peter Maloca, Luzern

Über die erstaunlichen Fortschritte in der OCT-Diagnostik berichtete der Experte Dr. Peter Maloca (Luzern und Universität Basel). Die Entwicklung der ersten Generation der Optischen-Kohärenz-Tomographie-Scanner begann bereits 1991. Wirklich interessant wurde es ab 2002 mit der zweiten OCT-Gene-

ration mit 400 A-Scans pro Sekunde. Mit dem ersten kommerziell verfügbaren Time-Domain-OCT Stratus (TD-OCT) wurde eine neue Epoche in der augenmedizinischen Diagnostik und Therapie eingeläutet. Für den Patienten stand erstmals eine schonende und berührungsfreie Methode bereit, die ohne Nebenwirkungen beliebig oft wiederholt werden konnte.

Die wissenschaftlichen Fortschritte waren dramatisch und die OCT-Technologie etablierte sich rasch als die ophthalmologische Standarddiagnostik schlechthin. Der große Erfolg bei Arzt und Patient beschleunigte die OCT-Entwicklung und führte in der Spectral-Domain-Technologie (SD-OCT) zu kompakteren und mit circa 25.000 A-Scans pro Sekunde schnelleren Geräten, die eine deutlich bessere Bild-Auflösung und Darstellung der dritten Dimension ermöglichten.

Die Innovation mündete in der allerneuesten Generation, dem Swept-Source-OCT (SS-OCT). Heute erreichen diese SS-Geräte 100.000 A-Scans pro Sekunde, und es ist zu erwarten, dass dieser Wert weiter steigt, bis in den Bereich von 400.000 A-Scans pro Sekunde. Der Vorteil der neuesten Generation ist die extrem rasche Bildgebung, sodass Bewegungsartefakte praktisch nicht mehr vorkommen. Die OCT-Wellen durchdringen problemlos störende Trübungen der Hornhaut und der Linsen und dringen nun viel tiefer ins Gewebe ein.

Dennoch gilt es auf Messfehler zu achten, die durch eine verschmutzte Optik, Rechen-Artefakte oder eine Glaskörpertrübungen verursacht werden. Weiterhin besteht die Gefahr von Summationsartefakten bei kleineren Läsionen, die dann im finalen Bild plötzlich verschwinden können.

Bei jeder medizinischen Bildgebung, sei es CT, MRI oder OCT, wird ein störendes Rauschen beobachtet (Speckle-Noise), was zum Beispiel die Interpretation von filigranen Glaskörperstrukturen erschwert.

Bei den neuesten SS-OCTs gibt es zwar eingebaute Filter zum Unterdrücken des Rauschens, die jedoch nicht sehr hilfreich sind. Mit käuflich erwerbbaren Filtern kann man das Rauschen herausfiltern, aber es gibt dennoch eine Verfälschung des wahren Signals.

Die eigentliche OCT-Bildinformation wird nicht signifikant durch Verwendung dieser Filter verbessert.

Die Arbeitsgruppe um Dr. Maloca vom OCT-Labor der Universität Basel (Dr. Pascal W. Hasler, Cyrill Gyger, MSc Eng/BSc) hat die einzelnen Bildelemente auf Pixel-Niveau analysiert und ein neuartiges Programm entwickelt, das jedes einzelne Pixel in allen drei Raumdimensionen gezielt verfolgt. So ist es möglich, zwischen echtem OCT-Signal, das sich über mehrere Bilder erstreckt, und dem zufälligen Rauschen zu unterscheiden und

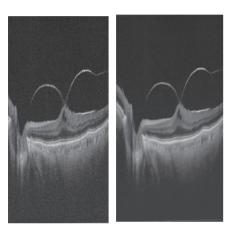
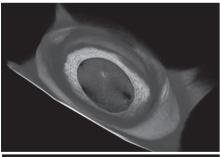


Abb. 4: Vitreofoveoläre Traktion. 1050 nm Swept-Source-OCT (Topcon DRI). Links originales SS-OCT. Beachte die Traktion mit angehobener Fovea, die Gliose und gute Sichtbarkeit der Aderhaut (links). Signal-Detektion und Elimination des Rausches durch GCM-Signal-Tracker (Denoiser-Software).



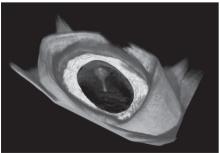


Abb. 5: Vordersegment. 800 nm SD-OCT. Originales SD-OCT (oben). Signal-Detektion und Elimination des Rausches durch GCM-Signal-Tracker (Denoiser-Software, unten).

dieses schlussendlich vom Bild völlig zu entfernen. Übrig bleibt letztlich nur das gewünschte OCT-Signal (Abb. 4+5).

Mit diesem innovativen Ansatz, der bei allen herkömmlichen OCT-Geräten verwendet werden kann, gelingt ein noch detaillierterer Einblick in den faszinierenden Mikrokosmos des Auges. Zudem werden die zahlreichen OCT-Bilder durch Maschinen automatisch lesbar, was in Anbetracht der Bilder-Plethora eine Arbeitserleichterung und -beschleunigung darstellt.

Die OCT-Technologie ist ein Segen der modernen Augenmedizin und hilft, Krankheiten genauer und früher zu diagnostizieren und erfolgreich zu therapieren. Dennoch gilt es, die schönen OCT-Bilder kritisch zu durchleuchten und auf ihren Wahrheitsgehalt zu prüfen. Mit neuen Filtern ist es möglich, das OCT-Signal vom inhärenten Rauschen zu trennen und so eine noch bessere Bild-Qualität zu erzielen. Die OCT-Entwicklung ist noch lange nicht fertig. Sie hat eben erst begonnen!

Effizientes Arbeiten am Glaskörper



Prof. Dr. Arnd Gandorfer, Memmingen und München

Prof. Arnd Gandorfer stellte die Anforderungen an das Instrumentarium für ein effizientes Arbeiten am Glaskörper vor. Zu den entscheidenden Parametern für die Erhöhung der Effizienz beim Cutter zählt er

- die möglichst distale Verlegung der Öffnungen des pneumatischen Strippers
- eine weitere Steigerung der Schneidkraft
- eine Erhöhung der Sicherheit durch ein geeignetes Fluidics-System.

Es gilt, die Vor- und Nachteile von Peristaltikund Venturipumpen gut abzuwägen: Mit der Peristaltikpumpe wird der Fluss direkt gesteuert und es können hohe Flussraten generiert werden. Bei der Venturipumpe wird der Druck direkt und damit schneller aufgebaut. Das Pedal bestimmt das Vakuum und der Fluss resultiert aus dem Vakuum und dem Widerstand im Aspirationskanal. Fluss und Vakuum sind hier nicht unabhängig steuerbar.

Im normalen klinischen Setting unterscheidet sich der Flow bei modernen Geräten beider Machart jedoch kaum. Wichtig sind hier die korrekten Einstellungen an den jeweiligen Pumpensystemen.

Bei der Peristaltikpumpe bedeutet ein niedriger Flow eine feine lineare Kontrolle mit dem Pedal, eine geringe Anziehungskraft und einen langsamen Vakuumaufbau bei der Okklusion. Ein hoher Flow bewirkt ein rasches Bewegen der Flüssigkeiten, eine hohe Anziehungskraft und einen raschen Vakuumaufbau bei der Okklusion.

Mit einem niedrigen Vakuum erreicht man bei der Venturipumpe ein langsames und sanftes Bewegen der Flüssigkeiten mit niedriger Anziehungskraft und Haltekraft im okkludierten Zustand und eine schwache Aspiration durch das Instrument. Ein hohes Vakuum bedeutet bei dieser Pumpe eine gute Anziehungs- und Haltekraft und eine gute Aspiration.

Beim Ausprobieren von Cuttern mit unterschiedlich großen Öffnungen gelangte Prof. Gandorfer zu folgenden Erkenntnissen:

Je kleiner die Öffnung des Instrumentes, desto weniger Flow kann durch die Pumpe erzeugt werden. Hier zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen 20-G-, 23-G- und 25-G-Instrumenten.

Bei 20-G-Instrumenten ist mit Venturipumpen ein höherer Fluss ab einem Vakuum von 400 mmHg möglich, doch werden diese Einstellungen in der Vitrektomie selten eingesetzt.

Bei 23-G- und 25-G-Intrumenten werden vergleichbare Flows mit Venturi- und Peristaltikpumpe erreicht; der maximale Flow mit 23 G beträgt 25 ml, mit 25 G beträgt er 8 ml. 25-G-Cutter werden als weniger effizient als 23-G-/20-G-Cutter empfunden: Das 23-G-Instrument erreicht einen dreimal höheren Flow als der 25-G-Cutter, während der

Unterschied zwischen 23 G und 20 G mit 4 ml irrelevant ist. Ein 23-G-Instrument ist damit ebenso effizient wie ein 20-G-System. Mit der Peristaltikpumpe bleibt der Flow beim Einschalten der Schneidbewegung praktisch konstant, während er mit der Venturipumpe auf fast die Hälfte abfällt.

Doch es kommt nicht nur auf den Flow an, sondern auch auf geeignete Handinstru-

mente: für Prof. Gandorfer gehört
zu den wichtigen Eigenschaften einer PeelingPinzette die ergonomische Handhabung,
präzises Greifen, atraumatisches flaches
Vorderende (Eckardt-

Vorderende (Eckardt-Stil), robustes Material – auch bei kleinen Abmessungen, gute Haltekraft für die Entfernung der Membranen. Die DEX-Pinzetten der Firma Oertli erfüllen diese Anforderungen, insbesondere die Maculorhexis-Pinzette mit ihren breiteren Branchen, die eine größere Auflagefläche und damit eine bessere

Abb. 6: DEX™ Maculorhexis-Pinzette

Kraftübertragung erlauben.

Der Blick in die Zukunft: Die Zeit für 23-G-, 25-G- und vielleicht sogar 27-G-Instrumente ist gekommen, um das Trauma des Eingriffes weiter zu minimieren. Ideal ist ein Vitrektomiegerät mit Peristaltik- und Venturipumpe für eine bessere Kontrolle und mehr Sicherheit und Comfort, Ein 5000-Cst-Öl über 23 G zu entfernen ist nach wie vor eine Herausforderung. Hier wünschen sich die Operateure weitere Entwicklungen. Für die Ausleuchtung wären Systeme mit unterschiedlichen Wellenlängen wünschenswert, um Strukturen besser unterscheiden zu können. Der Einbau feiner Lichtleiter könnte Cutter mit eigener Beleuchtung ermöglichen.

Phakovitrektomie – eine gute Kombination

Als Übergang zur nächsten Thematik berichtete Frau PD Dr. Falkner-Radler über die kombinierte 23-G-Netzhaut- und Kataraktoperation.



PD Dr. Christiane Falkner-Radler, Wien

Im Rahmen einer Studie am Ludwig Boltzmann Institut für Retinologie und Biomikroskopische Laserchirurgie, Augenabteilung Wien, wurden die Vor- und Nachteile einer kombinierten Kataraktoperation und 23-G-Pars-Plana-Vitrektomie (PPV), der "Phakovitrektomie" untersucht. Dieses kombinierte Verfahren wird in Europa und Asien häufiger eingesetzt, wogegen in den USA meist eine sequenzielle Kataraktoperation nach PPV durchgeführt wird.

Von Untersuchungen der 20-G-Phakovitrektomie mit einer 2,8 mm corneoskleralen Inzision sind vermehrt Entzündungsreaktionen bei Diabetikern, eine erhöhte Nachstarrate – insbesondere nach Luft- oder Gastamponaden sowie teils höhere Myopisierungen und die Induktion von Astigmatismen bekannt.

Die Schwerpunkte der 23-G-Phakovitrektomie-Studie lagen auf der Sicherheit und Effizienz des Eingriffes und der postoperativen Refraktion.

In der prospektiven Studie wurde eine 23-G-Mikroinzisions-Phakovitrektomie mit einer Clearcornea-Inzision von 2,2 mm durchge-



Abb. 7: HOYA iSert 251, preloaded.

führt. Es wurde eine HOYA Preloaded iSert 250/251 IOL implantiert. Diese vorgeladene einstückige Linse aus hydrophobem Acrylat ist mit und ohne Blaufilter erhältlich und zeichnet sich durch PMMA-Haptikenden aus. Von den 37 Patienten mit einem durchschnittlichen Alter von 70 Jahren hatten 29 Patienten eine epiretinale Membran, sieben Patienten ein Makulaschichtforamen und ein Patient eine Synchisis szintillans. Bei der 23-G-Phako-Vitrektomie erhielten 22 Patienten eine Luft/Gas-Tamponade.

Drei Monate postoperativ hatte sich der best korrigierte Visus von 0,60 logMAR auf 0,15 logMAR deutlich verbessert sowie der Zylinder von präoperativen 1,6 dpt auf postoperative 0,8 dpt reduziert. Der IOL Power Prediction Error lag bei 0,23 dpt (Bereich +1,78 bis -1,4 dpt), wobei die Extremwerte der "Hyperopie" bei einem Patienten mit einem Makulaforamen, versorgt mit einer Gastamponade, aufgetreten sind und die der "Myopie" in Zusammenhang mit einer postoperativ bestehenden tiefen Vorderkammer gebracht werden können. Die Sklerotomien wurden mit Nähten verschlossen. Bei drei Patienten traten Komplikationen auf: eine postoperative Hypotonie, eine passagere postoperative Glaskörperblutung und eine IOL-Dislokation, die am siebten Tag nach der OP repositioniert wurde.

Damit erwies sich die 23-G-Mikroinzisions-Phako-Virtrektomie als sicher und effektiv mit guten refraktiven Ergebnissen. Die Studie soll nun noch auf höhere Fallzahlen ausgeweitet werden. Auch werden die Patienten noch zu einem späteren Zeitpunkt wieder einbestellt, um die Nachstarrate bei diesem Verfahren besser prüfen zu können.

Als Blick in die Zukunft sieht Frau Dr. Falkner-Radler die kombinierte 25-G-Mikroinzisons-Phakovitrektomie.

Fazit: Nur ein Eingriff, geringere Kosten und schnellere Rehabilitation der Patienten sind nahe liegende Vorteile der Phakovitrektomie. Die 23-G-Mikroinzisions-Phakovitrektomie ist sicher und effizient und liefert gute refraktive Ergebnisse.

Femtolaser-gestützte Kataraktchiurgie – die guten und die schlechten Fälle

Ein nach wie vor heiß diskutiertes Thema ist die Femtolaser-gestützte Kataraktchirurgie (FLACS). Hier berichtete PD Dr. Matthias Bolz über seine Erfahrungen mit dem Victus Laser und die guten und die schlechten Fälle für diese Technologie.



PD Dr. Matthias Bolz, Linz

Wichtig ist zunächst die gute Vorbereitung des Patienten. Dieser muss eine hohe Compliance während des Eingriffes zeigen. Er sollte auch über das mögliche Auftreten eines Hyposphagmas im Auge informiert werden, der durch das Vakuum des Interface entstehen kann.

Die Hornhautinzision ist mit dem Femtolaser sehr gut planbar, jedoch sollte der Zeitaufwand für die Planung berücksichtigt werden. Etwas kritisch sieht Dr. Bolz die offensichtlich bei Geräten aller Hersteller teils schwer hydratisierbaren Femtolaser-Inzisionen und die daraus resultierende geringere Wunddichte und überlegt, ob dadurch das Risiko einer Endophthalmitis erhöht sein könnte. Zu beachten ist auch, dass der Schnitt mit dem Laser etwas zentraler angesetzt werden muss, wodurch ein chirurgisch bedingter Astigmatismus induziert werden könnte.

Das Publikum, das gefragt wurde, welcher Inzisionsort generell bevorzugt wird, votierte klar für sclerocorneale/limbale Inzisionen. Das bedeutet, dass die Mehrheit den weniger gerne genutzten Clearcornea-Zugang wählen müsste, wenn sie mit einem Femtolaser arbeitet. Großangelegte Studien haben darüber hinaus gezeigt, dass das Endophthalmitis-Risiko bei Clearcornea-Inzisionen höher ist.

Für die Astigmatismuskorrektur mit dem Femtolaser über Hornhautinzisionen sieht Dr. Bolz aufgrund des geringeren Komplikationspotenzials Vorteile gegenüber der konventionellen manuellen Technik. Hierfür werden jedoch noch Nomogramme benötigt, die es für die manuelle Schnittführung bereits gibt.

Die Kapsulotomie kann mit dem Femtolaser mit deutlich besserer Reproduzierbarkeit durchgeführt werden als manuell, auch die Stabilität der Rhexis und der deutlich geringere Stress auf die Zonulafasern im Falle einer Zonulolyse oder eines PEX-Syndromes sprechen für den Femtolaser. Zu beachten ist jedoch, dass der Femtolaser das Zentrum der Rhexis automatisch auf die Pupillenmitte legt und damit nicht auf die optische Achse. Manuell kann man die Rhexis jedoch auf den Purkinje-Reflex ausrichten und damit auch auf die optische Achse.

Auch die Kapseleigenschaften spielen eine Rolle: Mit dem Femtolaser lässt sich die Kapsulotomie unabhängig von der Elastizität der Kapsel und deren Sichtbarkeit durchführen, während das manuelle Anlegen einer Rhexis bei elastischer Kapsel und fehlendem Fundusreflex wesentlich komplizierter ist.

Laut einer Publikation von Conrad-Hengerer et al. (JCRS 2013;39:1307–1313) sind effektive Phakozeit und Endothelzellverlust bei der FLACS niedriger als bei konventioneller Technik. Dies hängt jedoch sicher auch von der verwendeten Phako-Technik ab.

Beim Einsatz von Multifokallinsen und torischen Linsen sollte die FLACS aufgrund der planbaren Zentrierung der Rhexis klar überlegen sein. Von der geringeren in das Auge eingebrachten Energie in Form von Ultraschall profitieren Patienten mit Cornea guttata und brunescenten Katarakten.

Vorsicht ist geboten bei tief liegenden Augen, die das Interface nur schwer erreichen kann, bei Patienten mit reduzierter Compliance, engen Pupillen, einer flachen Vorderkammer, kleinen Augen mit einem erhöhten Risiko für Vis a tergo oder Kapselblock und bei einem fortgeschrittenen Glaukom.

Die FLACS hat an vielen Orten Einzug gehalten. Die einzelnen Schritte sind gut planbar und zeichnen sich durch eine hohe Vorhersagbarkeit und Präzision aus. Ob diese Vorteile die Nachteile der hohen Kosten und der längeren Gesamtdauer des Eingriffes aufwiegen, muss sich über einen längeren Zeitraum und sorgfältig angelegte Studien zeigen.

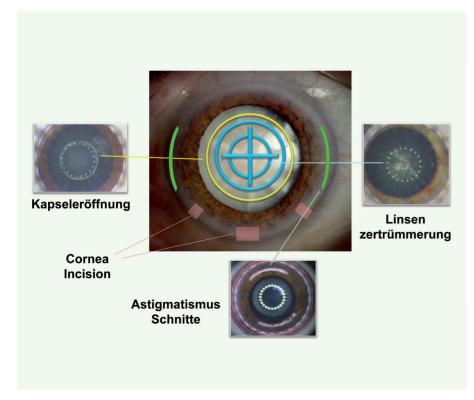


Abb. 8: Operationsschritte mit dem Femtolaser.

Femtolaser-gestützte Kataraktchirurgie – wirtschaftlich betrachtet

Von einer ganz anderen Seite beleuchtete Tim Herbst das Thema FLACS. Der Diplom-Kaufmann und Diplom-Volkswirt untersuchte die wirtschaftlichen Faktoren dieser Technologie und gab Einblick in die Planung und Umsetzung der Femtolaser-gestützten Kataraktchirurgie an der Augenklinik Bellevue.



Dipl.-Kfm. Tim Herbst, Augenklinik Bellevue, Kiel

Verwendet wird dort das Lensar® Laser System mit Scheimpflugsystem und flüssigkeitsgefülltem Interface, das für Clear-Cornea-Inzisionen, anteriore Kapsulotomie, radiale und zylindrische Fragmentierung des Linsenkerns und Arcuate Incisions (AI) eingesetzt wird.

Die Klinik hat der FLACS ein eigenes Branding und Logo gegeben und nennt den Eingriff "RELACS®" (REfractive Laser-Assisted Cataract Surgery).



Die RELACS® umfasst die korneale Inzision (CCI), anteriore Kapsulotomie und Kernfragmentierung. Für diese Leistung wird dem Patienten ein Zuzahlungsbetrag von 1450 EUR in Rechnung gestellt.

Zukünftig soll in den Leistungskatalog der Klinik auch die "Arcuate Incisions" (AI) für Astigmatismus-Korrekturen sowie für Touchup-Behandlungen aufgenommen werden.

Um die geeignete Zielgruppe zu ermitteln, wurde eine klinikinterne Befragung bei 50 operierten RELACS®-Patienten, die eine Zuzahlung geleistet hatten, durchgeführt. Die Umfrage ergab, dass sich deutlich mehr Männer als Frauen für die RELACS-Behandlung entschieden, die Herkunft der Patienten weitgehend auf Schleswig-Holstein begrenzt und eine starke Einkommensabhängigkeit zu beobachten war.

Interessant ist auch in Bezug auf den Entscheidungsprozess der Patienten, dass die Preisinformation (31%) – laut Umfrage – eine wesentlich geringere Rolle als die eingesetzte Technologie (77%) oder der Operateur (96%) gespielt hat. Als Informations-

den sollte; der Laser wurde im OP-Saal platziert. Die Lernkurve wurde analysiert, um den Zeitbedarf für den Lasereingriff zu kalkulieren. In Bezug auf die Entlassung des Patienten und die Abrechnungen waren keine Anpassungen erforderlich.

Seit Einführung der RELACS in der Augenklinik Bellevue hat der Anteil der implantierten Premiumlinsen um über zehn Prozent zugenommen. Generell stellt die Klinik einen stetigen Anstieg der RELACS®-Prozeduren fest.

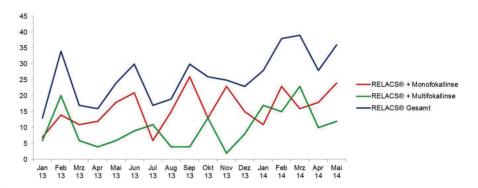


Abb. 9: RELACS®-Fallzahlenentwicklung.

quelle für den Entscheidungsprozess spielte der Augenarzt (58 %) die Hauptrolle, gefolgt von Familie/Freunden (31 %), Zeitschriften (19 %) und Informationsbroschüren (15 %). Die Patienten entschieden sich überwiegend (38 %) spontan innerhalb einer Woche für die Femto-OP, wobei Patienten, die sich erst ausführlich informieren wollten, durchaus drei bis sechs Monate oder mehr (33 %) benötigen.

Als Marketing-Kanäle für die neue Technologie dienten Broschüren für Patienten und zuweisende Ärzte über die Vorteile des Verfahrens und eigene Ergebnisse der Klinik, Werbeanzeigen in Printmedien, eine Website mit detaillierten Informationen und einem Videochannel und Informationsveranstaltungen, sowohl in der Augenklinik Bellevue als auch in den kooperierenden Praxen.

Auch die Patientenpfade in der Klinik passte man an das RELACS®-Verfahren an. In einer präoperativen Spezialsprechstunde wurde auf mögliche Kontraindikationen geprüft. Es galt zu entscheiden, ob der Laser im OP-Saal oder außerhalb untergebracht wird, was aus Platz- und Hygienegründen überdacht wer-

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass es durchaus möglich ist, die FLACS wirtschaftlich zu betreiben. Dazu sollte jedoch in das Marketing der Prozedur investiert und die Prozesse innerhalb der Klinik angepasst werden. Eine Leistungsdefinition ist essenziell, unter anderem zur Abgrenzung von der LASIK.

Prof. Rupert Menapace aus Wien stellte seine Studienergebnisse zu den Fluidics mit dem Oertli easyTip vor.

Grundkonzept der Phakoemulsifikation mit dem gemeinsam mit der Firma Oertli entwickelten "easyTip" ist, das Potenzial forcierter Aspiration optimal zu nutzen und damit den Einsatz von Ultraschallenergie zu minimieren. Dies bedeutet: hohe Flussraten für hohe Followability und rasches Fassen von Kernmaterial ohne Okklusion und rapider Anstieg des Vakuums unter Okklusion, sowie hohe Vakuumwerte für starken Kraftschluss und damit optimalen Transfer der von der Phakospitze abgegebenen longitudinalen Schwingungsenergie auf das zu emulsifizierende

Linsenmaterial. Die hohen Flussraten erfordern einen entsprechenden Flüssigkeitsnachstrom über die Infusionslinie, die hohen Vakuumwerte eine entsprechende Antagonisierung der Strömungsbeschleunigung in der Aspirationslinie im Falle der plötzlichen Desokklusion als Voraussetzung für den Erhalt der Kammerstabilität.

Die praktische Umsetzung dieses physikalischen Konzeptes ist denkbar einfach: Eine



Prof. Dr. Rupert Menapace, AKH Wien

Verringerung der Bohrung im Schaftbereich der Phakospitze bewirkt eine Widerstandserhöhnung in der Aspirationslinie, die damit einhergehende Verbreiterung des Infusionsmantels eine Reduktion des Strömungswiderstandes entlang der Infusionslinie. Beides bremst den Windkesseleffekt ("Surge") im Fall einer abrupten Desokklusion des Ostiums der Phakospitze entscheidend ein. Gleichzeitig erlaubt der erweiterte Infusionsmantel höhere Flussraten bei freiem Durchfluss. Die implizite Verjüngung der Phakonadel von Kopf zu Schaft erhöht die Stirnfläche und proportional die Energieabstrahlung, wodurch die Übertragung der im Phakohandgriff generierten Schwingungsenergie auf das Linsenmaterial um ein Mehrfaches erhöht wird.

Diese physikalischen Überlegungen wurden anhand einer Reihe von klinischen Studien überprüft. Für die Bewertung der Effizienz wurde der Verbrauch von Phakoenergie (effektive Phakozeit, EPT), für die Bewertung der Sicherheit Hornhautschwellung und Endothelzellverlust einen Tag – eine Woche – einen Monat beziehungsweise sechs Monate postoperativ herangezogen. Die zu vergleichenden Augen wurden sequenziell operiert, randomisiert den Vergleichsgruppen zugeteilt und die Resultate nach Kernhärte gruppiert. Alle Operationen wurden

von einem Operateur mit identischer Technik ("Crack-and-Conquer") durchgeführt. Grundsätzlich wurde nur soviel Ultraschall abgegeben, wie für das Ingangsetzen und Inganghalten der Linsenmaterialaspiration erforderlich war (überschwellige Dosierung).

Im Vergleich zur CMP-Spitze mit herkömmlichem Design (Abb. 10) für 2,8-mm-Inzisionen für den "Low-Flow"-Betrieb (20 ml/min, 400 mmHg) sank die EPT für das Conquer-Manöver mit easyTip 2,2-mm-Spitze im "High-Flow" Betrieb (45 ml/min, 600 mmHg) um 40 Prozent (Abb. 11).

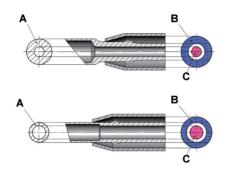


Abb. 10: Oertli easyPhaco® und herkömmliche Phakospitze im Querschnittsvergleich.

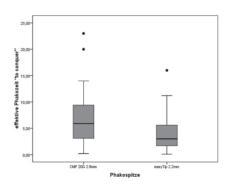


Abb. 11: EPT beim Conquer-Manöver mit easyTip 2.2 Spitze im High-Flow-Betrieb.

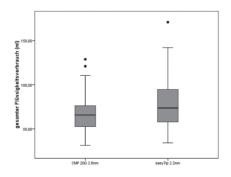


Abb. 12: Flüssigkeitsverbrauch mit den unterschiedlichen Spitzen.

Der gesamte Flüssigkeitskonsum erhöhte sich trotz um 75 Prozent erhöhter Pumpengeschwindigkeit nur um 13 Prozent (Abb. 12). Dies bedeutet, dass der Anteil an der Gesamtzeit, in dem unter fehlender Okklusion und damit ineffizient gearbeitet und das Endothel durch Turbulenzen gefährdet wurde, signifikant verringert wurde. Hornhautschwellung am ersten Tag postoperativ und Endothelzellverlust sechs Monate postoperativ waren mit fünf und sechs Prozent vergleichbar. Beim Betrieb der easyTip 2,2-mm-Spitze mit "low" versus "high" fluidics fiel die EPT von 9 auf 4 und damit auf weniger als die Hälfte, bei praktisch identischem Flüssigkeitsverbrauch von unter 25 ml. Der Betrieb der easyTip-COMICS-Spitze für 1,8-1,6 mm Inzisionen mit "low versus high fluidics" (unter zusätzlicher Infusion über einen "Infusionsspatel") zeigte ähnliche Werte.

Prof. Menapace zieht die Schlussfolgerung, dass die easyTip-Spitzen für den high-fluidics-Betrieb wesentlich effizienter sind als die nur mit niedrigen Fluidics betreibbare CMP-Spitze herkömmlichen Designs. Die Effizienz ist jedoch nur im Verein mit hohen Fluidik-Einstellungen gegeben, wobei die hohen Durchflussraten das Endothel offensichtlich nicht belasten. Hornhautschwellung und Endothelverlust liegen mit circa drei Prozent sehr niedrig. Letztere liegen damit bei der Hälfte der in der Literatur angegebenen Durchschnittswerte.

Fazit: Die easyTip-Spitzen im highfluidics-Betrieb erlauben eine hocheffiziente sowie atraumatische und sichere Phakoemulsifikation.

Exaktes Labeling für bessere Ergebnisse

Widmeten sich die letzten beiden Vorträge einer neuen OP-Technologie zur Verbesserung des refraktiven Ergebnisses, so ging Dr. Paul Jirak der Frage nach, welche neuen Wege man bei der IOL-Herstellung gehen könnte, um bessere Ergebnisse zu erreichen. Die refraktive Kataraktchirurgie hat die

Erwartungshaltung von Arzt und Patient verändert. War es früher selbstverständlich, dass erst die Katarakt operiert und danach eine Linse oder Brille verschrieben wurde, so wird heute erst über den geeigneten IOL-Typ



Dr. Paul Jirak, Linz

entschieden und dann die Linsenchirurgie durchgeführt. Umso größer ist dann natürlich die Enttäuschung, wenn die Erwartungen eines brillenfreien Sehens in der Ferne oder generell nicht erfüllt sind.

Zu den möglichen Fehlerquellen einer postoperativen Fehlrefraktion zählen die effektive Linsenposition und damit die Biometrie mit der Messung von Achsenlänge, Hornhautradien und Vorderkammertiefe, die postoperative Refraktionsmessung, die Pupillengröße und damit die sphärische Aberration und die IOL-Stärke.

Für die effektive Linsenposition gibt es zwar bereits gute Näherungen, jedoch basieren die gängigen Formeln auf "dünnen" Linsen und nicht alle Berechnungsformeln berücksichtigen das nicht lineare Verhältnis zwischen Achsenlänge und Vorderkammertiefe/ IOL-Position.

Die heutige IOL-Berechnung mit optischer Biometrie ist zwar hinreichend präzise, jedoch sollte man den vergleichsweise hohen Einfluss kleiner Messabweichungen berücksichtigen: Wird die Achsenlänge um 1 mm falsch gemessen, so entspricht dies einer Abweichung von circa 3,8 dpt in der IOL-Stärke und circa 3,5 dpt bei der Refraktion. Ungenauigkeiten von 0,1 mm bei den Keratometriewerten führen zu einer Abweichung von circa 0,8 dpt bei der IOL-Stärke. Bei der Vorderkammertiefe entspricht eine Fehlmessung um 1 mm einem Fehler in der IOL-Stärke von etwa 1,6 dpt.

Auch die Messung der postoperativen Refraktion ist nicht trivial. Die Standardabweichung der postoperativ gemessenen subjektiven

Refraktion beträgt $\pm 0,39$ dpt, die der Messung mit dem Autorefraktometer $\pm 0,19$ dpt.

Die Pupillengröße spielt bei der Linsenberechnung nur bei relevanter sphärischer Aberration eine Rolle, jedoch sollte man die Refraktionsmessungen unter standardisierten Beleuchtungsbedingungen durchführen.

Bei den Intraokularlinsen beträgt die Abstufung zwischen den einzelnen Stärken meist 0,5 dpt, was etwa 0,36 dpt auf Brillenebene entspricht. Die Mess-Schwankungen der Linsenstärke liegen je nach Methode zwischen 0,05 und einem Prozent. Auch ist der refraktive Index temperaturabhängig und ändert sich zwischen 22 °C und 35 °C um etwa 0,13 dpt.

Toleranzen des IOL-Labelings	
Dioptriebereich der IOL (D)	Nach ISO-Norm erlaubte Toleranz (D)
0 bis ≤15	±0,3
>15 bis ≤25	±0,4
>25 bis ≤30	±0,5
>30	±1,0

Tab. 1: Toleranzen des IOL-Labelings nach ISO 11979-2.

Weiterhin ist die Linsenstärke mit der Hydratation des Linsenmaterials korreliert.

Die ISO-Normen 11979-2 und 13485 lassen einen gewissen Spielraum der Genauigkeit des IOL-Labels zu:

Nach Simon et al. (Ophthalmology 2014; 21:2440–2444) erreichen 94 Prozent der Patienten die Zielrefraktion innerhalb $\pm 1,0$ dpt, 65 Prozent erreichen $\pm 0,5$ dpt.

Die weitere Optimierung ist ein Weg der kleinen Schritte und für jeden dieser Schritte sollte der Nutzen gegen Risiko und Aufwand abgewogen werden.

Für eine Verbesserung der postoperativen Refraktion sind zwei Varianten denkbar:

- maßgeschneiderte Linsen für das individuelle Auge produzieren
- exaktes Labeling der IOL und Auswahl durch den Chirurgen.

Abb. 13: Beispiel des exakten IOL-Labelings.



Die Firma HumanOptics hat zu Studienzwecken die monofokale Aspira-aA IOL mit einem Label produziert, welches sowohl die sonst übliche Stärke in 0,5-dpt-Schritten als auch die tatsächlich gemessene Stärke der IOL im 0,01-dpt-Bereich angibt (s. Abb. 13). Die hydrophile aberrationsfreie Aspira-aA ist in einem weiten Dioptriebereich von -10 bis +50 dpt erhältlich. Die exakte Linsenvermessung erfolgt im voll hydratisierten Zustand bei Raumtemperatur unter Berücksichtigung des Temperatureinflusses im Auge. Die ersten Studienergebnisse stehen noch aus.

Je höher die Stärke der Linse ist, desto größer sollte auch das Potenzial des Exakten Powerlabelings sein.

Dr. Jirak zieht das Fazit, dass das exakte Power-Labeling zwar ein hoher Aufwand für den Produzenten, jedoch ein sehr geringer Aufwand für den Chirurgen ist. Es entsteht kein zusätzliches Risiko für den Patienten. Die neue exakte Messung und Angabe der Linsenstärke hat das Potenzial, postoperative refraktive Überraschungen zu vermeiden.

Die individuelle Intraokularlinse

Das exakte Power-Labeling ist bereits ein Schritt in die Bereitstellung einer individuell für den Patienten ausgewählten IOL. Prof. Achim Langenbucher aus Homburg/Saar



Prof. Dr. Achim Langenbucher, Universität des Saarlandes, Homburg/Saar

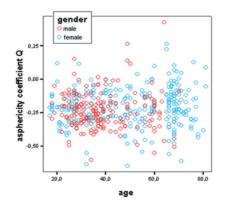
ging in seinen Betrachtungen noch einen Schritt weiter in Richtung der Individualisierung der IOL-Optik und berichtete über Möglichkeiten, nicht nur die Brechkraft, sondern auch die Aberrationen des Auges individuell auszugleichen.

Etwa 20 Prozent der Bevölkerung erreichen aufgrund optischer Aberration keinen bestkorrigierten Visus von 1,0 oder besser. Ziel könnte es daher sein, mit einer IOL diese Aberrationen auszugleichen. Dazu sind Implantate, die mechanisch starr an das Auge gekoppelt sind, prinzipiell geeignet. Hornhaut-assoziierte Aberrationen könnten mit einer individuellen IOL teilweise oder vollständig ausgeglichen werden. Dies soll ein verbessertes Kontrastsehen und reduzierte Blendung beziehungsweise Geisterbilder bewirken, insbesondere unter schlechten Lichtbedingungen, mit dem Ziel, damit die funktionelle Sehqualität zu erhöhen.

Es gibt jedoch Faktoren, die dieser Individualisierung entgegenstehen: Zum einen ist die Streuung der okulären Aberrationen in der Bevölkerung sehr groß. Weiterhin muss eine laterale und axiale Fehlpositionierung beziehungsweise Fehlrotation der Linsen ausgeschlossen werden. Zudem sollte eine gewisse Pseudoakkommodation erhalten bleiben, um den Bereich des scharfen Sehens zu erweitern.

Meist besitzt die Hornhaut eine positive sphärische Aberration (SA). Eine sphärische IOL bringt zusätzliche SA in das System ein, während eine asphärische Linse mit negativer SA die SA der Hornhaut kompensieren kann. IOL mit negativer SA sind bereits ver-

refraction
on myopes
on metropes
on myopes
on myopes
on metropes
on myopes
o



sind. Beeinflusst werden die Ergebnisse

unter anderem vom Tränenfilm und von der

Wundheilung, Wang et al. ([Changes in high

order aberrations of anterior and posterior

surfaces of cornea before and after phaco-

emulsification]. Zhonghua Yan Ke Za Zhi.

Abb. 14: Keine Korrelation zwischen Alter, Refraktion, Geschlecht und Asphärizität der Hornhaut. Quelle: Scholz K, Messner A, Eppig T et al. Topography-based assessment of anterior corneal curvature and asphericity as a function of age, sex, and refractive status. J Cataract Refract Surg 2009;35:1046–1054.

fügbar, jedoch können diese "one fits all" IOL meist nur einen Teil der Aberrationen ausgleichen oder im schlimmsten Fall überkompensieren, da die interindividuelle Streuung der Hornhautasphärizität sehr groß ist und 2008;44:1066–1071) untersuchten mit der Spaltlichttomographie (Oculus Pentacam) die Vorder- und Rückfläche der Hornhaut bei 51 Augen vor und nach der Kataraktchirurgie und fanden keine Veränderungen der Vorder-

keinen Trend bezüglich Alter, Geschlecht fläche, jedoch oder Refraktionsstatus zeigt. Rückfläche.

Für die Individualisierung der IOL-Optik hilft die präoperative Wellenfrontmessung des Auges nicht weiter, da die natürliche Augenlinse entfernt wird. Benötigt wird daher eine Hornhaut-Topographie oder besser -Tomographie. Es stellt sich die Frage, wie stabil die Aberrationen höherer Ordnung (HOA) der Hornhaut

fläche, jedoch eine Erhöhung der HOA der Rückfläche.

Für eine individuelle IOL muss daher zunächst über die Topographie/Tomographie die Rückfläche der Hornhaut charakterisiert werden. Diese Daten werden zusammen mit der klassischen Biometrie (Achsenlänge, Hornhautradien, Vorderkammertiefe, Linsendicke) in ein individuell angepasstes Modellauge ein-

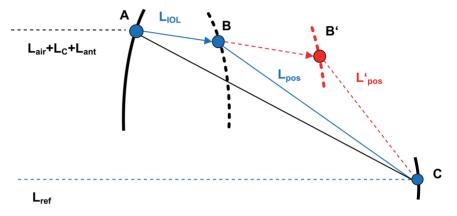


Abb. 15: Optimierung der IOL-Rückfläche. Quelle: Langenbucher A, Eppig T, Seitz B et al. Customized aspheric IOL design by raytracing through the eye containing quadric surfaces. Curr Eye Res 2011;36(7):632–646.

gebracht, um dann über eine mathematische Modellierung und Linsenberechnung zur finalen Linse zu gelangen.

Das praktische Vorgehen zur Berechnung einer individuellen IOL gestaltet sich wie folgt: Der erste Schritt ist eine Modellierung der Hornhaut-Vorder- und Rückfläche aus den Topographiedaten. Die IOL-Vorderfläche und Mittendicke kann dann unter bestimmten Randbedingungen frei ausgewählt werden, zum Beispiel sphärisch mit einem Radius von 12 mm. Anschließend wird das Modell über die Messdaten (Achsenlänge, Hornhautradien, phake Vorderkammertiefe und Linsendicke, Brechungsindices für Hornhaut, Kammerwasser, IOL, Glaskörper) individualisiert. Diese Vorgehensweise resultiert in einer Anpassung der individuellen asphärischen IOL-Rückfläche, die die optischen Weglängen vom Objekt zum Fokus angleicht. Die Qualität individueller IOL lässt sich sowohl quantitativ als auch qualitativ beurteilen. Die mathematische Modellierung der optischen Eigenschaften und die Wellenfrontanalyse nach IOL-Implantation dienen der quantitativen Beurteilung. Mit der Kontrastempfindlichkeits- und Sehschärfenmessung unter verschiedenen Lichtbedingungen kann die IOL qualitativ beurteilt werden.

Somit ist die Anfertigung individueller IOL prinzipiell machbar, es bleiben jedoch noch einige Fragen offen: Wie zuverlässig lässt sich eine individuelle Linse fertigen und wie genau kann sie im Auge dauerhaft positioniert werden? Wie verändern sich die biometrischen Daten durch den Eingriff und im Langzeitverlauf? Wie individuell darf eine Linse sein, damit der Patient einen Nutzen davon hat?

Es gilt, Aufwand und Nutzen individueller IOL sorgfältig abzuwägen, da die Herstellung und Qualitätskontrolle aufwendig und damit kostspielig ist, es Wartezeiten für den Patienten geben wird und der Nutzen im Vergleich zur Standardversorgung erst in der Praxis ermittelt werden muss.

Prof. Langenbucher gibt den Zuhörern mit auf den Weg, dass die individuelle IOL derzeit primär für Patienten von Nutzen ist, die aufgrund ihrer Hornhautkonditionierung nach der Kataraktoperation eine suboptimale Sehfunktion erwarten. Hier spielen kleine Veränderungen in der Topographie (HOA) oder den biometrischen Größen eine untergeordnete Rolle. Da die HOA der Hornhaut sich durch den Eingriff ändern können, sollte man eher unterkorrigieren. Der klinische Einsatz muss zeigen, inwieweit das Konzept sich in der Praxis bewährt.

"Preloaded – Reloaded" – neue Konzepte für vorgeladene IOL

PD Dr. Alois Dexl stellte im Rahmen seines Vortrages den Safeloader[©], das neue 2-Komponenten-Autoloading-System der HumanOptics AG, vor.



PD Dr. Alois Dexl, Universitätsaugenklinik, PMU Salzburg

Für einstückige IOL steht nun eine neue Ladevorrichtung, der Safeloader[©], zur Verfügung, welcher mit verschiedenen Variationen des Accuject[™]-Injektors (1,8-2,2 mm) kombinierbar ist. Mithilfe eines Videos zeigte PD Dr. Dexl die Handhabung des Safeloaders. Das Laden der IOL ist damit so einfach wie das Drehen eines Schlüssels im Schloss und stellt damit ein intuitives, einfaches und schnelles Verfahren dar. Die Spitze des noch leeren Injektors wird in die Öffnung der Ladevorrichtung gesteckt, um 90° im Uhrzeigersinn gedreht und wieder herausgezogen, dann ist die Linse fertig vorgeladen zur Implantation. Durch die getrennten Komponenten (Injektor und Container) ist ein hohes Maß an Sicherheit garantiert, da die Linse in isolierter Umgebung aufbewahrt wird und somit erst unmit-



Abb. 16: Der Safeloader[©]: das 2-Komponenten-Autoloading-System der Firma HumanOptics.

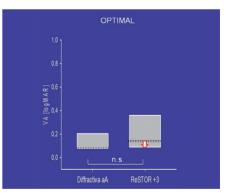
telbar vor der OP mit den Beschichtungsadditiven der Kartusche in Berührung kommt.

Des Weiteren präsentierte PD Dr. Dexl vorläufige Ergebnisse einer prospektiven randomisierten Vergleichsstudie mit der Diffractiva-aA (HumanOptics) und der ReSTOR SN6AD1 (Alcon). Beide Linsen besitzen ein multifokales Optikdesign für weitgehende Brillenunabhängigkeit in allen Entfernungen. Die Gemeinsamkeit beider Linsen besteht in der apodisierten zentral-diffraktiven asphärischen Vorderfläche. Die Optik der Linsen unterscheiden sich bezüglich der Nahaddition: Diese beträgt bei der ReSTOR-IOL +3,0 dpt auf Linsenebene (+2,0 dpt auf Brillenebene) und bei der Diffractiva-aA +3,5 dpt auf Linsenebene (+2,8 dpt auf Brillenebene).

Insgesamt wurden 120 Patientenaugen in die Studie eingeschlossen. Jeweils 60 Augen wurden bilateral mit der ReSTOR +3 beziehungsweise der Diffractiva-aA versorgt. Hauptzielparameter war die unkorrigierte binokulare funktionelle Lesefähigkeit, die mit dem in Salzburg entwickelten SRD-Gerät (Salzburg Reading Desk) unter optimalen (95% Kontrast und 100 cd/m² Luminanz) und reduzierten Lesebedingungen (30% Kontrast und 20 cd/m² Luminanz) ermittelt wurde.

Der Lesefähigkeits-Korridor eines Fließtextes mit Kleinbuchstaben von 1,5–3,0 mm, wie er typischerweise für Tageszeitungen verwendet wird, liegt zwischen 0,4 und 0,7 logMAR. Damit Patienten gut lesen können, sollten Werte von 0,4 logMAR oder weniger erreicht werden. Unter reduzierten Licht- und Kontrastbedingungen ist meist ein Verlust von einer bis zwei Zeilen auf der Visustafel zu verzeichnen.

Drei Monate postoperativ konnte mit beiden Linsen Emmetropie erreicht werden. Die Lesefähigkeit unterschied sich unter optimalen Bedingungen nicht signifikant, wobei die Ergebnisse mit der ReSTOR-Linse eine größere Streuung zeigten. Unter reduzierten Lichtbedingungen ist ein deutlicher Trend zu besserer Lesefähigkeit mit der Diffractiva-aA Linse zu erkennen. PD Dr. Dexl machte diesen



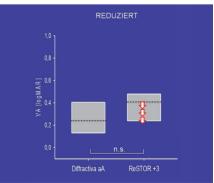


Abb. 17: Lesefähigkeit unter optimalen und reduzierten Bedingungen mit der Diffractiva-aA-IOL und der ReSTOR 3,0 IOL.

Vorsprung in den gezeigten Grafiken deutlich (Abb. 17, rote Pfeile). Noch ist die Fallzahl allerdings zu gering, um statistisch signifikante Unterschiede feststellen zu können.

Der oben genannte Lesevisus von 0,4 log-MAR oder besser wurde im Median bei optimalen Bedingungen mit beiden Linsen erreicht, unter reduzierten Bedingungen lag der Median bei den Diffractiva-Patienten deutlich weiter unter den 0,4 logMAR als bei den ReSTOR-Patienten.

PD Dr. Dexl fasst zusammen, dass mit beiden IOL-Modellen, der Diffractiva-aA und der ReSTOR 3,0, postoperative Emmetropie erreicht werden konnte, die unkorrigierte funktionelle Lesefähigkeit jedoch tendenziell, insbesondere unter reduzierten Lichtbedingungen, mit der Diffractiva-aA besser war. Der Safeloader®, das neue Autoloading-System der Firma HumanOptics, ermöglicht im Handumdrehen die Ladung der IOL ohne manuelle Zwischenschritte.

Phake Intraokularlinsen – nach wie vor eine interessante Alternative

Eine Alternative zum Linsenaustausch für Patienten, die auf Brille oder Kontaktlinsen verzichten möchten, stellte Prof. Manfred



Prof. Dr. Manfred Tetz, Augentagesklinik Spreebogen, Berlin

Tetz aus Berlin dar: die phaken Intraokularlinsen. Phake IOL gibt es seit etwa 30 Jahren und sie sind eigentlich die aus optischer Sicht ideale Lösung, da die Restakkommodation erhalten bleibt, was beim refraktiven Linsenaustausch nicht der Fall ist.

Für die Berechnung der geeigneten Stärke einer phaken IOL benötigt man nur die

Refraktion, was die Vorbereitungen zur OP vergleichsweise einfach macht: Kontaktlinse ein- oder geeignete Brille aufsetzen, die richtige Stärke bestellen und die phake Linse einsetzen.

Das Design der phaken Linsen beruht auf den Vorderkammerlinsen. Da der Kammerwinkel superior am engsten ist, sollte die phake Linse horizontal platziert werden.

Prinzipiell gibt es zwei Typen von phaken IOL für die Vorderkammer, die Kammerwinkelgestützten und die Iris-fixierten Linsen. Viele Modelle der Kammerwinkel-gestützten phaken IOL sind mittlerweile vom Markt verschwunden, da sie mit Komplikationen wie Größenproblemen, Pupillenovalisierung, Dezentrierung, Rotation oder Endothelzellverlust assoziiert waren.

In der Literatur findet man deutliche Unterschiede bezüglich des Endothelzellverlustes zwischen Iris-fixierten und Kammerwinkelgestützten phaken Linsen: In einer Studie mit der Cachet IOL von Alcon betrug der Endothelzellverlust 3,5 Prozent, mit der Artisan/Verisyse – publiziert in "Ophthalmology" – im Mittel nur 0,78 Prozent.

Von den phaken IOL, die in die Hinterkammer implantiert werden, spielt auf dem Markt nur noch die ICL (Staar) eine Rolle, die in ihrer jetzt fünften Generation mit einem zentralen kleinen Loch versehen wurde, um die Kammerwasser-Zirkulation zu verbessern und damit das Risiko einer anterioren subkapsulären Katarakt zu senken. Diese Linsen

können zu Komplikationen wie Größenproblemen, Katarakt, Schwächung der Zonula, Pigment-Chafing und einem erhöhten Glaukomrisiko führen.

Die von Prof. Jan Worst entwickelten Irisfixierten phaken IOL haben sich bisher am meisten durchgesetzt. Die 20 Jahre Erfahrung mit diesen Linsen zeigen, dass Komplikationen mit diesen Modellen seltener auftreten. Diese Zwei-Punkt-fixierten Irisklauen-Linsen haben den Vorteil, dass eine Größe für alle Augen passt und es beim



Abb. 19: Iris-fixierte phake Linse in horizontaler Ausrichtung.

Augenreiben keine Probleme gibt. Der Einsatz der Iris-fixierten phaken Linsen ist sicher, effizient und die Ergebnisse sind gut vorhersagbar und stabil. Die Iris-fixierte Artisan/Verisyse IOL macht 60 Prozent aller implantierten phaken Linsen aus.

Die phake Artisan/Verisyse IOL ist auch als torische Linse über einen Zylinderbereich von 2–7 dpt verfügbar. Hier bevorzugt Prof. Tetz die horizontale Zylinderachsenausrichtung, die horizontal weniger dezentrierungs-

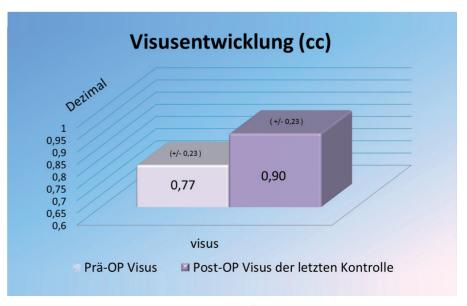


Abb. 18: Visusentwicklung nach Implantation der Artisan/Verisyse-Linse nach durchschnittlich 2,8 Jahren.

empfindlich ist. Leider sind die Wartezeiten für die torischen Modelle sehr lang.

Prof. Tetz implantiert mehr als 250 Artisan/ Verisyse Linsen pro Jahr und hat einen Teil seiner Daten im Zeitraum von 2005 bis 2012 ausgewertet. Dazu wurden 49 Augen von 29 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 37 Jahren mindestens einmal pro Jahr mit Endothelzellkontrolle nachuntersucht. Von diesen Patienten hatten 21 eine Myopie ohne Astigmatismus und zehn mit Astigmatismus und zwölf Patienten eine Hyperopie ohne Astigmatismus und sechs mit Astigmatismus. Der korrigierte Visus steigerte sich von präoperativ 0,77 auf postoperativ 0,9 bei der letzten Nachkontrolle. Der Endothelzellverlust betrug im Mittel 2,5 Prozent. Komplikationen traten nur selten auf, insgesamt bei fünf Patienten. Bei zwei Patienten wurde die phake Linse explantiert, einmal wegen fraglicher Heterochromiezyklitis, einmal wegen subjektiver Unverträglichkeit.

Für Prof. Tetz stellt die Korrektur der Myopie und Hyperopie mit oder ohne Astigmatismus durch eine phake irisfixierte Vorderkammerlinse eine sehr zufriedenstellende Methode dar, mit intermediär guter Endothelzellstabilität und sehr guten Visusergebnissen.

DMEK - single oder triple?

Bislang wurde viel über Implantate zur Aphakie oder Refraktionskorrektur gesprochen,



Dr. Necip Torun, Universitätsaugenklinik der Charité. Berlin

doch alle diese innovativen Möglichkeiten setzen eine intakte und transparente Hornhaut voraus. Dr. Necip Torun aus Berlin berichtete über seine Untersuchungen zur single versus triple Prozedur bei der Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty (DMEK). Die perforierende Keratoplastik ist seit 1905 bekannt, aber auch bekannt für Risiken wie induzierter Astigmatismus, Nahtkomplikationen. Wunddehiszenz, langsame visuelle Rehabilitation und unerwünschte Immunreaktionen. Daher ist seit Jahren ein Trend zur lamellären Keratoplastik zu erkennen. Betrug der Anteil lamellärer Eingriffe in den USA im Jahr 2005 nur fünf Prozent, so war ein starker Zuwachs bereits 2009 mit 45 Prozent zu verzeichnen. Heute liegt der Anteil lamellärer Keratoplastiken in USA bereits bei über 50 Prozent. Zu den Indikationen für die hintere lamelläre Keratoplastik gehören Erkrankungen des Hornhaut-Endothels, die Fuchs Endotheldystrophie und die bullöse Keratopathie. Im Gegensatz zur DSAEK erfolgt die Transplantation der Descemet-Membran mit Hornhaut-Endothelzellen

neun Prozent der Patienten bei der DSAEK. Zu den häufigsten Komplikationen nach DMEK gehört die Transplantatdislokation bei 25 Prozent der Patienten. Hier ist meist ein Rebubbling erforderlich.

Die Standard-Indikationen der DMEK umfassen Erwachsene mit einem Visus von etwa 0,5 oder schlechter und einem relativ guten Einblick bei übersichtlichen operativen Gegebenheiten. Dr. Torun hat seit Oktober 2011 bei 427 Augen eine DMEK durchgeführt. In keinem Fall kam es zu einer Konversion zur DSAEK oder perforierenden Keratoplastik.

Dr. Torun führte eine DMEK bei 17 phaken Augen von Patienten mit einem Durchschnittsalter von 59 Jahren durch. Zwei Augen entwickelten eine Katarakt und die getrübte Linse wurde ersetzt. Die Patienten erreichten einen mittleren Visus von

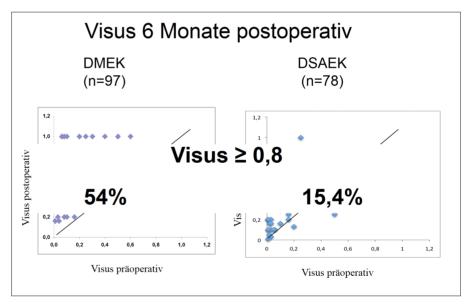


Abb. 20: Vergleich der Visusentwicklung nach DMEK und DSAEK.

ohne Stromagewebe. Die DMEK hat den Vorteil, weniger Aberrationen zu erzeugen und erlaubt eine schnellere und bessere visuelle Rehabilitation. In einer Studie erreichten 54 Prozent der Patienten sechs Monate nach DMEK und nur 15,4 Prozent nach DSAEK einen Visus von 0,8 oder besser.

Abstoßungsreaktionen sind seltener bei der DMEK zu beobachten. Dr. Torun hatte unter seinen 427 DMEK-Eingriffen nur eine Abstoßung zu verzeichnen, die Literatur beschreibt Abstoßungsreaktionen bei weniger als einem Prozent der Patienten bei der DMEK und bei

0,13±0,12 logMAR. Ein Rebubbling war in 18 Prozent der Fälle erforderlich.

In Berlin wird bei Patienten unter 50 Jahren eine single DMEK durchgeführt, bei älteren Patienten oder Patienten mit getrübter Linse ein triple Eingriff. Beim single Eingriff war ein Rebubbling in 17 Prozent der Fälle, bei der triple DMEK in 34 Prozent der Fälle erforderlich, ansonsten waren keine Unterschiede, zum Beispiel in Bezug auf die Endothelzellzahl, zu beobachten. Bei der triple Prozedur besteht die Gefahr der Hyperopisierung, daher sollte vorab myopisiert werden.

Dr. Torun sieht die triple DMEK als sicheres Verfahren mit guten Visusergebnissen und stabilen Endothelzellzahlen. Der Eingriff ist bei Patienten über 50 Jahre indiziert und erspart einen zusätzlichen Eingriff.

Erfolgreiche Glaukombehandlung mit HDFS

Prof. Dr. Bojan Pajic aus Reinach in der Schweiz widmete sich einem anderen Themenbereich, der Glaukomoperation.



Prof. Dr. Bojan Pajic aus Reinach, Schweiz

In den 70er-Jahren führte Fjodorov die nicht penetrierende tiefe Sklerektomie ein, die im Unterschied zur Trabekulektomie ohne Filterkissen auskommt. Koslov baute diese Methode weiter mit einem Kollagenimplantat aus. Letztendlich resultierte daraus die tiefe perforierende Sklerektomie. Bei dieser Technik wird eine Skleralamelle in Form eines gleichseitigen Dreiecks mit jeweils 6

Abb. 21: abee-Spitze für die HDFS-Glaukombehandlung.

mm Kantenlänge präpariert mit Perforation in die Vorderkammer.

Bei allen Glaukomeingriffen mit externem Zugang besteht das Risiko einer Fibroblasten-Proliferation mit Penetration ins Operationsgebiet und einem konsekutivem Verschluss des filtrierenden Abflusses. Der nächste Entwicklungsschritt war der transkamerale Zugang, die High Frequency Deep Sclerectomy (HFDS), die sich mit einer Hochfrequenzspitze wie der abee Spitze von Oertlischnell durchführen lässt. Die Technologie funktioniert analog wie die der Kapsulotomie. Bei dieser ab interno Vorderkammer-Sklerotomie werden keine Antimetaboliten benötigt.

Mit dem besonderen Winkel der abee Spitze kann man den Eingriff nicht nur - wie bisher – von temporal nach nasal durchführen, sondern es können auch inferiore Pockets präpariert werden. Die abee Spitze ist 0,3 mm dick, 0,6 mm breit und 1 mm lang. Die Spitze wird auf der Höhe des Trabekelwerkes in Stellung gebracht, um auf dieser Ebene zu penetrieren, das heißt durch das Trabekelwerk, den Schlemmschen Kanal bis 1 mm in die Sklera, um die idealerweise sechs Pockets zu präparieren. Den Erfolg des Eingriffes erkennt man an kleinen Bläschen und einem leichten Widerstand beim Zurückziehen der Spitze aus dem Operationsgebiet. Postoperativ behandelt Prof. Dr. Pajic diese Patienten mit Pilocarpin 2%

> während drei bis vier Wochen, abgesehen natürlich von topisch antibiotischer und entzündungshemmender Theranie

> Im Rahmen einer Studie führte Prof. Dr. Pajic die HDFS-Behandlung bei 53 Patienten mit primärem Offen win kelglaukom (POAG) und fünf Patienten mit juvenilem Glaukom durch. Bei den POAG Patienten waren in den ersten zehn Tagen gelegentlich Druckspitzen zu erkennen, die unter Pilo-

carpin seltener auftraten. Bei den juvenilen Glaukomen zeigte sich eine gute und langfristige IOD-Senkung. Von diesen Patienten waren 90 Prozent auch nach zwei Jahren ohne Medikation gut druckreguliert.

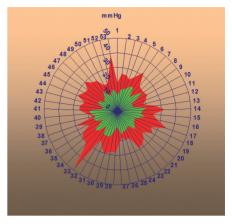


Abb. 22: Prä- und postoperative IOD-Werte nach 72 Monaten bei Patienten mit POAG.

Zu den häufigsten Komplikationen gehörten eine passagere Erhöhung des Intraokulardruckes (IOD) bei 22,6 Prozent, eine Hypotonie bei 1,9 Prozent, ein Hyphema bei 11,4 Prozent und eine passagere Fibrinbildung bei 1,9 Prozent der Patienten.

Prof. Dr. Pajic führte eine zweite Studie bei 205 Patienten mit POAG durch, die kombiniert mit einer Kataraktoperation durchgeführt wurden. Hier traten niedrigere Druckspitzen wegen Pilocarpin-Behandlung in den ersten sieben bis 14 Tagen auf. Alle Patienten erreichten IOD-Werte unter 22 mmHg, bei 70 Prozent der Patienten lag der IOD unter 17 mmHg und bei 54,7 Prozent unter 15 mmHg.

Prof. Dr. Pajic fasst zusammen, dass die HFDS-Glaukombehandlung mit der abee Spitze einfach und erfolgreich durchzuführen ist und zu langanhaltender IOD-Senkung bei Patienten mit PO-AG und juvenilem Glaukom führt. Druckspitzen können um den zehnten postoperativen Tag auftreten. Eine Pilocarpin-Behandlung wirkt einerseits den Druckspitzen entgegen und fördert das Offenbleiben der Pockets. Prof. Dr. Pajic setzt diese Methode auch beim Engwinkelglaukom und PEX ein, sofern das Trabekelmaschenwerk gut zu sehen ist.

In einer anschließenden Video-Sitzung wurden komplexe und komplizierte Fälle vorgestellt und gemeinsam nach den besten Lösungen gesucht. Die Teilnehmer nahmen während der gesamten Veranstaltung regen Anteil an den Diskussionen. Wiederum waren die beiden Tage wie im Flug vergangen und die Diskussionen setzten sich in den Abendstunden fort.

Als Vorsitzender der Fakultät freute sich Prof. Tetz, bereits am Ende der diesjährigen Veranstaltung die Unterstützung der Sponsorenfirmen für das Come and See Meeting 2015 verkünden zu können. Termin und Ort wurden bereits festgelegt.



BITTE NOTIEREN

- 7. Come-and-See Meeting 2015
- 19.–21. Juni 2015
- Bad Horn, Schweiz
- www.come-and-see.ch



Ophthalmologische Nachrichten Biermann Verlag GmbH Otto-Hahn-Str. 7, 50997 Köln Tel.: 02236-376-0 Sonderbeilage ON 11/2014

ophta Sonderbeilage ophta 6/2014 Mit freundlicher Unterstützung von HOYA Surgical Optics GmbH, HumanOptics AG, Mediconsult AG und Oertli Instrumente AG

Information: Oertli Instrumente AG Hafnerwisenstrasse 4 CH-9442 Berneck Layout & Grafik: Biermann Verlag GmbH

Druck: Griebsch & Rochol Druck GmbH, D-59069 Hamm

Bildnachweis: Dr. André Delley, Dr. Monika Fuchs, HOYA Surgical Optics GmbH, HumanOptics AG und Oertli Instrumente AG