

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde

Klinikum rechts der Isar

Anwendung von Monovision in der Kataraktchirurgie

Seid-Fatima Seidova

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. I. Lanzl

2. Univ.-Prof. Dr. Dr. Chr.-P. Lohmann

Die Dissertation wurde am 19. 12.2011 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 18.04.2012 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
1. Einleitung	7
1.1. Katarakt	7
1.1.2. Arten der Katarakt	8
1.1.3. Symptome der Katarakt	8
1.1.4. Operation der Katarakt	9
<i>1.1.4.1. Vorbereitende Untersuchungen</i>	9
<i>1.1.4.2. Anästhesie</i>	9
<i>1.1.4.3. Operationstechnik</i>	10
1.1.5. Intraokularlinsen	11
<i>1.1.5.1. Monofokale IOL</i>	12
<i>1.1.5.2. Multifokale Intraokularlinsen</i>	12
<i>1.1.5.3. Akkommodative Intraokularlinsen</i>	13
1.1.6. Postoperative Medikation und Nachsorge	14
1.1.7. Komplikationen der Kataraktoperation	14
<i>1.1.7.1. Intraoperative Komplikationen</i>	14
<i>1.1.7.2. Postoperative Komplikationen</i>	15
1.1.8. Ergebnisse der Kataraktoperation	16
1.2. Monovision	17
1.2.1. Definition der Monovision	17
1.2.2. Qualität des Sehens bei der Monovision	18
<i>1.2.2.1. Sehschärfe in der Ferne und in der Nähe</i>	18
<i>1.2.2.2. Kontrastsensitivität</i>	19
<i>1.2.2.3. Binokularsehen</i>	20
<i>1.2.2.4. Stereosehen</i>	20
<i>1.2.2.5. Ausübung verschiedener praktischer Aufgaben</i>	21
1.2.3. Faktoren, die den Erfolg der Monovision beeinflussen	23
<i>1.2.3.1. Führungsaug</i>	23
<i>1.2.3.2. Binokulare Fokustiefe</i>	25
<i>1.2.3.3. Adaptation zur Monovision</i>	26
<i>1.2.3.4. Psychologisches Porträt des Patienten</i>	26
<i>1.2.3.5. Aufklärung des Patienten und Dokumentation</i>	27

1.2.3.6. <i>Probeversuch mit Kontaktlinsen bei der Monovision</i>	28
1.2.4. Kontraindikationen zur Monovision	28
1.2.4.1. <i>Nicht ausreichende Sehschärfe</i>	28
1.2.4.2. <i>Berufsfaktor</i>	29
1.2.4.3. <i>Starkes sensorisches Führungsauge</i>	29
1.2.4.4. <i>Orthoptische Kontraindikationen zur Monovision</i>	30
1.2.5. Der subjektive Erfolg der Monovision	31
1.2.6. Monovision in der Kataraktchirurgie	31
1.3. Lebensqualität mit Fokus auf die Monovision	33
1.3.1. Lebensqualität. Definition und Aktualität	33
1.3.2. Sehbezogene Lebensqualität. Objektive Beurteilung und subjektive Wahrnehmung	33
1.3.3. Die Lebensqualität und die Monovision	35
1.4. Ziel der Studie	35
2. Material und Methoden	36
2.1. Auswahl der Patienten, Einschlusskriterien in die Studie und Gruppenverteilung	36
2.2. Präoperative ophthalmologische Untersuchungen	38
2.3. Operation	39
2.3.1. Präoperative Vorbereitung und Anästhesie	39
2.3.2. Operationstechnik	39
2.3.3. Implantierte intraokulare Linse	40
2.3.4. Abschluß der Operation	40
2.4. Postoperative Betreuung	40
2.4.1. Frühe postoperative Nachuntersuchungen	40
2.4.2. Späte Nachuntersuchungen	41
2.5. Abschlussuntersuchung	41
2.5.1. Objektive Bewertung des Erfolges der ausgewählten Methode	41
2.5.2. Subjektive Bewertung des Erfolges der ausgewählten Methode	46
2.6. Statistische Auswertung	47
3. Ergebnisse	49
3.1. Präoperative Daten	49
3.1.1. Alter und Geschlecht	49
3.1.2. Begleitende Augenerkrankungen	50

3.1.3. Sehschärfe	51
3.1.4. Refraktion	51
3.1.5. Stereosehen	55
3.1.6. Führungsaugae	55
3.2. Operative Daten.....	55
3.2.1. Zielrefraktion.....	55
3.2.2. Das erstoperierte Auge.....	56
3.2.3. Interoperativer Zeitabstand	56
3.2.4. Intraoperative Besonderheiten und Komplikationen	57
3.2.5. Implantierte intraokulare Linse	58
3.3. Postoperative Betreuung.....	58
3.3.1. Frühe postoperative Periode	58
3.3.2. Späte postoperative Periode	60
3.4. Abschlussuntersuchung	60
3.4.1. Die klinischen Daten.....	60
3.4.1.1. <i>Sehschärfe</i>	60
3.4.1.2. <i>Postoperative Refraktion</i>	64
3.4.1.3. <i>Binokularsehen</i>	67
3.4.1.4. <i>Stereosehen</i>	68
3.4.1.5. <i>Führungsaugae</i>	69
3.4.2. Die Ergebnisse der Patientenbefragung.....	69
3.4.2.1. <i>Qualität des Sehens</i>	69
3.4.2.2. <i>Gebrauch einer Brille</i>	73
3.4.2.3. <i>Gebrauch einer Brille und Lebensqualität</i>	75
3.4.2.4. <i>Patientenzufriedenheit</i>	76
3.4.2.5. <i>Qualität der präoperativen Aufklärung</i>	77
3.4.2.6. <i>Präoperative Erwartungen und postoperative Ergebnisse</i>	78
3.4.2.7. <i>Korrelationen</i>	78
4. Diskussion	80
4.1. Diskussion zu heutzutage bestehenden Möglichkeiten der Monovision Technik und deren Alternativen.....	80
4.1.1. Traditionelle Monovision.....	80
4.1.2. Milde Monovision.....	80
4.1.3. Multifokale IOL und Monovision.....	81

4.1.4. Technik der verbesserten Monovision.....	82
4.1.5. Technik der modifizierten Monovision	82
4.2. Diskussion zur den Ergebnissen der eigenen Studie	83
4.2.1. Die postoperative Refraktion und induzierte Anisometropie.	83
4.2.2. Die unkorrigierte binokulare Sehschärfe in die Ferne und die Qualität des Sehens in der Ferne	83
4.2.3. Die unkorrigierte binokulare Sehschärfe im Zwischenbereich und die Qualität des Sehens im Zwischenbereich	84
4.2.4. Die unkorrigierte binokulare Sehschärfe in der Nähe und die Qualität des Sehens in der Nähe	85
4.2.5. Das Stereosehen	85
4.2.6. Monovision und die Lebensqualität.....	86
4.2.7. Erwartungen des Patienten und erreichte Ergebnisse.....	88
4.2.8. Zusammenfassende Darstellung der eigenen Ergebnisse und der Erkenntnisse aus der Literatur	89
5. Zusammenfassung.....	90
Literaturverzeichnis.....	93
Abbildungsverzeichnis	103
Tabellenverzeichnis	106
Anhang	108
Fragebogen.....	108
Schema zur Anwendung der Monovision in der Kataraktchirurgie.....	112
Präoperative klinische Untersuchungen. Indikationen und Kontraindikationen zur Monovision	113
<i>Beidseitige Katarakt</i>	113
<i>Potenzielle postoperative Sehschärfe</i>	113
<i>Astigmatismus</i>	113
<i>Pupillengröße</i>	113
<i>Orthoptischer Status</i>	114
Patienten – Management und Patienten-Information	114
<i>Anamnese</i>	114
<i>Psychologisches Porträt des Patienten. Wichtigkeit der Motivation des Patienten für den Erfolg der Monovision</i>	114
<i>Patienteninformation</i>	115

<i>Präoperativer Probeversuch der Monovision in der Kataraktchirurgie</i>	116
Besonderheiten der präoperativen Vorbereitung bei der Monovision	118
<i>Bestimmung des Führungsauges</i>	118
<i>Bestimmung der induzierten Anisometropie bei der Monovision</i>	119
<i>Bestimmung des erst zu operierenden Auges</i>	120
Danksagung	121

Abkürzungsverzeichnis

IOL	Intraokularlinse
IFIS	Floppy – Iris Syndrom
PEX	Pseudoexfoliation – Syndrom
PRK	photorefraktive Keratektomie
LASIK	Laser-in-situ-Keratomileusis
Dpt	Dioptrien
VF	Visual Funktion
RA	rechtes Auge
LA	linkes Auge
Bds	beidseits
OCT	optische Kohärenztomografie
TAMD	trockene Makuladegeneration
Min	minimal
Max	maximal
Sph	sphärisch
AT	Augentropfen

1. Einleitung

1.1. Katarakt

Eine Katarakt („grauer Star“) ist definitionsgemäß eine partielle oder totale Trübung der natürlichen Augenlinse, die zur Sehschärfeneinschränkung führt.

1.1.1. Epidemiologie der Krankheit

Katarakt ist die weltweit am häufigsten auftretende Ursache für Erblindung (WHO). Allein in der Bundesrepublik beträgt die jährliche Anzahl der Katarakteingriffe nach Industrieangaben über 600 000, weltweit schätzt man etwa 6 bis 10 Millionen Betroffene. Die jährliche Anzahl an Kataraktoperationen pro 1 Million Einwohner, die sogenannte „Cataract Surgical Rate“ (CSR) ist von Land zu Land sehr unterschiedlich. Während sich die CSR nach Angaben der WHO in den USA und Europa mit 4000 bis 5000 auf einem sehr hohen Niveau befindet, beträgt sie bedingt durch Unterschiede in der medizinischen Versorgung in Schwellenländern wie Indien etwa 3000 und in Ländern der Dritten Welt sogar nur bis zu 200 (WHO). Am häufigsten ist die altersbedingte (senile) Katarakt, welche etwa ab dem 6. Lebensjahrzehnt auftritt (Klein et al., 2008; Albert and Miller, 2008). Da keine medikamentöse Therapie existiert, besteht die Standardbehandlung der Katarakt in der Entfernung der getrübten Linse und Implantation einer künstlichen IOL (Albert and Miller, 2008). Besonderes Augenmerk liegt dabei auf minimalinvasiven Operationstechniken, um unerwünschte Komplikationen wie operativ induzierte Hornhautverkrümmungen oder intraokulare mikrobielle, in der Regel bakterielle Infektionen („Endophthalmitis“) (ESCRS, 2007) zu verhindern (Alio et al., 2005; Kahraman et al., 2007). Moderne IOL-Optiken erzielen eine hohe postoperative optische Qualität und somit eine hohe Patientenzufriedenheit (Kohnen et al., 2006; Mester et al., 2008; Pepose et al., 2007; Kasper et al., 2006; Kohnen et al., 2008).

1.1.2. Arten der Katarakt

Aufgrund der Vielfalt der Ursachen und Erscheinungsformen kann die Katarakt auf mehrfache Weise klassifiziert werden. Eine grundsätzliche Unterscheidung ist zwischen einer angeborenen (kongenitalen) und erworbenen (zum Beispiel der senilen, der traumatischen oder durch ein Glaukom hervorgerufenen) Katarakt zu treffen.

Die häufigste Form allerdings ist die altersbedingte Katarakt, die hauptsächlich in drei Manifestationen auftritt: Als Rinden-, Kern- oder hintere subkapsuläre Trübung (Albert and Miller, 2008).

1.1.3. Symptome der Katarakt

Das Hauptsymptom der Katarakt ist eine meist langsam fortschreitende Sehverschlechterung. Auswirkungen der Katarakt beschränken sich nicht nur auf Visus, sondern umfassen auch andere Sehqualitäten wie zum Beispiel die Blendempfindlichkeit (Rouhiainen et al., 1997; Haigis, 2008).

Die Trübung des Linsenkerns kann sich auch in einer Zunahme der Linsenbrechkraft äußern, die zu einer Refraktionsänderung des Auges in Richtung Myopisierung führt. Klinisch erkennt der Augenarzt die Katarakt bei der Untersuchung der vorderen Augenabschnitte mittels Spaltlampenbiomikroskopie bei erweiterter Pupille (**Abb. 1**). So kann die Ausdehnung und Lokalisation von Trübungen innerhalb der Linse und im Verhältnis zur optischen Achse des Auges bestimmt werden.



Abbildung 1: Katarakt (http://www.meduni-graz.at/augenheilkunde/ahk_site/systematik/linse/li_cat_sen/li_catsen.html)

1.1.4. Operation der Katarakt

1.1.4.1. Vorbereitende Untersuchungen

Vor der Operation ist eine Sehschärfenprüfung, die Untersuchung der vorderen Augenabschnitte und zum Ausschluss weiterer Erkrankungen die Spiegelung des Augenhintergrundes erforderlich (Albert and Miller, 2008). Zur Berechnung der Stärke der IOL misst man Brechkraft der Hornhaut, Tiefe der Augenvorderkammer und Länge des Auges (Haigis, 2008; Haigis et al., 2000; Riederle et al., 2006).

1.1.4.2. Anästhesie

Laut einer Umfrage unter deutschen Kataraktchirurgen erfolgt die Anästhesie bei Kataraktoperationen in 70 % bevorzugt peri- oder retrobulbär mit Injektionsnadel und in 22 % unter topischer Anästhesie mit Tropfen- oder Gelapplikation. Nur 8 % der Eingriffe werden in Vollnarkose durchgeführt (Wenzel et al., 2007). Im Gegensatz zu diesen Daten wird die Kataraktoperation laut American Society of Cataract and Refractive Surgery (ASCRS) (63 %) und European Society of Cataract and Refractive Surgeons (ESCRS, 2007) (56 %) größtenteils in topischer Anästhesie vorgenommen (Leaming, 2006). Gründe hierfür sind eine schnelle visuelle Rehabilitation und eine bessere intraoperative Fähigkeit zur Mitarbeit des Patienten bei minimalinvasiven Implantationsverfahren. Andererseits stellt die topische Anästhesie höhere Anforderungen an den Operateur und setzt eine gewisse Compliance des Patienten voraus. Dies sind mögliche Gründe für die im intereuropäischen Vergleich in Deutschland noch relativ stark verbreitete Anwendung der Peri-/Injektionsanästhesie.

Je nach gewähltem Anästhesieverfahren muss eine etwaige Dauerantikoagulation wenn möglich perioperativ umgestellt werden. Während bei der topischen Anästhesie eine Antikoagulation in der Regel problemlos fortgesetzt werden kann, sollte bei der Wahl einer peri- und insbesondere einer retrobulbären Injektion aufgrund der Blutungsgefahr perioperativ eine Umstellung der Antikoagulation erfolgen. Dies gilt vor allem für die Medikation mit Cumarinen, ASS oder Clopidogrel (ESCRS, 2007).

1.1.4.3. Operationstechnik

Kataraktoperationen werden heutzutage größtenteils ambulant durchgeführt; in den USA zu 99 %, in der EU zu 84 % (ESCRS, 2007). Schwierige Fälle (zum Beispiel bei vorliegenden Begleiterkrankungen wie Entzündungen, Glaukom oder Netzhautkomplikationen) behandelt man bevorzugt stationär.

Zur Operation wird die Pupille medikamentös erweitert.

In der Kataraktchirurgie werden heute aus Gründen der postoperativen Wundstabilität und der intraoperativen Sicherheit zumeist selbstdichtende, nahtlose Tunnelschnitte angewandt, entweder als sklerale oder als korneale Inzisionen (ESCRS, 2007). Der klassische Zugang zur Kataraktextraktion befindet sich superior, jedoch wird vermehrt eine laterale Lage des Schnittes (USA: 65 %, EU: 32 %) (ESCRS, 2007) angewandt. Bei Vorliegen eines kornealen Astigmatismus kann außerdem durch Schnittführung und Wahl der Schnittlokalisation auf dem steilen Meridian eine Verringerung der Hornhautverkrümmung erfolgen (Volkmer et al., 1996).

Zugangstechniken zielen darauf ab, die Inzisionen kleiner als 2,8 mm zu gestalten.

Die Standardmethode zur Kataraktextraktion stellt heute die Phakoemulsifikation dar (Riaz et al., 2006; Mamalis, 2002). Dabei wird die kristalline Linse mittels einer mit hoher Frequenz vibrierenden Hohnadel (Ultraschall) durch eine vorher angelegte zentrale Eröffnung des anterioren Kapselsackes (Kapsulorhexis) zerkleinert und abgesaugt (**Abb. 2**).

Bei der gesamten Operation wird das Auge heute typischerweise durch intraokulare Injektion dispersiver und kohäsiver viskoelastischer Substanzen geschützt, welche dem Operateur außerdem den nötigen Raum zum Operieren bieten (Mamalis, 2002).

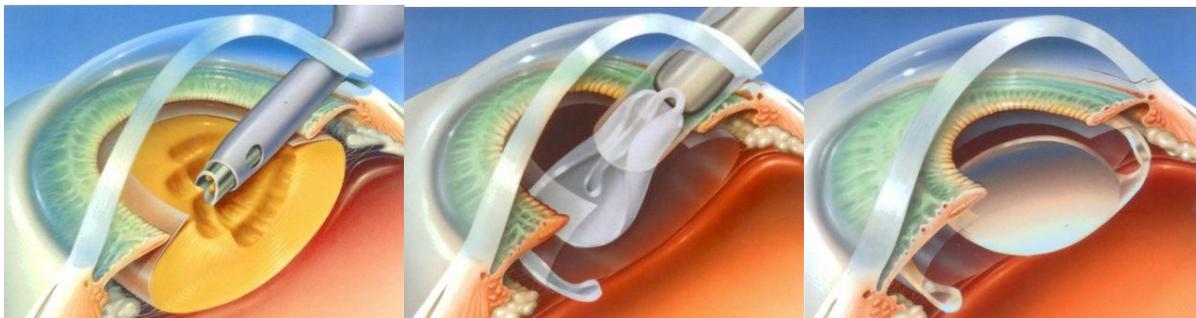


Abbildung 2: Kataraktoperation (http://ocunet.de/patienten/grauer_star.html)

1.1.5. Intraokularlinsen

Moderne Standard-IOL sind zumeist sphärische Linsen, welche das sphärische Äquivalent der Aberrationen des aphaken Auges korrigieren (Gesamtbrechkraft der IOL circa 10–30 dpt). Die Gestaltung und Größe des Implantats richtet sich nach dem Implantationsort (Kapsel oder Sulcus ciliaris) oder der gewünschten Linsenfunktion (Wenzel et al., 2008). Typischerweise sind die IOL-Optiken 6 mm lang und die Gesamtlänge der IOL liegt zwischen 12 und 13 mm. Unterschieden werden rigide Polymethylmethacrylat und faltbare Silikon- oder hydrophobe beziehungsweise hydrophile Acrylat-IOL. Die Verwendung faltbarer IOL erfreut sich aufgrund der kleineren Inzisionen (< 3 mm) immer größerer Beliebtheit. Im Jahre 2007 lag der Anteil rigider Linsen in Deutschland unter 1%, die durchschnittliche Inzisionsgröße bei weniger als 2,8 mm (Wenzel et al., 2007; Leaming, 2006). Um die Prävalenz der posterioren Kapseltrübung nach Kataraktoperation (sogenannter „Nachstar“) zu vermindern, werden heute IOL mit scharfem Hinterkantendesign hergestellt. So kann das Einwandern von Zellen auf die zentrale posteriore Kapsel und damit eine erneute Eintrübung in der optischen Achse verhindert werden (Kohnen et al., 2008).

Asphärische Intraokularlinsen – asphärische IOL verfügen über eine optimierte Oberflächenkrümmung der Optikzonen, welche den Abbildungsfehler höherer Ordnung der sphärischen Aberration korrigieren können. Positive Auswirkungen dieser IOL wie ein besserer subjektiver Seheindruck oder eine verbesserte Kontrastempfindlichkeit konnten bisher besonders bei großen Pupillen nachgewiesen werden (Kasper et al., 2006).

Blaufilter („gelbe“)-Intraokularlinsen – Blaufilter reduzieren die Transmission des kurzwelligen Lichtanteils. Dieser steht im Verdacht, durch photooxidative Schädigung an der Stelle des schärfsten Sehens (Makula) Veränderungen im Sinne der altersbedingten Makuladegeneration zu induzieren (Kohnen et al., 2008). Außerdem wird das kurzwellige Licht durch den Effekt der chromatischen Aberration stärker gestreut als das langwellige Licht, was zu einer Beeinträchtigung des Kontrastsehens führen kann. Insgesamt 72% der deutschen OP-Zentren implantierten im Jahre 2007 im Median 100, dagegen 8% mehr als 500 Blaufilter-IOL pro Jahr (Wenzel et al., 2008).

1.1.5.1. Monofokale IOL

Monofokale IOL verfügen über einen Brennpunkt (**Abb. 3**). Da bei der Implantation einer monofokalen IOL das operierte Auge nicht Akkomodationsfähig ist, wird vor der Kataraktoperation mit dem Patienten die gewünschte Refraktion besprochen. In der Regel wird der Patient auf Emmetropie für die Ferne, d.h. -0,5 dpt eingestellt, so dass er wie gewohnt seine Lesebrille weiter nutzen kann. Auch eine Einstellung für die Nähe ist machbar.



Abbildung 3: Monofokale IOL. Polytech Hoya Blaufilterlinse
(http://www.uke.de/kliniken/augenlinik/index_66777.php)

1.1.5.2. Multifokale Intraokularlinsen

Multifokale IOL (1,2% aller Implantationen 2007, Tendenz steigend) (Wenzel et al., 2008) bieten dem Patienten zwei oder mehr Brennpunkte und ermöglichen so ein Sehen in der Nähe und in der Ferne ohne zusätzliche optische Korrektur. Aufgrund verschiedener optischer Prinzipien werden multifokale IOL in refraktive (lichtbrechende) Linsen, diffraktive (lichtbeugende) Linsen und Linsen mit Kombinationen aus diffraktiver und refraktiver Optik unterteilt (Auffarth et al., 2008) (**Abb. 4**).



Abbildung 4: Multifokale IOL, AcrySof® IQ ReSTOR® von Alcon (<http://www.brille-im-auge.de/index.php?id=196>)

Die mögliche Nahaddition ist unterschiedlich von 2,8 dpt bis 3,5 dpt. Die Linsen unterscheiden sich in ihrer Pupillenabhängigkeit (refraktiv – pupillenabhängig und diffraktiv – pupillenunabhängig) und in ihrer Sehschärfe im Intermediär- und Nahbereich. Die Linsen gibt es auch als asphärische Linsen und Blaufilterlinsen. Das Geheimnis des Erfolges und damit eines zufriedenen Patienten liegt in der richtigen Patientenauswahl. Es muss ein presbyoper Leidensdruck vorherrschen und der unbedingte Wunsch nach Brillenfreiheit. Es dürfen keine weiteren okulären Pathologien vorliegen, kein hoher Astigmatismus. Auch muss in einem ausführlichen Gespräch mit dem Patienten genau die Anamnese, die Erwartung an den Seheindruck, der gewünschte Sehbereich ohne Brille und die Vor- und Nachteile der Linse herausgefiltert werden. Nachteile der multifokalen IOL sind mögliche Glare, Halo und Lichtsensationen und verminderte Kontrastsensivität.

1.1.5.3. Akkommodative Intraokularlinsen

Akkommodative IOL dienen der Wiederherstellung der Akkommodation (Nah- und Ferneinstellung des Auges) nach der Kataraktoperation. Die derzeit vertriebenen und klinisch angewandten Modelle basieren auf dem Prinzip der anterior-posterioren Linsenverschiebung und konnten in Studien nur moderate Verbesserungen der Nahsehschärfe erzielen.

Akkommodative IOL mit anderen Wirkungsmechanismen befinden sich noch in der Erprobungs- beziehungsweise Entwicklungsphase (Baumeister and Kohnen, 2008; Leyland and Pringle, 2006; Findl and Leydolt, 2007) (**Abb. 5**).

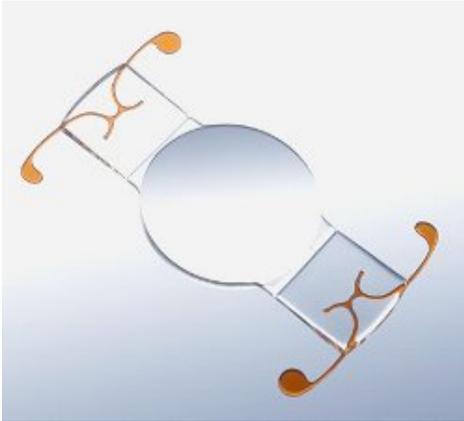


Abbildung 5: Akkommodative IOL, Crystalens von Bausch & Lomb
(http://www.uke.de/kliniken/augenlinik/index_66777.php)

1.1.6. Postoperative Medikation und Nachsorge

Die postoperative medizinische Nachsorge beinhaltet in der Regel ein topisch appliziertes steroidales und/oder nichtsteroidales Antiphlogistikum in ausschleichender Dosierung über zwei bis vier Wochen und ein Antibiotikum (meist ein Gyrasehemmer) für etwa eine Woche. Die postoperative Nachsorge besteht in der Regel in einer Tages-, einer Wochen- und einer Monatskontrolle mit anschließender möglicher Sehhilfenanpassung für Ferne und/oder Nähe.

1.1.7. Komplikationen der Kataraktoperation

Insgesamt sind Komplikationen nach Kataraktoperationen als sehr selten einzuschätzen (<1 %).

1.1.7.1. Intraoperative Komplikationen

Bei Verwendung von Tropfanästhesie werden Komplikationen der Injektionstechniken wie retrobulbäre Blutung, Bulbusperforation, und Kreislaufbeeinträchtigung bis hin zur Atemlähmung bei akzidenteller Injektion in den Sehnerven und damit den Subarachnoidalraum heute ausgeschlossen. Bleibt aber eine mögliche allergische Reaktion auf die Anästhesistropfen oder auf das Desinfektionsmittel.

Mögliche intraoperative chirurgische Komplikationen sind in Abhängigkeit vom gewählten Operationsverfahren (Lundstrom et al., 2007) Schädigungen des korneoskleralen Tunnelschnittes mit Bulbushypotonie, Prolaps uvealen Gewebes durch den Wundspalt (zum Beispiel bei Anwendung von alpha-1-Antagonisten – IFIS, Hornhautschädigung durch Abhebung der Descemetischen Membran oder thermischer Hornhautschaden durch die Phakoemulsifikationstip, Einriss des Kapselsackes mit Subluxation der IOL (insbesondere bei PEX und gegebenenfalls eine chorioidale Effusion, expulsive Blutung (Patwardhan et al., 2006).

1.1.7.2. Postoperative Komplikationen

Postoperative Schmerzen können auf eine Verletzung des Hornhautepithels, einen erhöhten Augeninnendruck oder eine intraokulare Infektion (Endophthalmitis) hinweisen. Eine der schwerwiegendsten postoperativen Komplikationen der Linsen Chirurgie, die Endophthalmitis, ist heute unter der Berücksichtigung einer bestmöglichen Antisepsis eine seltene (0,05%) (Lundstrom et al., 2007) Komplikation. Weitere seltene Komplikationen sind allergische Bindehautreaktion auf das Tropfenschema oder Luxation der IOL. Komplikationen, die den hinteren Augenabschnitt betreffen, sind das Auftreten eines cystoiden Makulaödems (**Abb. 6**) meist 1 bis 3 Monate postoperativ mit in der Regel Regression nach 6 Monaten oder in 0,4 bis 5,4% das Entstehen von Netzhautlöchern. Damit ist möglicherweise eine sogenannte rhegmatogene, das heißt durch einen Netzhaut einriss bedingte, Netzhautablösung assoziiert (Lundstrom et al., 2007).

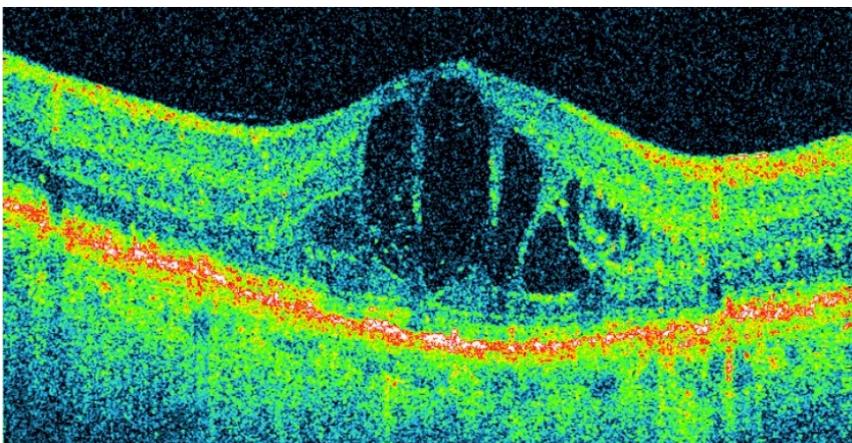


Abbildung 6: Cystoides Makulaödem

Die häufigste Komplikation ist das Auftreten eines Nachstars (**Abb. 7**). Während die 5-Jahres-Inzidenz des Nachstars in älteren Publikationen noch mit bis zu 50% angegeben wurde (Sourdille, 1997), konnte man durch Verbesserung der OP-Technik und Auswahl moderner faltbarer Linsen mit scharfer Kante eine deutlich geringere Nachstarrate von unter 3% nach drei Jahren erzielen (Zemaitiene et al., 2007). Der Nachstar kann in den meisten Fällen mit einem Neodymium-YAG-Laser problemlos im Rahmen einer sogenannten Laser-Kapsulotomie (Eröffnung der hinteren Linsenkapsel) beseitigt werden. Der Erhalt einer geschlossenen Hinterkapsel trägt allerdings zur Verhütung von postoperativen Komplikationen wie Netzhautablösung und Makulaödem bei, sodass die weitere Verminderung der Nachstarrate wünschenswert ist.

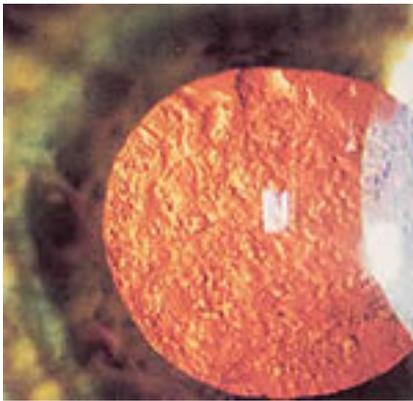


Abbildung 7: Nachstar (<http://www.augenspezialist.at/laseroperationen.htm>)

1.1.8. Ergebnisse der Kataraktoperation

Als Kriterium für den Erfolg einer Kataraktoperation werden neben dem komplikationslosen Verlauf des Eingriffes vor allem visuelle Langzeitergebnisse herangezogen. Bewertet wird in erster Linie die Hochkontrastsehschärfe (Visus) und das residuale Refraktionsdefizit in den mit den Linsen vorgesehenen Sehentfernungen (Riederle et al., 2006, Kohlen, 1999). Da die Hochkontrastsehschärfe zwar einfach und schnell zu ermitteln, aber allein nicht ausreichend ist, um die visuelle Wahrnehmung in ihrer gesamten Komplexität zu beurteilen, wurde der Begriff der „optischen Qualität“ eingeführt. Er beschreibt die Fähigkeit, den individuellen Sehanforderungen entsprechend, gut zu sehen. Zur Bestimmung der optischen Qualität werden verschiedene objektive und subjektive Kenngrößen herangezogen (Riederle et al., 2006; Powe et al., 1994).

Zu den optischen Ergebnissen der Kataraktoperation liegen zahllose Veröffentlichungen vor, allerdings sind die verwendeten Kenngrößen aufgrund ihrer Vielfältigkeit und dem durch subjektive Messungen relativ großen Interpretationsspielraum nur schwer vergleichbar (Kohnen et al., 2006; Kasper et al., 2006; Leyland and Pringle, 2006; Findl and Leydolt, 2007).

Zusammenfassend lässt sich darstellen, dass die aussagekräftigste und durch Näherungsverfahren am schnellsten zu ermittelnde aller Sehfunktionen, die Hochkontrastsehschärfe, nach Implantation aktueller IOL gute Werte erzielt. Powe und Mitarbeiter zeigten bereits im Jahre 1994 im Rahmen einer Literaturanalyse bei 95,5% der Augen ohne okuläre Begleiterkrankungen beziehungsweise bei 89,7% aller Augen einen unkorrigierten postoperativen Visus $\geq 0,5$ (Powe et al., 1994). Patienten ohne Begleiterkrankungen, denen moderne faltbare IOL implantiert werden, können heute mittlere Visuswerte von durchaus 1,0 oder besser erreichen (Kasper et al., 2006a, Kasper et al., 2006b). Die speziellen Optikdesigns der asphärischen, torischen, multifokalen und akkommodativen IOL konnten das Ergebnis in entsprechenden Ausgangssituationen weiter optimieren.

1.2. Monovision

1.2.1. Definition der Monovision

Die Monovisions-Technik wurde zum erstemal von Westsmith 1958 für die Korrektur der Presbyopie mit Hilfe von Kontaktlinsen beschrieben. Die Monovisions-Technik ist ein optisches Verfahren, bei dem ein Auge für die Ferne und das andere Auge für die Nähe korrigiert wird. Das Ziel der Behandlung ist das optimale Sehen sowohl in die Ferne als auch in die Nähe ausschließlich auf Grund der so erzielten Anisometropie. Patienten mit Monovision sehen in einem bestimmten Abstand an einem Auge ein scharfes Bild und an dem anderen Auge ein unscharfes Bild. Wenn beide Augen geöffnet sind, wird im visuellen Kortex entweder das Bild, das für die Ferne- oder das Bild des für die Nähe- korrigierten Auges bevorzugt aufgelöst. Das Bild des anderen Auges wird, da es unscharf ist unterdrückt. Viele Menschen gewöhnen sich sofort an die bisher ungewohnten Seheindrücke durch die

Monovision. Andere benötigen eine Eingewöhnungsphase von wenigen Tagen bis hin zu einigen Wochen oder Monaten (Harris and Classe, 1988).

Heutzutage wird die Monovisions-Technik für die Korrektur der Presbyopie mit Kontaktlinsen, in der refraktiven Chirurgie bei PRK und LASIK, beim „clear lens exchange“ und der Kataraktchirurgie mit Implantation einer monofokalen IOL angewendet (Greenbaum, 2002; Miranda and Krueger, 2004; Handa et al., 2004a).

1.2.2. Qualität des Sehens bei der Monovision

Die Beurteilung der Qualität des Sehens bei Monovision erfolgt mittels Analyse unterschiedlicher Sehfunktionen. Diese sind monokulare und binokulare Sehschärfe in der Ferne und in der Nähe, Kontrastsensitivität, Binokularsehen, Stereosehen und Ausübung verschiedener praktischer Aufgaben durchgeführt. Auf diese Sehfunktionen wird nun im Einzelnen eingegangen.

1.2.2.1. Sehschärfe in der Ferne und in der Nähe

Die binokulare best erreichbare Sehschärfe bei photopischen Konditionen (250 cd/m²) wird durch die Monovision nicht beeinflusst. Dies ist unabhängig davon ob hochkontrastige oder niedrigkontrastige Stimuli verwendet werden (Back et al., 1992; Collins et al., 1989b, Collins et al., 1993; Erickson and McGill, 1992; Harris et al., 1992, Papas et al., 1990; Robboy et al., 1990; Sheedy et al., 1993). Die erzielbare Sehschärfe kann sogar besser als 1,0 sein (Back et al., 1992). Die binokulare Sehschärfe bei der Monovision wird laut Literatur (Wright et al., 1999) durch die beste monokulare Sehschärfe begrenzt. Die zu erzielende Sehschärfe bei der Monovision mit Kontaktlinsen ist besser, als beim Tragen bifokaler Kontaktlinsen, insbesondere im Nahbereich und bei niedrigen Kontrasten (Back et al., 1992; Harris et al., 1992, Papas et al., 1990; Sheedy et al., 1993). In der Studie von Richdale et al. (2006) wurden multifokale Kontaktlinsen (Bausch and Lomb) mit durch Kontaktlinsen erzielter Monovision verglichen. Die Studie hat gezeigt, dass die Sehschärfe in der Ferne und in der Nähe bei guter Beleuchtung und in der Ferne bei schlechter Beleuchtung zwischen beiden Gruppen gleich war. Jedoch war die Sehschärfe in der Nähe bei niedriger Beleuchtung in der Monovision Gruppe signifikant besser.

Bei photopischen Konditionen hat laut Collins et al. (1993) die Verstärkung der Anisometropie bei der Monovision nur noch geringen Einfluss auf die erzielbare beste Sehschärfe. Im Gegenteil, bei niedrigen Kontrasten war die Sehschärfe 0,05 logMAR für +1,0

dpt Anisometropie und verringerte sich um 0,02 logMAR für jede zusätzliche dpt der induzierten Anisometropie

Außerdem haben Collins et al (1993) in ihrer Studie gezeigt, dass nicht korrigierter Astigmatismus auf einem Auge einen größeren Einfluss auf die mittels Monovision zu erreichende binokulare Sehschärfe in die Ferne hat, verglichen zu Augen die beidseits für die Ferne sphärisch, aber nicht astigmatisch korrigiert sind. Die Autoren vermuten, dass dies mit den Prozessen der meridionalen intraokularen Suppression nach Schor et al (1987) zusammen hängt. Eine wichtige Schlussfolgerung daraus für die klinische Praxis ist, dass für erfolgreiche Ergebnisse mit Monovision selbst der geringste Astigmatismus korrigiert werden muss.

Als Fazit ist wichtig nochmal zu betonen, dass die binokulare Sehschärfe bei der Monovision im Vergleich zur binokularen Korrektur für die Ferne bei photopischen Konditionen sich nicht verringert. Im Gegensatz dazu ist bei geringer Beleuchtung die binokulare Sehschärfe bei Monovision schlechter als bei der binokularen Korrektur für die Ferne. Zum Beispiel, bei der Grundbeleuchtung von 5 cd/m² ist die Sehschärfe bei der Monovision um eine Zahlreihe (5 Buchstaben) schlechter als bei der binokularen Korrektur für die Ferne mit einer Brille (Back et al., 1992). Darüberhinaus ist der Einfluss geringer Beleuchtung auf die Sehschärfe bei der Monovision deutlicher im Fernbereich ausgeprägt als in der Nähe (Back et al., 1992; Harris et al., 1992; Sheedy et al., 1993). So verringerte sich die Sehschärfe für die hochkontrastigen Stimuli um 0,2 logMAR für die Ferne und um 0,07 logMAR für die Nähe (Back et al., 1992).

1.2.2.2. Kontrastsensitivität

Kontrastsensitivität wird als der minimale Kontrast definiert, bei dem eine Steigerung der Sinuswelle festgestellt wird. Bei niedrigen Frequenzen (0,5 bis 4 cpd) hat die Monovision die gleichen Ergebnisse, wie das ausgeglichene binokulare Sehen gezeigt. Jedoch bei hohen Frequenzen (8 bis 16 cpd), war die Kontrastsensitivität bei der Monovision schlechter (Collins et al., 1989a). Die Ergebnisse der Studie von Pardhan (1990) haben gezeigt, dass die binokulare Kontrastsensitivität bei induzierter Anisometropie über 1,5 dpt sich sehr stark verringerte, jedoch war sie immer noch besser als die monokulare. Bei der Anisometropie von 2,0 bis 2,5 dpt war die binokulare Kontrastsensitivität sogar schlechter als die monokulare und kam zurück zu ihrem Niveau bei 3,5 dpt der Anisometropie.

1.2.2.3. Binokularsehen

Die Literaturübersicht hat gezeigt, dass die motorische Sehensfunktionen, wie Konvergenz und Akkommodation durch die Monovision Technik nicht beeinflusst werden (Erickson and Schor, 1990). McGill und Erickson (1991b) haben in einer randomisierten Studie 10 erfolgreiche und 10 nicht erfolgreiche Fälle mit der Monovision untersucht. Bei allen Patienten wurden eine signifikante Minderung der Exophorie und eine Minderung der divergenten Fusionsreserve in der Nähe festgestellt. Beide Gruppen (erfolgreiche und nicht erfolgreiche Monovision Patienten) haben keinen Unterschied in diesen Parametern gezeigt (McGill and Erickson, 1991b). In einer anderen Studie haben dieselben Autoren den Einfluss der Monovision auf die Fusionsreserve in die Ferne untersucht (McGill and Erickson, 1991a). Es wurden 23 Patienten mit Presbyopie in die Studie eingeschlossen, bei denen die Monovision mit den Kontaktlinsen induziert wurde. 9 Patienten davon waren zufrieden und 14 unzufrieden mit der Monovision. Die Fusionsreserve bei diesen Patienten wurde bei den drei folgenden Konditionen untersucht: a) Emmetropie an beiden Auge, b) Monovision mit Emmetropie am Führungsaug, c) Monovision mit Emmetropie am nicht Führungsaug. Esophorische Verschiebung und eine Verminderung der Fusionsreserven wurden in beiden Monovision Gruppen festgestellt, jedoch war die Verminderung der Fusionsreserven stärker ausgeprägt in der Monovision-Gruppe mit Emmetropie am Führungsaug und die esophorische Verschiebung überwiegend in der Monovision Gruppe mit Emmetropie am nicht Führungsaug. Diese Auswirkungen der Monovision waren geringer ausgeprägt bei zufriedenen Monovision Patienten als bei unzufriedenen.

1.2.2.4. Stereosehen

Stereosehen bei Monovision wurde von Gutkowski und Cassin (1991), bei 20 Patienten mit Presbyopie untersucht. Bei der ausgeglichenen binokularen Korrektur an beiden Augen war das Stereosehen bei allen Patienten im Durchschnitt etwa 40'', was der maximalen Auflösung des Titmus-Testes entspricht. Bei der Monovision verringerte sich das Stereosehen im Durchschnitt bis zu 384''. 12 von 24 Patienten erreichten Stereosehen von 40'' bis zu 200'', der Rest - 800''. Nur noch ein Patient hatte Stereosehen von 3000''. In der Studie von McGill und Erickson (1988) hatten alle 10 Patienten mit der Monovision Stereosehen von 40'' bis 200'', mit einer durchschnittlichen Verminderung des Stereosehens von 41,5 '' im Vergleich zur ausgeglichenen binokularen Korrektur. Andere Studien haben

auch eine Verminderung des Stereosehens bei der Monovision im Vergleich zur ausgeglichenen binokularen Korrektur mit der Brille gezeigt (Back et al., 1992; Harris et al., 1992).

In den Studien von McGill und Erickson (1988), Papas et al. (1990) und auch Back et al. (1992) wurde die Monovision mit verschiedenen bifokalen Kontaktlinsen verglichen. Sie haben festgestellt, dass das Stereosehen bei Monovision um ca. 35'' niedriger ist als bei bifokalen Kontaktlinsen.

Bei langfristig bestehender Monovision durch eine operative Korrektur war das Stereosehen bei diesen Patienten auch bei ausgeglichenem binokularem Sehen vermindert (Fawcett et al., 2001). Beim Vergleich der multifokalen Kontaktlinsen mit der Monovision-Kontaktlinsen war das Stereosehen in der ersten Gruppe signifikant besser als in der zweiten (Richdale et al., 2006).

Die Korrelation zwischen dem Grad der Anisometropie bei der Monovision und dem Grad der Minderung des Stereosehens war nichtlinear. Eine Steigerung des Grades der Anisometropie führte zur relativ noch stärkeren Minderung des Stereosehens (Gutkowski et al., 1991; Lovasik et al., 1985). Gleichzeitig haben Gutkowski et al. (1991) in ihrer Studie mit 20 Patienten gezeigt, dass das Stereosehen sich erst ab 2,25 dpt Anisometropie verringerte. Dabei ist wichtig zu bemerken, dass kein einziger Patient, auch mit Anisometropie über 2,25 dpt, Beschwerden über eine Verschlechterung der Qualität des räumlichen Sehens angab. Die gleichen Ergebnisse zeigten in ihrer Studie Back et al. (1989). Im Gegenteil dazu zeigten Papas et al. (1990) in ihrer Studie, dass 43% der Patienten mit der Monovision sich über die schlechtere Einschätzung des Abstandes beschwert haben.

Wright et al. (1999) haben auch bei der PRK-induzierten Monovision gezeigt, dass die Verschlechterung des Stereosehens von dem Grad der Anisometropie abhängt. Dies ist vor allem zu merken bei einer Anisometropie über 2,0 dpt.

1.2.2.5. Ausübung verschiedener praktischer Aufgaben

Es ist von Interesse, wie sich die Monovision auf die Qualität des Sehens und auf das Ausüben der damit verbundenen alltäglichen Aktivitäten auswirkt.

In der Studie von Sheedy et al. (1988) wurde es auf Grund drei verschiedenen Tests: „Buchstaben Ergänzung“, „Rangieren von Kärtchen“ und „Pfeil-Strohalm Test“ untersucht. Beim Test „Buchstaben Ergänzung“ wurde der Patient mit der Monovision aufgefordert einen Text aus miteinander unverbundenen Buchstaben anzusehen und die Anzahl eines ihm

genannten Buchstabes in diesem Text zu zählen. Bei dem Test „das Rangieren der Kärtchen“ lagen vor dem Patienten 26 Kärtchen, umgedreht auf dem Tisch. Jedes ist mit einem Buchstaben von A bis Z gekennzeichnet. Der Patient musste alle Kärtchen auf einmal umdrehen und die in einer alphabetischen Reihenfolge aussortieren. Bei dem Test „Pfeil-Strohalm“ ragen 30 Strohhalme aus einem Holzbrett in verschiedenen willkürlichen Winkeln hervor. Der Patient musste in einer begrenzten Zeit in jeden Strohhalm einen dünnen Pfeil hineinstecken. Das Ziel aller diesen Tests war zu bestimmen, wie die Qualität der Erfüllung aller diesen Tests bei der Monovision im Vergleich zum ausgeglichenen binokularen Sehen ist.

Im Vergleich zum ausgeglichenen binokularen Sehen hat die Monovision eine geringe jedoch statistisch signifikante Minderung der Fähigkeiten zur Erfüllung aller diesen Tests gezeigt: von 2,8 bis 5,7% für den Test „Buchstaben Ergänzung“, von 0,7 bis 4,2% für den Test „das Rangieren der Kärtchen“ und von 1,9 bis 4,0% für den Test „Pfeil-Strohalm“. Monokulare Erfüllung dieser Aufgaben führte zur Minderung der Fähigkeiten zur Erfüllung des Testes „Buchstaben Ergänzung“ um 2%, des Testes „das Rangieren der Kärtchen“ um 8,9% und des Testes „Pfeil-Strohalm“ um 30%.

Davon ausgehend kann man schließen, dass die Fähigkeit zur Erfüllung der schwierigen Tests bei der Monovision sehr ähnlich des ausgeglichenen binokularen Sehens ist.

Interessant ist, wie gering die Fähigkeit zur Erfüllung des Testes „Pfeil-Strohalm“ durch die Monovision beeinflusst wurde, da dieser Test hoch sensibel für Stereosehen ist: Der Patient muss genau das kleine Loch in dem Strohhalm lokalisieren und akkurat einen dünnen Pfeil in jeden Strohhalm einführen. Anderes gesagt, die vorgefasste Meinung, dass die Monovision zu einer relevanten für das alltägliche Leben spürbarer Verschlechterung des Stereosehens führt wurde nicht bestätigt.

Am schlechtesten wurde in dieser Studie bezüglich Monovision der Test „Buchstaben Ergänzung“ erfüllt, der vor allem für die Sehschärfe empfindlich ist und mit Stereosehen nichts zu tun hat.

Um die Qualität des Sehens in die Ferne im alltäglichen Leben zu bestimmen, wurde die Fähigkeit zum Autofahren tagsüber bei 13 Patienten mit bereits seit mindestens 3 Monaten bestehender Monovision zuerst mit unkorrigierter Monovision und dann mit dem ausgeglichenem binokularen Sehen verglichen. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass die Monovision keinen Einfluss auf die Fähigkeit zum Autofahren hat (Wood et al., 1998). Beim Autofahren in der Nacht gibt es widersprüchliche Daten. Zum Beispiel, Back et al. (1992) haben in einer Studie gezeigt, dass die Fähigkeit zum Autofahren bei der Monovision auf

jeden Fall viel besser ist, als mit den bifokalen Kontaktlinsen. Anderen Autoren behaupten, im Gegenteil dazu, dass die Monovision zum Autofahren in der Nacht überhaupt nicht geeignet wäre (Benjamin and Borish, 1994).

1.2.3. Faktoren, die den Erfolg der Monovision beeinflussen

1.2.3.1. Führungsauge

In der klinischen Praxis wird das Führungsauge typischerweise für die Ferne korrigiert (Jain et al., 1996; Erickson and Schor, 1990). Eine Literaturübersicht von 13 Artikeln hat gezeigt, dass bei 95% von 427 Monovision Patienten das Führungsauge für die Ferne angepasst wurde (Jain et al., 1996). Der Grund dafür ist die vorherrschende Meinung, dass beim Blick in die Ferne die Fähigkeit zur Suppression des verschwommenen Bildes am Auge für die Nähe am nicht Führungsauge viel einfacher wäre.

Das Führungsauge kann als motorisches-, sensorisches- und Seiten-Führungsauge definiert werden. Dementsprechend werden alle Tests um das Führungsauge zu bestimmen in drei Kategorien eingeteilt (Collinge, 1979; OOi and He, 1999).

Bei den Tests, die am häufigsten in der klinischen Praxis verwendet werden, wird das Seiten-Führungsauge bestimmt.

Was bedeutet Seiten Führungsauge und ist es überhaupt für die Monovision relevant?

Bei allen Tests, wo das Seiten-Führungsauge bestimmt wird (Test mit den Fingern, Test mit einem Loch im Kärtchen und so weiter), wird der Patient aufgefordert visuell eine gerade Linie vom Auge durch zwei entfernte Objekte zu ziehen. Wenn sich diese zwei Objekte in einem großen Abstand von einander befinden, ist die Fusion innerhalb des Panum Areals nicht möglich. Deswegen würde es zu einer physiologischen Diplopie führen. Um das zu vermeiden wird vom Gehirn ein Auge als Seiten-Führungsauge ausgewählt, von dem eben diese gerade Linie durch die vorgegebenen zwei Objekte visuell durchgezogen wird. Dabei wird das visuelle Bild von dem anderen Auge automatisch unterdrückt, um die physiologische Diplopie zu vermeiden.

Einige Autoren bezeichnen das Seiten-Führungsauge auch als sensorisches Führungsauge (Coren and Kaplan, 1973; Gilchrist, 1976). Jedoch zeigten experimentelle Studien, dass es keinen Zusammenhang gibt zwischen dem Seiten-Führungsauge und der Fähigkeit das

unscharfe Bild an einem Auge bei der Monovision zu unterdrücken. Zum Beispiel hat die Studie von Schor et al. (1987) mit 6 Probanden gezeigt, dass die Fähigkeit zur Suppression des unscharfen Bildes unabhängig davon war, ob sich das unscharfe Bild am Seiten-Führungsaug oder am anderen Auge befand. In einer folgenden Studie haben dieselben Autoren (Schor et al., 1989) einen geringen und statistisch nicht signifikanten Vorteil der Fähigkeit zur Suppression des unscharfen Bildes gefunden, wenn das unscharfe Bild sich am nicht Führungsaug befand. Dies war bei 50% von 18 Probanden der Fall.

Die Ergebnisse der klinischen Studien haben diese experimentellen Daten bestätigt. So zeigten zum Beispiel Erickson und McGill (1992), dass die Korrektur des Seiten-Führungsaug für die Ferne bei Kontaktlinsenkorrektur keine Rolle für den Erfolg der Monovision spielt.

In einer anderen Studie hatten 12 von 42 Patienten mit der Monovision nach der refraktiven Chirurgie das Führungsaug für die Nähe korrigiert und waren trotzdem mit der Monovision Technik sehr zufrieden (Jain et al, 2001).

Diese und weitere Studien von Robboy et al. (1990) und auch Collins und Goode (1994), haben noch mal bestätigt, dass das Seiten-Führungsaug nicht das sensorische Führungsaug ist. Da anscheinend kein Zusammenhang zwischen dem Seiten-Führungsaug und der Fähigkeit zur Suppression des unscharfen Bildes besteht ist dies nicht erstaunlich.

Zur Frage welches Auge muss bei der Monovision für die Ferne korrigiert werden, vermuteten Robboy et al. (1990), dass das sensorisch Führungsaug wichtiger als das Seiten-Führungsaug wäre.

Um das sensorische Führungsaug zu bestimmen haben sie in ihrer Studie den „Anisometropischen Test für Urschärfe“ verwendet.

Der „Anisometropischer Test für Urschärfe“ oder anders – „Verneblungstest“ wird folgendermaßen durchgeführt (Evans, 2009):

- Zuerst werden beide Augen für die Ferne korrigiert;
- Während vom Patienten ein Objekt in der Ferne mit beiden Augen fixiert wird, wird zuerst vor das rechte Auge und danach vor das linke Auge ein konvex Glas (+1,5 bis +2,5) vorgehalten;
- Der Patient wird gefragt, wann das Objekt immer noch klar zu sehen ist – wenn das Glas vor dem rechten Auge sich befindet, oder wenn das Glas vor dem linken Auge sich befindet. Das Auge, wo das Objekt trotz des Glases immer noch scharf gesehen wird, ist das nicht Führungsaug und sollte für die Nähe korrigiert werden;

- Da die Suppression der Unschärfe vor allem für das Autofahren wichtig ist, könnte für diesen Test eine kleine Lichtesquelle (zum Beispiel eine Lampe an der Wand) statt eines Fixierobjektes verwendet werden.

Bei diesem Test wurde herausgefunden, dass nur noch wenige Patienten ein sensorisches Führungsauge hatten, obwohl beim Test für das Seiten-Führungsauge 70% der Patienten das rechte Auge als Führungsauge angegeben haben.

Insofern ist auch klar geworden, warum die Bestimmung des Seiten-Führungsauges noch keine Voraussetzung für die erfolgreiche Suppression der Unschärfe am Nahauge bei Monovision ist.

Auf Grund der Studie bezüglich des Führungsauges haben Schor und Erickson (1988) beschlossen, dass eine schwache Dominanz des Führungsauges für die Monovision ein Vorteil sein könnte. Das wurde auch durch die Ergebnisse der Studie mit dem sensorischen Führungsauge bestätigt (Handa et al., 2004a). Dieselben Autoren haben in einer anderen Studie gezeigt, dass für den Fall, eines sensorisch stark dominanten Führungsauges, die Monovision nur dann erfolgreich sein kann, wenn das sensorische Führungsauge für die Ferne korrigiert wird (Handa et al., 2005).

1.2.3.2. Binokulare Fokustiefe

Die binokulare Fokustiefe wird als die Summe der Abschnitte von klarem Sehens am rechten und am linken Auge monokular von dem nächsten bis zum entferntesten Punkt des klaren Sehens definiert.

In meisten Fällen wird die binokulare Fokustiefe bei der Monovision nicht beeinflusst, weil die monokular bedingten Abschnitte des klaren Sehens von beiden Augen einander ergänzen (Schor et al., 1988). Jedoch bei stark dominierendem Führungsauge kann die binokulare Fokustiefe kleiner werden, als die Summe der monokular gemessenen Abschnitte des klaren Sehens am rechten und am linken Auge. Dies ist aber nur dann der Fall, wenn das betrachtete Objekt sich langsam zum und von dem Patient verlagert (Wright et al., 1999; Schor et al., 1988). Dies liegt daran, dass es bei einer langsamen Verlagerung des Objektes zu und von dem Betrachter Schwierigkeiten im ZNS entstehen, um den Informationsfluss von einem Auge auf das andere Auge umzuschalten. Bei einer schnellen Verlagerung gibt es das Problem mit dem Umschalten eben nicht.

1.2.3.3. Adaptation zur Monovision

Studien über die Monovision zeigen sehr verschiedene Zeiten der Adaptation bei der Monovision: Dies reicht von 3 Monaten (McGill and Erickson, 1991a; Erickson and McGill, 1992), 4 Wochen (Josephson and Caffery, 1987), 2 Wochen (Collins and Goode, 1994; Du Toit et al., 1998), 15 Minuten (Collins et al., 1989b; Back et al., 1992), bis zu gar keiner Adaptation (Robboy et al., 1990).

In klinischen Handbüchern gibt es auch Meinungsverschiedenheit bezüglich der Adaptationsdauer zur Monovision: von einigen Tagen (Benjamin and Borish, 1994) bis zur 1-2 Wochen (Atkinson and Port, 1997).

Lediglich einige wenige Autoren haben sich mit dem Thema „Adaptation zur Monovision“ beschäftigt. Sheedy et al. (1988) haben die Geschwindigkeit und die Genauigkeit der Erfüllung der verschiedenen Aufgaben untersucht und haben kein Unterschied in der Geschwindigkeit, jedoch in der Genauigkeit der Aufgabenerfüllung nach einiger Zeit mit Monovision festgestellt.

Schor et al. (1989) haben keine Adaptation sowohl in der Fähigkeit zur Suppression der Unschärfe, als auch in der Erfüllung verschiedener Aufgaben herausgefunden. Harris et al. (1992) haben die Sehschärfe und das Stereosehen bei Patienten gleich nach dem Verursachen der Monovision und drei Wochen danach überprüft. Drei Wochen danach gab es keinen Unterschied in der Sehschärfe, jedoch eine signifikante Steigerung im Stereosehen.

Es ist sehr schwierig auf Grund dieser Daten eine Schlussfolgerung zu ziehen, ob es bei der Monovision die Adaptation überhaupt gibt, und wenn ja, wie lange diese dauert.

Wahrscheinlich ist der adaptive Effekt nicht so stark, da der in allen oben genannten Studien sehr unterschiedlich war.

1.2.3.4. Psychologisches Porträt des Patienten

Persönliche Motivation und Eigenschaften sind wichtige Voraussetzungen zum Erfolg der Monovision Technik.

In der Studie von Du Toit et al. (1998) wurde der Test „superergo strength“ – Test Cattell’s mit 16 persönlichen Eigenschaften durchgeführt. Dieser Test gab es die Möglichkeit zu einem hohen Niveau zufriedene und unzufriedene mit der Monovision Patienten voneinander zu unterscheiden. Patienten mit einem hohen Niveau von „superergo strength“ waren immer optimistisch, zielbewusst, gewissenhaft, unerschütterlich, hartnäckig, kooperativ und

realistisch. Unzufriedene Monovision Patienten waren unzuverlässig, emotional instabil, selbstmitleidig, unbeständig in ihren Entscheidungen und Benehmen. Außerdem wurde eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der ursprünglichen negativen inneren Einstellung des Patienten bezüglich Monovision und darauffolgendem tatsächlichem Misserfolg der Monovision festgestellt. Persönliche Eigenschaften waren die einzigen Faktoren nach denen die zufriedenen und unzufriedenen Monovision-Patienten differenziert wurden. Die anderen Parameter, zum Beispiel der Unterschied in der Anisometropie, waren nicht berücksichtigt. Diese Studie ist die einzige mittels Medline Suche zu findende, die den psychologischen Faktor im Erfolg der Monovision untersucht hat.

Eine andere Studie, die die psychologischen Korrelationen im Erfolg der Monovision untersucht, hat herausgefunden, dass die Introvertiertheit ein Ausschlusskriterium bei der Indikation zur Monovision sein sollte, da diese Patienten sehr oft mit den Ergebnissen unzufrieden sind, und sich an die Monovision schlecht gewöhnen (Erickson D and Erickson P, 2000).

Bei der Befragung von Ärzten, die oft die Monovision indizieren, war die Monovision Technik bei denen erfolgreicher, die den Beruf der Patienten bei der Indikation berücksichtigt haben (Westin et al, 2000).

1.2.3.5. Aufklärung des Patienten und Dokumentation

Wegen des zunehmenden Interesses zur Monovision in der klinischen Praxis ist die Notwendigkeit der Erörterung der medico-legalen Seite der Frage unvermeidlich. Zum Beispiel finden Franklin et al (2005) es als sehr wichtig, die Patienten bei der Indikation zur Monovision über die mögliche Minderung des Stereosehens und damit verbundenen Einschränkungen zu informieren. Andere Autoren fordern eine schriftliche, unterschriebene Einverständniserklärung die dem Patienten eine realistische Vorstellung über die Vorteile und die Nachteile der Monovision Technik gibt, um mögliche Missverständnisse von vorneherein zu vermeiden (Meyler, 2002). Selbstverständlich ist es auch, dass wie jede andere ärztliche Empfehlung auch die Monovision in der Akte dokumentiert werden muss (Harris and Classe, 1988; Reilly et al., 2006).

1.2.3.6. Probeversuch mit Kontaktlinsen bei der Monovision

In der letzten Zeit gibt es in der Literatur mehr und mehr Information über die Monovision nach refraktiver Chirurgie. Einige Autoren machen ziemlich mutige Versuche, zum Beispiel die Monovision bei Piloten (Maguen et al., 1997). Die anderen sind sehr vorsichtig bezüglich Monovision Technik in ihrer chirurgischen Anwendung, da die Ergebnisse im Fall des Misserfolges nicht so einfach ungeschehbar zu machen sind (Glasser, 1999).

Um diese Situationen bei der operativ verursachten Monovision zu vermeiden, empfehlen einige Autoren für sichere Ergebnisse und Zufriedenheit der Patienten einen Probeversuch mit den Kontaktlinsen in Kombination mit dem Test für das sensorische Führungsauge („Verneblungstest“) (Harris and Classe, 1988; Classe, 1994; Hom, 1999; Vogt, 2003; Godts et al., 2004). Ein großer Nachteil beim Probeversuch wäre eine zu kurze Tragezeit nach dem Verursachen der Monovision und würde damit die Möglichkeit für eine Adaptation (wenn es diese überhaupt gibt) ausschließen.

Der Widerspruch in der Einstellung bezüglich präoperativer Vorbereitung und Aufklärung bei der Monovision, liegt zum Teil am Grad der bei der Operation induzierten Anisometropie. So haben zum Beispiel Wright et al. (1999) festgestellt, dass beim Grad der induzierten Anisometropie unter 2,0 dpt nur noch wenige Probleme mit Misserfolg und Unzufriedenheit der Patienten entstehen. Deswegen empfiehlt er die Monovision mit bis zu 2 dpt Anisometropie, oder bei über 2 dpt Anisometropie einen vorherigen Probeversuch mit Kontaktlinsen.

1.2.4. Kontraindikationen zur Monovision

1.2.4.1. Nicht ausreichende Sehschärfe

Gauthier et al. (1992) haben in ihrer Studie bei 72 Patienten mit der Monovision mit Kontaktlinsen gezeigt, dass der häufigste Grund für die Ablehnung der Monovision auch nach einem Monat Adaptation eine nicht ausreichende Sehschärfe und Schwierigkeiten beim Umgang mit Kontaktlinsen war. Ausschließlich Patienten mit guten Visus können von der Monovision profitieren, was am Prinzip der Monovision Technik liegt, da jeweils nur ein Auge für die Ferne und ein Auge für die Nähe das Sehen übernimmt (Evans, 2007).

Außerdem ist äußerst wichtig zu einer erfolgreichen Monovision, wie in weiteren Studien gezeigt wurde, dass selbst der minimalste Astigmatismus auskorrigiert wird. Der Astigmatismus an einem Auge hat größere Auswirkung auf die binokulare Sehschärfe für die Ferne bei der Monovision, als bei binokularer optimaler sphärischer Fernkorrektion (Collins et al., 1993).

1.2.4.2. Berufsfaktor

Eine Beachtung der Ansprüche an das Sehvermögen, die sich durch den Beruf des Patienten ergeben ist bei der Indikation zur Monovision unbedingt nötig. Ein Negativbeispiel für eine solche Missachtung findet sich in der Literatur (Nakagawara and Veronneau, 2000). Bei einem Flugzeugabsturz wurden als Ursache die schlechte Beleuchtung auf der Landebahn, der Nebel und die Monovision bei dem Pilot genannt.

Der Arzt, der diesem Pilot die Monovision indiziert hat, behauptete, dass er über die Tätigkeit des Piloten gar nichts gewusst hatte. Obwohl die Monovision bei Piloten kontraindiziert ist, hat der Autor dieses Artikels keine wissenschaftlich bewiesenen Gründe dafür gefunden (Nakagawara and Veronneau, 2000).

1.2.4.3. Starkes sensorisches Führungsauge

Da bei der Monovision ein Auge das Sehen für die Ferne und das andere Auge das Sehen für die Nähe übernimmt, ist eine unvermeidliche Begrenzung für die Monovision ein stark sensorisch dominierendes Führungsauge, weil das zur eine Schwierigkeit in ZNS bei dem Umschalten in dem Informationseingang vom Fernauge zum Nahauge und vice versa führt (Schor and Erickson, 1988).

Diese Autoren haben jedoch festgestellt, dass auch bei stark sensorisch dominierendem Führungsauge, eine Kompromissituation entsteht, wenn die induzierte Anisometropie bis 2,0 dpt ist. Diese Daten und Ergebnisse anderer experimenteller Studien (Schor et al., 1987) entsprechen den klinischen Daten, dass eine Anisometropie bis 1,5 dpt von Patienten am besten vertragen wird (Franklin, 2005).

1.2.4.4. Orthoptische Kontraindikationen zur Monovision

Back et al. (1989) haben festgestellt, dass binokulare Anomalien, wie Strabismus und vertikale Heterophorie, den Erfolg der Monovision, der eine alternierende Aufmerksamkeit des Sehens benötigt, beeinflussen können. In dieser Studie wurde bei allen Patienten vor der Indikation zur Monovision mit Kontaktlinsen eine orthoptische Untersuchung durchgeführt, nach der 11% der Patienten wegen einer Anomalie des binokularen Sehens aus der Monovision-Gruppe ausgeschlossen wurden. Die Autoren haben keinen Unterschied zwischen einseitigem und dem alternierenden Schielen gemacht. Gleichzeitig wurde in einer anderen Studie gezeigt, dass ein alternierendes Schielen keine Kontraindikation zur Monovision ist (McMonnies, 1974).

Das Auftreten einer Diplopie durch Umschalten der Fixation ist eine seltene Form einer plötzlichen Diplopie, die bei Erwachsenen mit einer Anamnese von Schielen in der Kindheit erst nach einer Veränderung der gewohnten Refraktion auftritt. Das liegt daran, dass die Veränderung der Refraktion zum Wechseln des Führungsauges führt (Kushner, 1995). In der Literaturübersicht wurden 6 von 10 Fällen bezüglich dieser Form der Diplopie nach refraktiver Chirurgie, mit Monovision Technik beschrieben.

Eine Trochlearisparese ist die häufigste Form des paralytischen Schielens (Noorden, 1996). Ca. $\frac{3}{4}$ der Fälle sind kongenital, aber werden erst im erwachsenen Alter manifest (Evant, 2007). In einem Artikel von Schuler et al. (1999) wurde ein Fall mit einer dekompensierenden Trochlearisparese bei der Monovision nach LASIK beschrieben. Die Autoren vermuten, dass die Dekompensation und die aufgetretene Diplopie an der Verminderung der Sehschärfe für die Ferne am Nahauge lag, was den Fusionsprozess gestört hat und zur Diplopie führte. Deswegen empfehlen die Autoren beharrlich eine orthoptische Untersuchung und das Durchführen des Cave-Testes bevor die Monovision indiziert wird. Der gleichen Meinung waren auch noch einige anderen Autoren (Godts et al., 2004).

Detaillierte Analyse der Literatur nach dem Thema „Diplopie nach refraktiver Chirurgie“ führte zur Definition von drei Ursachen, warum nach einer refraktiven Chirurgie bei Patienten mit Strabismus eine Diplopie auftreten könnte (Kushner and Kowak, 2003): 1) Patienten mit einem intermittierenden Strabismus können in der Folge einer induzierten Anisometropie dekompensieren; 2) eine versteckte Trochlearisparese kann dekompensieren; 3) bei Patienten mit Mikrostrabismus kann die Korrektur des Führungsauges auf die Nähe zu einem Wechsel des Führungsauges und Umschalten der Fixation führen und damit zum Auftreten der Diplopie.

1.2.5. Der subjektive Erfolg der Monovision

Es gibt keine doppelt blinden randomisierten Placebo kontrollierten Studien über die Monovision. Das ist auch verständlich, da der Patient 1. über bei ihm angewendete Methode informiert werden sollte und 2. das Ergebnis selber beurteilen kann.

Nach den Literaturdaten liegt die Erfolgsrate bei der Monovision mit den Kontaktlinsen bei 73% (Jain et al., 1996). Retrospektive Studien bei der Monovision nach der refraktiven Chirurgie zeigten die Erfolgsraten von 96% (Goldberg, 2001), 88% (Jain et al., 2001), 92,5% (Miranda and Krueger, 2004), 98% (Reilly et al., 2006), 80-90% (Levinger et al., 2006), und 91% bei Pseudophakie nach der Phakoemulsifikation bei der Katarakt und 95% bei clear lens exchange (Greenbaum, 2002).

Die häufigste Ursache für die Patienten Unzufriedenheit bei der Monovision mit den Kontaktlinsen war die Unverträglichkeit der Kontaktlinsen (Papas et al., 1990). Diejenigen, die unmittelbar mit der Monovision unzufrieden waren, haben sich über das Auftreten des verschwommenen Lichtareals um die Lichtquelle herum in der Dämmerung oder in der Nacht beschwert (Josephson et al., 1990; Papas et al., 1990; Erickson and Schor, 1990; Schor et al., 1987; Schor et al., 1989), und auch für die nicht ausreichende Sehschärfe in der Nähe (Back, 1995).

In allen Studien bezüglich des Erfolges bei der Monovision wurde eine wichtige Rolle der Patienten-Selektion und Patientenaufklärung betont.

1.2.6. Monovision in der Kataraktchirurgie

Das Ziel der modernen Kataraktchirurgie ist nicht nur Umtausch der trüben Linse, sondern auch noch ein refraktives Verfahren, um den Gebrauch einer Brille nach der Operation zu minimieren und dementsprechend die Lebensqualität zu verbessern (Uusitalo et al., 1999).

Die Monovision bei der Pseudophakie wurde zuerst 1984 von Boener und Thrasher beschrieben, jedoch gibt es seit dem sehr wenig wissenschaftliche Information zu dem Thema. Greenbaum (2002) berichtet über sehr hohe Erfolgsrate bei der Monovision bei 140 Patienten nach einer Phakoemulsifikation bei der Katarakt oder clear lens exchange (91% bei Pseudophakie nach der Phakoemulsifikation bei der Katarakt und 95% bei clear lens

exchange). Über ähnliche 80% Erfolgsraten haben Handa et al. (2004) bei Pseudophakie Patienten berichtet.

Trotz der Entwicklung und Verbesserung der modernen multifokalen und akkomodativen intraokularen Linsen besteht in der letzten Zeit ein starkes Interesse zum Thema Monovision in der Kataraktchirurgie (Marques et al., 2009; Finkelman et al., 2009; Ito et al., 2009).

Die Kriterien, nach denen die Qualität des Sehens bei der Monovision nach Phakoemulsifikation bewertet wird, sind dieselben wie auch bei der Monovision mit den Kontaktlinsen oder nach der refraktiven Chirurgie. Das sind vor allen die nicht korrigierte Sehschärfe in die Ferne und Nähe bei verschiedener Beleuchtung, Kontrastsensitivität und das Stereosehen.

Trotz der in der Literatur beschriebenen orthoptischen Kontraindikationen zur Monovision, waren nur noch in einer von vier Studien über die Monovision nach Phakoemulsifikation (Greenbaum, 2002; Marques et al., 2009; Finkelman et al., 2009; Ito et al., 2009) ein manifestes Schielen oder eine Exophorie über 12 Prismen Ausschlusskriterien zur Indikation einer Monovision. In allen anderen Studien waren nur die Motivation des Patienten, der Astigmatismus unter 1,0 (Marques, 2009) oder 2,0 (Greenbaum, 2002) und die Netzhauterkrankungen und Glaukom berücksichtigt (Ito et al., 2009).

Außerdem, im Vergleich zur Monovision bei Presbyopie sowohl mit den Kontaktlinsen, als auch durch die refraktive Chirurgie, ist bei der pseudophaken Monovision keine gleichzeitige sondern eine aufeinanderfolgende Korrektur an jedem Auge. Dieser wichtige Aspekt stellt eine weitere spezifische Fragen für das Vorgehen bei der pseudophaken Monovision, nämlich: welches Auge sollte als erstes operiert werden – für die Nähe oder für die Ferne, welcher Zeitabstand sollte zur Operation am zweiten Auge eingehalten werden, und ob es überhaupt Sinn macht bei der Katarakt das Führungsaug zu bestimmen.

Alle diese Fragen und die entstandene Widersprüche in der Literatur bedeuten, dass es bisher noch keine ausreichende Erforschung des Themas „Monovision Technik in der Katarakt-Chirurgie“ gibt. Gleichzeitig ist der Wunsch moderner Patienten durch die Kataraktoperation nicht nur wieder gut sehen zu können, sondern keine Brille mehr zu benötigen sehr aktuell.

1.3. Lebensqualität mit Fokus auf die Monovision

1.3.1. Lebensqualität. Definition und Aktualität

Nach einer Definition der Weltgesundheits-Organisation (WHO) ist Lebensqualität „die subjektive Wahrnehmung einer Person über ihre Stellung im Leben in Relation zur Kultur und den Wertsystemen, in denen sie lebt und in Bezug auf ihre Ziele, Erwartungen, Standards und Anliegen“.

Der Einfluss von Sehstörungen auf die Lebensqualität führt zum Begriff der sehbezogenen Lebensqualität. Mehr als 80% aller Informationen über die Umwelt erhält das Gehirn über die Augen. Daher führen Sehbehinderungen in der Regel immer auch zu einem Verlust an Lebensqualität (Berke, 2010).

In der Medizin setzt sich zunehmend die Erkenntnis durch, dass der Erfolg medizinischer Interventionen nicht allein an objektiven Messdaten festgemacht werden kann, da traditionelle klinische Methoden bei der Erhebung einiger Aspekte der Beeinträchtigung, die von den betroffenen Personen als bedeutsam eingeschätzt werden, versagen können (Mangione et al., 2001).

Die Beurteilung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität wird zunehmend häufiger als Ziel- und Evaluationskriterium in der Medizin und auch als Endpunkt für die Bewertung und Zulassung neuer Therapien klinischer Studien eingesetzt (Berke, 2010, Finger and Holz, 2008).

Jeder Mensch hat eine eigene subjektive Wahrnehmung seiner Lebensqualität. Die subjektiv wahrgenommene Lebensqualität ist vor dem Hintergrund von Persönlichkeitsfaktoren und gewachsenen Wertmaßstäben der Person zu bewerten.

1.3.2. Sehbezogene Lebensqualität. Objektive Beurteilung und subjektive Wahrnehmung

Das Ausmaß einer Einschränkung des Sehens lässt sich objektiv z.B. anhand der noch erreichbaren Sehschärfe oder der Ausdehnung eines Gesichtsfeldausfalls ermitteln. Sie muss jedoch nicht immer mit der subjektiven Selbsteinschätzung des Patienten korrelieren.

Visus- und Kontrastsensitivitätsmessung wurden z. B. seit langem als unzureichend für die Beschreibung der mit Katarakt einhergehenden Defizite aufgefasst, was schließlich zu verschiedenen Fragebogenentwicklungen geführt hat (Steinberg et al., 1994; Mangione et al., 1992, Pesudovs and Coster, 1998). Darüber hinaus können Patientenfragebögen sensitiver gegenüber klinischen Veränderungen der visuellen Funktionen sein, als dies traditionelle klinisch-diagnostische Methoden sind (Wilson and Cleary, 1995).

Fragebogen zählen zu den Standards bei der Bewertung der Lebensqualität. Grundlage der Fragebogenverfahren zur Erhebung sehbezogener Lebensqualität ist deren multidimensionale Konzeption. Der Schwerpunkt der selbst beurteilten visuellen Funktionsfähigkeit bzw. sehbezogenen Lebensqualität liegt auf den Symptomen der Augenerkrankung als zentrale Determinanten der sehbezogenen Lebensqualität (Gall, Franke, 2008).

Verfügbare Fragebögen lassen sich in 2 Gruppen gliedern, die entweder für die Erfassung sehbezogener Lebensqualität eines ganzen Spektrums von Augenerkrankungen entwickelt wurden (z. B. NEI VFQ oder Visual Funktion-25 (VF-25), Short Form-36 (SF-36)) (Mangione et al., 2001; Steinberg et al., 1994) oder aber die Auswirkungen augenerkrankungsspezifischer Beeinträchtigungen erfragen (Cataract TyPE Spec) (Javitt et al., 2003).

Nur der NEI VFQ liegt in einer validierten deutschen Version vor (Franke et al., 1998). Auch für spezifische Augenerkrankungen liegen bislang noch keine deutschen Versionen vor.

VF-14 wurde ursprünglich für Katarakt-Patienten von Steinberg et al. (1994) entwickelt und ist seit dem die häufigste Fragebogen, die für die Erfassung sehbezogene Lebensqualität bei Katarakt-Patienten verwendet wird (Gothwal et al., 2010). Er hat adäquate traditionelle psychometrische Eigenschaften, ein kurzes und einfaches Format für die Patienten und ist sehr einfach zu bearbeiten. Optimal für die Forschung ist er jedoch immer noch zu lang für die routinemäßige klinische Praxis (Gothwal et al., 2010). Deswegen wurden verschieden rasche Versionen von VF-14 (VF-9, VF-7, VF-11R, VF-8R) entwickelt (Uusitalo et al., 1999; Moghimi et al., 2007, Friedman et al., 2002, Gothwal et al., 2010). Die Studie von Gothwal et al. (2010) zeigte, dass die rasche Version VF-8R ist genau so präzise und gleichzeitig zeitsparender als VF-11R und VF-14 bei Beurteilung der Lebensqualität nach der Kataraktoperation.

1.3.3. Die Lebensqualität und die Monovision

Objektive Beurteilungen in der Korrelation mit der subjektiven Wahrnehmung der Patienten mit Monovision wurden in ganz wenigen Studien untersucht. Beim Eingeben in Medline (Satisfaktion und Monovision) wurden insgesamt nur 31 Artikel gefunden. Bei ca. 50% der Artikel wurde nur die allgemeine Zufriedenheit der Patienten abgefragt, ohne die subjektive Sehqualität zu definieren. In anderen 50% der Artikeln, wurden entweder standardisierte, z.B. „National Eye Institute Refractive Error Quality of Life Instrument questionnaire“ (Richdale, 2006), VF-25 (Finkelman et al., 2009; Zhang et al., 2011) und VF-7 (Marques et al., 2009), oder von Autoren selbstentwickelte Fragebogen (Durrie, 2006; Levinger et al., 2006, Hersh, 2005, Greenbaum, 2002) verwendet.

Nur noch fünf von 31 Artikeln waren dem Thema „Monovision und Pseudophakie“ gewidmet. Die Autoren in allen 5 Artikeln haben die Ergebnisse bezüglich Lebensqualität und subjektive Beurteilung der Sehensfunktion dargestellt. Drei davon haben dafür verschiedene Variationen der VF-Fragebogen: VF-25 (Finkelman et al., 2009; Zhang et al., 2011), VF-7 (Marques et al., 2009) oder selbstentwickelte Fragebogen (Ito et al., 2009, Greenbaum, 2002) benutzt.

Trotz des breiten Spektrums der Anwendung und der weltweiten Popularität der Monovision Technik zeigt die Literaturübersicht einen deutlichen Mangel an Information zum Thema „Monovision und sehbezogene Lebensqualität“.

1.4. Ziel der Studie

Als Ziel dieser Studie sind folgende Punkte bezüglich der Anwendung der Monovision Technik in der Kataraktchirurgie untersucht worden:

- Beurteilung der Qualität des Sehens nach der Monovision;
- Beschreibung der auf den Erfolg der Monovision einwirkenden Faktoren;
- Indikationen und Kontraindikationen zur Monovision;
- Subjektiver Erfolg und Zufriedenheit der Patienten mit der Monovision;
- Besonderheiten der Monovision in der Kataraktchirurgie.

2. Material und Methoden

Es handelt sich um eine prospektive observationale Studie. Diese Studie wurde von September 2009 bis Dezember 2010 in der "Chiemsee Augentagesklinik", einer operativen Gemeinschaftspraxis in Prien durchgeführt:

Wir beachteten die Richtlinien von „Good clinical practice“ sowie die Deklaration von Helsinki.

2.1. Auswahl der Patienten, Einschlusskriterien in die Studie und Gruppenverteilung

Das Patientenkollektiv umfasste fortlaufend all diejenigen Personen, die im Zeitraum September 2009 bis Juni 2010 in der "Chiemsee Augentagesklinik" nachfolgende Kriterien erfüllten und an Katarakt operiert werden sollten:

- Alter von 50 bis 85 Jahre,
- mit beidseitiger Katarakt,
- Astigmatismus nach Keratometrie Daten $< 1,5$ dpt. Der Hornhaut-Astigmatismus wurde nach den Werten der Hornhauradien des IOL-Masters berechnet. Pro 1/10 mm Radiendifferenz der Hornhauradien ergibt sich ein Hornhautsstigmatismus von 0,5 dpt (Hoppe et al., 2010).
- potenzielle Sehschärfe nach der Kataraktoperation von 0,7 und mehr an beiden Augen.

Dabei fanden folgende Ausschlusskriterien Beachtung:

I. Augenerkrankungen, die den Visus oder das Gesichtsfeld beeinflussen könnten, wie z.B.:

- bekanntes okuläres Trauma,
- vorangegangene intraokulare Operation,
- bekannte abgelaufene intraokulare Entzündung einschließlich Infektion,
- bekanntes fortgeschrittenes Glaukom,
- dystrophische Hornhaut-, Netzhaut- und Sehnerv-Erkrankungen
- Ablatio retinae,
- exzessive Myopie (≥ 20 dpt),
- fortgeschrittene trockene altersbedingte Makuladegeneration,

- feuchte altersbedingte Makuladegeneration,
- epiretinale Gliose mit Makulazug,
- diabetische Retinopathie,
- Amblyopie.

II. Schwere allgemeine Erkrankungen mit möglichem Einfluss auf das Auge:

- Diabetes,
- systemische autoimmune Erkrankungen.

III. Psychische Erkrankungen:

- Depression,
- Alzheimer,
- schwerer Morbus Parkinson,
- Schizophrenie.

IV. Komplikationen während der Operation wie eine Kapselruptur oder eine Zonulolyse führten zum Ausschluss aus der Studie.

Alle eingeschlossene Patienten wurden in die zwei folgenden Gruppen eingeteilt

Gruppe I "Monovision"

Alle Patienten wurden an Katarakt am Führungsauge mit Zielrefraktion von ± 0 bis $-0,5$ dpt operiert und am anderen Auge mit Zielrefraktion – Myopie von $-1,0$ bis $-2,25$ dpt operiert.

Gruppe II "Emmetropie"

Alle Patienten wurden an beiden Augen mit Zielrefraktion ± 0 dpt für die Ferne operiert.

Einschlusskriterien für die "Monovision"-Gruppe waren:

- stabiles Binokularsehen,
- kein manifestes oder latentes Schielen,
- keine Aktivitäten, bei denen gutes beidäugiges Sehen in die Ferne und Stereosehen notwendige Voraussetzungen wären,

wie z.B.:

- solche Berufe wie Pilot, LKW-Fahrer, Bus-Fahrer
- Autofahren längere Strecken,
- Autofahren bei Dämmerung und Dunkelheit
- sportliche Aktivitäten, wie Tennis, Golf, Schießen u.ä.

Die Patienten wurden über das Prinzip des Verfahrens "Monovision" und ihres potenziellen Vorteils (bessere, nicht korrigierte, beidäugige Sehschärfe in der Nähe und dadurch

reduziertes Bedarf für eine Brille) im Vergleich zum klassischen Verfahren der beidäugigen Emmetropie aufgeklärt. Außerdem wurden Patienten angewiesen, dass für bestimmte Aktivitäten, wie z. B. Autofahren in der Nacht oder längeres Lesen eine Brille gebraucht werden könnte. Die zustimmende Einverständniserklärung, nach der vorausgegangen und umfassenden Aufklärung des Patienten, war das letzte Einschlusskriterium in die "Monovision" - Gruppe.

Patienten, die den Einschlusskriterien der "Monovision" - Gruppe nicht entsprochen haben, oder Patienten deren Wunsch es war, mit jedem Auge ohne Brille in die Ferne gut sehen zu können, wurden in die "Emmetropie" – Gruppe eingeschlossen. Diese Patienten wurden darüber informiert, dass sie nach der beidseitigen Kataraktoperation eine Nahbrille benötigen würden.

2.2. Präoperative ophthalmologische Untersuchungen

Eine Woche vor der Operation am ersten Auge wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Fernvisus - Bestimmung mit dem Visusprojektor M-1000® (Firma Möller-Wedel Optical, Deutschland) im Abstand von 5 Meter nach Snellen-Test mit Angabe der Sehschärfe als Dezimalzahl,
- subjektive Refraktion am Phoropter
- spaltlampenmikroskopische Untersuchung an der Spaltlampe BQ 900® (HAAG-STREIT, Schweiz)) zur Beurteilung des vorderen Augenabschnittes und des Augenhintergrundes,
- Gesichtsfeld an beiden Augen im Bereich von 30° am Octopus Perimeter,
- Stereosehen mit Hilfe von Lang-I Test mit Nahrefraktion (Sehe Seite 46).

Nach der Erfassung aller ophthalmologischen Daten, Anamnese, Daten des allgemeinen medizinischen Zustandes (nach dem Bericht vom Hausarzt) und Fragen bezüglich Lebensstil und Alltagsablauf wurde entschieden, ob die Person potenziell für Monovision geeignet wäre. In diesem Fall wurde der Patient über das Monovision - Verfahren aufgeklärt und bei Einverständnis in die "Monovision" - Gruppe eingeschlossen. Bei allen Patienten in dieser Gruppe wurde auch die Bestimmung des Führungsauges durchgeführt (Sehe Seite 44).

Die Berechnung der zu implantierenden IOL erfolgte in jedem Fall mit dem IOL-Master® und der Haigis-Formel (Haigis, 1990).

2.3. Operation

Alle Patienten wurden an beiden Augen an Katarakt von demselben Operateur mit Phakoemulsifikationstechnik operiert. Die Operation wurde unter ambulanten Bedingungen durchgeführt.

2.3.1. Präoperative Vorbereitung und Anästhesie

30 Min vor der Operation wurde am zu operierenden Auge die Pupille mit Phenylephrin 2,5% AT und Tropicamid AT weit gestellt.

Bei 62 von 64 der Patienten erfolgte die Operation unter einer lokalen Anästhesie (Tropfanästhesie mit Tetracain - 30 Min vor der OP alle 5 Min). Bei ängstlichen Patienten wurde auch noch zusätzlich eine Anxiolyse mit Midazolam Nasenspray durchgeführt. 2 Patienten, erster auf Grund der Angst vor der Operation, der anderer auf Grund starken Hustens, wurden in Vollnarkose operiert.

Direkt vor der Operation auf dem Operationstisch wurde in das zu operierende Auge ein Lidsperrer gesetzt und die Augenoberfläche wurde mit Povidon-iod Lösung (Betaisodona) gespült.

2.3.2. Operationstechnik

Bei der Phakoemulsifikationstechnik wurden ein Hornhauttunnelschnitt von 2,75 mm Breite bei 12 Uhr und zwei kleinere Parazentesen von jeweils 1 mm bei 10 und 2 Uhr angelegt. Diese Inzisionen wurden als selbstabdichtende corneale Tunnelschnitte durchgeführt. Als nächstes wurde in die Vorderkammer Visokoelastikum (Healon®) infundiert. Die Eröffnung des vorderen Kapselblattes erfolgte durch die ccc-Technik (circular continuous capsulorhexis) mithilfe einer zurechtgebogenen Kanüle. Durch Hydrodissektion mit Balanced Salt Solution

(BSS) wurde der Linsenkern von der Rinde getrennt und durch Phakoemulsifikation zerkleinert. Um den Linsenkern zu zertrümmern, wurde die Chop-and Stop Technik durchgeführt. Anschließend wurde das zertrümmerte Linsenmaterial mit der Rinde durch das Irrigations - Aspirationssystem über die mediale und temporale Parazentese abgesaugt. Vor Implantation der Intraokularlinse wurde die verbliebene Kapsel poliert. Daraufhin wurde die gefaltete IOL unter Gabe eines Viskoelastikum (Healon ®) über ein Injektorssystem in das Auge eingeführt und entfaltete sich spontan.

2.3.3. Implantierte intraokulare Linse

Bei der verwendeten IOL handelte es sich bei allen Patienten um die einstückige Linse AY (Firma Fritz Ruck GmbH, Eschweiler, Deutschland) aus hydrophilem Acrylat mit einem Blaulichtfilter. Für höchste Abbildungsqualität hat diese Linse eine asphärische Rückfläche.

2.3.4. Abschluß der Operation

Das Ende der Operation bildete das Absaugen des Viskoelastikums und das Stellen der Vorderkammer. Abschließend wurde Dexamethason subkonjunktival injiziert und Isopto-Max Augensalbe in den Bindehautsack eingelegt. Die Patienten erhielten eine durchsichtige Augenklappe für eine Nacht, die dann am nächsten Tag in der Praxis entfernt wurde.

2.4. Postoperative Betreuung

2.4.1. Frühe postoperative Nachuntersuchungen

Es wurden nach jeder Kataraktoperation innerhalb von 3 Wochen vier postoperative Nachuntersuchungen durchgeführt. Diese waren wichtig, um einen regulären Heilungsverlauf zu überwachen und eventuell auftretende Auffälligkeiten und Abweichungen (erhöhter Vorderkammerreiz, Kapsel fibrose, Linsendezentrierung) frühzeitig zu erkennen. Erfasst wurden der Fernvisus ohne und mit Korrektur, der Vorderabschnittsbefund sowie der

Augeninnendruck. Bei der Bewertung des vorderen Augenabschnittes wurden die Hornhaut, der Vorderkammerreiz und die Linsenlokation beurteilt. Auffälligkeiten wie Descemetfalten oder ein vermehrter intraokularer Reiz wurden dokumentiert.

Zur Vorbeugung einer postoperativen entzündlichen Reaktion am Auge haben die Patienten Predni-Ophthal Augengel nach dem individuell verordneten Plan genommen. Außerdem, je nach dem wie stark ausgeprägt waren die Beschwerden mit dem postoperativen Sicca-Syndrom, wurden zusätzlich auch noch künstliche Tränen (Tears Again Augenspray, Artelac Augentropfen oder Hylogel Augengel) verordnet.

2.4.2. Späte Nachuntersuchungen

Da die Abschlußuntersuchung erst 4-6 Monate nach Operation geplant war, wurden die Patienten in 3 Monate postoperativ untersucht, um spät auftretende postoperative Komplikationen, wie Nachstar und Kapsel fimose festzustellen und wenn nötig zu behandeln.

2.5. Abschlussuntersuchung

Da die Abschlussuntersuchung wurde in beiden Gruppen durchschnittlich nach 6 (min-max 5 – 8) Monaten nach der zweiten Operation durchgeführt. Auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchung wurde objektive (ärztliche) und subjektive (durch den Patienten durchgeführte) Bewertung des Erfolges der ausgewählten Methode gemacht.

2.5.1. Objektive Bewertung des Erfolges der ausgewählten Methode

Die objektive Bewertung des Erfolges der ausgewählten Methode wurde nach folgenden Untersuchungen bestimmt, die immer nach demselben Plan durchgeführt wurden.

Untersuchungsplan:

1. Fernvisus (5 Meter) ohne Korrektion
 - RA
 - LA
 - Binokular
2. Subjektive Refraktion in der Ferne
3. Fernvisus (5 Meter) mit Korrektion
 - RA
 - LA
 - Binokular
4. Binokularsehen mit Bagolini - Test ohne Korrektion in der Ferne (falls negativ, dann noch einmal mit der Brille)
5. Führungsaugse mit Korrektion überprüfen
6. Visus im Zwischenbereich (67 cm Abstand) ohne Korrektion
 - RA
 - LA
 - Binokular
7. Nahvisus (33cm) ohne Korrektion
 - RA
 - LA
 - Binokular
8. Nahvisus (33 cm) mit Korrektion (Addition +2,5 D)
 - RA
 - LA
 - Binokular
1. Stereosehen mit Lang-Test I ohne Korrektion in 40 cm Abstand, wenn negativ, dann Titmus-Test mit Schmetterling, wenn auch negativ, dann mit Korrektion.

Sehschärfe in der Ferne erfolgte monokular in Anlehnung an die von der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft und dem Berufsverband der Augenärzte Deutschlands empfohlenen Kriterien zur Sehschärfenbestimmung bei der Fahreignungsbegutachtung für den Straßenverkehr (ISO 8596/97 bzw. DIN 58220, Teil 3). Dabei wurden an Normsehzeichen angeschlossene Zahlen die mittels eines herkömmlichen Projektors (Möller-

Wedel Selectron) in 5 Meter Entfernung angeboten wurden. Eine Visusstufe galt als richtig erkannt, wenn 60% der Angaben in dieser Visusstufe richtig angegeben wurden. Ähnlich wie bei einer gutachterlichen Prüfung wurde eine Lesezeit von zirka 1 Sekunde pro Sehzeichen zugelassen, längere Zeiten führten zum Abbruch der Sehschärfenbestimmung.

Die Subjektive Refraktion wurde am Phoropter bestimmt.

Binokularesehen mit Bagolini-Test ist ein Untersuchungsverfahren von sehr geringem Dissoziationsgrad, das in der Schielheilkunde zur qualitativen Prüfung des Simultansehens und der Fusion verwendet wird und somit Aufschluss über latente oder manifeste Schielabweichungen gibt.

Hält man dieses Gestell vor die Augen und fixiert eine kleine punktförmige Lichtquelle, so erkennt der Normalsichtige zwei schräge, in rechtem Winkel zueinander liegende Lichtstrahlen, deren Kreuzungspunkt die Lichtquelle darstellt. Dabei sieht das rechte Auge lediglich den Strahl des rechten Glases, der von links oben nach rechts unten zieht, während das linke Auge den Strahl des linken Glases wahrnimmt, welcher von rechts oben nach links unten führt. Beide Seheindrücke ergeben somit ein verkipptes Kreuz, dessen Schenkel nach dem Tabo-Schema auf 45° und 135° ausgerichtet sind (**Abb. 8**).



Abbildung 8: Bagolini-Test Durchführung (Eiverständniserklärung der Probandin gegeben)

In Abhängigkeit von der Qualität des beidäugigen Sehens sind unterschiedliche Wahrnehmungen möglich. Wird beispielsweise auf Grund eines manifesten Schielens der Seheindruck des rechten Auges unterdrückt (Suppression), wird der Proband lediglich den Lichtstrahl des linken Glases von rechts oben nach links unten erkennen können. Besteht andererseits Diplopie, werden zwei Fixierlichter erkannt, durch die jeweils ein diagonal

Lichtstrahl verläuft. In der Regel sind mit diesem Test alle Formen von Simultansehen, Diplopie und Fusion nachweisbar (**Abb. 9**).

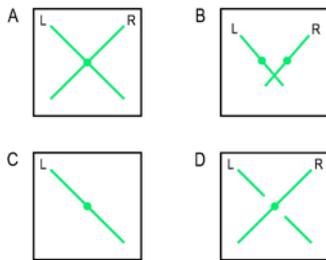


Abbildung 9: Interpretation des Bagolini –Testes (A - entweder Orthophorie, oder *harmonische anomale* Netzhautkorrespondenz bei Strabismus; B – Strabismus convergent (homonyme Diplopie); C - Suppression des rechten Auges; D - zentrale Suppression in dem linken Auge) (<http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Bagolini's+glass>)

Führungsauge mit Korrektur bei allen Patienten aus der „Monovision“ - Gruppe wurde nach beiderseitigen Katarakt - Operation noch mal wiederholt, um festzustellen, wie genau man bei Katarakt das Führungsauge bestimmen kann und, wenn ein Wechsel des Führungsauges nach der Operation entsteht, welche Auswirkung es auf die Verträglichkeit der „Monovision“ hat.

Das Führungsauge wurde nach folgender Methode bestimmt (**Abb. 10**):

1. Im Abstand von 5 Meter vom Fixationsobjekt (kleine 1 cm Lichtlampe an der Wand) führte der Patient die Spitzen von Daumen und Zeigefinger beider Hände so zusammen, dass sich ein Kreis ergab.
2. Die Hände mit dem Kreis wurden in etwa 30 cm Entfernung vor das Gesicht gehalten.
3. Durch den Kreis hindurch fixierte der Patient mit beiden Augen die Lichtlampe auf der Wand.
4. Patient schließt abwechselnd sein linkes und sein rechts Auge. Das Auge, mit dem er die Lichtlampe noch sehen konnte, ist sein Führungsauge. Blickte der Patient durchs andere Auge, rutschte der Gegenstand an den Rand des Kreises oder verschwand sogar ganz daraus.



Abbildung 10: Bestimmung des Führungsauges (Eiverständniserklärung der Probandin gegeben)

Die Sehschärfe in der Nähe wurde mit Nahleseprobe nach Niden untersucht. Um standardisierte Bedingungen zu gewährleisten, war es dem Patienten gestattet, im Abstand 33 cm zu lesen. Dieser Abstand wurde mit einem Zentimetermaß bestimmt.

Für den Sehschärfe im Zwischenbereich (67 cm Abstand) wurde dieselbe Nahleseprobe nach Niden genommen. Die Daten wurden entsprechend dem veränderten Abstand ausgewertet.

Stereosehen mit Lang-Test I ist ein einfach zu verwendendes Untersuchungsinstrument welches für das Screening, d.h. die Frühentdeckung von Problemen des räumlichen Sehens bei Kindern entwickelt wurde. Es sind zwei Versionen erhältlich, die sich vor allem durch die verschiedenen dreidimensional erkennbaren Figuren unterscheiden. Der Lang-Stereotest I enthält ein gewöhnliches Auto (550“), einen Stern (600“) und eine Katze (1200“), die in unterschiedlichen Abständen vom Hintergrund abgehoben erscheinen. Die Testplatte wird im Abstand von ca. 40 cm vor den Augen gehalten. Der Patient wird angefordert genau auf die

Karte zu schauen und zu sagen ob er irgendwelche Bilder erkennt. Der Test ist positiv, wenn eins der Bilder richtig erkannt wurde (**Abb. 11**).



Abbildung 11: Lang-Test I

Wenn der Patient nichts auf der Platte außer schwarzen Punkten gesehen hat, dann wurde ihm im gleichen Abstand dem Patient mittels Polarisationsbrille ein vergrößertes, querdisparates Abbild einer Fliege, das bei korrektem Erkennen dreidimensional wirkt. Die Tiefenauflösung des räumlichen Sehens (Stereopsis) beträgt dann mindestens 3600 Bogensekunden (**Abb. 12**).



Abbildung 12: Titmus Test

2.5.2. Subjektive Bewertung des Erfolges der ausgewählten Methode

Die Subjektive Bewertung des Erfolges der ausgewählten Methode wurde mit Hilfe eines selbst entwickelten Fragebogens bewertet. Die Fragebogen wurden in ein Programm einge...und elektronisch auf dem Bildschirm im Einzelnen dargestellt. Nach jeder beantworteten Frage erschien die nächste. Je nach dem, ob vor und/oder nach der Operation eine Brille benötigt wurde, hatte der Patient insgesamt 15 bis 23 Fragen zu beantworten. Da

die meisten der Patienten auf Grund des Alters nicht selbständig den PC bedienen konnte, wurden sie von einer der Arzthelferinnen technisch unterstützt. Die Ergebnisse der Befragung wurden automatisch in eine Excel - Tabelle übertragen.

Als Ziel der Befragung waren die folgenden Fragen zu beantworten:

- 1) wie ist die Qualität des Sehens ohne Brille in den verschiedenen Bereichen (Nah-, Fern- und Zwischenbereich und Stereosehen). Diese Fragen waren modifiziert nach dem VF-25 Fragebogen, der in die deutsche Sprache übersetzt und von 25 Fragen auf 10 reduziert wurden. (Fragen 1 bis 10).
- 2) wie hat sich durch die graue Star Operation die Situation des Gebrauchs einer Brille verändert und die Zufriedenheit des Patienten damit (Fragen 11 bis 15).
- 3) wie wirkt sich der Gebrauch einer Brille auf die Lebensqualität aus (falls der Patient eine braucht) (Fragen 16 bis 18).
- 4) wie zufrieden ist der Patient mit der Ergebnissen der grauen Star Operation und aus welchen Gründen (Frage 19 bis 21).
- 5) wie zufrieden ist der Patient mit der Aufklärung über den Gebrauch einer Brille nach der grauen Star Operation bei der Vorbereitung zur Operation (Frage 22).
- 6) was hat der Patient von der grauen Star Operation als Ergebnis erwartet (Frage 23).

Bei den Fragen handelte es sich entweder um solche, die mit ja oder nein beantwortet werden könnten, oder bei denen eine Abstufung erfolgte (**Sehe Anhang**). Das Schema der Auswertung der bekommenen Ergebnisse ist im Teil „Ergebnisse“ dargestellt.

2.6. Statistische Auswertung

Alle Daten wurden dokumentiert und mit dem Excel - Programm 2003 und Statistikprogramm SPSS®, Version 13.0, verarbeitet. Mit diesem Programm erfolgte eine umfangreiche Plausibilitätsprüfung, um die Qualität der erfassten Daten sicher zu stellen. Alle Datensätze wurden auf Vollständigkeit, Richtigkeit und Konsistenz geprüft.

Statistische Berechnungen (Median, Mittelwert und Standardabweichung und die 1 und 3 Quartil) wurden für verschiedene Kriterien durchgeführt. Um signifikante Unterschiede zwischen zwei Gruppen zu bewerten wurde Mann - Whitney - Test durchgeführt. Um kategoriale Daten zu bewerten wurde der Chi - Quadrat-Test durchgeführt oder der Fischer-Test, wenn die Voraussetzungen für der Chi - Quadrat-Test nicht erfüllt wurden. Die

Korrelation zwischen verschiedenen Parametern (z.B. objektiven und subjektiven Daten oder subjektiver Sehqualität und Zufriedenheit der Patienten) wurden mit Hilfe Spearman Korrelation Koeffizienten durchgeführt.

Für die Mehrzahl der graphischen Darstellungen wurden Box-Whisker-Plots verwendet. Der Box-Whisker-Plot ist ein Diagramm, das zur graphischen Darstellung einer Reihe numerischer Daten verwendet wird (**Abb. 13**). Er zeigt fünf statistische Maßzahlen: Den Median, das erste und dritte Quartil und die beiden Extremwerte (Minimum und Maximum). Als „Box“ wird das durch die Quartile bestimmte Rechteck bezeichnet. Sie umfasst 50% der Daten. Durch die Länge der Box ist der Interquartilsabstand abzulesen. Dies ist ein Maß der Streuung, welches durch die Differenz des oberen und unteren Quartils bestimmt ist. Als weiteres Quantil ist der Median in der Box eingezeichnet, welcher durch seine Lage innerhalb der Box einen Eindruck von der Schiefe der den Daten zugrunde liegenden Verteilung vermitteln kann. Die vertikalen Linien werden als Whisker bezeichnet. Die Länge der Whisker beträgt maximal das 1,5-fache des Interquartilsabstandes und wird immer durch einen Wert aus den Daten bestimmt. Werte, die über dieser Grenze liegen, werden als Ausreißer bezeichnet und separat in das Diagramm eingetragen. Gibt es keine Werte außerhalb der Whisker, so wird die Länge des Whiskers durch den maximalen und den minimalen Wert festgelegt. Häufig werden Ausreißer, die zwischen 1,5-fachem Interquartilsabstand und 3-fachem Interquartilsabstand liegen als „leichte“ Ausreißer und die über 3-fachem Interquartilsabstand als „extreme“ Ausreißer bezeichnet (McGILL et al., 1978).

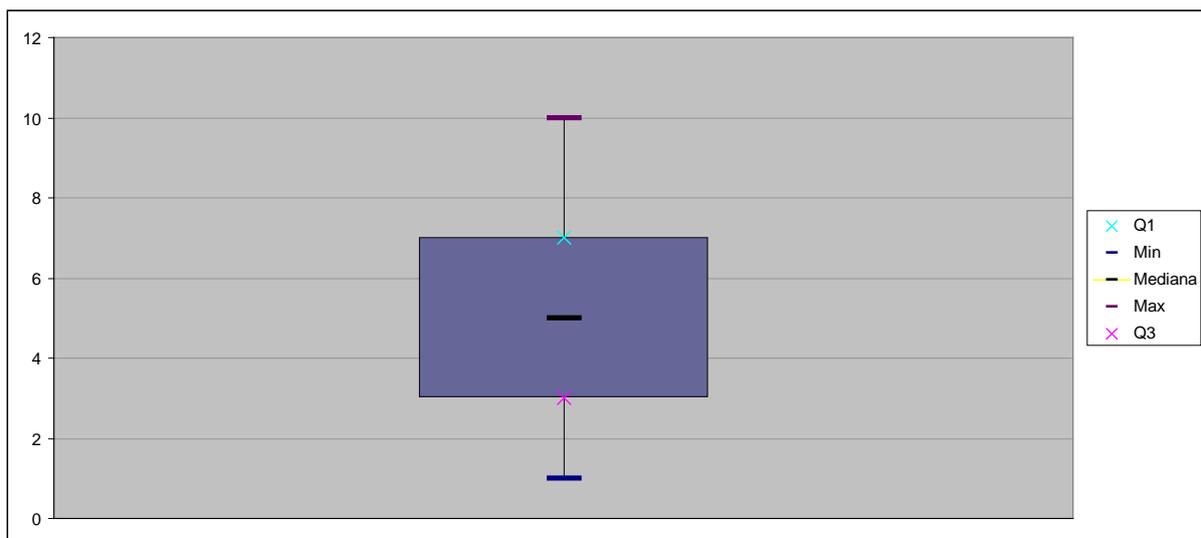


Abbildung 13: Beispiel eines Box-Whisker-Plots, wie er im Folgenden verwendet wird

3. Ergebnisse

3.1. Präoperative Daten

Im Zeitraum September 2009 – Juli 2010 wurden 950 Patienten in der Chiemsee Augen Tagesklinik an einer Katarakt operiert. Davon konnten 64 Patienten in die Studie aufgenommen werden, da nur sie alle Einschlusskriterien erfüllten und auch an der 6 Monaten nach der bilateralen Katarakt Operation Untersuchungen teilgenommen haben.

40 davon entsprach den Kriterien für die Monovision Gruppe und 24 - für die Emmetropie Gruppe (**Tab. 1**).

Tabelle 1: Demographische Daten

Daten	Monovision Gruppe	Emmetropie Gruppe
Anzahl der Patienten (n)	40	24
Alter in Jahren (median (min-max))	73 (59-85)	71 (57-81)
Frauen (n)	27	16
Männer (n)	13	8

3.1.1. Alter und Geschlecht

Es wurden insgesamt 43 weibliche und 21 männliche Patienten in die Studie aufgenommen.. Sowohl in der Monovision Gruppe als auch in der Emmetropie Gruppe waren 67% der Probanden weiblich.

Der jüngste Patient war 57 Jahre alt, der älteste 85 Jahre. Im Median betrug das Alter in Gruppe Monovision 73 Jahre, in Gruppe Emmetropie 72 Jahre (**Abb. 14**). Bezüglich des Alters besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p = 0,184$).

Männer und Frauen unterschieden sich bezüglich des Alters nicht.

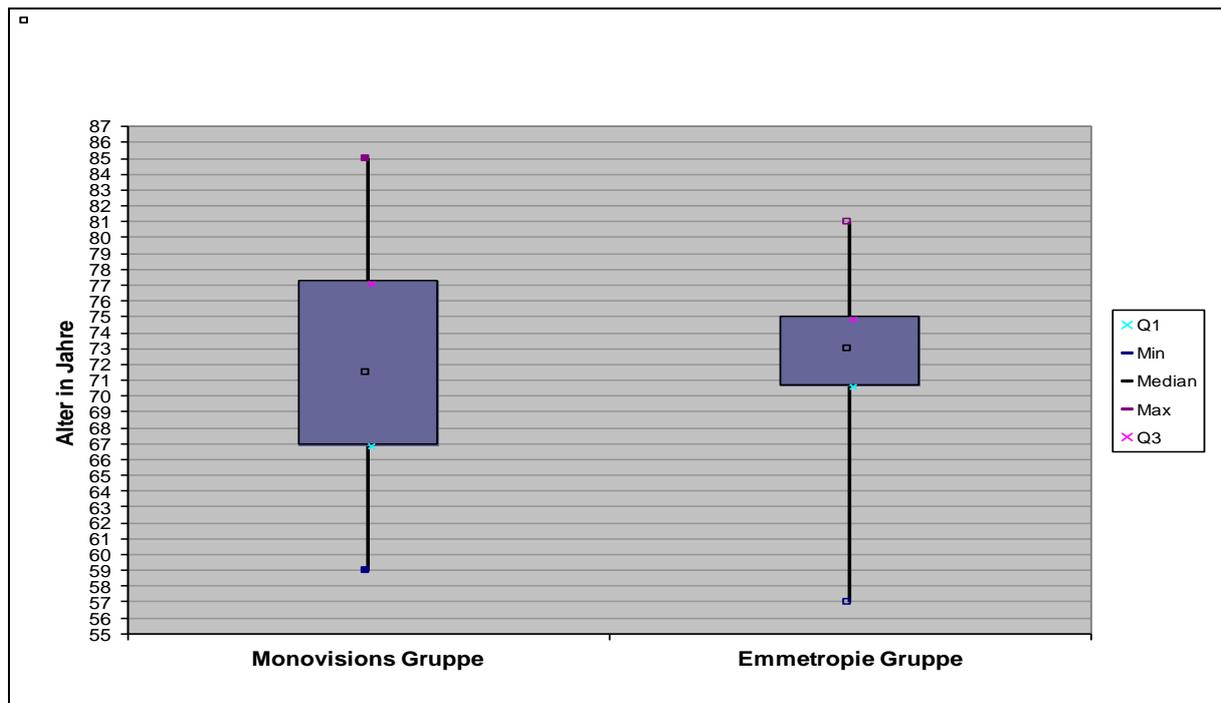


Abbildung 14: Altersverteilung

3.1.2. Begleitende Augenerkrankungen

Monovision Gruppe

14% der Patienten hatten ein beidseitiges Offenwinkelglaukom im Stadium I mit gut mit den Tropfen eingestelltem Augeninnendruck. 13% der Patienten hatten beidseitige altersbedingte Makuladegeneration mit minimalen Netzhautveränderungen als harte Drusen oder/und Pigmentverschiebungen, nach OCT – Bild (Optische Kohärenztomografie) die Fovea war nicht betroffen. Zwei Patienten hatten Synchisis scintillans an beiden Augen, und einer – an einem Auge. Eine Patientin hatte Blepharospasmus, der mit Botox gut behandelt war. Ein Patient hatte okuläre Hypertension und einer hatte minimale epiretinale Makulagliese an beiden Augen und einer – an einem Auge.

Emmetropie Gruppe

Ein Patient hatte an beiden Augen ein gut kompensiertes Offenwinkelglaukom, 13% der Patienten – beidseitige trockene altersbedingte Makuladegeneration im Frühstadium ohne foveolare Beteiligung, ein Patient hatte an einem Auge minimale epiretinale Makulagliese und 13% haben in der Anamnese ein Contusio bulbi an einem Auge ohne Komplikationen vor vielen Jahren gehabt.

In der **Tabelle 2** sind alle allgemeinen Augenerkrankungen noch mal zusammengefasst.

Tabelle 2: Begleitende Augenerkrankungen

Augenerkrankungen	Anzahl der Patienten (%)	
	Monovision Gruppe	Emmetropie Gruppe
Minimale TAMD bds	6 (15%)	3 (13%)
Kompensiertes Offenwinkelglaukom Stadium I bds. (Tropfen-Therapie)	5 (13%)	1 (4%)
Synchisis scintillans	3 (8%)	-
Blepharospasmus bds.	1 (3%)	-
Minimale Epiretinale Makulagiose	2 (5)	1 (4%)
Okuläre Hypertension bds	1 (3%)	-
Contusio bulbi RA	-	3 (13%)

3.1.3. Sehschärfe

Die Bestimmung der präoperativen Sehschärfe in der Ferne diente der Dokumentation einer herabgesetzten Sehschärfe zur Einhaltung der Ein- und Ausschlusskriterien. Für die 128 untersuchten Augen betrug der Median bei der korrigierten Fernsehschärfe 0,5 (**Tab. 3**).

Tabelle 3: Präoperative Visus- und Refraktionsdaten

Daten	Monovision Gruppe		Emmetropie Gruppe	
	RA	LA	RA	LA
Bestkorrigierter Visus (Median(Min-Max))	0,5 (0,05-0,8)	0,5 (0,08-0,8)	0,5 (0,3-0,7)	0,5 (0,2-0,8)
Sphärisches Äquivalent (dpt) (Min-Max)	-6,0 bis +4,0	-4,5 bis +3,0	-3,5 bis +3,0	-3,0 bis +3,25
Sphärischer Anteil (dpt) (Min-Max)	-6,0 bis +4,25	-3,75 bis +3,0	-3,25 bis +3,5	-2,75 bis +3,5
Gesamt Astigmatismus (dpt) (Median (Min-Max))	0,5 (0 -1,5)	0,5 (0-1,5)	0,5 (0-1,5)	0,5 (0-1,25)
Hornhaut-Astigmatismus (dpt) (Median (Min-Max))	0,5 (0 -1,5)	0,5 (0-1,5)	0,5 (0-1,5)	0,5 (0-1,25)
Stereosehen (Lang-Test positiv), Anzahl der Pat. in %	100%		100%	

3.1.4. Refraktion

In der **Tabelle 3** und den **Abbildungen 15 - 18** ist die Verteilung der präoperativen sphärischen und zylindrischen Refraktion in beiden Gruppen dargestellt.

In der Monovision Gruppe hatten 64% der rechten und 67% der linken Augen Hyperopie, 28% der rechten und 25% der linken Augen - Myopie und 8% der rechten und linken Augen - Emmetropie.

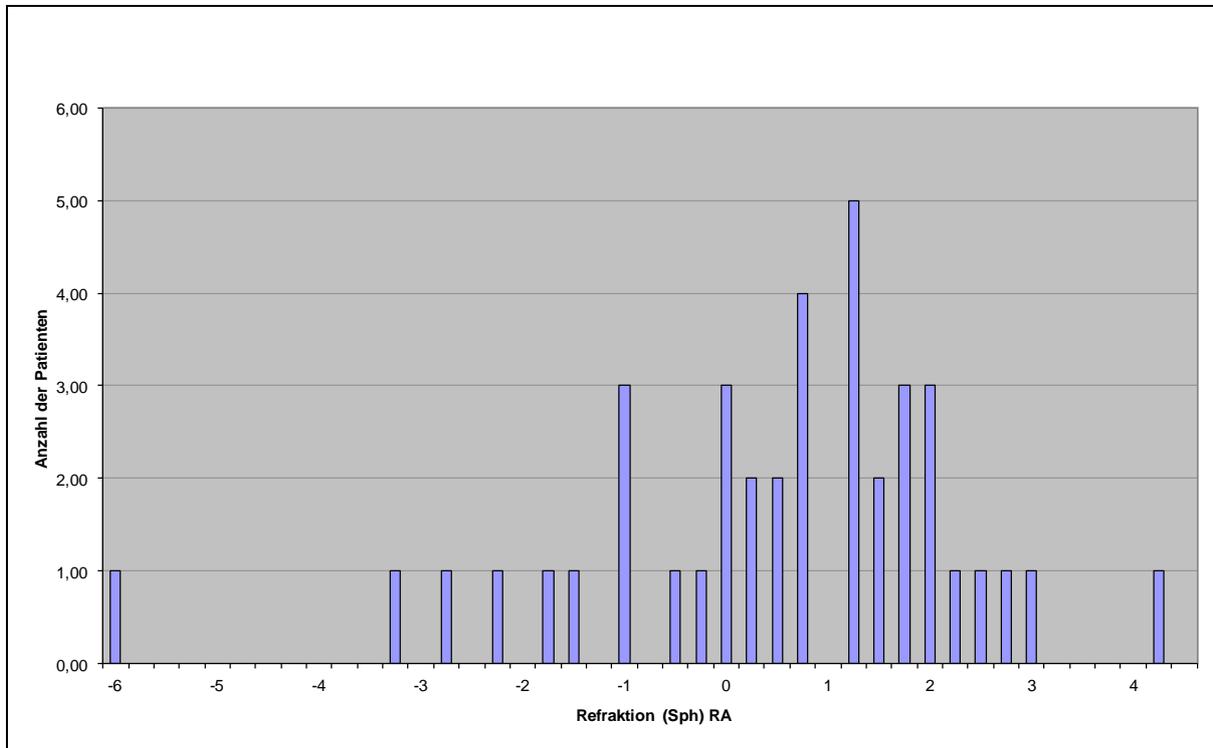


Abbildung 15: Refraktionsverteilung (Sph) RA vor der Operation in der Monovision Gruppe

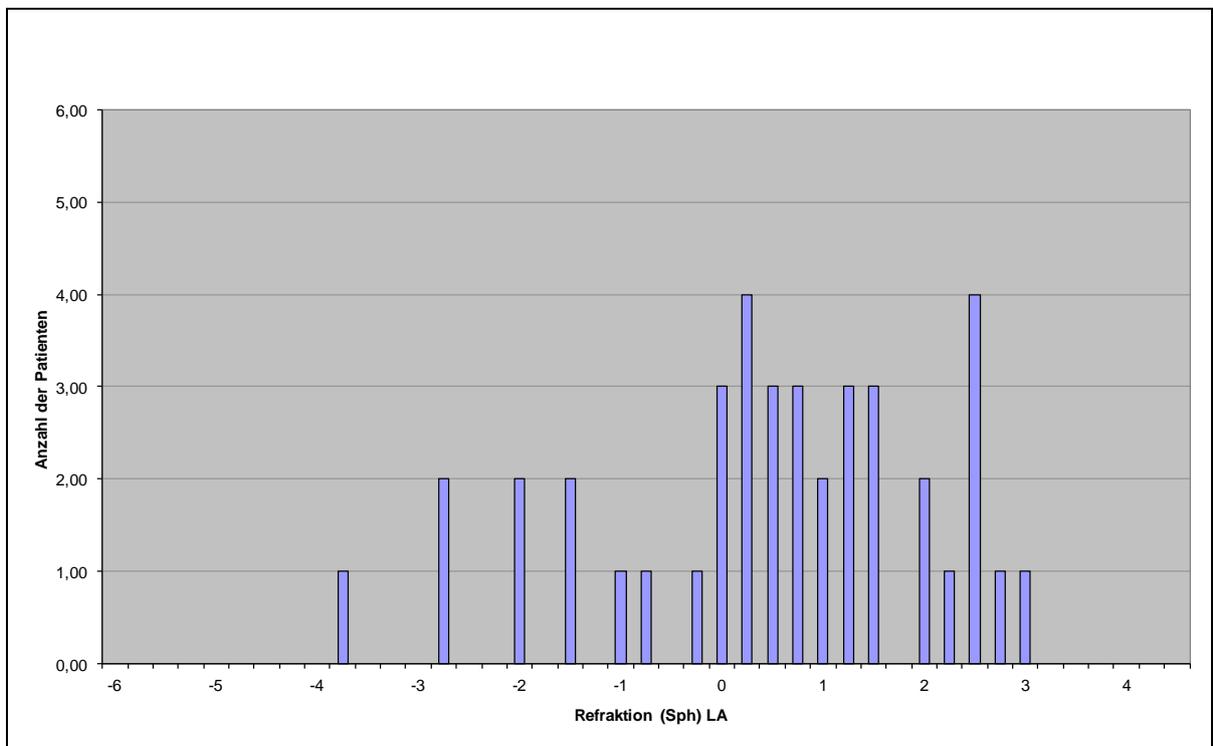


Abbildung 16: Refraktionsverteilung (Sph) LA vor der Operation in der Monovision Gruppe

In der Emmetropie Gruppe waren 92% beider Augen hyperop und 8% - myop.

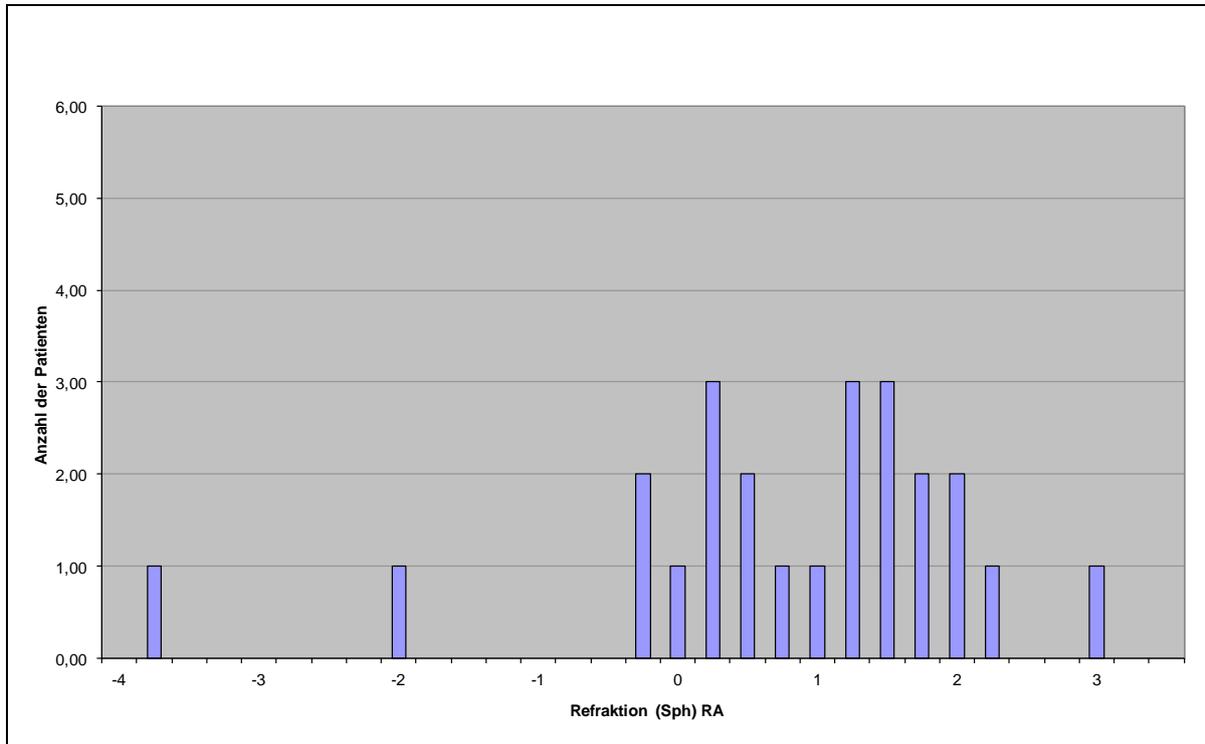


Abbildung 17: Refraktionsverteilung (Sph) vor der Operation in der Emmetropie Gruppe

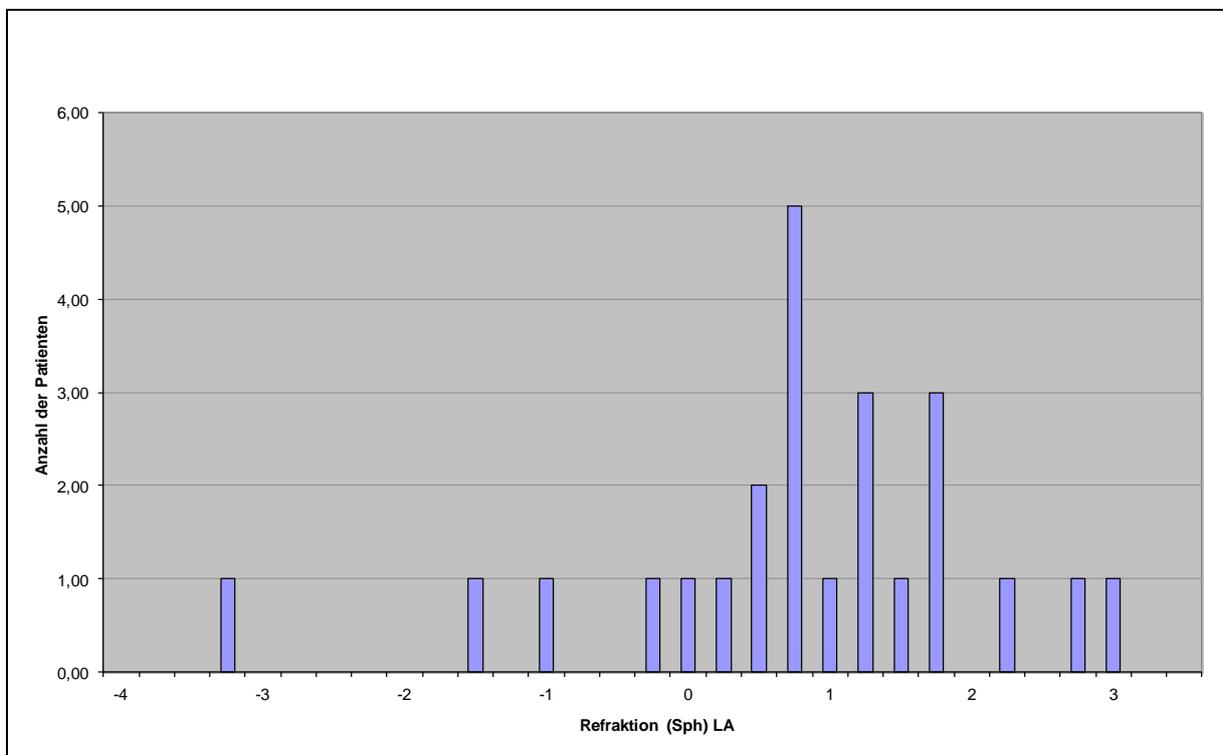


Abbildung 18: Refraktionsverteilung (Sph) vor der Operation in der Emmetropie Gruppe

Die präoperative Anisometropie betrug bei allen Patienten weniger als 1,5 dpt. Die genaue Verteilung ist in der **Abbildung 19** dargestellt.

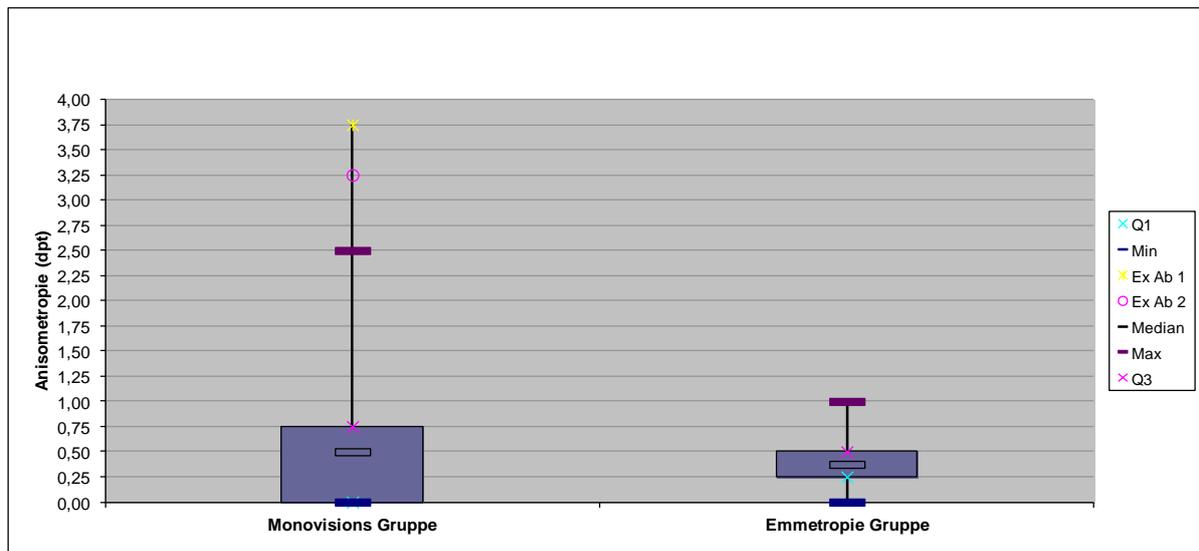


Abbildung 19: Präoperative Anisometropie

Alle Patienten hatten einen Hornhautastigmatismus unter 1,5 dpt mit Median von 0,5 dpt. 80% der rechten Augen und 70% der linken Augen in der Monovision Gruppe und 75% der rechten Augen und 83% der linken Augen in der Emmetropie Gruppe hatten einen Astigmatismus unter 0,5 dpt (**Abb. 20, 21**)

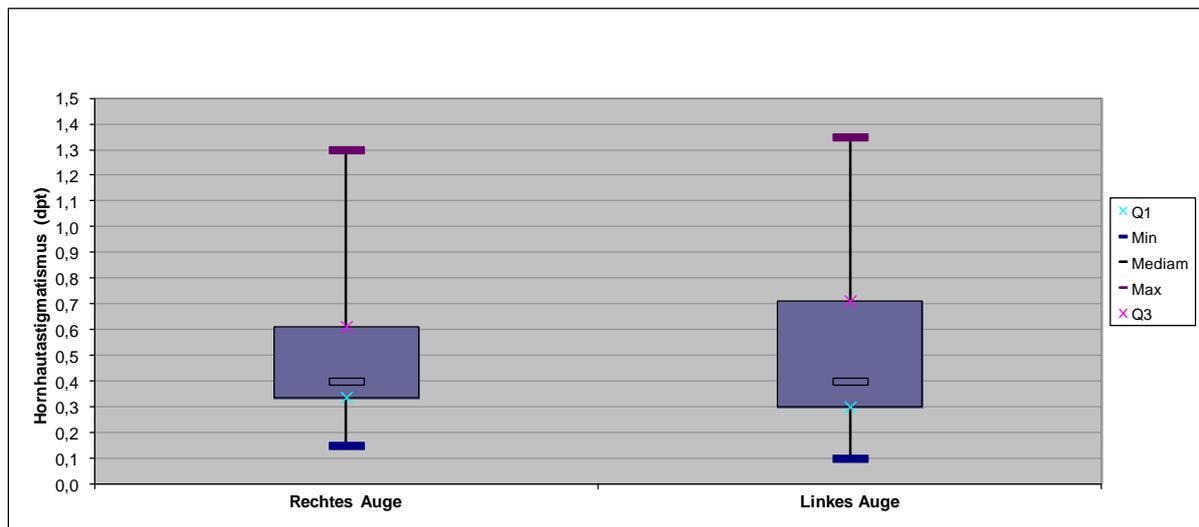


Abbildung 20: Hornhautastigmatismus in der Monovision Gruppe

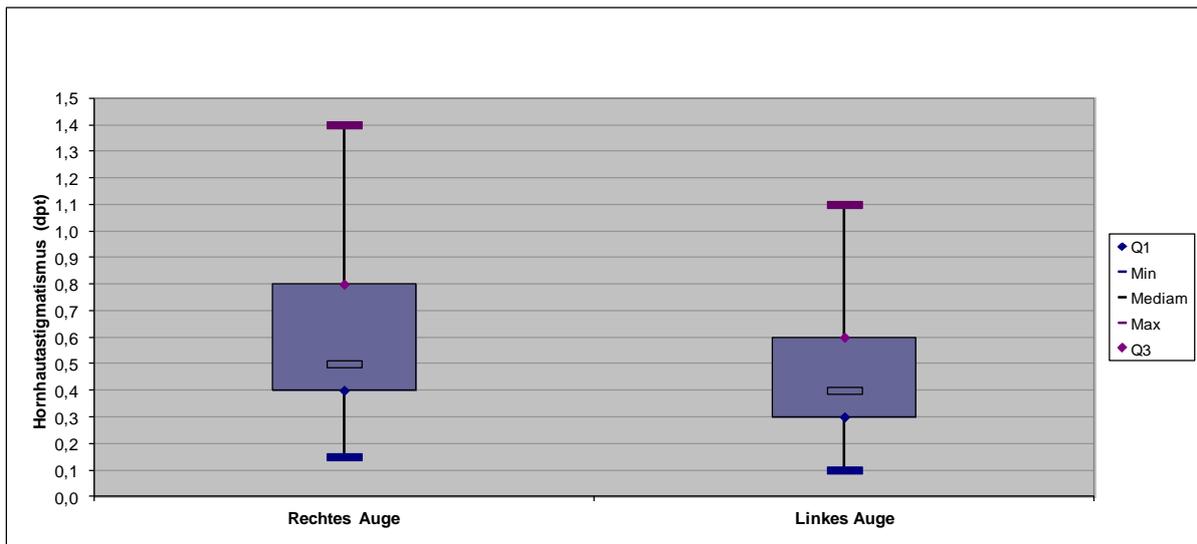


Abbildung 21: Hornhautastigmatismus in der Emmetropie Gruppe

3.1.5. Stereosehen

Alle Patienten sowohl in der Monovision Gruppe als auch in der Emmetropie Gruppe hatten Lang-Test I mit der Korrektur in der Nähe positiv.

3.1.6. Führungsauge

Bei 75% der Patienten war das Führungsauge das RA und bei 25% der Patienten - das LA.

3.2. Operative Daten

3.2.1. Zielrefraktion

Als Zielrefraktion für die Patienten der Emmetropie Gruppe wurde für beide Augen ± 0 dpt postoperative Fernrefraktion angestrebt. Bei der Monovision Gruppe wurde die Zielrefraktion für das Führungsauge zwischen 0 und -0,5 dpt und für das andere Auge zwischen -1,0 und -2,25 dpt berechnet. Dies erfolgte je nach präoperativer Refraktion, vorliegender Anisometropie und alltäglichen Bedürfnissen des Patienten (**Abb. 22**).

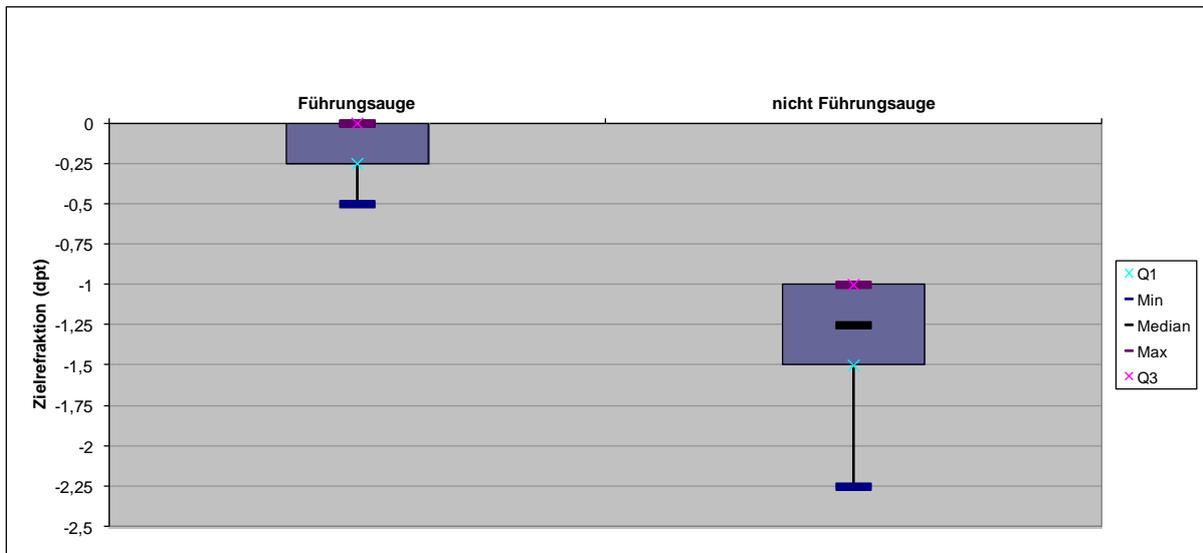


Abbildung 22: Zielrefraktion in der Monovision Gruppe

3.2.2. Das erstoperierte Auge

Das erstoperierende Auge wurde frei vom Patienten ausgewählt, am häufigsten war es das Auge mit dem schlechteren Visus. In der Monovision Gruppe war es bei 48% der Patienten das Führungsaug und bei 52% - das andere Auge.

3.2.3. Interoperativer Zeitabstand

In der Monovision Gruppe 60% der Patienten wurden mit Abstand von 2-4 Wochen, 35% -1-2 Monaten und 5% - 2-6 Monaten an beiden Augen an Katarakt operiert.

Und in der Emmetropie Gruppe war die Verteilung ähnlich. 66% der Patienten wurden mit Abstand von 2-4 Wochen, 21% -1-2 Monaten und 13% - 2-6 Monaten an beiden Augen an Katarakt operiert.

3.2.4. Intraoperative Besonderheiten und Komplikationen

13 Patienten (33%) in der Monovision Gruppe und 9 Patienten (38%) in der Emmetropie Gruppe hatten verschiedene Besonderheiten, die auf die Dauer der Operation, Gebrauch der Ultraschall-Energie, zusätzliches Gebrauch von Hylon-5, oder zusätzliches Implantation des Spannrings in den Kapselsack ausgewirkt haben. Die Auflistung der Besonderheiten und die dementsprechende Anzahl der Patienten sind in der **Tabelle 4** dargestellt.

Alle 4 Patienten mit Contusio bulbi an einem Auge in der Emmetropie Gruppe hatten an diesem Auge eine lose Zonula gehabt und 2 davon haben zusätzlich einen Spannenring eingesetzt bekommen.

In keinem Fall sind Komplikationen wie Kapselruptur, Erweiterung des Schnittes oder ausgeprägte lose Zonula aufgetreten. Somit wurde nach der Entfernung des getrübten Linseninhalts die Kunstlinse in allen Fällen in den Kapselsack implantiert.

Tabelle 4: Intraoperative Besonderheiten

Anzahl der Patienten	Corneae guttata	PEX	IFIS	Harter Kern	Mature Katarakt	Lose Zonula	Hylon 5	Spannenring
Monovision Gruppe								
1	bds							
1	bds		bds				bds	
1		bds					bds	LA
1		bds				LA	bds	
2			bds				bds	
3				bds				
1					LA			
1					RA			
2						RA		
Emmetropie Gruppe								
1		bds						
1		bds		RA				
1			bds				bds	
1			bds			RA	bds	bds
1				bds				
1					RA	RA		
1						RA		
1						RA		RA
1						LA	LA	LA

3.2.5. Implantierte intraokulare Linse

Bei allen Patienten wurde in beide Augen derselbe Linsentyp - Ruck AY implantiert. In der Monovision Gruppe betrug der Linsenwert in Median 23,0 dpt für beide Augen und in der Emmetropie Gruppe 22,0 dpt für das rechte Auge und 21,5 dpt für das linke Auge.

3.3. Postoperative Betreuung

3.3.1. Frühe postoperative Periode

Es wurden nach jeder Kataraktoperation innerhalb von 3 Wochen vier postoperative Nachuntersuchungen durchgeführt.

Da solche Auffälligkeiten wie Deszemetfalten oder ein vermehrter intraokularer Reiz nur selten auftraten und sich bis zur Abschlussuntersuchung sämtlich wieder rückbildeten, sind sie für die Aussage der Studie nicht relevant; auf eine genauere Auswertung soll hier verzichtet werden.

Eine Patientin verspürte einige Stunden nach der ersten Operation starke Augenschmerzen. Bei der Spaltlampen Untersuchung wurde eine Hornhauterosio festgestellt. Nach dem Augensalbenverband für eine Nacht sind die Schmerzen zurückgegangen und der Hornhautbefund war am nächsten Tag unauffällig.

Bei einer Patientin aus der Monovision Gruppe wurde am dritten Tag nach der ersten Operation auf Grund eines Iris-Zuges eine Revision - Operation durchgeführt. Die Iris wurde befreit und zentriert. Der weitere postoperative Verlauf bei dieser Patientin verlief ohne Komplikationen und Besonderheiten.

Zwei Patienten (einer aus der Monovision Gruppe und der andere aus der Emmetropie Gruppe) entwickelten am zuerst operierten Auge ein cystoides Makulaödem 3 Wochen postoperativ. Unter der Behandlung mit Kortison (1mg/1kg Körpergewicht) oral und Acular Augentropfen 6xtäglich bildete sich das Makulaödem innerhalb den nächsten 3-4 Wochen zurück mit voller Visus Wiederherstellung.

Patienten wurden auch nach Ihren Beschwerden, Zufriedenheit und Empfindung der neuen Situation mit dem Sehen gefragt. Die Auftretung und Verteilung der postoperativen

Komplikationen und Beschwerden sind in der **Tabelle 5** zusammengefasst. Die häufigsten Beschwerden in den ersten 4 Wochen nach der Operation waren wegen dem postoperativen Sicca-Syndrom (brennende und trockene Augen, Fremdkörpergefühl). Die Zweithäufigste Beschwerden war die Lichtempfindlichkeit.

Tabelle 5: Postoperative Komplikationen

Anzahl der Patienten	Postoperatives Sicca-Syndrom	Lichtempfindlichkeit	Fliegende Mücken
Monovision Gruppe			
10	bds	Bds	
5		Bds	
1	bds		LA
3			RA
2			LA
Emmetropie Gruppe			
8	bds	bds	
3		bds	
1	bds		
1			LA

In der Zeit zwischen der ersten und der zweiten Operation waren 4 Patienten aus der Monovision Gruppe, die zuerst am nicht Führungsauge operiert wurden, unzufrieden, weil beim Katarakt bedingten eingeschränkten Sehen am nichtoperierten Auge konnten sie noch nicht richtig in der Ferne sehen und Auto fahren. Patienten wurden noch mal über das Prinzip Monovision Technik aufgeklärt und um so bald wie möglich auch für die Ferne guten Visus ermöglichen wurde die zweite Operation bei diesen Patienten innerhalb der nächsten 2-3 Wochen nach der ersten Operation durchgeführt.

Bei der vierten postoperativen Kontrolle nach der zweiten Operation wurde für alle Patienten aus der Emmetropie Gruppe und in der Monovision Gruppe - nur für diejenige, bei denen das Nahsehen nicht ausreichen für die Bedürfnisse des Patienten gewesen wäre, eine Lesebrille angepasst. Nur die zwei Patienten mit cystoidem Makulaödem mussten für die weiteren Kontrollen ein Mal der Woche kommen. Die Patienten mit Sicca-Beschwerden haben Hylo-Gel, Artelak-AT oder Tears-Again Augenspray mitbekommen und wurden angewiesen 3-4xtäglich zu tropfen.

Nach dieser Kontrolluntersuchung wurden Patienten für die nächste Kontrolle in 3 Monaten einbestellt.

3.3.2. Späte postoperative Periode

Da die Abschlußuntersuchung erst 4-6 Monaten nach bilateraler Operation geplant war, wurden die Patienten in 3 Monaten postoperativ untersucht, um die spät auftretende postoperative Komplikationen, wie Nachstar und Kapselphimose festzustellen und wenn nötig zu behandeln.

Bei 40% der Patienten in der Monovision Gruppe und 42% der Patienten in der Emmetropie Gruppe wurde an einem oder beiden Augen ein Nachstar festgestellt und mit dem YAG-Neodym-Laser komplikationslos behandelt (**Tab. 6**).

Tabelle 6: Nachstar in 3-4 Monaten postoperativ

	RA	LA	bds
Monovision Gruppe (n)	4	5	7
Emmetropie Gruppe (n)	3	2	5

3.4. Abschlussuntersuchung

3.4.1. Die klinischen Daten

3.4.1.1. Sehschärfe

Die postoperative Sehschärfe ist für die Monovision Gruppe in der **Tabelle 7** und **Abbildung 23** und für die Emmetropie Gruppe in der **Tabelle 8** und **Abbildung 24** dargestellt.

85% der Patienten in der Monovision Gruppe und 100% - in der Emmetropie Gruppe haben einen unkorrigierten binokularen Fernvisus von 0,8 und mehr erreicht. Andere 15% in der Monovision-Gruppe hatten den Fernvisus von 0,6 bis 0,7.

In Zwischenbereich (67 cm) hatten 77,5% der Patienten in der Monovision Gruppe den unkorrigierten binokularen Visus von 0,8 und mehr und 22,5% - 0,4-0,6, und in der Emmetropie Gruppe – 67% der Patienten 0,4-0,6 und 33% - nur noch 0,2 und weniger.

In der Monovision Gruppe haben 65% der Patienten einen unkorrigierten binokularen Nahvisus von 0,4-0,5 und 27,5% - mehr als 0,6 erreicht und nur noch 7,5% der Patienten

hatten den Nahvisus von 0,2 bis 0,3. In der Emmetropie Gruppe hatte ein einziger Patient den unkorrigierten binokularen Nahvisus von 0,3, alle andere - 0,2 und weniger.

Tabelle 7: Postoperativer Visus in der Monovision Gruppe

	Postoperativer Visus		
	Median	Q1-Q3	Min-Max
Unkorrigierter Fernvisus			
Fernaue	0,9	0,7-1,0	0,6-1,25
Nahauge	0,4	0,2-0,5	0,1-0,6
Binokular	1,0	0,8-1,0	0,6-1,25
Bestkorrigierter Fernvisus			
Fernaue	1,0	0,9-1,0	0,7-1,25
Nahauge	1,0	0,9-1,0	0,6-1,25
Binokular	1,0	1,0-1,0	0,8-1,25
Unkorrigierter Visus in Zwischenbereich			
Fernaue	0,4	0,4-0,4	0,1-0,8
Nahauge	0,8	0,6-1,0	0,2-1,2
Binokular	0,8	0,8-1,0	0,4-1,2
Unkorrigierter Nahvisus			
Fernaue	0,2	0,1-0,2	0,1-0,4
Nahauge	0,5	0,4-0,5	0,1-1,0
Binokular	0,5	0,4-0,6	0,2-1,0
Bestkorrigierter Nahvisus			
Fernaue	0,8	0,7-0,9	0,4-1,0
Nahauge	0,8	0,7-1,0	0,5-1,0
binokular	0,9	0,8-1,0	0,5-1,2

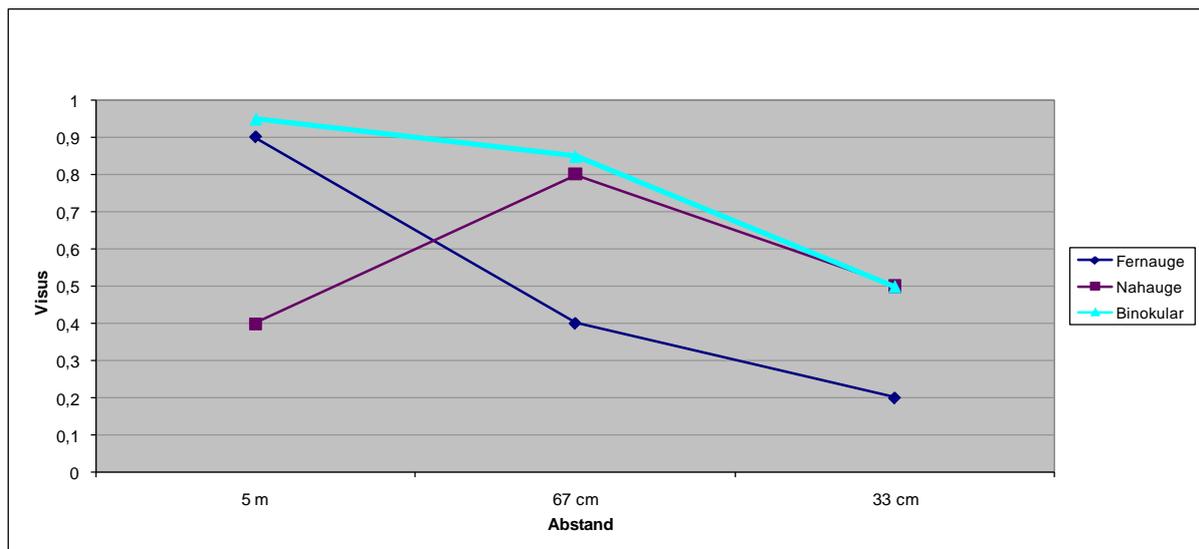


Abbildung 23: Postoperativer Visus in der Monovision Gruppe

Tabelle 8: Postoperativer Visus in der Emmetropie Gruppe

	Postoperativer Visus		
	Median	Q1-Q3	Min-Max
Unkorrigierter Fernvisus			
RA	0,9	0,8-0,9	0,6-1,0
LA	0,9	0,8-1,0	0,7-1,0
binokular	1,0	0,9-1,0	0,8-1,0
Bestkorrigierter Fernvisus			
RA	1,0	0,9-1,0	0,8-1,0
LA	1,0	1,0-1,0	0,7-1,0
binokular	1,0	1,0-1,0	0,8-1,0
Unkorrigierter Visus in Zwischenbereich			
RA	0,2	0,2-0,4	0,1-0,6
LA	0,2	0,2-0,4	0,1-0,4
binokular	0,4	0,2-0,4	0,1-0,6
Unkorrigierter Nahvisus			
RA	0,1	0,1-0,2	0,05-0,2
LA	0,1	0,1-0,1	0,05-0,2
binokular	0,2	0,2-0,2	0,1-0,3
Bestkorrigierter Nahvisus			
RA	0,8	0,7-0,9	0,5-1,0
LA	0,8	0,7-0,9	0,5-1,0
binokular	0,9	0,8-1,0	0,5-1,0

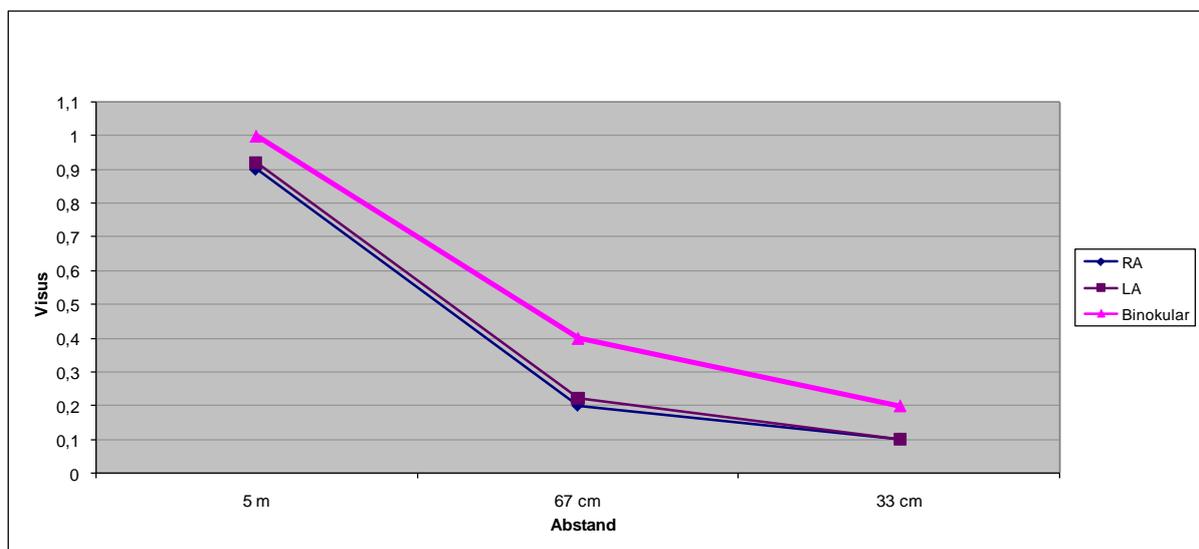


Abbildung 24: Postoperativer Visus in der Emmetropie Gruppe

In der **Tabelle 9** und in **Abbildung 25** ist die binokulare Sehschärfe in der Ferne, im Zwischenbereich und in der Nähe ohne und mit der Korrektur für beide Gruppen dargestellt. Sowohl unkorrigierter als auch korrigierter Fernvisus lagen in beiden Gruppen in Median bei 1,0 und zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen zwei Gruppen ($p = 0,32$).

Der unkorrigierte Visus im Zwischenbereich war deutlich schlechter in der Emmetropie Gruppe – in Median 0,4 gegen 0,8 in der Monovision Gruppe, und der Unterschied war signifikant ($p < 0,01$).

Der unkorrigierte Nahvisus der Emmetropie Gruppe lag signifikant unter der von der Monovision Gruppe ($p < 0,01$). Jedoch ein signifikanter Unterschied konnte zwischen korrigierter Nahvisus in beiden Gruppen nicht gefunden werden ($p = 0,93$).

Tabelle 9: Postoperativer binokularer Visus

Visus/Gruppe	Binokularer Visus		
	Median	Q1-Q3	Min-Max
Unkorrigierter Fernvisus			
Monovision Gruppe	1,0	0,8-1,0	0,6-1,25
Emmetropie Gruppe	1,0	0,9-1,0	0,8-1,0
Bestkorrigierter Fernvisus			
Monovision Gruppe	1,0	1,0-1,0	0,8-1,25
Emmetropie Gruppe	1,0	1,0-1,0	0,8-1,0
Unkorrigierter Visus in Zwischenbereich			
Monovision Gruppe	0,8	0,8-1,0	0,4-1,2
Emmetropie Gruppe	0,4	0,2-0,4	0,1-0,6
Unkorrigierter Nahvisus			
Monovision Gruppe	0,5	0,4-0,6	0,2-1,0
Emmetropie Gruppe	0,2	0,2-0,2	0,1-0,3
Bestkorrigierter Nahvisus			
Monovision Gruppe	0,9	0,8-1,0	0,5-1,2
Emmetropie Gruppe	0,9	0,8-1,0	0,5-1,0

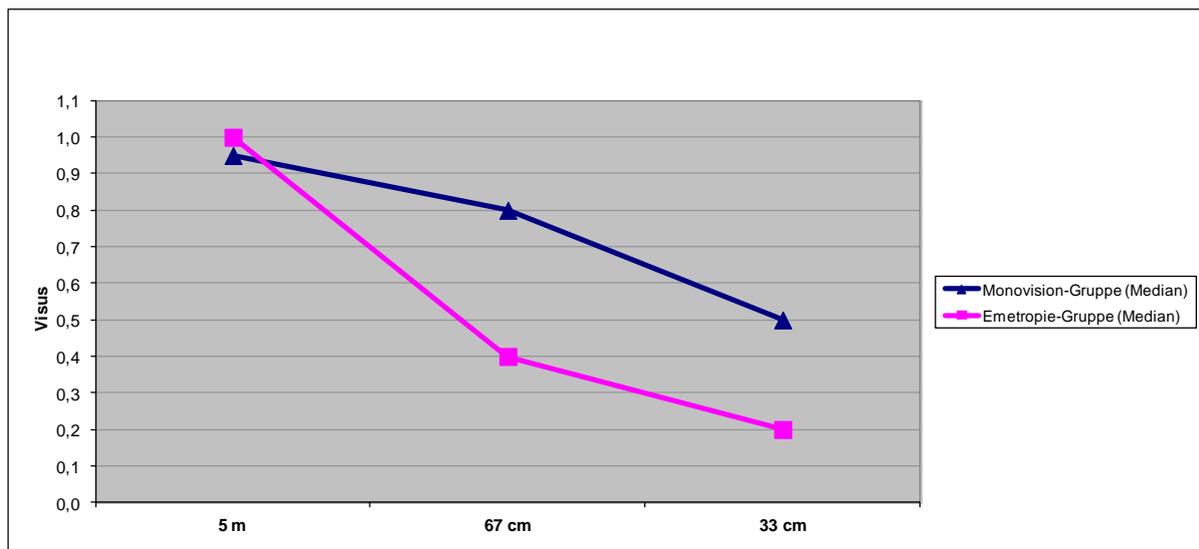


Abbildung 25: Postoperativer binokularer Visus in beiden Gruppen

3.4.1.2. Postoperative Refraktion

Bei der postoperativ resultierenden Refraktion wurde zwischen dem sphärischen und dem zylindrischen Anteil unterschieden und auch ein sphärisches Äquivalent ausgerechnet (Tab. 10, 11; Abb.26, 27).

Beim sphärischen Äquivalent lagen die Patienten der Monovision Gruppe mit dem Fernauge bei 0 dpt und mit dem Nahauge bei -1,5 dpt. Das sphärische Äquivalent der Emmetropie Gruppe betrug für beide Augen im Median 0 dpt. Der postoperative Astigmatismus lag in beiden Gruppen im Median bei 0 dpt.

Tabelle 10: Postoperative Refraktion in der Monovision Gruppe

	Postoperativer Refraktion		
	Median	Q1-Q3	Min-Max
Sphärischer Anteil (dpt)			
Fernauge	0	-0,06 bis 0	-0,75 bis 0,25
Nahauge	-1,25	-1,5 bis -1,0	-2,5 bis -0,75
Zylindrischer Anteil (dpt)			
Fernauge	0	-0,1 bis 0	-1,25 bis 0
Nahauge	0	0 bis 0	-1,0 bis 0
Sphärisches Äquivalent (dpt)			
Fernauge	0	-0,25 bis 0	-1,0 bis 0,25
Nahauge	-1,5	-1,75 bis -1,0	-2,5 bis -0,75

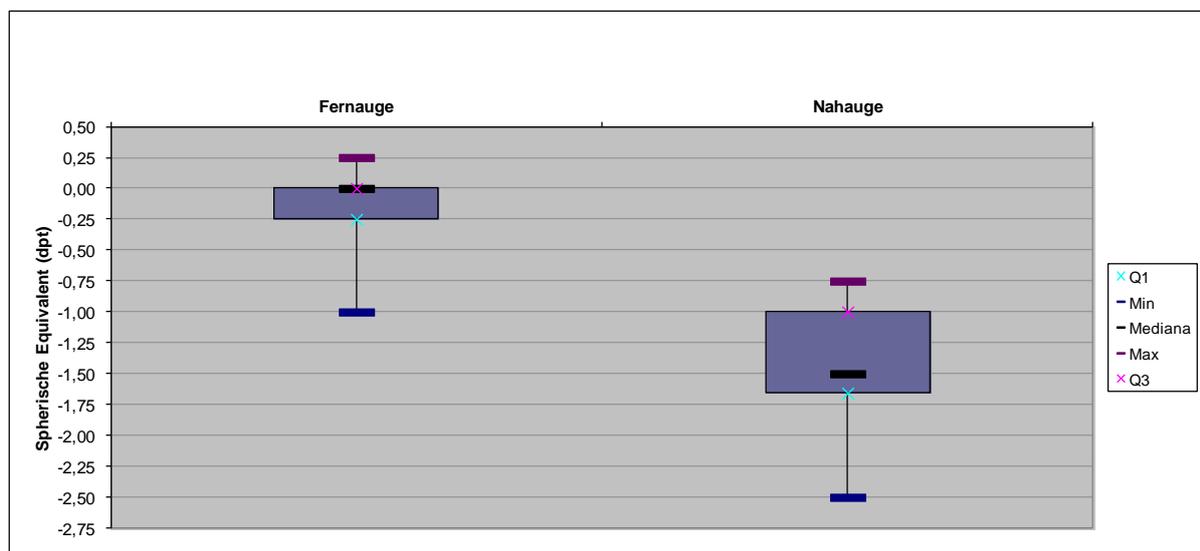


Abbildung 26: Postoperative Refraktion in der Monovision Gruppe

Tabelle 11: Postoperative Refraktion in der Emmetropie Gruppe

	Postoperative Refraktion		
	Median	Q1-Q3	Min-Max
Sphärischer Anteil (dpt)			
RA	0	0 bis 0	-0,5 bis 0,5
LA	0	0 bis 0	-0,5 bis 0,5
Zylindrischer Anteil (dpt)			
RA	0	0 bis 0	-0,75 bis 0
LA	0	0 bis 0	-0,75 bis 0
Sphärisches Äquivalent (dpt)			
RA	0	-0,25 bis 0	-0,5 bis 0,5
LA	0	-0,06 bis 0	-0,75 bis 0,5

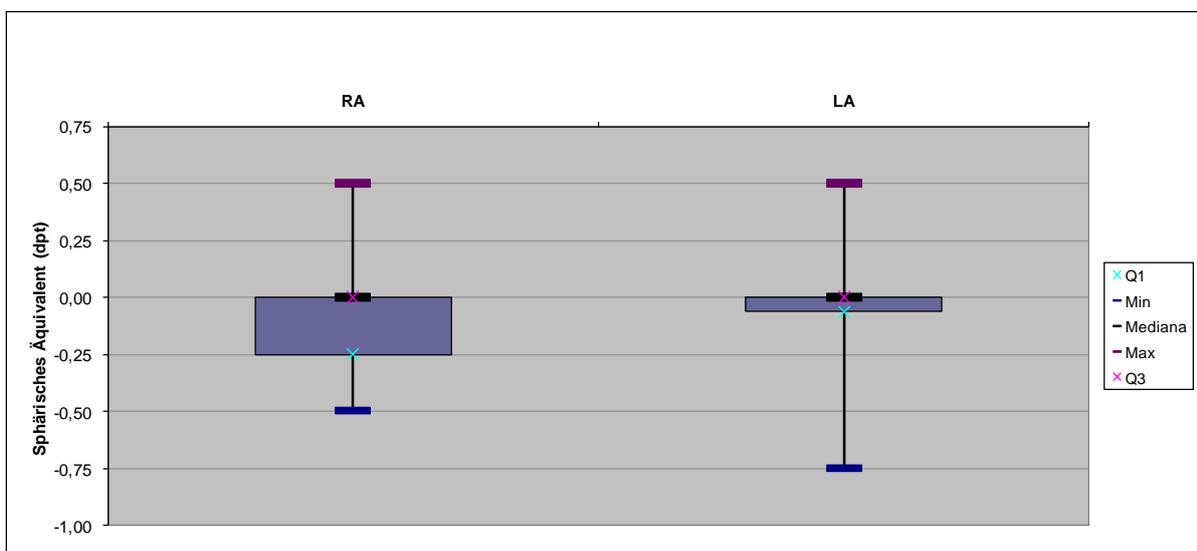


Abbildung 27: Postoperative Refraktion in der Emmetropie Gruppe

Die postoperative Anisometropie in der Monovision Gruppe lag in Median bei 1,25 dpt. 62,5% der Patienten hatten die Anisometropie von 1 bis 1,5 dpt, 15% - 0,75 und 12,5%- 2 bis 2,5 dpt. (Abb. 28, 29).

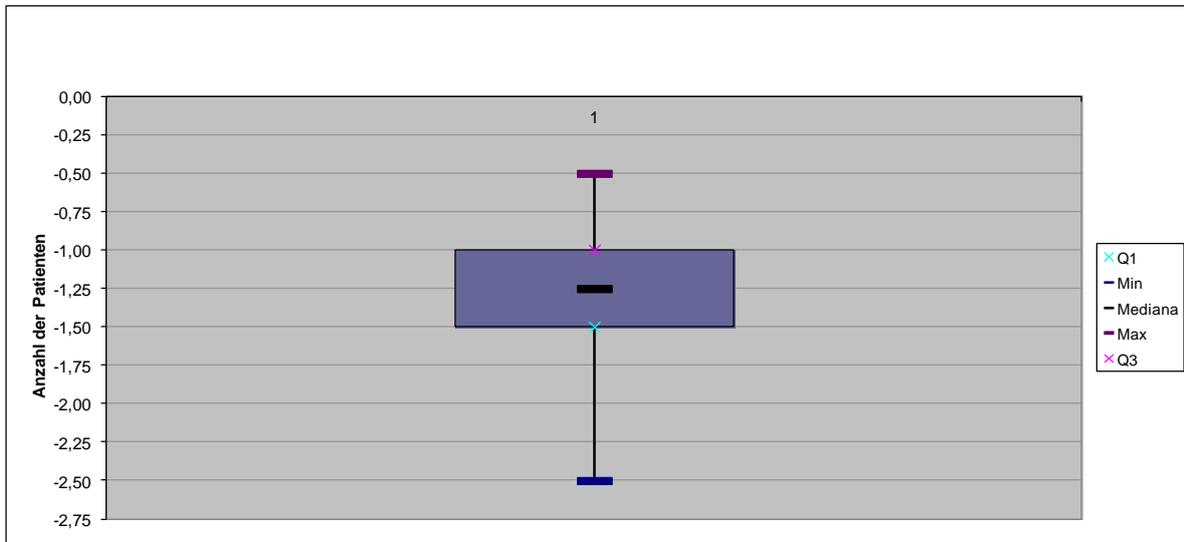


Abbildung 28: Postoperative Anisometropie in der Monovision Gruppe

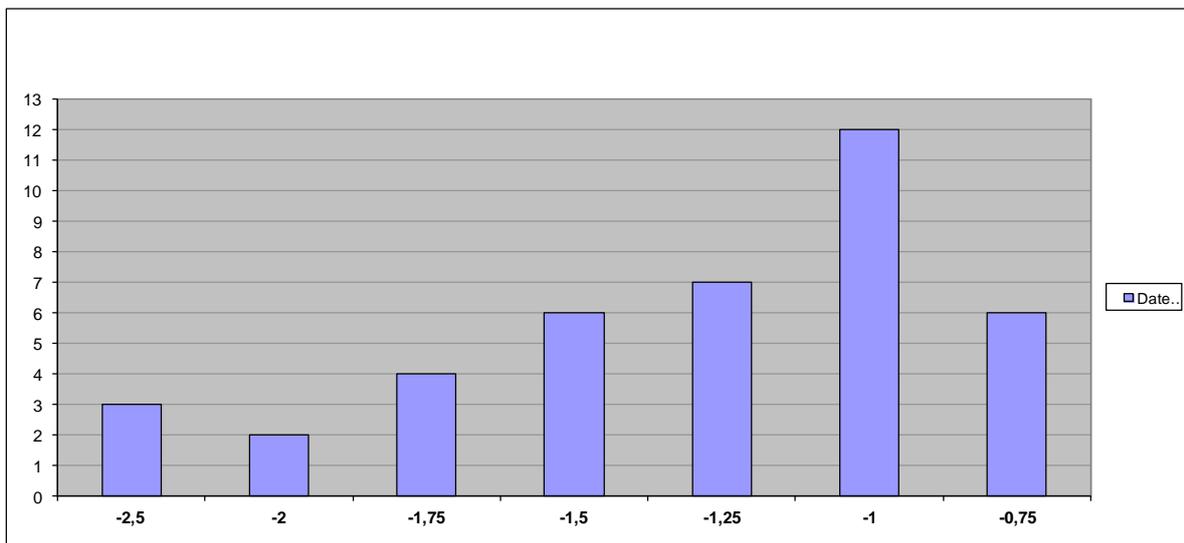


Abbildung 29: Postoperative Anisometropie in der Monovision Gruppe

Bei der Korrelation zwischen dem unkorrigierten Visus im Nahbereich und der Refraktion in der Monovision Gruppe zeigte sich eine starke Korrelation (Spearman Korrelation Koeffizient $-0,834$, $p < 0,01$) (**Abb 30**).

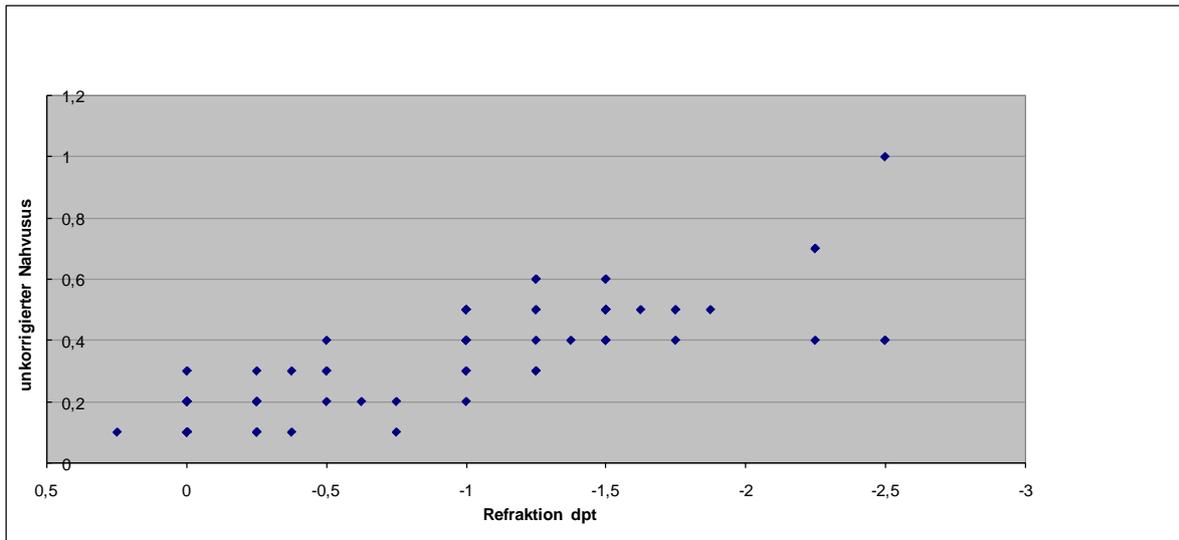


Abbildung 30: Korrelation zwischen Nahvisus und der Refraktion

Jedoch hatte die Refraktion bei den Patienten mit dem unkorrigierten Visus im Nahbereich von 0,4-0,5 eine starke Streuung von -1,0 bis -2,5 dpt mit Median von -1,5 dpt. (Abb. 31)

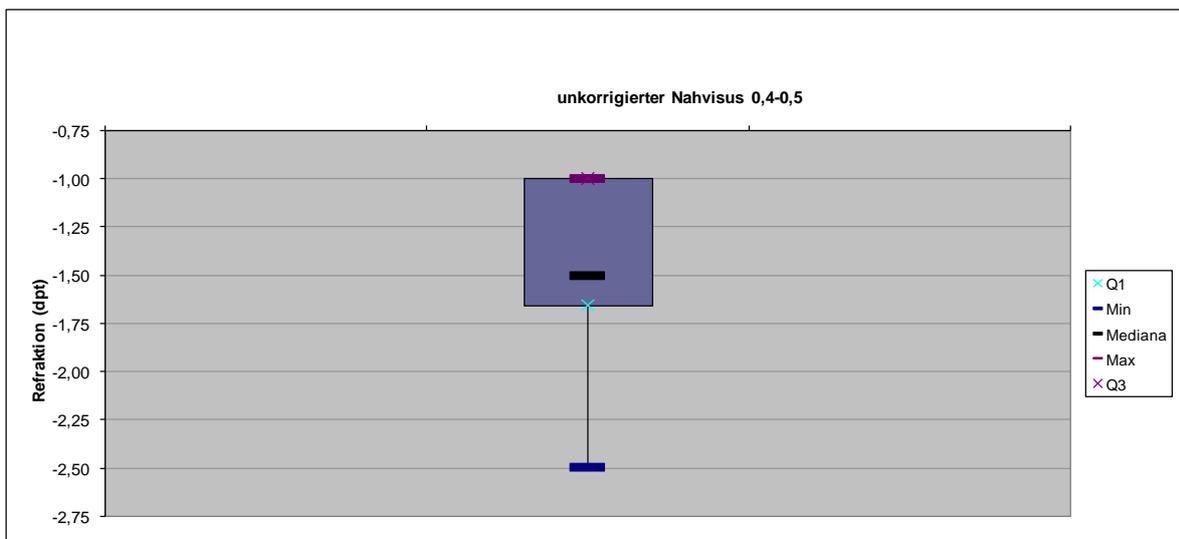


Abbildung 31: Refraktion am Nahauge beim unkorrigierten Nahvisus von 0,4-0,5

3.4.1.3. Binokularsehen

Alle Patienten in beiden Gruppen hatten den Bagolini-Test in der Ferne positiv.

3.4.1.4. Stereosehen

Ohne Korrektur haben 62,5% der Patienten in der Monovision Gruppe den Lang-Test I positiv (550''), 2,5% haben nur die Katze und den Stern erkannt (600'') und 5% - nur die Katze (1200''). 30% der Patienten hatten den Lang-Test negativ, jedoch haben die alle die Fliege im Titmus-Test mit der Polarisationsbrille erkannt und damit das Stereosehen mit 3600 Bogensekunden erreicht (**Abb. 32**).

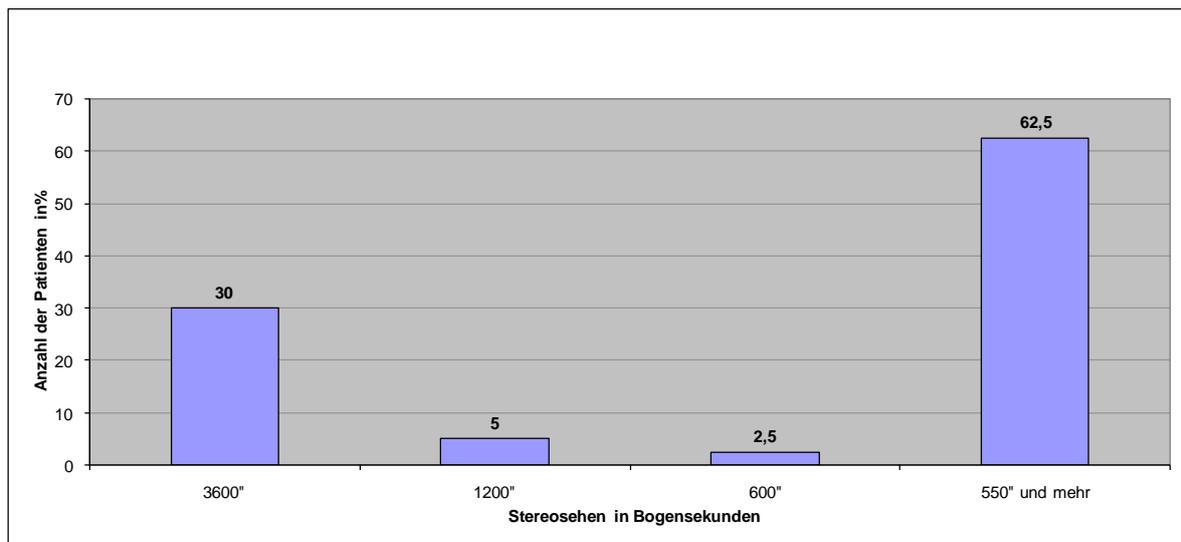


Abbildung 32: Postoperatives Stereosehen ohne Korrektur in der Monovision Gruppe

In der Emmetropie Gruppe hatte kein Patient ohne Korrektur den Lang-Test positiv, und nur noch 33% haben mit der Polarisationsbrille die Fliege im Titmus-Test erkannt. Jedoch mit der Korrektur haben alle Patienten der Gruppe den Lang-Test positiv gehabt (**Abb. 33**).

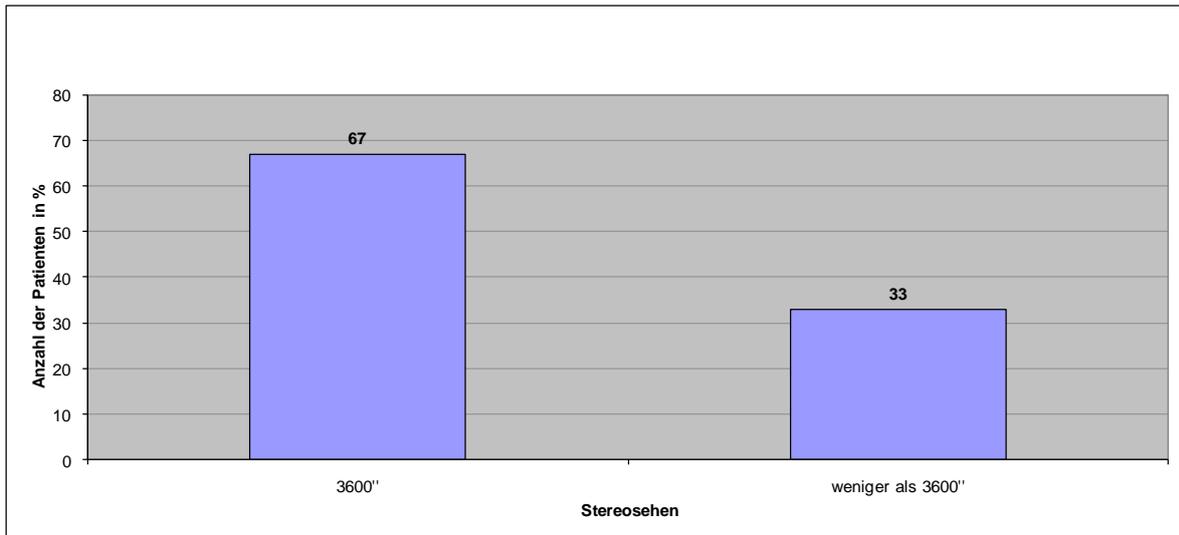


Abbildung 33: Postoperatives Stereosehen ohne Korrektur in der Emmetropie Gruppe

3.4.1.5. Führungsauge

Bei der postoperativen Nachmessung des Führungsauges wurde herausgefunden, dass 20% der Patienten in der Monovision Gruppe haben das andere Auge als Führungsauge im Vergleich zur präoperativen Daten. Damit haben alle diese 20% der Patienten ihr postoperativ ausgemessenes Führungsauge für die Nähe mit der Refraktion von -1,0 bis -2,25 dpt korrigiert bekommen.

3.4.2. Die Ergebnisse der Patientenbefragung

3.4.2.1. Qualität des Sehens

Die Fragen 1 bis 10 bestimmen, wie die Qualität des Sehens ohne Brille in den verschiedenen Bereichen (Nah-, Fern- und Zwischenbereich) und des Stereosehens ist. Die Ergebnisse sind in der **Tabelle 12** zusammengefasst und dargestellt.

In der Monovision Gruppe konnten 60% der Patienten normale Schriftgrößen in längeren Zeitabschnitten, 77,5% - in kurzen Zeitabschnitten und 27,5% - klein gedruckte Schriften ohne Schwierigkeiten ohne Brille lesen. In der Emmetropie Gruppe konnte wiederum nur noch ein Patient (4,2%) normale Schriftgrößen in kurzen Zeitabschnitten ohne Brille lesen.

50% der Patienten haben das Lesen ohne Brille der normalen Schriftgrößen und 87,5% - der klein gedruckten Schriften für gar nicht möglich gehalten. Damit zeigte sich für alle Fragen bezüglich des Lesens ohne Brille (Fragen 1-3) eine signifikant bessere Qualität des Sehens ohne Brille bei der Monovision Gruppe als in der Emmetropie Gruppe (alle Fragen $p=0,000$). Bei täglichen Arbeiten, wie Kochen, Haushalt Gartenarbeit und so weiter hatten 95% der Patienten in der Monovision-Gruppe überhaupt keine Schwierigkeiten ohne Brille, und in der Emmetropie Gruppe nur noch 62,5%. Bei der Frage 5 (die Arbeit am Computer) haben 80% der Patienten in der Monovision-Gruppe und 62,5% - in der Emmetropie Gruppe angekreuzt, dass sie diese Aktivität nicht betreiben, damit gab es zu wenig Daten um diese Frage zu bewerten. Insgesamt war die Qualität des Sehens im Zwischenbereich (Fragen 4) signifikant besser in der Monovision-Gruppe im Vergleich zur Emmetropie Gruppe ($P=0,001$).

Bei der Bewertung der Qualität des Sehens in der Ferne (Fragen 6-8) wurde es festgestellt, dass unter photopischen Bedingungen und einfachen Aufgaben (Schilder lesen, Fernsehen schauen usw.) zeigte sich relativ gleiche Verteilung in beiden Gruppen. Bei den schwierigeren Aufgaben wie Autofahren hatten nur noch 55% der Patienten in der Monovision Gruppe gegen über 75% in der Emmetropie Gruppe beim Autofahren tagsüber in bekannter Umgebung, bzw. 27,5% gegen 62,5% beim Autofahren in der Nacht oder beim Regen keine Schwierigkeiten. Jedoch zeigte sich bei allen Fragen bezüglich der Qualität des Sehens in der Ferne kein signifikanter Unterschied.

Die subjektive Bewertung des Stereosehens zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen Monovisions und Emmetropie Gruppen ($P=0,08$).

Tabelle 12: Fragen bezüglich der Qualität des Sehens ohne Brille in den verschiedenen Bereichen und des Stereosehens

Fragen und die mögliche Antworten	Monovision Gruppe	Emmetropie Gruppe
	Anzahl der Patienten in %	
1. Wie schwierig ist es für Sie, normale Schriftgrößen, in längeren Zeitabschnitten (> 30 min.), ohne Brille zu lesen? (Wie z.B. Zeitungen, Zeitschriften oder Bücher)		
Überhaupt nicht schwierig	60	0
Ein bisschen schwierig	17,5	0
Mäßig schwierig	7,5	16,6
Sehr schwierig	5	29,2
Nicht möglich	5	50
Ich betreibe diese Aktivität nicht	5	4,2
<i>P=0,000</i>		
2. Wie schwierig ist es für Sie, normale Schriftgrößen, in kurzen Zeitabschnitten (< 10 min.), ohne Brille zu lesen? (Wie z.B. Briefe, Speisekarten oder Rechnungen)		
Überhaupt nicht schwierig	77,5	4,2
Ein bisschen schwierig	10	12,5
Mäßig schwierig	5	20,8
Sehr schwierig	2,5	12,5
Nicht möglich	5	50
Ich betreibe diese Aktivität nicht	0	0
<i>P=0,000</i>		
3. Wie schwierig ist es für Sie, klein gedruckte Schriften ohne Brille zu lesen? (Wie z.B. Packungsbeilagen von Medikamenten, Telefonbücher oder Schriftstücke mit kleinen Buchstaben)		
Überhaupt nicht schwierig	27,5	0
Ein bisschen schwierig	25	0
Mäßig schwierig	12,5	4,2
Sehr schwierig	17,5	8,3
Nicht möglich	15	87,5
Ich betreibe diese Aktivität nicht	2,5	0
<i>P=0,000</i>		
4. Wie schwierig ist es für Sie, tägliche Arbeiten ohne Brille zu erledigen? (Wie z.B. Kochen, Haushalt, Gartenarbeit, handwerkliche Tätigkeiten)		
Überhaupt nicht schwierig	95	62,5
Ein bisschen schwierig	5	12,5
Mäßig schwierig	0	20,8
Sehr schwierig	0	0
Nicht möglich	0	4,2
Ich betreibe diese Aktivität nicht	0	0
<i>P=0,001</i>		
5. Wie schwierig ist es für Sie, am Computer ohne Brille zu arbeiten?		
Überhaupt nicht schwierig	10	4,2
Ein bisschen schwierig	7,5	4,2
Mäßig schwierig	2,5	8,3
Sehr schwierig	0	4,2
Nicht möglich	0	16,6

Ich betreibe diese Aktivität nicht	80	62,5
	<i>Zu wenig Daten für p-Wert</i>	
6. Wie schwierig ist es für Sie, Straßenschilder, Namen von Geschäften oder Behörden ohne Brille zu lesen?		
Überhaupt nicht schwierig	92,5	95,8
Ein bisschen schwierig	7,5	4,2
Mäßig schwierig	0	0
Sehr schwierig	0	0
Nicht möglich	0	0
	<i>P=1,0</i>	
7. Wie schwierig ist es für Sie, Fernseher ohne Brille zu schauen?		
Überhaupt nicht schwierig	82,5	87,4
Ein bisschen schwierig	10	4,2
Mäßig schwierig	2,5	4,2
Sehr schwierig	0	0
Nicht möglich	0	0
Ich betreibe diese Aktivität nicht	5	4,2
	<i>P=0,82</i>	
8. Wie schwierig ist es für Sie, tagsüber und in Ihrer Umgebung, ohne Brille Auto zu fahren?		
Überhaupt nicht schwierig	55	75
Ein bisschen schwierig	7,5	4,2
Mäßig schwierig	0	4,2
Sehr schwierig	0	0
Nicht möglich	2,5	0
Ich betreibe diese Aktivität nicht	35	16,6
	<i>P=0,6</i>	
9. Wie schwierig ist es für Sie, nachts oder bei Regen, ohne Brille Auto zu fahren?		
Überhaupt nicht schwierig	27,5	62,5
Ein bisschen schwierig	17,5	12,5
Mäßig schwierig	2,5	4,2
Sehr schwierig	2,5	0
Nicht möglich	5	0
Ich betreibe diese Aktivität nicht	45	20,8
	<i>P=0,055</i>	
10. Wie schwierig ist es für Sie, Abstände ohne Brille einzuschätzen? (Wie z.B. beim Autoparken oder beim Treppen gehen)		
Überhaupt nicht schwierig	97,5	83,3
Ein bisschen schwierig	2,5	8,3
Mäßig schwierig	0	0
Sehr schwierig	0	4,2
Nicht möglich	0	4,2
	<i>P=0,08</i>	

3.4.2.2. Gebrauch einer Brille

Die Fragen 11 bis 15 bestimmen, wie sich durch die Katarakt Operation die Häufigkeit des Gebrauchs einer Brille verändert hat. Die Ergebnisse sind in der **Tabelle 13** dargestellt.

Tabelle 13: Gebrauch einer Brille vor und nach der Kataraktoperation

Fragen und die mögliche Antworten	Monovision Gruppe	Emmetropie Gruppe
	Anzahl der Patienten in %	
11. Haben Sie vor der OP eine Brille benötigt?		
Ja	95	100
Nein (wenn „Nein“ dann weiter zur Frage 13)	5	0
12. Für welchen Bereich haben Sie Ihre Brille benötigt?		
Für die Ferne (Auto fahren, Fernsehschauen, etc.)	0	4,2
Für die Nähe (Lesen, Handarbeit, etc.)	47,5	25
Immer (Nah und Ferne)	47,5	70,8
13. Benötigen Sie jetzt nach der grauen Star OP eine Brille?		
Ja	52,5	95,8
Nein (wenn „Nein“ dann weiter zur Frage 15)	47,5	4,2
	<i>P=0,000</i>	
14. Für welchen Bereich benötigen Sie Ihre Brille?		
Für die Ferne (Auto fahren, Fernsehschauen, etc.)	2,5	0
Für die Nähe (Lesen, Handarbeit, etc.)	35	79,2
Immer (Nah und Ferne)	15	16,6
15. Wie hat sich durch die graue Star Operation Ihre Lebenssituation bezüglich Gebrauchs einer Brille verändert?		
Sehr positiv	62,5	21,7
Positiv	30	52,3
Gleich geblieben	7,5	26
Negativ	0	0
Sehr negativ	0	0
	<i>P=0,001</i>	

95% der Patienten in der Monovision Gruppe und alle Patienten in der Emmetropie Gruppe haben vor der Operation eine Brille gebraucht. Dabei war der Gebrauch einer Brille in den zwei Gruppen unterschiedlich. In der Monovision Gruppe haben 47%% der Patienten eine Brille nur für die Nähe gebraucht und 47% - immer. In der Emmetropie Gruppe haben eine Brille 4,2% der Patienten für die Ferne, 25% - für die Nähe und 70,8% - für immer gebraucht.

Nach der Operation hat sich die Situation mit dem Gebrauch einer Brille in der Monovision verändert so, dass statt 95% der Patienten vor der Operation nur noch 52,5% nach der Operation eine Brille gebraucht haben, davon 2,5% - für die Ferne, 35% - für die Nähe und 15% - immer. In der Emmetropie Gruppe hat sich die Anzahl der Patienten, die eine Brille benötigt haben kaum verändert. Jedoch hat sich die Anzahl der Patienten, die immer eine Brille benötigt haben von 70,8% präoperativ auf 16,6% postoperativ reduziert. Dafür hat die Zahl der Patienten, die eine Brille für die Nähe gehabt haben von 25% auf 79,2% vermehrt. Postoperativ zeigt sich statistisch signifikanter Unterschied zwischen Monovisions und Emmetropie Gruppen bezüglich Gebrauchs einer Brille ($p=0,000$).

Tabelle 14: Prä- und postoperativer Gebrauch einer Brille

Brillenzustand vor und nach der Operation		Monovision Gruppe	Emmetropie Gruppe
Vor der Operation	Nach der Operation	Anzahl der Patienten (%)	
immer	keine	5 (12,5%)	1 (4,2%)
für die Nähe	keine	12 (30%)	0
für die Ferne	keine	0	0
keine	keine	2 (5%)	0
Keine Brille nach der Operation		47,5%	4,2%
immer	für die Nähe	9 (22,5%)	14 (58,3%)
immer	für die Ferne	0	0
Reduzierter Gebrauch einer Brille		22,5%	58,3%
Positive Auswirkung der Kataraktoperation auf den Gebrauch einer Brille		70%	62,5%
für die Ferne	für die Ferne	0	0
für die Nähe	für die Nähe	5 (12,5%)	4 (16,7%)
immer	immer	5 (12,5%)	2(8,3%)
für die Ferne	für die Nähe	0	1 (4,2%)
für die Nähe	für die Ferne	1 (2,5%)	0
Keine Auswirkung der Kataraktoperation auf den Gebrauch einer Brille		25%+2,5%	25%+4,2%
für die Ferne	immer	0	0
für die Nähe	immer	1 (2,5%)	2 (8,3%)
keine	Ferne	0	0
keine	Nähe	0	0
keine	für immer	0	0
Negative Auswirkung der Kataraktoperation auf den Gebrauch einer Brille		2,5%	8,3%

Die detaillierte Analyse des prä- und postoperativen Gebrauchs einer Brille in beiden Gruppen in der **Tabelle 14** zeigt, dass die Kataraktoperation für beide Gruppen relativ gleiche Auswirkung auf den Gebrauch einer Brille hatte. Bei 70% der Patienten in der Monovision

Gruppe und 62,5% - in der Emmetropie Gruppe war die Auswirkung positiv (dass heißt entweder gar keine Brille mehr, oder statt einer Brille für immer – eine für die Nähe oder für die Ferne), bei 25,5% der Patienten in beiden Gruppen ist die postoperative Situation mit der Brille gleich geblieben. Und bei 2,5% der Patienten in der Monovision Gruppe und 8,3% - in der Emmetropie Gruppe hat sich die Kataraktoperation auf den Gebrauch einer Brille negativ ausgewirkt.

Die Veränderung der Lebenssituation bezüglich Gebrauchs einer Brille durch die Kataraktoperation war signifikant positiver in der Monovision Gruppe im Vergleich zur Emmetropie Gruppe ($p=0,001$).

3.4.2.3. Gebrauch einer Brille und Lebensqualität

Die Fragen 16 bis 18 bestimmen, wie sich der Gebrauch einer Brille (falls der Patient eine braucht) auf die Lebensqualität auswirkt und die Zufriedenheit des Patienten damit (**Tab. 15**).

71,4% der Patienten in der Monovision Gruppe und 74% - in der Emmetropie Gruppe hatten keine Einschränkungen in ihren alltäglichen Aktivitäten und 28,6% der Patienten in der Monovision Gruppe und 26% - in der Emmetropie Gruppe hatten nur noch geringe. Die Hälfte der Patienten in beiden Gruppen betrieb kein Sport, die andere Hälfte hatte keine Einschränkungen in ihren sportlichen Aktivitäten durch die Brille.

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den zwei Gruppen bezüglich der Auswirkung des Gebrauchs einer Brille auf die Lebensqualität (Frage 16: $p=0,855$; Frage 17: $p=0,452$).

Tabelle 15: Gebrauch einer Brille und Lebensqualität

Fragen und die mögliche Antworten	Monovision Gruppe	Emmetropie Gruppe
	Anzahl der Patienten in % (im Bezug nur auf Patienten, die eine Brille benötigen)	
16. Wie gerne setzen Sie Ihre Brille auf?		
Gerne	57	87
Nicht gerne	43	13
	P=0,028	
17. Wie stark sind Ihre Einschränkungen in Ihren alltäglichen Aktivitäten durch Ihre Brille?		
Keine	71,4	74
Gering	28,6	26
Starke	0	0
	P=0,855	
18. Wie stark sind Ihre Einschränkungen in Ihren sportlichen Aktivitäten durch Ihre Brille? (z.B. Tennis, Golf, Joggen, Skifahren, etc.)		
Keine	42,8	56,5
Gering	4,8	0
Starke	0	0
Kein Sport bedingt durch die Brille	0	0
Kein Sport aus anderen Gründen	52,4	43,5
	P=0,452	

3.4.2.4. Patientenzufriedenheit

Die Fragen 19 bis 21 bestimmen, wie zufrieden der Patient mit den Ergebnissen der Kataraktoperation ist und aus welchen Gründen (**Tab. 16**).

97,5% der Patienten in der Monovision Gruppe und 100% der Patienten in der Emmetropie Gruppe waren in ca. 6 Monaten nach der Operation mit den Ergebnissen der Kataraktoperation entweder zufrieden oder sehr zufrieden. Der Unterschied zwischen zwei Gruppen war nicht signifikant.

Die angekreuzte Gründe dafür waren: bei allen Patienten - weil sie nach der Operation besser sehen können, bei 43,6% in der Monovision Gruppe und 4,2% in der Emmetropie Gruppe - weil sie keine Brille mehr benötigen und bei 36% in der Monovision Gruppe und 29,2% in der Emmetropie Gruppe - weil sie nur noch gelegentlich Ihre Brille benötigen.

Nur ein Patient in der Monovision Gruppe war mit den Ergebnissen der Kataraktoperation nicht zufrieden, weil er erst nach der Operation ein trockenes Auge bekommen hat.

Tabelle 16: Patientenzufriedenheit

Fragen und die mögliche Antworten	Monovisions Gruppe	Emmetropie Gruppe
	Anzahl der Patienten in %	
19. Wie zufrieden sind Sie mit den Ergebnissen der grauen Star Operation (insgesamt)?		
Sehr zufrieden (weiter mit Frage 20)	26 (65%)	12 (50%)
Zufrieden (weiter mit Frage 20)	13 (32,5%)	12 (50%)
Unzufrieden (weiter mit Frage 21)	1 (2,5%)	0
Sehr unzufrieden (weiter mit Frage 21)	0	0
	P=0,339	
20. Ich bin mit den Ergebnissen der grauen Star OP zufrieden... (Mehrere Antworten möglich)		
Weil ich nach der OP besser sehen kann (weiter mit Frage 22)	39 (100%)	24 (100%)
Weil ich nach der OP keine Brille mehr benötige (weiter mit Frage 22)	17 (43,6%)	1 (4,2%)
Weil ich nach der OP die Brille nur noch gelegentlich benötige (weiter mit Frage 22)	14 (36%)	7 (29,2%)
21. Ich bin mit den Ergebnissen der grauen Star OP unzufrieden		
Weil ich nach der OP immer noch nicht besser sehen kann	0	0
Weil ich nach der OP sehr Lichtempfindlich geworden bin	0	0
Weil ich nach der OP Fäden oder Punkte herumschwimmen sehe	0	0
Weil ich nach der OP Schleier vor den Augen habe	0	0
Weil ich nach der OP ein trockenes Auge bekommen habe	1(2,5%)	0
Weil ich nach der OP immer noch eine Brille benötige	0	0
Weil ich erst nach der OP eine Brille benötige	0	0
Weil ich sonstiges...	0	0

3.4.2.5. Qualität der präoperativen Aufklärung

Die Frage 23 bestimmt, wie zufrieden ist der Patient mit der präoperativen Aufklärung über den Gebrauch einer Brille nach der Kataraktoperation (**Tab. 17**).

87,5% der Patienten in der Monovision Gruppe und 75% - in der Emmetropie Gruppe wurden präoperativ über den Gebrauch einer Brille nach der Kataraktoperation sehr gut oder gut aufgeklärt, 7,5% in der Monovision-Gruppe und 20,8% in der Emmetropie Gruppe - einigermaßen und 5% in der Monovision Gruppe und 4,2% schlecht oder gar nicht.

Tabelle 17: Qualität der präoperativen Aufklärung

Fragen und die mögliche Antworten	Monovision Gruppe	Emmetropie Gruppe
	Anzahl der Patienten in %	
22. Wie gut wurden Sie bei der Vorbereitung zur grauen Star Operation über den Gebrauch einer Brille nach der Operation aufgeklärt?		
Sehr gut	19 (47,5%)	5 (20,8%)
Gut	16 (40%)	13 (54,2%)
Einigermmaßen	3 (7,5%)	5 (20,8%)
Schlecht	1 (2,5%)	0
Gar nicht	1 (2,5%)	1 (4,2%)

3.4.2.6. Präoperative Erwartungen und postoperative Ergebnisse

Frage 24 bestimmt, was der Patient von der Kataraktoperation für Ergebnisse erwartet hat (Tab. 18).

In Korrelation mit den Fragen 13,14 und 20 wurde es bestimmt, ob die Erwartungen der Patienten mit den postoperativen Ergebnissen zusammen gestimmt haben.

Tabelle 18: Präoperative Erwartungen der Patienten bezüglich Ergebnisse der Kataraktoperation

Fragen und die mögliche Antworten	Monovision Gruppe	Emmetropie Gruppe
	Anzahl der Patienten in %	
23. Was haben Sie von der grauen Star Operation erwartet?		
Wieder gut sehen zu können (unabhängig ob mit oder ohne Brille)	28 (70%)	18 (75%)
Überhaupt keine Brille mehr zu benötigen	8 (20%)	3 (12,5%)
Nur für den Nahbereich eine Brille zu benötigen (Lesen, Handarbeit, etc.)	4 (10%)	3 (12,5%)
Nur für die Ferne eine Brille zu benötigen (Autofahren, Fernsehschauen, etc.)	0	0

3.4.2.7. Korrelationen

Korrelationen zwischen der Refraktion am Nahauge in der Monovision Gruppe und Qualität des Sehens in der Nähe (Fragen 1-3) und Zwischenbereich (Frage 4) zeigten sehr schwache negative Korrelation (je hohe Myopie desto besser ist das Sehen im Nahbereich), die auch nicht statistisch signifikant waren. Korrelation zwischen der Refraktion am Nahauge in der

Monovision-Gruppe und dem postoperativen Gebrauch einer Brille zeigte auch sehr schwache und nicht signifikante Korrelation (**Tab. 19**).

Tabelle 19: Korrelation in der Monovision Gruppe zwischen der Refraktion am Nahauge Qualität des Sehens im Nahbereich (Fragen 1-3), Zwischenbereich (Frage 4) und dem Gebrauch einer Brille (Fragen 13-14)

		Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Fragen 13-14
Refraktion am Nahauge	Spearman Korrelations Koeffizient	-0,084	-0,155	-0,050	0,137	0,005
	<i>p</i>	0,308	0,308	0,381	0,2	0,488

4. Diskussion

4.1. Diskussion zu heutzutage bestehenden Möglichkeiten der Monovision Technik und deren Alternativen

Die Verbesserung der Technik der Kataraktchirurgie mit immer weniger postoperativen Komplikationen, besser voraussagbaren postoperativen refraktiven Ergebnissen und die Entwicklung neuer Intraokularlinsen erhöhen den Anspruch der Patienten bezüglich der Ergebnisse der Kataraktoperation. Das Ziel der Operation ist nicht mehr wie früher nur eine Verbesserung des Sehens und die Erhöhung der Sehschärfe, sondern eine möglichst maximale postoperative Befreiung vom Tragen einer Brille.

Es gibt in der Kataraktchirurgie heutzutage verschiedene Möglichkeiten dafür, jedoch ist jede von denen nicht perfekt und hat eigene Vorteile und Nachteile.

4.1.1. Traditionelle Monovision

Bei der traditionellen Monovision wird das Führungsaug für die Ferne und das andere Auge für die Nähe, mit einer induzierte Anisometropie von -1,5 bis -2,5 dpt korrigiert, was für eine exzellente Sehschärfe in der Nähe notwendig ist. Dabei liegt die Patienten Zufriedenheit bei 81% (Shimizu, 2011; Ito et al., 2009).

4.1.2. Milde Monovision

Das Prinzip bei der milden Monovision ist dasselbe, wie bei der traditionellen Monovision, außer daß die induzierte Anisometropie geringer ist und bei -1,0 bis -1,5 liegt. Die Patientenzufriedenheit bei milder Monovision beträgt über 90% (Shimizu, 2011; Marques et al., 2009; Finkelman et al., 2009).

4.1.3. Multifokale IOL und Monovision

Eine randomisierte Studie vor einigen Jahren hat gezeigt, dass nur noch 43% der Patienten mit beidseitigen multifokalen IOL keine Lesebrille gebraucht haben. 28% der Patienten haben immer eine Lesebrille aufgesetzt (Nijkamp et al., 2004).

Zhang and al. (2011) haben Monovision mit mittlerer induzierter Anisometropie von 2,0 dpt mit diffraktiven multifokalen IOL (AcrySof ReSTOR SN60D3) bei Patienten mit bilateraler Kataraktoperation mittels Phakoemulsifikation verglichen. Die Studie hat gezeigt, dass es keinen statistisch signifikanten Unterschied bezüglich nichtkorrigierter binokularer Sehschärfe sowohl in die Ferne (Autofahren), als auch in die Nähe (Zeitung lesen) zwischen Monovision und multifokalen IOL gibt. Dabei hat sich ein deutlicher Unterschied in der nichtkorrigierten binokularen Sehschärfe im Zwischenbereich zwischen beiden Gruppen gezeigt. Die Sehschärfe sc betrug 0,5 bei 72,7% der Patienten mit Monovision, dies erreichten jedoch nur 9,5% der Patienten mit multifokalen IOL. Bezüglich des Stereosehens hat die Studie festgestellt, dass das Stereosehen bei Patienten mit multifokalen IOL besser als bei Monovision - Patienten war, jedoch war der Unterschied statistisch nicht signifikant. Außerdem hat kein einziger Patient in beiden Gruppen sich über eine Verschlechterung des räumlichen Sehens beschwert.

14% der Patienten hatten Probleme beim Autofahren in der Nacht. Das Problem ließ sich mit einer zusätzlichen Brille einfach erledigen. Viele Patienten mit den multifokalen IOL hatten auch Probleme beim Autofahren in der Nacht, vor allem „Halo“ und „Glare“ – Effekte, die sich mit einer Brille nicht korrigieren ließen. Das führte dazu, dass einige Patienten mit ausgeprägten Symptomen „Halo“ und „Glare“ auf das Autofahren in der Nacht verzichten mussten.

Ein wichtiger Vorteil der Monovision im Vergleich zur Multifokalen IOL ist, dass in Bundesrepublik Deutschland die Kosten für eine monofokale IOL von den Krankenkassen getragen werden. Beim Einsetzen einer multifokalen IOL muss der Patient die Kosten entweder für die ganze Kataraktoperation inklusiv multifokale IOL, oder Zusatzkosten für die multifokale IOL selber tragen.

4.1.4. Technik der verbesserten Monovision

Mit der Verbesserung des Designs der multifokalen Kontaktlinsen und IOL's versuchen einige Autoren multifokale IOL's mit Monovision zu kombinieren. Dabei wird das Führungsaug mit der monofokale Linse für die Ferne korrigiert und das andere Auge mit der multifokalen Linse für die Nähe (Franklin, 2005). In der Kataraktchirurgie hat diese Technik den Namen „Hybrid Monovision“ bekommen (Shimizu, 2011). Die Zufriedenheit der Patienten mit dieser Technik beträgt 85% (Shimizu, 2011; Lida et al., 2011).

4.1.5. Technik der modifizierten Monovision

Die Technik der modifizierten Monovision besteht daraus, dass in beide Augen eine multifokale IOL implantiert wird, dabei wird das Führungsaug für die Ferne korrigiert, und das andere Auge mit -1,0 dpt Zielrefraktion mehr für die Nähe.

Die Literaturübersicht zeigt, dass die höchste Zufriedenheit der Patienten mit der milden Monovision erreicht wird (über 90%). Jedoch ist es aus den dargestellten Daten nicht ganz nachvollziehbar, was die entscheidende Rolle dafür spielt.

Alle Autoren, die Monovision in ihrer Praxis indizieren betonen, dass die Patientenauswahl und das präoperative und unmittelbare postoperative Patienten Management das A und O für den Erfolg der Monovision sind. Jedoch gab es bis jetzt keine ausführliche Zusammenfassung aller wichtigen Faktoren, die den Erfolg der Monovision in der Kataraktchirurgie beeinflussen könnten. Unternimmt man einen Transfer von Erfahrungen mit der durch Kontaktlinsen erzielten Monovision bei gesunden Presbyopen so sind einige Besonderheiten der Anwendung der Monovision in der Kataraktchirurgie nicht berücksichtigt. Dies sind z.B. präoperative Visusminderung durch Linsentrübung, nicht gleichzeitige sondern aufeinanderfolgende Korrektur beider Augen, permanente Ergebnisse und Schwierigkeiten mit Änderung der Ergebnisse bei unerwünschten Ereignissen.

In unserer Studie haben wir versucht herauszufinden warum die milde Monovision eine bessere Option in der Kataraktchirurgie wäre und auf Grund der Ergebnisse der Studie, eigener Erfahrung und Literaturdaten eine Zusammenfassung und ein Schema zur Indikation zur Monovision und zum Management der Monovisions Patienten zu entwickeln.

4.2. Diskussion zur den Ergebnissen der eigenen Studie

4.2.1. Die postoperative Refraktion und induzierte Anisometropie.

Das sphärischen Äquivalent betrug in der Monovision Gruppe bei 75% der Patienten -0,25 bis 0 dpt für das Fernauge und zwischen -1,0 und -1,75 dpt für das Nahauge. Die Patienten der Emmetropie Gruppe lagen beim sphärischen Äquivalent zwischen -0,75 und +0,5 dpt für beide Augen bei allen Patienten.

In der Monovision Gruppe lag die mittlere postoperative Differenz zwischen zwei Augen bei -1,25 dpt im Median. 77,5% der Patienten hatten eine Anisometropie von 0,75 bis 1,5 dpt, und 12,5% - von 2 bis 2,5 dpt.

4.2.2. Die unkorrigierte binokulare Sehschärfe in die Ferne und die Qualität des Sehens in der Ferne

85% der Patienten in der Monovision Gruppe und alle Patienten in der Emmetropie Gruppe haben einen unkorrigierten binokularen Fernvisus von 0,8 und mehr erreicht, die anderen 15% der Patienten in der Monovision Gruppe hatten einen unkorrigierten Fernvisus von 0,6 bis 0,7. Der bestkorrigierte Fernvisus betrug in beiden Gruppen für beide Augen von 0,9 bis 1,0.

Bei der subjektiven Beurteilung der binokularen Sehschärfe nach der Kataraktoperation ohne Brille hatten die Patienten für die einfachen Aufgaben fast die gleiche Verteilung: 82,5% der Patienten in der Monovision Gruppe und 87,4% - in der Emmetropie Gruppe konnten ohne Schwierigkeiten Straßenschilder oder Namen von Geschäften ohne Brille lesen, und 92,5% der Patienten in der Monovision Gruppe und 95,8% - in der Emmetropie Gruppe – ohne Brille Fernsehen schauen.

Bei schwierigen Aufgaben wie Autofahren war die Verteilung in den Gruppen unterschiedlich. Tagsüber sind 35% Patienten in der Monovision Gruppe gegenüber 16,6% der Patienten in der Emmetropie Gruppe aus anderen Gründen nicht Auto gefahren. 7,5% der Patienten in der Monovision Gruppe und 8,4% der Patienten in der Emmetropie Gruppe hatten minimale Schwierigkeiten beim Autofahren ohne Brille.

Beim Autofahren in der Nacht war der Unterschied zwischen beiden Gruppen noch größer: 45% der Patienten in der Monovision Gruppe und 20,8% in der Emmetropie Gruppe sind im

Dunklen nicht Auto gefahren. Dieser Unterschied zwischen beiden Gruppen beim Autofahren liegt daran, dass eine höhere Anzahl an Patienten, die nicht Auto gefahren sind in die Monovision Gruppe eingeschlossen waren. Von denen, die in der Nacht Auto gefahren sind, hatten 50% der Patienten in der Monovision Gruppe und 25% der Patienten in der Emmetropie Gruppe Schwierigkeiten beim Autofahren ohne Brille.

Das hat noch mal bestätigt, dass die Patientenauswahl das wichtigste Kriterium für den Erfolg der Monovision ist. Patienten, die viel Auto fahren, insbesondere in der Nacht, sind für die Monovision nicht geeignet. Alternativ ist eine „Über-Korrektur“ mit einer zusätzlichen Brille zum Autofahren eine Option für Patienten, die eine Monovision wünschen obwohl sie häufig nachts Autofahren. Darüber müssen die Patienten bei der Indikation zur Monovision aufgeklärt werden.

4.2.3. Die unkorrigierte binokulare Sehschärfe im Zwischenbereich und die Qualität des Sehens im Zwischenbereich

Bei ähnlichen Ergebnissen bezüglich der unkorrigierten binokularen Sehschärfe in die Ferne in beiden Gruppen, war die unkorrigierte binokulare Sehschärfe im Zwischenbereich und in der Nähe sehr unterschiedlich. In der Monovision Gruppe hatten 77,5% der Patienten den unkorrigierten binokularen Visus von 0,8 und mehr und 22,5% - 0,4 bis 0,6. In der Emmetropie Gruppe betrug die best erreichte unkorrigierte binokulare Sehschärfe 0,4-0,6 und dies auch nur noch bei 65% der Patienten.

Beim Erledigen täglicher Arbeiten, wie Kochen, Haushalt, Gartenarbeit, handwerkliche Tätigkeiten hatten dementsprechend 95% der Patienten in der Monovision Gruppe gegenüber 62,5% in der Emmetropie Gruppe keine Schwierigkeiten ohne Brille.

Bezüglich der Arbeit am Computer hatten 80% der Patienten in der Monovision Gruppe und 62,5% - in der Emmetropie Gruppe angekreuzt, dass sie es nicht betreiben, Von den übrig gebliebenen 20% der Patienten in der Monovision Gruppe hatte die Hälfte keine Schwierigkeiten bei dieser Tätigkeit ohne Brille und die andere Hälfte nur noch minimale. In der Emmetropie Gruppe war, wie zu erwarten, die Arbeit am Computer ohne Brille für die Hälfte der Patienten gar nicht möglich und die andere Hälfte hatte minimale bis mäßige Schwierigkeiten.

4.2.4. Die unkorrigierte binokulare Sehschärfe in der Nähe und die Qualität des Sehens in der Nähe

92,5% der Patienten in der Monovision Gruppe haben einen unkorrigierten binokularen Nahvisus von 0,4 und mehr erreicht. In der Emmetropie Gruppe hatte ein einziger Patient der unkorrigierten binokularen Nahvisus von 0,3, alle andere – 0,2 und weniger.

Bei Daten der objektiven Bewertung des Sehens im Nahbereich haben gut mit der subjektiven Bewertung der Patienten der Qualität des Sehens ohne Brille beim Lesen korreliert. In der Monovision Gruppe konnten 60% der Patienten normale Schriftgrößen in längeren Zeitabschnitten, 77,5% - in kurzen Zeitabschnitten und 27,5% selbst klein gedruckte Schriften ohne Schwierigkeiten ohne Brille lesen. In der Emmetropie Gruppe konnte wiederum nur noch ein Patient (4,2%) normale Schriftgrößen und auch nur in kurzen Zeitabschnitten ohne Brille lesen.

4.2.5. Das Stereosehen

70% der Patienten in der Monovision Gruppe hatten postoperativ ohne Korrektur den Lang-Test I ganz oder zum Teil positiv (550-1200''), die anderen 30% der Patienten haben die Fliege beim Titmus-Test (3600'') auch ohne Brille erkannt. In der Emmetropie Gruppe hatten 33% ohne Korrektur Stereosehen von 3600''. Mit der Korrektur hatten alle Patienten in beiden Gruppen den Lang-Test I positiv.

Beim Abschätzen der Abstände (beim Autoparken oder beim Treppen gehen) gaben 97,5% der Patienten in der Monovision Gruppe und 83,3% der Patienten in der Emmetropie Gruppe keine Schwierigkeiten an.

Die Ergebnisse unserer Studie zeigten, dass die Monovision für die Patienten, die wenig Auto fahren, vor allem tagsüber und bekannte Strecken, mehr Haushalt, Gartenarbeit, Kochen und andere Tätigkeiten im Zwischenbereich im alltäglichen Leben betreiben und nicht stundenlang lesen die beste Konditionen bezüglich der Qualität des Sehens ohne Brille anbietet. Für die andere könnte es immer noch eine Option sein, wenn eine Brille für bestimmte Gelegenheiten, wie das nachts Autofahren, oder längere Zeit Lesen bei der Indikation zur Monovision präoperativ mit dem Patienten besprochen und von diesem akzeptiert wurde.

4.2.6. Monovision und die Lebensqualität

43% der Patienten in der Monovision Gruppe und 13% der Patienten in der Emmetropie-Gruppe setzten ihre Brille nicht gerne auf. Der signifikante Unterschied zwischen den zwei Gruppen bei dieser Frage ($p=0,028$) ist eine Spiegelung der präoperativen Aufteilung der Patienten in die zwei Gruppen. Die Monovisions Patienten wünschten möglichst wenig eine Brille zu benötigen. Die Patienten die in die Emmetropie Gruppe eingeschlossen waren haben ihre Brille besser toleriert oder sogar gerne getragen. Dadurch ergibt sich natürlicherweise ein Selection bias bei der Auswahl unserer Patienten, da es sich nicht um eine randomisierte Studie gehandelt hat.

Obwohl 52,5% immer noch eine Brille haben, 92,5% der Patienten in der Monovision Gruppe, haben angekreuzt, dass sich die Lebenssituation bezüglich Gebrauch einer Brille durch die Kataraktoperation positiv oder sehr positiv verändert hat.

Genau so haben 74% in der Emmetropie Gruppe der Patienten angekreuzt, dass die Lebenssituation bezüglich Gebrauch einer Brille durch die Kataraktoperation sich positiv oder sehr positiv verändert hat, obwohl 95,8% der Patienten postoperativ eine Brille benötigt haben.

Jedoch sind die Gründe dafür in beiden Gruppen verschieden. In der Monovision Gruppe liegt es daran, dass die meisten Patienten, die postoperativ immer noch eine Brille gehabt haben (vor allem für die Nähe), diese nur noch gelegentlich benötigt haben (für ganz klein gedruckten Text oder für das längere Lesen).

In der Emmetropie Gruppe hatten 70,8% der Patienten präoperativ auf Grund beidseitiger Hyperopie immer eine Brille gebraucht. Nach der Kataraktoperation haben sie nur noch eine Lesebrille benötigt.

Die positive Auswirkung der Kataraktoperation auf den Gebrauch einer Brille bei hyperopen Patienten, die 92% der Emmetropie Gruppe ausmachten, erklärt, warum in der Emmetropie Gruppe die Erfolgsrate 100% betrug. Alle Patienten waren mit den Ergebnissen der Kataraktoperation zufrieden oder sehr zufrieden, weil sie besser sehen können, und ein Patient (4,2%) noch zusätzlich – weil der keine Brille mehr braucht und 29,2% der Patienten – weil sie eine Brille nur noch gelegentlich benötigen.

In der Monovision Gruppe waren 97,5% der Patienten mit den Ergebnissen der Kataraktoperation zufrieden oder sehr zufrieden. Nur ein Patient in der Monovision Gruppe war unzufrieden. Der Grund dafür wurde bei der Befragung ein trockenes Auge angekreuzt. Die angekreuzte Gründe bei zufriedenen Patienten waren: bei allen Patienten – weil sie besser

sehen können, bei 43,6% der Patienten noch zusätzlich – weil sie keine Brille mehr benötigen und bei 36% der Patienten – weil sie ihre Brille nur noch gelegentlich benötigen.

Die Erfolgsrate der Monovision in unserer Studie ist vergleichbar mit den Ergebnissen einiger Studien in der Literatur (Marques et al. (2009) – 97,3%, Finkelman et al. (2009) – 92%) und unterscheidet sich von den anderen (Ito et al., (2009) – 81%). Worauf bezieht sich dieser Unterschied?

In den oben genannten Studien wurde bei der Analyse der Faktoren, die den Erfolg der Monovision nach der Phakoemulsifikation beeinflussen Folgendes herausgefunden.

In der Studie von Marques et al. (2009) wurde das Führungsauge bei 38 Patienten, mit beidseitiger Katarakt und indizierter pseudophaker Monovision erst nach der Operation an beiden Augen bestimmt. Der Test mit dem Führungsauge hat gezeigt, dass 64% der Patienten das Führungsauge für die Ferne gehabt haben und 36% - für die Nähe. Dabei waren 97,3% der Patienten mit den Ergebnissen der Monovision zufrieden. Andererseits wurde in der Studie von Ito et al. (2009) an 96 Patienten die Wichtigkeit der präoperativen Bestimmung der Führungsauges mit dem Retinoskop berichtet. Das Führungsauge wurde immer nur für die Ferne korrigiert. Patienten mit stark dominierendem Führungsauge wurden aus der Studie ausgeschlossen. Allerdings war die Erfolgsrate in dieser Studie nur noch 81%. Woran liegt dies? Die genaue Analyse von Material und Methoden beider Studien zeigte, dass die Studien sich vor allem in der Stufe der induzierten Anisometropie unterschieden haben: In der Studie von Marques et al. (2009) war sie im Durchschnitt bei 1,8 dpt, und in der Studie von Ito et al. (2009) - bei 2,25. Die Studien sind also nicht vergleichbar, da einmal milde und einmal traditionelle Monovision untersucht wird.

Das Ganze gibt zu denken, ob es überhaupt sinnvoll ist, den Test für das Seiten-Führungsauge zum Bestimmen des Fernauges zu verwenden, da die Erfolgsrate der Monovision davon unabhängig ist.

In der Studie mit 26 Patienten mit der pseudophaken Monovision haben Finkelman et al. (2009) gezeigt, trotz einem gelegentlichen Bedarf für eine Brille bei 61% der Patienten und einen dauernden Bedarf einer Brille bei 12% der Patienten, waren 92% der Patienten mit den Ergebnissen der Monovision zufrieden. Anderes gesagt, auch nicht nur die komplette sondern auch die vorwiegende Unabhängigkeit vom Bedarf einer Brille könnte auch ein Ziel bei der Indikation der Monovision sein.

In dieser Studie haben Finkelman et al. das Führungsauge nicht bestimmt. Sie haben jedoch bei der Monovision nur noch eine induzierte Anisometropie von 1-1,5 dpt erreicht und die Ergebnisse bezüglich nicht korrigierte Sehschärfe in die Ferne und in die Nähe, Stereosehen

und die Zufriedenheit der Patienten mit den Ergebnissen der anderen Studien verglichen, wo die induzierte Anisometropie bei der Monovision von 2 bis 3 dpt betrug (Barret, 2008, Greenbaum, 2002; Handa et al., 2004, Marques, 2009). Die Studie zeigte, dass es sogar bei nur 1 bis 1,5 dpt Anisometropie Patienten sehr gute Ergebnisse der Qualität des Sehens haben, und können entweder ganz ohne Brille zurechtkommen, oder eben nur noch gelegentlich eine Brille benötigen.

Als Schlussfolgerung kann man sagen, dass eben so wie die sorgfältige Patientenauswahl und die Patientenaufklärung der Grad der induzierten Anisometropie eine sehr wichtige Rolle für den Erfolg der Monovision spielt. In unserer Studie war die induzierte Anisometropie von 1,25 dpt im Median, was ähnlich der induzierte Anisometropie, in den Studien von Finkelman et al. (2009) und Marques et al. (2009) war. Obwohl das Seiten-Führungsaug in unserer Studie präoperativ bestimmt wurde, fand bei 20% der Patienten postoperativ ein Seitenwechsel statt. Alle diese Patienten waren eben so mit den Ergebnissen der Monovision zufrieden.

4.2.7. Erwartungen des Patienten und erreichte Ergebnisse

Patientenaufklärung ist ein Bestandteil der postoperativen Zufriedenheit, insbesondere bei der Indikation zur Monovision. Bei der Befragung in unserer Studie haben 87,5% in der Monovision Gruppe und 75% - in der Emmetropie Gruppe haben angegeben, dass sie über den Gebrauch einer Brille nach der Kataraktoperation sehr gut oder gut aufgeklärt waren.

In Korrelation mit den Fragen 13,14 und 20 wurde es bestimmt, ob die Erwartungen der Patienten mit den postoperativen Ergebnissen überein gestimmt haben.

In der Monovision Gruppe haben 70 % der Patienten erwartet wieder gut sehen zu können, nach der Operation waren 100% mit dem Sehen zufrieden. 20% der Patienten haben erwartet, dass sie nach der Operation keine Brille mehr benötigen werden, und dieses haben 47,5% erreicht. 10% der Patienten haben erwarten, dass sie nur noch für die Nähe eine Brille haben werden und 35% dieses erreicht, außerdem setzen die meisten Patienten ihre Brille nur noch gelegentlich auf.

4.2.8. Zusammenfassende Darstellung der eigenen Ergebnisse und der Erkenntnisse aus der Literatur

Prinzipiell ist die milde Monovision nach guter Aufklärung und Patientenselektion eine gute Möglichkeit eine weitgehende Brillenunabhängigkeit nach der unkomplizierten beidseitigen Phakoemulsifikation zu erreichen. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass dem Patienten im heutigen deutschen Gesundheitssystem dadurch keine zusätzlichen Kosten entstehen. Ein Nachteil ist, dass vom Praxisablauf des Operateurs ein erhöhter Zeitaufwand in die präoperative Aufklärung und exakte Patientenselektion investiert werden muß. Dies erfordert speziell geschultes Personal und über das übliche Maß hinausgehende Untersuchungen.

Im Anhang wird daher die sich aus unseren Erfahrungen mit der milden Monovision als sinnvoll herausgestellte Vorgehensweise erläutert und nochmal jeweils begründet. Dies kann als Schema für die erfolgreiche Neueinführung dieses refraktiven Ansatzes bei der beidseitigen Phakoemulsifikation für andere Operateure dienen.

5. Zusammenfassung

Hintergrund: Die moderne Technik der Kataraktchirurgie mit immer weniger postoperativen Komplikationen, besser voraussagbaren postoperativen refraktiven Ergebnissen und die Entwicklung neuer Intraokularlinsen erhöhen den Anspruch der Patienten bezüglich der Ergebnisse der Kataraktoperation. Das Ziel der Operation ist nicht mehr wie früher nur eine Verbesserung des Sehens und die Erhöhung der Sehschärfe, sondern eine möglichst maximale postoperative Brillenfreiheit.

Es gibt in der Kataraktchirurgie heutzutage verschiedene Möglichkeiten dafür, jede davon mit eigenen Vorteilen und Nachteilen.

Bei der traditionellen Monovision, die ihren Platz in der Korrektur der Presbyopie mit Kontaktlinsen schon seit 1958 erfolgreich gefunden hat, wird ein Auge für die Ferne und das andere Auge für die Nähe, mit einer induzierten Anisometropie von -1,5 bis -2,5 dpt korrigiert, was für eine exzellente Sehschärfe in der Nähe notwendig ist.

Im Vergleich zur Monovision bei Presbyopie, besteht bei der pseudophaken Monovision keine gleichzeitige sondern eine aufeinanderfolgende Korrektur an jedem Auge. Dieser wichtige Aspekt stellt eine weitere spezifische Frage für das Vorgehen bei der pseudophaken Monovision, nämlich: welches Auge sollte als erstes operiert werden – für die Nähe oder für die Ferne, welcher Zeitabstand sollte zur Operation am zweiten Auge eingehalten werden, und ob es überhaupt Sinn macht bei der Katarakt das Führungsauge zu bestimmen.

Alle diese Fragen und die bestehenden Widersprüche in der Literatur bedeuten, dass eine weitere Erforschung des Themas „Monovision Technik in der Katarakt-Chirurgie“ sinnvoll ist.

Ziel: Als Ziel dieser Studie sind folgende Punkte bezüglich der Anwendung der Monovision Technik in der Kataraktchirurgie untersucht worden:

- Beurteilung der Qualität des Sehens nach der Monovision;
- Beschreibung der auf den Erfolg der Monovision einwirkenden Faktoren;
- Indikationen und Kontraindikationen zur Monovision;
- Subjektiver Erfolg und Zufriedenheit der Patienten mit der Monovision;
- Besonderheiten der Monovision in der Kataraktchirurgie.

Material und Methoden: Es handelt sich um eine prospektive observationale Studie. Diese Studie wurde von September 2009 bis Dezember 2010 in der "Chiemsee Augentagesklinik", einer operativen Gemeinschaftspraxis in Prien durchgeführt. Alle eingeschlossene Patienten

wurden in die zwei folgenden Gruppen eingeteilt: *Monovision Gruppe* (alle Patienten wurden an Katarakt am Führungsaug mit Zielrefraktion von ± 0 bis $-0,5$ dpt operiert und am anderen Auge mit Zielrefraktion – Myopie von $-1,0$ bis $-2,25$ dpt operiert) und *Emmetropie Gruppe* (alle Patienten wurden an beiden Augen mit Zielrefraktion ± 0 dpt für die Ferne operiert).

Die Abschlussuntersuchung wurde in beiden Gruppen durchschnittlich nach 6 (min-max 5 – 8) Monaten nach der zweiten Operation durchgeführt. Auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchung wurde objektive (ärztliche) und subjektive (durch den Patienten durchgeführte) Bewertung des Erfolges der ausgewählten Methode gemacht.

Ergebnisse: In der Monovision Gruppe lag die mittlere postoperative Differenz zwischen zwei Augen bei $-1,25$ dpt im Median. 77,5% der Patienten hatten eine Anisometropie von $0,75$ bis $1,5$ dpt, und 12,5% - von 2 bis $2,5$ dpt.

85% der Patienten in der Monovision Gruppe und alle Patienten in der Emmetropie Gruppe haben einen unkorrigierten binokularen Fernvisus von $0,8$ und mehr erreicht, die anderen 15% der Patienten in der Monovision Gruppe hatten einen unkorrigierten Fernvisus von $0,6$ bis $0,7$. Bei ähnlichen Ergebnissen bezüglich der unkorrigierten binokularen Sehschärfe in die Ferne in beiden Gruppen, war die unkorrigierte binokulare Sehschärfe im Zwischenbereich und in der Nähe sehr unterschiedlich. In der Monovision Gruppe hatten 77,5% der Patienten einen unkorrigierten binokularen Visus von $0,8$ und mehr und 22,5% - $0,4$ bis $0,6$. In der Emmetropie Gruppe betrug die best erreichte unkorrigierte binokulare Sehschärfe $0,4-0,6$ und dies auch nur noch bei 65% der Patienten.

Beim Erledigen täglicher Arbeiten, wie Kochen, Haushalt, Gartenarbeit, handwerkliche Tätigkeiten hatten dementsprechend 95% der Patienten in der Monovision Gruppe gegenüber 62,5% in der Emmetropie Gruppe keine Schwierigkeiten ohne Brille.

92,5% der Patienten in der Monovision Gruppe haben einen unkorrigierten binokularen Nahvisus von $0,4$ und mehr erreicht. In der Emmetropie Gruppe hatte ein einziger Patient der unkorrigierten binokularen Nahvisus von $0,3$, alle andere – $0,2$ und weniger.

Die Daten der objektiven Bewertung des Sehens im Nahbereich haben gut mit der subjektiven Bewertung der Patienten der Qualität des Sehens ohne Brille beim Lesen korreliert. In der Monovision Gruppe konnten 60% der Patienten normale Schriftgrößen in längeren Zeitabschnitten, 77,5% - in kurzen Zeitabschnitten und 27,5% selbst klein gedruckte Schriften ohne Schwierigkeiten ohne Brille lesen. In der Emmetropie Gruppe konnte wiederum nur noch ein Patient (4,2%) normale Schriftgrößen und auch nur in kurzen Zeitabschnitten ohne Brille lesen.

70% der Patienten in der Monovision Gruppe hatten postoperativ ohne Korrektur den Lang-Test I ganz oder zum Teil positiv. In der Emmetropie Gruppe hatte kein einziger Patient ohne Korrektur Lang-Test I positiv. Mit der Korrektur hatten alle Patienten in beiden Gruppen den Lang-Test I positiv.

In der Monovision Gruppe waren 97,5% der Patienten mit den Ergebnissen der Kataraktoperation zufrieden oder sehr zufrieden. Nur ein Patient in der Monovision Gruppe war unzufrieden, da sich nach der Operation ein trockenes Auge verschlimmert hat. Die angekreuzte Gründe bei zufriedenen Patienten waren: bei allen Patienten – weil sie besser sehen können, bei 43,6% der Patienten noch zusätzlich – weil sie keine Brille mehr benötigen und bei 36% der Patienten – weil sie ihre Brille nur noch gelegentlich benötigen.

Diskussion:

Die Ergebnisse unserer Studie zeigten, dass die milde Monovision (induzierte Anisometropie von -1,0 bis -1,5) nach guter Aufklärung und Patientenselektion eine gute Möglichkeit darstellt, eine weitgehende Brillenunabhängigkeit nach beidseitiger Phakoemulsifikation zu erreichen. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass dem Patienten im heutigen deutschen Gesundheitssystem dadurch keine zusätzlichen Kosten entstehen. Ein Nachteil ist, dass vom Praxisablauf des Operateurs ein erhöhter Zeitaufwand in die präoperative Aufklärung und exakte Patientenselektion investiert werden muss. Dies erfordert speziell geschultes Personal und über das übliche Maß hinausgehende Untersuchungen.

Literaturverzeichnis

1. WHO: causes of blindness. <http://www.who.int/blindness/causes/en/>, ed. 2008
2. Albert DM, Miller JW: Principles and practice of ophthalmology, 3rd ed. Vol. 2. Philadelphia: Saunders Elsevier 2008; 1291–527.
3. Alio JL, Schimchak P, Montes-Mico R, Galal A: Retinal image quality after microincision intraocular lens implantation. *J Cataract Refract. Surg.* 2005; 31: 1557-60.
4. Atkinson KW, Port MJA: Patient management and instruction. In: *Contact Lenses* (eds A. J. Phillips and L. Speedwell), Butterworth-Heinemann, Oxford 1997; 309–310.
5. Auffarth GU, Rabsilber TM, Kohnen T, Holzer MP: Design und optische Prinzipien von Multifokallinsen. *Ophthalmologie* 2008; 105: 522–6.
6. Back A, Grant T, Hine N: Comparative visual performance of three presbyopic contact lens corrections. *Optom Vis Sci.* 1992; 69(6): 474-80.
7. Back A: Factors influencing success and failure in monovision. *ICLC* 1995; 22: 165-71.
8. Back AP, Holden BA, Hine NA: Correction of presbyopia with contact lenses: comparative success rates with three systems. *Optom Vis Sci.* 1989; 66(8): 518-25.
9. Barrett GD: Monovision with monofocal IOLs. In: Chang DF, ed, *Mastering Refractive IOLs. The Art and Science*, New Jersey, Slack 2008; 450-453.
10. Baumeister M, Kohnen T: Akkommodation und Presbyopie Teil 2: Operative Verfahren zur Presbyopiekorrektur. *Ophthalmologie* 2008; 105: 1059–74.
11. Benjamin WJ, Borish IM: Presbyopia and the influence of aging on prescription of contact lenses. In: *Contact Lens Practice* (eds M. Ruben and M. Guillon), Chapman & Hall Medical, London 1994; 763–828.
12. Berke A., Lebensqualität und Sehen, Teil 1. *Optometrie/DOZ* 2010; 39-44
13. Boerner CF, Thrasher BH: Results of monovision correction in bilateral pseudophakes. *J Am. Intraocul. Implant. Soc.* 1984; 10(1): 49-50.
14. Classe JG: Avoiding liability in contact lens practice. *Optom. Clin.* 1994; 4, 1–12.

15. Collinge AJ: A possible physiological basis for ocular dominance. *Br. J. Physiol. Opt.* 1979; 33, 21–28.
16. Collins M, Goode A, Brown B: Distance visual acuity and monovision. *Optom. Vis. Sci.* 1993; 70(9): 723-8.
17. Collins MJ, Brown B, Bowman KJ: Contrast sensitivity with contact lens corrections for presbyopia. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 1989a; 9(2): 133-8.
18. Collins MJ, Brown B, Verney SJ, Makras M, Bowman KJ: Peripheral visual acuity with monovision and other contact lens corrections for presbyopia. *Optom. Vis. Sci.* 1989b; 66(6): 370-4.
19. Collins MJ, Bruce MS: Factors influencing performance with monovision. *J. Br. Contact Lens Assoc.* 1994; 17, 83–89.
20. Collins MJ, Goode A: Interocular blur suppression and monovision. *Acta Ophthalmol. (Copenh.)* 1994; 72, 376–380.
21. Coren S, Kaplan CP: Patterns of ocular dominance. *Am. J. Optom.* 1973; 50, 283–292.
22. Du Toit R, Ferreira JT, Nel ZJ: Visual and nonvisual variables implicated in monovision wear. *Optom. Vis. Sci.* 1998; 75, 119–125.
23. Durrie DS: The effect of different monovision contact lens powers on the visual function of emmetropic presbyopic patients (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.* 2006; 104: 366-401.
24. Erickson DB, Erickson P: Psychological factors and sex differences in acceptance of monovision. *Percept. Mot. Skills* 2000; 91, 1113–1119.
25. Erickson P, McGill EC: Role of visual acuity, stereoacuity, and ocular dominance in monovision patient success. *Optom. Vis. Sci.* 1992; 69(10): 761-4.
26. Erickson P, Schor C: Visual function with presbyopic contact lens correction. *Optom. Vis. Sci.* 1990; 67(1): 22-8.
27. ESCRS: Prophylaxis of postoperative endophthalmitis following cataract surgery: results of the ESCRS multicenter study and identification of risk factors. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33: 978–88.
28. Evans BJ: Monovision from the contact lens practitioner's perspective. *J Cataract Refract. Surg.* 2009; 4(9): 55-6.

29. Evans BJ: Monovision: a review. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2007; 27(5): 417-39.
30. Fawcett SL, Herman WK, Alfieri CD, Castleberry KA, Parks MM, Birch EE: Stereoacuity and foveal fusion in adults with long-standing surgical monovision. *J AAPOS.* 2001; 5(6): 342-7.
31. Findl O, Leydolt C: Metaanalysis of accommodating intraocular lenses. *J Cataract Refract. Surg.* 2007; 33: 522-7.
32. Finger RP, Holz FG: Lebensqualität in der Augenheilkunde. *Ophthalmologe* 2008; 105: 721
33. Finkelman YM, Ng JQ, Barrett GD: Patient satisfaction and visual function after pseudophakic monovision. *J Cataract. Refract. Surg.* 2009; 35(4): 710-4.
34. Fisher K: Presbyopic visual performance with modified monovision using multifocal soft contact lenses. *ICLC* 1997; 24: 91-9.
35. Franke GH, Esser J, Voigtländer A, Mähner N: Der National Eye Institute Visual Function Questionnaire (NEI-VFQ) - Erste Ergebnisse zur psychometrischen Überprüfung eines Verfahrens zur Erfassung der Lebensqualität bei Sehbeeinträchtigten. *Zeitschrift für Medizinische Psychologie* 1998, 7(4), 178-184.
36. Franklin AR: Presbyopia and contact lenses. Part 1: optical challenges of contact lenses in presbyopia. *Optician* 2005; 229, 22-27.
37. Friedman DS, Tielsch JM, Vitale S, Bass EB, Schein OD, Steinberg EP: VF-14 item specific responses in patients undergoing first eye cataract surgery: can the length of the VF-14 be reduced? *Br. J. Ophthalmol.* 2002; 86(8): 885-91.
38. Gall C, Franke GH: Lebensqualität. *Ophthalmologe* 2008; 105: 727-734
39. Gauthier CA, Holden BA, Grant T, Chong MS: Interest of presbyopes in contact lens correction and their success with monovision. *Optom. Vis. Sci.* 1992; 69, 858-862.
40. Gilchrist J: Dominance in the visual system. *Br. J. Physiol. Opt.* 1976; 31, 32-39.
41. Glasser A: Can accommodation be surgically restored in human presbyopia? *Optom. Vis. Sci.* 1999; 76, 607-608.
42. Godts D, Tassignon MJ, Gobin L: Binocular vision impairment after refractive surgery. *J. Cataract Refract. Surg.* 2004; 30, 101-109.

43. Goldberg DB: Laser in situ keratomileusis monovision. *J. Cataract Refract. Surg.* 2001; 27, 1449–1455.
44. Gothwal VK, Wright TA, Lamoureux EL, Pesudovs K: Measuring outcomes of cataract surgery using the Visual Function Index-14. *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36(7): 1181-8.
45. Greenbaum S: Monovision pseudophakia. *J Cataract Refract. Surg.* 2002; 28(8): 1439-43.
46. Gutkowski M, Cassin B: Stereopsis and monovision in the contact lens management of presbyopia. *Bin Vis Q* 1991; 6: 31-6.
47. Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B: Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000; 238: 765–73.
48. Haigis W: IOL Kalkulation bei hohen Ametropien. *Ophthalmologe* 2008; 105: 999–1004.
49. Haigis W: Strahldurchrechnung in Gauß'scher Optik zur Beschreibung des Systems Brille-Kontaktlinse-Hornhaut-Augenlinse (IOL), 4. Kongreß d. Deutschen Ges. f. Intraokularlinsen Implant., Essen 1990 , hrsg.v. K Schott, KW Jacobi, H Freyler, Springer Berlin, 233-246, 1991
50. Handa T, Mukuno K, Uozato H, Niida T, Shoji N, Minei R, Nitta M, Shimizu K: Ocular dominance and patient satisfaction after monovision induced by intraocular lens implantation. *J. Cataract Refract. Surg.* 2004; 30, 769–774.
51. Handa T, Shimizu K, Mukuno K, Kawamorita T, Uozato H: Effects of ocular dominance on binocular summation after monocular reading adds. *J. Cataract Refract. Surg.* 2005; 31, 1588–1592.
52. Harris MG, Classé JG: Clinicolegal considerations of monovision. *J Am. Optom. Assoc.* 1988; 59(6): 491-5.
53. Harris MG, Sheedy JE, Gan CM: Vision and task performance with monovision and diffractive bifocal contact lenses. *Optom. Vis. Sci.* 1992; 69(8): 609-14.
54. Hersh PS: Optics of conductive keratoplasty: implications for presbyopia management. *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.* 2005; 103: 412-56.
55. Hom MM: Monovision and LASIK. *J. Am. Optom. Assoc.* 1999; 70, 117–122.

56. Iida Y, Shimizu K, Ito M: Pseudophakic monovision using monofocal and multifocal intraocular lenses: Hybrid monovision. *J Cataract Refract Surg.* 2011 Nov;37(11):2001-5.
57. Ito M, Shimizu K, Amano R, Handa T: Assessment of visual performance in pseudophakic monovision. *J Cataract Refract. Surg.* 2009; 35(4): 710-4.
58. Jain S, Arora I, Azar DT: Success of monovision in presbyopes: review of the literature and potential applications to refractive surgery. *Surv. Ophthalmol.* 1996; 40, 491–499.
59. Jain S, Ou R, Azar DT: Monovision outcomes in presbyopic individuals after refractive surgery. *Ophthalmology* 2001; 108, 1430–1433.
60. Javitt JC, Jacobson G, Schiffman RM: Validity and reliability of the Cataract TyPE Spec: an instrument for measuring outcomes of cataract extraction. *Am J Ophthalmol.* 2003; 136(2): 285-90.
61. Josephson JE, Caffery BE: Monovision vs aspheric bifocal contact lenses: a crossover study. *J. Am. Optom. Assoc.* 1987; 58, 652–654.
62. Josephson JE, Erickson P, Back A, Holden BA, Harris M, Tomlinson A, Caffrey BE, Finnemore V, Silbert J: Monovision. *J Am. Optom. Assoc.* 1990; 61: 820-6.
63. Kahraman G, Amon M, Franz C, Prinz A, Abela-Formanek C: Intraindividual comparison of surgical trauma after bimanual microincision and conventional small-incision coaxial phacoemulsification. *J Cataract Refract. Surg.* 2007; 33: 618–22.
64. Kasper T, Bühren J, Kohnen T: Intraindividual comparison of higher-order aberrations after implantation of aspherical and spherical intraocular lenses as a function of pupil diameter. *J Cataract Refract. Surg.* 2006b; 32: 78–84.
65. Kasper T, Bühren J, Kohnen T: Visual performance of aspherical and spherical intraocular lenses: intraindividual comparison of visual acuity, contrast sensitivity, and higher-order aberrations. *J Cataract Refract. Surg.* 2006a; 32: 2022–9.
66. Kirschen DG, Hung CC, Nakano TR: Comparison of suppression, stereoacuity, and interocular differences in visual acuity in monovision and acuvue bifocal contact lenses. *Optom. Vis. Sci.* 1999; 76, 832–837.
67. Klein BE, Klein R, Lee KE, Gangnon RE: Incidence of age-related cataract over a 15-year interval - the Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology* 2008; 115: 477–82.

68. Kohnen T, Allen D, Boureau C, Dublineau P, Hartmann C, Mehdorn E, Rozot P, Tassinari G: European multicenter study of the AcrySof ReSTOR apodized diffractive intraocular lens. *Ophthalmology* 2006; 113: 578–84.
69. Kohnen T, Derhartunian V, Kook D, Klaproth OK: Toric intraocular lenses for correction of astigmatism in primary cataract surgery. Vol. in press. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2008.
70. Kohnen T, Fabian E, Gerl R, Hunold W, Hütz W, Strobel J, Hoyer H, Mester U: Optic edge design as long-term factor for posterior capsular opacification rates. *Ophthalmology* 2008; 115: 1308–14.
71. Kohnen T: Kriterien zur Evaluierung und Publikation von refraktiv-chirurgischen Eingriffen. *Klein. Monatsbl. Augenheilkd.* 1999; 215: 26–8.
72. Kushner BJ, Kowal L: Diplopia after refractive surgery: occurrence and prevention. *Arch. Ophthalmol.* 2003; 121, 315–321.
73. Kushner BJ: Fixation switch diplopia. *Arch. Ophthalmol.* 1995; 113, 896–899.
74. Leaming DV: Snapshots. *J Cataract Refract. Surg.* 2006; 32: 1401–2.
75. Levinger E, Geyer O, Baltinsky Y, Levinger S: Binocular function and patient satisfaction after monovision induced by laser in situ keratomileusis (LASIK). *Harefuah* 2006; 145, 186–187.
76. Levinger E, Geyer O, Baltinsky Y, Levinger S: Binocular function and patient satisfaction after monovision induced by laser in situ keratomileusis (lasik). *Harefuah*. 2006;145(3): 186-90, 246-7.
77. Leyland M, Pringle E: Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006; Issue 4.: Art. No.: CD003169. DOI: 10.1002/14651858.CD003169.pub2.
78. Lovasik JV, Szymkiw M: Effects of aniseikonia, anisometropia, accommodation, retinal illuminance, and pupil size on stereopsis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1985; 26:741-50.
79. Lundström M, Wejde G, Stenevi U, Thorburn W, Montan P: Endophthalmitis after cataract surgery: a nationwide prospective study evaluating incidence in relation to incision type and location. *Ophthalmology* 2007; 114: 866–70

80. Maguen E, Nesburn AB, Salz JJ: Bilateral photorefractive keratectomy with intentional unilateral undercorrection in an aircraft pilot. *J. Cataract Refract. Surg.* 1997; 23, 294–296.
81. Mamalis N: OVDs. Viscosurgical, viscoelastic, and viscoadaptive. What does this mean? *J Cataract Refract. Surg.* 2002; 28: 1497–8.
82. Mangione CM, Lee PP, Gutierrez PR, Spritzer K, Berry S, Hays RD: Development of the 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire. *Arch. Ophthalmol.* 2001; 119(7): 1050-8.
83. Mangione CM, Phillips RS, Seddon JM, Lawrence MG, Cook EF, Dailey R, Goldman L: Development of the 'Activities of Daily Vision Scale'. A measure of visual functional status. *Med Care.* 1992; 30(12): 1111-26.
84. Marques FF, Sato RM, Chiacchio BB, Marques DM, Barreiro J, Caetano RL: Evaluation of visual performance and patient satisfaction with pseudophakic monovision technique. *Arq. Bras. Oftalmol.* 2009; 72(2): 164-8.
85. McGill EC, Erickson P: Sighting dominance and monovision distance binocular fusional ranges. *J Am. Optom. Assoc.* 1991a; 62(10): 738-42.
86. McGill EC, Erickson P: Stereopsis in presbyopes wearing monovision and simultaneous vision bifocal contact lenses. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1988; 65: 619-26.
87. McGill EC, Erickson P: The effect of monovision lenses on the near-point range of single binocular vision. *J Am. Optom. Assoc.* 1991b; 62(11): 828-31.
88. McGill R, Tukey JW, Larsen WA: Variations of Box Plots, *The American Statistician*, 1978; 32, 12-16
89. McMonnies CW: Monocular fogging in contact lens practice. *Austral. J. Optom.* 1974; 57, 28–32.
90. Mester U, Holz F, Kohnen T, Lohmann C, Tetz M: Intraindividual comparison of a blue-light filter on visual function: AF-1 (UY) versus AF-1 (UV) intraocular lens. *J Cataract Refract. Surg.* 2008; 34: 608–15.
91. Meyler J: Presbyopia. In: *Contact Lens Practice* (ed. N.Efron), Butterworth-Heinemann, Oxford 2002; 261–274.
92. Miranda D, Krueger RR: Monovision laser in situ keratomileusis for pre-presbyopic and presbyopic patients. *J Refract. Surg.* 2004; 20(4): 325-8.

93. Moghimi S, Riazi Esfahani M, Maghsoudipour M: Visual function after implantation of aniridia intraocular lens for traumatic aniridia in vitrectomized eye. *Eur J Ophthalmol.* 2007; 17(4): 660-5.
94. Nakagawara VB, Veronneau SJH: Monovision contact lens use in the aviation environment: a report of a contact lens-related aircraft accident. *Optometry* 2000; 71, 390–395.
95. Noorden GK: *Binocular Vision and Ocular Motility*, 5th edn. Mosby, St Louis 1996.
96. Ooi TL, He ZJ: Binocular rivalry and visual awareness: the role of attention. *Perception* 1999; 28, 551–574.
97. Papas E, Young G, Hearn K: Monovision vs. soft diffractive bifocal contact lenses: A crossover study. *International Contact Lens Clinic.* 1990; 17, 181-187
98. Pardhan S, Gilchrist J: The effect of monocular defocus on binocular contrast sensitivity. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1990; 10(1): 33-6.
99. Patwardhan A, Rao GP, Saha K, Craig EA: Incidence and outcomes evaluation of endophthalmitis management after phacoemulsification and 3-piece silicone intraocular lens implantation over 6 years in a single eye unit. *J Cataract Refract. Surg.* 2006; 32: 1018–21.
100. Pence NA: Modified trivision: a modified monovision technique specifically for trifocal candidates. *ICLC* 1987; 14:484-7.
101. Pepose JS, Qazi MA, Davies J, Doane JF, Loden JC, Sivalingham V, Mahmoud AM: Visual performance of patients with bilateral vs combination Crystalens, ReZoom, and ReSTOR intraocular lens implants. *Am. J. Ophthalmol.* 2007; 144: 347–57.
102. Pesudovs K, Coster DJ. An instrument for assessment of subjective visual disability in cataract patients. *Br. J. Ophthalmol.* 1998; 82(6): 617-24.
103. Powe NR, Schein OD, Gieser SC, Tielsch JM, Luthra R, Javitt J, Steinberg EP: Synthesis of the literature on visual acuity and complications following cataract extraction with intraocular lens implantation. Cataract Patient Outcome Research Team. *Arch. Ophthalmol.* 1994; 112: 239–52.
104. Reilly CD, Lee WB, Alvarenga L, Caspar J, Garcia-Ferrer F, Mannis MJ: Surgical monovision and monovision reversal in LASIK. *Cornea* 2006; 25, 136–138.
105. Riaz Y, Mehta JS, Wormald R, Evans JR, Foster A, Ravilla T, Snellingen T: Surgical interventions for age-related cataract. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006; Issue 4.: Art. No.: CD001323. DOI: 10.1002/14651858.CD001323.pub2.

106. Richdale K, Mitchell GL, Zadnik K: Comparison of multifocal and monovision soft contact lens corrections in patients with low-astigmatic presbyopia. *Optom. Vis. Sci.* 2006; 83(5): 266-73.
107. Riederle F, Buchwald HJ, Preissinger C, Lang GK: Refraktive Gesichtspunkte moderner Katarakt-Chirurgie. *Klin Monatsbl. Augenheilkd.* 2006; 223: 943–51.
108. Robboy MW, Cox IG, Erickson P: Effects of sighting and sensory dominance on monovision high and low contrast visual acuity. *CLAO J.* 1990; 16(4): 299-301.
109. Rouhiainen P, Rouhiainen H, Salonen JT: The impact of early lens opacity progression on visual acuity and refraction. *Ophthalmologica* 1997; 211: 242–6.
110. Schor C, Carson M, Peterson G, Suzuki J, Erickson P: Effects of interocular blur suppression ability on monovision task performance. *J Am. Optom. Assoc.* 1989; 60: 188-92.
111. Schor C, Erickson P: Patterns of binocular suppression and accommodation in monovision. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1988; 65, 853–861.
112. Schor C, Landsman L, Erickson P: Ocular dominance and the interocular suppression of blur in monovision. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1987; 64(10): 723-30.
113. Schuler E, Silverberg M, Beade P, Moadel K: Decompensated strabismus after laser in situ keratomileusis. *J. Cataract Refract. Surg.* 1999; 25, 1552–1553.
114. Sheedy JE, Harris MG, Busby L, Chan E, Koga I: Monovision contact lens wear and occupational task performance. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1988; 65:14-8.
115. Sheedy JE, Harris MG, Gan CM: Does the presbyopic visual system adapt to contact lenses? *Optom. Vis. Sci.* 1993; 70(6): 482-6.
116. Shimizu K: Monovision Strategies. *J Cataract Refract Surg.* 2011 Mar; 6(3):2001.
117. Sourdille P: Overview of posterior capsule opacification. *J Cataract Refract. Surg.* 1997; 23: 1431–2.
118. Sparrow JR, Miller AS, Zhou J: Blue light-absorbing intraocular lens and retinal pigment epithelium protection in vitro. *J Cataract Refract. Surg.* 2004; 30: 873–8.
119. Steinberg E P; Bass E B; Luthra R; Schein O D; Sharkey P; Javitt J; Tielsch J; Kolb M; Steinwachs D: Variation in ophthalmic testing before cataract surgery. Results of a national survey of ophthalmologists. *Archives of ophthalmology* 1994; 112(7): 896-902.
120. Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD, Javitt JC, Sharkey P, Cassard SD, Legro MW, Diener-West M, Bass EB, Damiano AM, et al.: The VF-14. An index of functional impairment in patients with cataract. *Arch. Ophthalmol.* 1994; 112(5): 630-8.

121. Uusitalo RJ, Brans T, Pessi T, Tarkkanen A: Evaluating cataract surgery gains by assessing patients' quality of life using the VF-7. *J Cataract. Refract. Surg.* 1999; 25(7): 989-94.
122. Vogt U: Kersley lecture: eye believe in contact lenses: contact lenses and/or refractive surgery. *Eye Contact Lens* 2003; 29, 201–206.
123. Volkmer C, Pham DT, Wollensak J: Minimizing astigmatism by controlled localization of cataract approach with the no stitch technique. A prospective study. *Klein. Monatsbl. Augenheilkd.* 1996; 209: 100–4.
124. Wenzel M, Pham D, Scharrer A, Schayan K, Klasen J: Derzeitiger Stand der ambulanten Intraokularchirurgie: Ergebnisse der Umfrage 2007 des BDOC, BVA und der DGII. *Ophthalmol-Chirurgie* 2008; 20: 137–46.
125. Wenzel M, Pham D, Scharrer A, Schayan K, Klasen J: Derzeitiger Stand der ambulanten Ophthalmochirurgie: Ergebnisse der Umfrage 2006 des BDOC, BVA und der DGII. *Ophthalmol-Chirurgie* 2007; 19: 128–38.
126. Westin E, Wick B, Harris RB: Factors influencing success of monovision contact lens fitting: survey of contact lens diplomates. *Optometry* 2000; 71, 757–763.
127. Westsmith RA: Uses of a monocular contact lens. *J Ophthalmol.* 1958; 46 (1, Part 1): 78- 81.
128. Wilson IB, Cleary PD. Linking clinical variables with health-related quality of life. A conceptual model of patient outcomes. *JAMA.* 1995 Jan 4;273(1):59-65.
129. Wood JM, Wick K, Shuley V, Pearce B, Evans D: The effect of monovision contact lens wear on driving performance. *Clin. Exp. Optom.* 1998; 81(3): 100-103.
130. Wright KW, Guemes A, Kapadia MS, Wilson SE: Binocular function and patient satisfaction after monovision induced by myopic photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract. Surg.* 1999; 25(2): 177-82.
131. Zemaitiene R, Jasinskas V, Auffarth GU: Influence of three-piece and single-piece designs of two sharp-edge optic hydrophobic acrylic intraocular lenses on the prevention of posterior capsule opacification: a prospective, randomized, long-term clinical trial. *Br J Ophthalmol* 2007; 91: 644-8.
132. Zhang F, Sugar A, Jacobsen G, Collins M: Visual function and patient satisfaction: Comparison between bilateral diffractive multifocal intraocular lenses and monovision pseudophakia. *J Cataract Refract. Surg.* 2011; 37(3): 446-53.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Katarakt (http://www.meduni-graz.at/augenheilkunde/ahk_site/systematik/linse/li_cat_sen/li_catsen.html)	8
Abbildung 2: Kataraktoperation (http://ocunet.de/patienten/grauer_star.html)	10
Abbildung 3: Monofokale IOL. Polytech Hoya Blaufilterlinse (http://www.uke.de/kliniken/augenlinik/index_66777.php)	12
Abbildung 4: Multifokale IOL, AcrySof® IQ ReSTOR® von Alcon (http://www.brille-im-auge.de/index.php?id=196)	13
Abbildung 5: Akkommodative IOL, Crystalens von Bausch & Lomb (http://www.uke.de/kliniken/augenlinik/index_66777.php)	14
Abbildung 6: Cystoides Makulaödem	15
Abbildung 7: Nachstar (http://www.augenspezialist.at/laseroperationen.htm)	16
Abbildung 8: Bagolini-Test Durchführung.....	43
Abbildung 9: Interpretation des Bagolini –Testes (A - entweder Orthophorie, oder <i>harmonische anomale</i> Netzhautkorrespondenz bei Strabismus; B – Strabismus convergent (homonyme Diplopie); C - Suppression des rechten Auges; D - zentrale Suppression in dem linken Auge) (http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Bagolini's+glass)	44
Abbildung 10: Bestimmung des Führungsauges	45
Abbildung 11: Lang-I Test	46
Abbildung 12: Titmus Test.....	46

Abbildung 13: Beispiel eines Box-Whisker-Plots, wie er im Folgenden verwendet wird	48
Abbildung 14: Altersverteilung	50
Abbildung 15: Refraktionsverteilung (Sph) RA vor der Operation in der Monovision Gruppe	52
Abbildung 16: Refraktionsverteilung (Sph) LA vor der Operation in der Monovision Gruppe	52
Abbildung 17: Refraktionsverteilung (Sph) vor der Operation in der Emmetropie Gruppe	53
Abbildung 18: Refraktionsverteilung (Sph) vor der Operation in der Emmetropie Gruppe	53
Abbildung 19: Präoperative Anisometropie	54
Abbildung 20: Hornhautastigmatismus in der Monovision Gruppe	54
Abbildung 21: Hornhautastigmatismus in der Emmetropie Gruppe	55
Abbildung 22: Zielrefraktion in der Monovision Gruppe	56
Abbildung 23: Postoperativer Visus in der Monovision Gruppe	61
Abbildung 24: Postoperativer Visus in der Emmetropie Gruppe	62
Abbildung 25: Postoperativer binokularer Visus in beiden Gruppen	63
Abbildung 26: Postoperative Refraktion in der Monovision Gruppe	64

Abbildung 27: Postoperative Refraktion in der Emmetropie Gruppe.....	65
Abbildung 28: Postoperative Anisometropie in der Monovision Gruppe	66
Abbildung 29: Postoperative Anisometropie in der Monovision Gruppe	66
Abbildung 30: Korrelation zwischen Nahvisus und der Refraktion	67
Abbildung 31: Refraktion am Nahauge beim unkorrigierten Nahvisus von 0,4-0,5	67
Abbildung 32: Postoperatives Stereosehen ohne Korrektion in der Monovision Gruppe	68
Abbildung 33: Postoperatives Stereosehen ohne Korrektion in der Emmetropie Gruppe	69

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Demographische Daten	49
Tabelle 2: Begleitende Augenerkrankungen.....	51
Tabelle 3: Präoperative Visus- und Refraktionsdaten.....	51
Tabelle 4: Intraoperative Besonderheiten.....	57
Tabelle 5: Postoperative Komplikationen.....	59
Tabelle 6: Nachstar in 3-4 Monaten postoperativ	60
Tabelle 7: Postoperativer Visus in der Monovision Gruppe.....	61
Tabelle 8: Postoperativer Visus in der Emmetropie Gruppe.....	62
Tabelle 9: Postoperativer binokularer Visus	63
Tabelle 10: Postoperative Refraktion in der Monovision Gruppe	64
Tabelle 11: Postoperative Refraktion in der Emmetropie Gruppe	65
Tabelle 12: Fragen bezüglich der Qualität des Sehens ohne Brille in den verschiedenen Bereichen und des Stereosehens.....	71
Tabelle 13: Gebrauch einer Brille vor und nach der Kataraktoperation.....	73
Tabelle 14: Prä- und postoperativer Gebrauch einer Brille.....	74
Tabelle 15: Gebrauch einer Brille und Lebensqualität	76

Tabelle 16: Patientenzufriedenheit	77
Tabelle 17: Qualität der präoperativen Aufklärung.....	78
Tabelle 18: Präoperative Erwartungen der Patienten bezüglich Ergebnisse der Kataraktoperation.....	78
Tabelle 19: Korrelation in der Monovision Gruppe zwischen der Refraktion am Nahauge Qualität des Sehens im Nahbereich (Fragen 1-3), Zwischenbereich (Frage 4) und dem Gebrauch einer Brille (Fragen 13-14)	79

Anhang

Fragebogen

1.	Wie schwierig ist es für Sie, normale Schriftgrößen, in längeren Zeitabschnitten (> 30 min.), ohne Brille zu lesen? (Wie z.B. Zeitungen, Zeitschriften oder Bücher)
	Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich Ich betreibe diese Aktivität nicht
2.	Wie schwierig ist es für Sie, normale Schriftgrößen, in kurzen Zeitabschnitten (< 10 min.), ohne Brille zu lesen? (Wie z.B. Briefe, Speisekarten oder Rechnungen)
	Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich Ich betreibe diese Aktivität nicht
3.	Wie schwierig ist es für Sie, klein gedruckte Schriften ohne Brille zu lesen? (Wie z.B. Packungsbeilagen von Medikamenten, Telefonbücher oder Schriftstücke mit kleinen Buchstaben)
	Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich Ich betreibe diese Aktivität nicht
4.	Wie schwierig ist es für Sie, tägliche Arbeiten ohne Brille zu erledigen? (Wie z.B. Kochen, Haushalt, Gartenarbeit, handwerkliche Tätigkeiten)
	Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich Ich betreibe diese Aktivität nicht
5.	Wie schwierig ist es für Sie, am Computer ohne Brille zu arbeiten?

	<p>Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich Ich betreibe diese Aktivität nicht</p>
6.	<p>Wie schwierig ist es für Sie, Straßenschilder, Namen von Geschäften oder Behörden ohne Brille zu lesen?</p>
	<p>Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich</p>
7.	<p>Wie schwierig ist es für Sie, Fernseher ohne Brille zu schauen?</p>
	<p>Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich Ich betreibe diese Aktivität nicht</p>
8.	<p>Wie schwierig ist es für Sie, tagsüber und in Ihrer Umgebung, ohne Brille Auto zu fahren?</p>
	<p>Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich Ich betreibe diese Aktivität nicht</p>
9.	<p>Wie schwierig ist es für Sie, nachts oder bei Regen, ohne Brille Auto zu fahren?</p>
	<p>Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich Ich betreibe diese Aktivität nicht</p>
10.	<p>Wie schwierig ist es für Sie, Abstände ohne Brille einzuschätzen? (Wie z.B. beim Auto parken oder beim Treppen gehen)</p>

<p>Überhaupt nicht schwierig Ein bisschen schwierig Mäßig schwierig Sehr schwierig Nicht möglich</p>
<p>11. Haben Sie vor der OP eine Brille benötigt?</p>
<p>Ja Nein (wenn „Nein“ dann weiter zur Frage 13)</p>
<p>12. Für welchen Bereich haben Sie Ihre Brille benötigt?</p>
<p>Für die Ferne (Auto fahren, Fernsehschauen, etc.) Für die Nähe (Lesen, Handarbeit, etc.) Immer (Nah und Ferne)</p>
<p>13. Benötigen Sie jetzt nach der grauen Star OP eine Brille?</p>
<p>Ja Nein (wenn „Nein“ dann weiter zur Frage 15)</p>
<p>14. Für welchen Bereich benötigen Sie Ihre Brille?</p>
<p>Für die Ferne (Auto fahren, Fernsehschauen, etc.) Für die Nähe (Lesen, Handarbeit, etc.) Immer (Nah und Ferne)</p>
<p>15. Wie hat sich durch die graue Star Operation Ihre Lebenssituation bezüglich Gebrauchs einer Brille verändert?</p>
<p>Sehr positiv Positiv Gleich geblieben Negativ Sehr negativ</p>
<p>16. Wie gerne setzen Sie Ihre Brille auf?</p>
<p>Gerne Nicht gerne</p>
<p>17. Wie stark sind Ihre Einschränkungen in Ihren alltäglichen Aktivitäten durch Ihre Brille?</p>
<p>Keine Gering Starke</p>
<p>18. Wie stark sind Ihre Einschränkungen in Ihren sportlichen Aktivitäten durch Ihre Brille? (z.B. Tennis, Golf, Joggen, Skifahren, etc.)</p>

<p>Keine Gering Starke Kein Sport bedingt durch die Brille Kein Sport aus anderen Gründen</p>
<p>19. Wie zufrieden sind Sie mit den Ergebnissen der grauen Star Operation (insgesamt)?</p>
<p>Sehr zufrieden (weiter mit Frage 20) Zufrieden (weiter mit Frage 20) Unzufrieden (weiter mit Frage 21) Sehr unzufrieden (weiter mit Frage 21)</p>
<p>20. Ich bin mit den Ergebnissen der grauen Star OP zufrieden... (Mehrere Antworten möglich)</p>
<p>Weil ich nach der OP besser sehen kann (weiter mit Frage 22) Weil ich nach der OP keine Brille mehr benötige (weiter mit Frage 22) Weil ich nach der OP die Brille nur noch gelegentlich benötige (weiter mit Frage 22)</p>
<p>21. Ich bin mit den Ergebnissen der grauen Star OP unzufrieden</p>
<p>Weil ich nach der OP immer noch nicht besser sehen kann Weil ich nach der OP sehr Lichtempfindlich geworden bin Weil ich nach der OP Fäden oder Punkte herumschwimmen sehe Weil ich nach der OP Schleier vor den Augen habe Weil ich nach der OP ein trockenes Auge bekommen habe Weil ich nach der OP immer noch eine Brille benötige Weil ich erst nach der OP eine Brille benötige Weil ich sonstiges...</p>
<p>22. Wie gut wurden Sie bei der Vorbereitung zur grauen Star Operation über den Gebrauch einer Brille nach der Operation aufgeklärt?</p>
<p>Sehr gut Gut Einigermaßen Schlecht Gar nicht</p>
<p>23. Was haben Sie von der grauen Star Operation erwartet?</p>
<p>Wieder gut sehen zu können (unabhängig ob mit oder ohne Brille) Überhaupt keine Brille mehr zu benötigen Nur für den Nahbereich eine Brille zu benötigen (Lesen, Handarbeit, etc.) Nur für die Ferne eine Brille zu benötigen (Autofahren, Fernsehschauen, etc.)</p>

Schema zur Anwendung der Monovision in der Kataraktchirurgie

Trotz der ausführliche Erforschung sowohl der Faktoren, die den Erfolg der Monovision in der Korrektur der Presbyopie beeinflussen könnten, als auch Indikationen und Kontraindikationen zur Monovision, gibt es wenig Daten bezüglich der Anwendung der Monovision - Technik in der Kataraktchirurgie mit der Berücksichtigung der Besonderheiten dieses Bereiches.

Diese Besonderheiten sind:

- das Vorhanden einer Katarakt, und damit verbundene Schwierigkeiten mit der Bestimmung des Führungsauges und präoperativer Simulation der Monovision mit Kontaktlinsen.
- Nicht gleichzeitige, sondern aufeinanderfolgende Operation an beiden Augen, was eine interoperative Zeitspanne erschafft, in der nur das Fernauge oder Nahauge operiert ist und das Prinzip der Monovision noch nicht erreicht werden kann und der Patient nicht optimal sieht
- Schwere reversible Ergebnisse der Katarakt – Operation verlangt höhere Sicherheit und höhere Erfolgsrate der Monovision -Technik im Vergleich zur Monovision mit Kontaktlinsen, wo man im Fall einer suboptimalen optischen Korrektur keine permanenten Veränderungen verursacht hat.

Diese Besonderheiten der Kataraktchirurgie machen das vollkommene Übernehmen der Prinzipien der Monovision Technik für die Korrektur der Presbyopie mit Kontaktlinsen in die Kataraktchirurgie nicht möglich. Trotz zunehmenden Interesses zur Monovision in der Kataraktchirurgie gibt es kein strukturiertes Schema zur Anwendung dieser Technik in der Kataraktchirurgie für einen praktischen Augenarzt, um möglichst erfolgreich die Monovision Technik anzuwenden.

Auf Grund eigener Daten und der Literaturübersicht entwickelten wir das folgende Schema zur Anwendung der Monovision für die Kataraktchirurgie.

Eine optimale präoperative Patientenselektion ist der Schlüssel zum Erfolg dieser Technik. Dabei müssen die folgenden Indikationen und Kontraindikationen zur Monovision beachtet werden und folgende Untersuchungen zusätzlich durchgeführt werden. .

Präoperative klinische Untersuchungen. Indikationen und Kontraindikationen zur Monovision

Beidseitige Katarakt

Bei der Indikation zur Monovision ist wichtig, dass der Patient an beiden Augen an einer Katarakt operiert wird. Ausnahmen können die Augen sein, die sehr geringer Katarakt haben und an dem Auge eine Refraktion haben, die der Ziel-Refraktion der geplanten Monovision entspricht.

Potenzielle postoperative Sehschärfe

Da das Prinzip der Monovision sich darauf beruht, dass nur ein Auge für die Ferne und ein Auge für die Nähe korrigiert wird, muss der potentielle unkorrigierte Visus an beiden Augen mindestens 0,7 und mehr betragen. Dabei sollen alle Augenerkrankungen (bekanntes okuläres Trauma, vorangegangene intraokulare Operation, intraokulare Entzündung, fortgeschrittenes Glaukom, dystrophische Hornhaut-, Netzhaut- und Sehnerv-Erkrankungen, Amblyopie usw.) und auch allgemeine Erkrankungen (Diabetes, systemische autoimmunische Erkrankungen) die den Visus oder das Gesichtsfeld beeinflussen könnten ausgeschlossen werden.

Astigmatismus

Wie in der Literatur gezeigt wurde, sollte für eine erfolgreiche Monovision selbst ein minimaler Astigmatismus auskorrigiert werden. Der Astigmatismus an einem Auge hat größere Auswirkung auf die binokulare Sehschärfe für die Ferne bei der Monovision, als bei binokularer optimaler sphärischer Fernkorrektion (Collins et al., 1993). Dies kann u.U. mit einer torischen IOL erreicht werden. Unseres Erachtens sollte der präoperative korneale Astigmatismus kleiner als 1 dpt. sein.

Pupillengröße

Bei der Monovision haben die Studien gezeigt, dass eine kleine Pupille (unter 2,5 mm) einen Vorteil im Vergleich zu einer großen Pupille hat. Die Pupillengröße korreliert mit dem Alter

der Patienten so, dass je älter der Patient ist, desto kleiner die Pupille wird (K.Shimizu, 2011). Insbesondere bei jungen Patienten muß dies in Betracht gezogen werden.

Orthoptischer Status

Binokulare Anomalien (wie Strabismus und vertikale Heterophorie) können den Erfolg der Monovision beeinflussen, da die Monovision eine alternierende Konzentration beider Augen in die Ferne und in die Nähe braucht (Back et al., 1989). Deswegen sollte bei allen Patienten vor der Indikation zur Monovision eine orthoptische Untersuchung durchgeführt werden. Unstabiles Binokularsehen, manifester Strabismus, latente Trochlearisparese, Mikrostrabismus und vertikale Heterophorie sind daher eine Kontraindikation zur Monovision.

Patienten – Management und Patienten-Information

Anamnese

Bei der Befragung von Ärzten, die oft Monovision indizieren, war der Erfolg der Monovision bei denen höher, die den Berufsfaktor dabei berücksichtigen (Westin et al, 2000). Das zeigt noch einmal deutlich die Notwendigkeit einer detaillierten Befragung des Patienten bezüglich Besonderheiten der Berufstätigkeit, des alltäglichen Lebens, Hobbys und sportlicher Aktivitäten bei der Indikation zur Monovision.

Aktivitäten, wo gutes beidäugiges Sehen in die Ferne und Stereosehen notwendige Voraussetzungen wären, sind Kontraindikationen zur Monovision, wie z.B.:

- Berufe mit Personen- oder Gefahrguttransport wie Pilot, LKW-Fahrer, Busfahrer
- häufiges Autofahren für längere Strecken,
- Autofahren bei Dämmerung und Dunkelheit
- sportliche Aktivitäten, wie Tennis, Golf, Schießen u.ä.

Psychologisches Porträt des Patienten. Wichtigkeit der Motivation des Patienten für den Erfolg der Monovision

Patientenmotivation ist eine wichtige Voraussetzungen zum Erfolg der Monovisions Technik.

In vielen Studien bezüglich Anwendung der Monovision in der Kataraktchirurgie war die Patientenmotivation das wichtigste und manchmal das einzige Kriterium zur Indikation der Monovision (Greenbaum, 2002; Marques et al., 2009; Finkelman et al., 2009; Ito et al., 2009).

In der Studie von Du Toit et al. (1998) wurde gezeigt, dass mit der Monovision zufriedene Patienten solche Eigenschaften wie optimistisch, zielbewusst, gewissenhaft, unerschütterlich, hartnäckig, kooperativ und realistisch besitzen. Unzufriedene Monovision Patienten waren unzuverlässig, emotional instabil, selbstmitleidig, unbeständig in ihren Entscheidungen und Benehmen. Außerdem wurde eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der ursprünglichen negativen inneren Einstellung des Patienten bezüglich Monovision und darauffolgendem tatsächlichem Misserfolg der Monovision festgestellt. Eine andere Studie, die die psychologischen Korrelationen im Erfolg der Monovision untersucht, hat herausgefunden, dass die Introvertiertheit ein Ausschlusskriterium bei der Indikation zur Monovision sein sollte, da diese Patienten sehr oft mit den Ergebnissen unzufrieden sind, und sich an die Monovision schlecht gewöhnen (Erickson D and Erickson P, 2000).

Psychische Erkrankungen wie Depression, Alzheimer, schwere Parkinson und Schizophrenie müssen Kontraindikationen zur Monovision sein.

Patienteninformation

Besteht eine hohe Motivation des Patienten zur Brillenunabhängigkeit nach der Kataraktoperation und sind keine objektiven Kontraindikationen zur Monovision vorhanden so kann dem Patienten dies angeboten werden.

Dabei ist die Patienteninformation ein wichtiger Faktor auf dem Weg zu erfolgreichen Ergebnissen der Monovision Technik. Die Erwartungen des Patienten sollten die erreichbaren Ergebnisse nicht überschreiten. Dafür sollte der Patient über Folgendes informiert werden:

- Zurzeit gibt es kein perfektes Verfahren, das komplett von einer Brille befreit und dabei 100% Erfolg verspricht.
- Das Prinzip der Monovision.
- Vorteile und Nachteile der Monovision Technik.
- Mögliche Alternative zur Monovision, ihre Vor – und Nachteilen.
- Finanzielle Seite der Frage.

Bei der Aufklärung über das Prinzip der Monovision muss der Patient unterwiesen werden, dass die Monovision keine Refraktion an einem Auge, sondern ein binokularer Zustand ist. Deswegen wird erst nach Kataraktoperationen an beiden Augen, mit der Korrektur eines Auges in die Ferne und des anderen Auges in die Nähe das Ergebnis erreicht.

Außerdem soll der Patient über die möglichen Schwierigkeiten beim Autofahren in der Nacht und bei schlechtem Wetter und nichtausreichende Sehschärfe für längeres Lesen in der Nähe und klein gedruckte Schriftgrößen informiert werden. Es kann eine Adaptationszeit benötigt werden, um sich an den neuen Zustand des Sehens zu gewöhnen, die bis zu 3-4 Monaten dauern kann. Bei nach dieser Zeit fortbestehenden Schwierigkeiten beim Autofahren in der Nacht oder beim Lesen kann eine Überkorrektur mit einer zusätzlichen Brille für die bestimmten Gelegenheiten gebraucht werden.

Die Patienten sollten über die möglichen Komplikationen der Kataraktoperation, wie Trockenes Auge, Lichtempfindlichkeit und Fliegen vor dem Auge (Glaskörpertrübungen), die in den ersten Monaten nach der Operation auftreten könnten, jedoch nichts mit der Monovision Technik zu tun haben auch informiert werden. Sonst beziehen viele Patienten diese Beschwerden auf die Monovision und sind mit den erreichten Ergebnissen unglücklich, auch wenn das refraktive Ergebnis der Monovision erreicht wurde. Das beweisen die Ergebnisse unserer Studie und der Studie von Greenbaum (2002).

Diese ausführliche präoperative Aufklärung gibt dem Patienten eine realistische Vorstellung über die Vorteile und die Nachteile der Monovision Technik, um mögliche Missverständnisse bezüglich den Erwartungen des Patienten zur Operation zu vermeiden (Meyler, 2002). Außerdem erhöht eine solche ausführliche Aufklärung das Vertrauen des Patienten zum behandelten Arzt. Eine schriftliche, unterschriebene Einverständniserklärung des Patienten zur Monovision ist zu empfehlen. Selbstverständlich ist es auch, dass wie jede andere ärztliche Empfehlung auch die Monovision in der Akte dokumentiert werden muss (Harris and Classe, 1988; Reilly et al., 2006).

Präoperativer Probeversuch der Monovision in der Kataraktchirurgie

Da die Ergebnisse im Fall des Misserfolges nicht so einfach ungeschehen zu machen sind, empfehlen einige Autoren für sichere Ergebnisse und Zufriedenheit der Patienten einen präoperativen Probeversuch mit den Probegläsern, Kontaktlinsen oder Kontaktlinsen in Kombination mit dem „Verneblungstest“ (Harris and Classe, 1988; Classe, 1994; Hom, 1999; Vogt, 2003; Godts et al., 2004, Finkelman, 2009).

So wurde in der Studie von Finkelman (2009) ein präoperativer Probeversuch der Monovision mit einem Probeglas +1,0 dpt durchgeführt. Jedoch wurde dieser Test erst nach dem operierten ersten Auge durchgeführt und das Glas wurde vor das operierte Auge gehalten. Das Stadium der Katarakt am nicht operierten Auge und das Führungsaugewurden dabei nicht berücksichtigt.

Einen präoperativen Probeversuch der Monovision mit den Probegläsern empfiehlt auch Ruland (2009) bei „clear lens exchange“. Jedoch wie im Fall der refraktiven Chirurgie (PRK und LASIK) als auch bei „clear lens exchange“ ist der Faktor „Katarakt“ abwesend. Beim bestkorrigierten Visus unter 0,5 durch die Katarakt könnte es schwierig sein zu unterscheiden, ob das verschwommene Sehen an der Katarakt oder an der Unverträglichkeit der Monovision liegt.

Ein großer Nachteil beim Probeversuch ist auch eine zu kurze Tragezeit nach dem Verursachen der Monovision und würde damit die Möglichkeit für eine Adaptation (wenn es diese überhaupt gibt) ausschließen.

Außerdem haben die Ergebnisse der Studie von Josephson (1990) gezeigt, dass die Aniseikonie durch die induzierte Anisometropie und damit verbundene Asthenopie bei Kontaktlinsen weniger als bei Probegläsern ist. So beträgt bei einer Anisometropie von 2,75 dpt der Grad der Aniseikonie mit den Probegläsern 6% und mit den Kontaktlinsen nur noch 0,5%. So ist es zu erwarten, dass bei der pseudophaken Monovision müsste die Aniseikonie noch weniger sein.

Davon ausgehend wäre es logisch, dass man beim präoperativen Probeversuch der Monovision mit Kontaktlinsen bessere Ergebnisse als mit den Probegläsern bezüglich der Verträglichkeit der Monovision bekommt. Jedoch wie die Literaturübersicht gezeigt hat, ist die Erfolgsrate der Monovision mit Kontaktlinsen bei presbyopen Patienten viel weniger (76% (Jain et al., 1996)) als in refraktiver Chirurgie (92,5% bei LASIK (Miranda, 2004)). Die höhere Erfolgsrate der Monovision in refraktiver Chirurgie bezieht sich auf die erhaltene multifokale Oberfläche der Hornhaut im Vergleich mit der monofokalen Form der Kontaktlinsen und auch auf die Abwesenheit des Faktors der Unverträglichkeit der Kontaktlinsen in sich. Genau so könnte der Probeversuch der Monovision mit Kontaktlinsen auch in der Kataraktchirurgie auch im Falle einer relativ klaren Linse bei ca. 20% der Patienten eine falsch negative Prognose vortäuschen.

Der Sinn des präoperativen Probeversuchs der Monovision bei der operativen Versorgung hängt auch vom Grad der geplanten Anisometropie ab. So haben zum Beispiel Wright et al. (1999) festgestellt, dass beim Grad der induzierten Anisometropie unter 2,0 dpt nur noch

wenige Probleme mit Misserfolg und Unzufriedenheit der Patienten entstehen. Deswegen empfiehlt er die Monovision mit bis zu 2 dpt Anisometropie, oder bei über 2 dpt Anisometropie einen vorherigen Probeversuch mit Kontaktlinsen.

Besonderheiten der präoperativen Vorbereitung bei der Monovision

Bestimmung des Führungsauges

In der klinischen Praxis wird das Führungsauge typischerweise für die Ferne korrigiert (Jain et al., 1996; Erickson and Schor, 1990). Der Grund dafür ist die vorherrschende Meinung, dass beim Blick in die Ferne die Fähigkeit zur Suppression des verschwommenen Bildes am Auge für die Nähe am nicht Führungsauge viel einfacher wäre (Harris, 1988).

Bei den Tests, die am häufigsten in der klinischen Praxis verwendet werden, wird das Seiten-Führungsauge bestimmt (Collinge, 1979; Oi and He, 1999).

Jedoch zeigten experimentelle Studien, dass es keinen Zusammenhang gibt zwischen dem Seiten-Führungsauge und der Fähigkeit das unscharfe Bild an einem Auge bei der Monovision zu unterdrücken (Schor et al., 1987, 1989). Die Ergebnisse der klinischen Studien in der refraktiven und Katarakt-Chirurgie haben diese experimentellen Daten bestätigt. In der Studie von Jain et al. (2001) waren 88% Patienten mit Monovision nach refraktiver Chirurgie zufrieden mit den erreichten Ergebnissen. Dabei wurde bei 43% der Patienten das Seiten-Führungsauge für die Nähe korrigiert, was keine Auswirkung auf den Erfolg der Monovision gehabt hat. In einer anderen Studie von Marques (2009) wurden 38 Patienten ohne präoperative Bestimmung des Führungsauges beidseits an Katarakt mit Monovision operiert. 97,3% der Patienten waren mit Monovision zufrieden. Die postoperative Bestimmung des Führungsauges hat gezeigt, dass bei 36% der Patienten wurde das Seiten-Führungsauge für die Nähe korrigiert. In unserer Studie wurde das Seiten-Führungsauge präoperativ bestimmt und für die Ferne korrigiert. Bei der postoperativen Nachmessung des Führungsauges wurde herausgefunden, dass 20% der Patienten haben das andere Auge als Führungsauge im Vergleich zur präoperativen Daten. Dabei waren alle diese Patienten mit den Ergebnissen der Monovision zufrieden.

Die weiteren experimentellen Studien haben festgestellt, dass für die Monovision das sensorisch Führungsauge wichtiger als das Seiten-Führungsauge ist (Robboy et al., 1990).

Um das sensorische Führungsauge zu bestimmen verwendet man den „Anisometropischen Test für Urschärfe“ oder „Verblendungstest“.

Bei diesem Test wurde herausgefunden, dass nur noch wenige Patienten ein sensorisches Führungsaugauge hatten, obwohl beim Test für das Seiten-Führungsaugauge 70% der Patienten das rechte Auge als Führungsaugauge angegeben haben.

Insofern ist auch klar geworden, warum die Bestimmung des Seiten-Führungsauges noch keine Voraussetzung für die erfolgreiche Suppression der Unschärfe am Nahauge bei Monovision ist.

Auf Grund der Studie bezüglich des Führungsauges haben Schor und Erickson (1988) beschlossen, dass eine schwache Dominanz des Führungsauges für die Monovision ein Vorteil sein könnte. Das wurde auch durch die Ergebnisse der Studie mit dem sensorischen Führungsaugauge bestätigt (Handa et al., 2004a). Dieselben Autoren haben in einer anderen Studie gezeigt, dass für den Fall, eines sensorisch stark dominanten Führungsauges, die Monovision nur dann erfolgreich sein kann, wenn das sensorische Führungsaugauge für die Ferne korrigiert wird (Handa et al., 2005). Das hat auch eine klinische Studie von Ito et al. (2009) bei Katarakt-Patienten bestätigt.

Bestimmung der induzierten Anisometropie bei der Monovision

Wie die Studien gezeigt haben, spielt der Grad der induzierten Anisometropie eine der entscheidendsten Rollen für einen hohen Erfolg der Monovision (gute unkorrigierte binokulare Sehschärfe in die Ferne und in die Nähe, maximal mögliche Befreiung von der Brille, Minimierung der Adaptationsperiode) und einer niedrigen Rate der möglichen Komplikationen (für den Patienten relevante Minderung des Stereosehens und der Kontrastsensitivität, verschwommenes Sehen insbesondere beim Autofahren in der Nacht und Auftreten einer anisometropischen Astenopie).

Diese Komplikationen treten bei der traditionellen Monovision (induzierte Anisometropie über 1,5 dpt), selbst bei der Berücksichtigung des Führungsauges häufiger auf (Yaron, 2009; Shimizu, 2011). Im Endeffekt betrug die Erfolgsrate der Monovision trotz der bestehenden Fähigkeit ohne Brille Lesen zu können und dem guten unkorrigierten binokularen Fernvisus nur noch 81% (K.Shimizu, 2011, Ito et al., 2009). Die mögliche Lösung für die 19% der unzufriedenen Patienten wäre entweder eine Brille zum Ausgleich der bestehenden Anisometropie oder Austausch der IOL am Nahauge.

Die Patientenzufriedenheit bei milder Monovision (induzierte Anisometropie zwischen 1, 0 und 1,5 dpt) beträgt über 90% (K.Shimizu, 2011; Marques et al., 2009; Finkelman et al., 2009). Wie auch die Ergebnisse unserer Studie bewiesen haben, ist die Rate der möglichen

Komplikationen im Falle einer milden Monovision minimal. Gleichzeitig wurde ein unkorrigierter Nahvisus bei 92,5% der Patienten von 0,4 und mehr erreicht. So haben 77,5% der Patienten zum Lesen normaler Schriftgrößen (Zeitungstext) für ca. eine halbe Stunde keine Brille gebraucht. Durch die Technik milder Monovision wird das Risiko für einen Linsenaustausch von 19% auf ca. 3 bis 9% deutlich reduziert.

Außerdem kann die Zielrefraktion für das Fernauge zwischen 0 und -0,5 dpt und für das Nahauge zwischen -1,0 und -2,25 variieren. Die wird nach der Berücksichtigung der Besonderheiten des Lebensstils des Patienten bestimmt.

Bestimmung des erst zu operierenden Auges

Es ist immer vernünftig zuerst das designierte Fernauge zu operieren. Auch bei größter Sorgfalt bei der präoperativen Biometrie zur Berechnung der Stärke der zu implantierenden IOL ist bei normalen Augen eine Unsicherheit in der erzielten postoperativen Refraktion von -0,5 dpt einzurechnen. Insbesondere bei okulären Besonderheiten wie hohe Hyperopie oder Myopie und vorhandenem PEX, IFIS oder maturer Katarakt ist es deswegen wichtig, denn im Fall einer Abweichung der Zielrefraktion am operierten Auge kann das zweite Auge immer noch auch für die Ferne korrigiert werden. In diesem Fall ist es nicht mehr möglich Monovision zu erreichen, jedoch könnte der Patient zu mindestens auf die Fernbrille verzichten. In Fall der erreichten Zielrefraktion auf dem Fernauge, kann das zweite Auge für die Nähe korrigiert werden. Das heißt, dass die endgültige Entscheidung, ob die Monovisions Strategie komplett durchgeführt wird oder nicht, kann erst nach dem erfolgreich operierten Fernauge getroffen werden. Darüber sollte auch jeder Patient mit geplanter Monovision informiert werden.

Nur bei Patienten, die potentiell lieber eine Fernbrille hätten und keine Nahbrille kann mit dem Nahauge angefangen werden. Dies erfordert jedoch einen erheblichen Mehraufwand in der Patientenführung

Um in kurzer Zeit Monovision und eine gute Patientenzufriedenheit und Rehabilitation zu erreichen muss das zweite Auge möglichst bald operiert werden. Für uns hat sich als gut praktikabel ein Abstand von 2-3 Wochen zwischen beiden Operationen herausgestellt. Nach 10 Tagen kann eine gut reproduzierbare Refraktion durchgeführt werden, die Zeit der unmittelbaren postoperativen hyperopen Verschiebung (hyperopic shift) ist abgelaufen und es kann über das weitere refraktive Procedere und damit die Zielrefraktion am zweiten Auge endgültig entschieden werden.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei den Personen bedanken, die maßgeblich zum Entstehen dieser Arbeit beigetragen haben.

An erste Stelle möchte ich mich für die Überlassung des Themas, die geduldige und ständige Unterstützung und Beratung beim Erstellen der Arbeit sehr herzlich bei Frau Prof. Dr.med. Ines Lanzl bedanken.

Weiterhin möchte ich mich bei dem ganzen Praxis-Team der „Chiemgau Augen Tagesklinik“, insbesondere allen Arzthelferinnen, die sich bei der Befragung der Patienten als EDV-Hilfe eingesetzt haben sehr bedanken.

Mein Dank gilt auch Herrn Tibor Schuster vom Institut für medizinische Statistik und Epidemiologie der TU München für die kompetente und freundliche Beratung bei der statistischen Auswertung.

Besonderes bedanken möchte ich mich bei Lydia und Richard Schneider – meinen „deutschen Eltern“, die während dieser Zeit immer für mich da waren und meine Eltern in aller Art und Weise ersetzt haben.

Weiterer ganz besonderer Dank gilt meiner Familie, allen voran meinen Eltern, die trotz der Entfernung mich immer moralisch unterstützt haben und zur Überwindung immer wieder entstehender Schwierigkeiten motiviert haben. Ich bedanke mich auch bei meinem Bruder für seine unschätzbare Hilfe in der EDV Anwendung, ohne die meine Doktorarbeit nicht so strukturiert gestaltet wäre.