

Aus der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. Dr. h.c. F. Grehn

**Einfluss der clear-cornea-Phakoemulsifikation auf den
Augeninnendruck bei Glaukompatienten
- eine pro- und retrospektive Analyse**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Vorgelegt von
Anja Schneider
aus Schwäbisch Hall

Würzburg, Dezember 2006

Referent: Prof. Dr. med. Wolfgang Lieb

Korreferent: Prof. Dr. med. Gerd Geerling

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 25.11.2008

Die Promovendin ist Ärztin.

Für meine Eltern.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ziel der Studie	2
2	Allgemeiner Teil	
2.1	Glaukom	4
2.1.1	Definition	4
2.1.2	Inzidenz	4
2.1.3	Ätiologie und Pathogenese	5
2.1.4	Formen	7
2.1.5	Primäres Offenwinkelglaukom	7
2.1.6	Sekundäre Offenwinkelglaukome	10
2.1.7	Symptome	10
2.1.8	Diagnostik	11
2.1.9	Therapie	12
2.1.10	Zieldruck	12
2.1.11	Medikamentöse Therapie	14
2.1.12	Laserbehandlung und zyklodestruktive Eingriffe	15
2.1.13	Operation	16
2.2	Katarakt	18
2.2.1	Definition	18
2.2.2	Inzidenz	18
2.2.3	Symptome	18
2.2.4	Formen	19
2.2.5	Therapie	21
2.2.6	Clear-cornea und Phakoemulsifikation	22
2.3	Chirurgische Alternativen bei Koexistenz von Katarakt und Glaukom	23
3	Patienten und Methode	
3.1	Patientenkollektiv	26
3.2	Studiendesign	26
3.2.1	Einschlusskriterien	27
3.2.2	Ausschlusskriterien	28
3.2.3	Auswertung	29
3.2.4	Statistische Verfahren	29
3.3	Apparative Untersuchungen	31
3.3.1	Visusbestimmung	31
3.3.2	Augeninnendruckmessung	31
3.4	Operationsverfahren	32
3.4.1	Operationsvorbereitung	32
3.4.2	Operationstechnik	32

3.4.3	Nachbehandlung	34
4	Ergebnisse der prospektiven Studie	
4.1	Patientenzahlen	35
4.2	Demographische Daten	36
4.3	Beobachtungsdauer:	37
4.3.1	- und demographische Daten	38
4.4	Glaukomart:	39
4.4.1	- und demographische Daten	39
4.4.2	- und Beobachtungsdauer	41
4.5	Operationszusätze:	41
4.5.1	- und demographische Daten	42
4.5.2	- und Beobachtungsdauer	42
4.5.3	- und Glaukomart	43
4.6	Antiglaukomatöse Therapie	43
4.6.1	Nicht-medikamentöse Therapie:	43
4.6.1.1	- und demographische Daten	44
4.6.1.2	- und Beobachtungsdauer	44
4.6.1.3	- und Glaukomart	44
4.6.1.4	- und Operationszusätze	45
4.6.2	Medikamente:	45
4.6.2.1	- und demographische Daten	46
4.6.2.2	- und Beobachtungsdauer	49
4.6.2.3	- und Glaukomart	50
4.6.2.4	- und Operationszusätze	51
4.6.2.5	- und nicht-medikamentöse Therapie	51
4.7	Intraokulardruck:	52
4.7.1	- und demographische Daten	59
4.7.2	- und Beobachtungsdauer	60
4.7.3	- und Glaukomart	60
4.7.4	- und Operationszusätze	61
4.7.5	- und nicht-medikamentöse Therapie	61
4.7.6	- und Medikamente	61
4.8	Visus:	65
4.8.1	- und demographische Daten	66
4.8.2	- und Beobachtungsdauer	67
4.8.3	- und Glaukomart	67
4.8.4	- und Operationszusätze	68
4.8.5	- und antiglaukomatöse Therapie und Intraokulardruck	68
5	Ergebnisse der retrospektiven Studie	
5.1	Patientenzahlen	69
5.2	Demographische Daten	69
5.3	Beobachtungsdauer	71
5.4	Glaukomart	72
5.5	Medikamentöse Therapie	73
5.6	Intraokulardruck	74

6	Diskussion	
6.1	Datenerhebung	80
6.2	Demographische Daten	81
6.3	Medikamente	83
6.4	Intraokulardruck	84
6.5	Visus	89
6.6	Unsere Ergebnisse als Kontrollgruppe für Patienten mit vorbestehendem Sickerkissen	90
7	Zusammenfassung	92
8	Literaturverzeichnis	94

1 Einleitung

Katarakt und Glaukom sind beides Erkrankungen des höheren Lebensalters. Etwa 1-3% der Bevölkerung in den westlichen Industrieländern leiden am Glaukom. Die Inzidenz der Glaukomerkrankung nimmt ab dem 40. Lebensjahr [Krieglstein 1993, Tielsch et al. 1991] deutlich zu. Zusätzlich haben ca. 5-10% der über 70jährigen eine Katarakt. So erhöht sich mit zunehmendem Alter die Wahrscheinlichkeit, dass Patienten gleichzeitig von beiden Problemen betroffen sind. Eines der Hauptsymptome beider Erkrankungen, nämlich der schleichend progrediente Visusverlust, stellt für die betroffenen Patienten ein erhebliches Problem dar, da sie hierdurch bei vielen Tätigkeiten in ihrem Alltag erheblich eingeschränkt werden. Da das periphere Gesichtsfeld bei ihnen häufig bereits durch glaukomatöse Papillenveränderungen beeinträchtigt ist, fällt die Visuseinschränkung insbesondere bei Kataraktformen mit zentralen Trübungen der Linse schon bei leichter Ausprägung stärker ins Gewicht. Gleichzeitig wird die Einsehbarkeit der Netzhaut und des Sehnervenkopfes durch die Katarakt verschlechtert und somit die Beurteilung des Glaukomverlaufs erschwert. Dies stellt auch unter dem Aspekt der immer längeren Lebenserwartung der Patienten seit einigen Jahren eine neue Herausforderung für die Operateure dar. Erschwerend kommt bei diesem Patientenkollektiv hinzu, dass viele der älteren Patienten ebenfalls an zahlreichen internistischen Krankheiten wie Diabetes mellitus, arterieller Hypertonie oder anderen kardiologischen Erkrankungen leiden. Die Komorbidität mit diesen Erkrankungen ist häufig, denn viele davon finden sich in der Liste der Risikofaktoren für Katarakt und Glaukom. So muss bei der operativen Behandlung sorgfältig überlegt werden, inwieweit die geplante Operation ein Risiko für den Patienten darstellt oder der Vorteil an Verbesserung der Lebensqualität überwiegt. Eine einmalige Operation, die sowohl zu einer Visusverbesserung durch Beseitigung der Katarakt führt und gleichzeitig gewährleistet, dass keine Verschlechterung bzw. sogar eine Verbesserung der Glaukomkontrolle eintritt, wäre die ideale Lösung, da hierdurch die Operations- und Narkoserisiken für den Patienten minimiert werden könnten.

1.1 Ziel der Studie

Anhand dieser Untersuchung sollen vor allem die langfristigen Auswirkungen einer Kataraktoperation bei Glaukompatienten insbesondere hinsichtlich des Verlaufs der postoperativen Druckwerte sowie einer möglichen Reduktion der drucksenkenden Lokalthherapie untersucht werden.

Im ersten Teil der Studie sollen retrospektiv gewonnene Daten von Patienten der Universitätsaugenklinik auf Veränderungen der durchschnittlichen IOD-Werte sowie der Anzahl an Medikamenten mehrere Monate nach der Operation hin untersucht werden. Die hierbei ermittelten Ergebnisse sollen in einer prospektiven Studie bestätigt werden.

Folgende Fragen sind hierbei von Interesse:

1. Wie verändert sich der durchschnittliche Augeninnendruck nach clear-cornea-Phakoemulsifikation und Implantation einer Hinterkammerlinse postoperativ und nach sechs Monaten (prospektiver Ansatz) sowie nach einem Jahr (retrospektiver und prospektiver Ansatz). Handelt es sich um eine statistisch bzw. klinisch signifikante Veränderung?
2. Haben demographische Parameter Einfluss auf diese Ergebnisse? Verhält sich der Augeninnendruck bei Patienten mit PEX-Glaukom anders als bei denen mit POWG? Gibt es Unterschiede zu Patienten, die intraoperative Manipulationen wie Synechiolyse und Irisretraktion oder zusätzliche drucksenkende Maßnahmen wie Argonlasertrabekuloplastik, YAG-Laseriridotomie oder Cyclokryokoagulation benötigten?
3. Kann die Anzahl an drucksenkenden Augentropfen eventuell reduziert werden? Bei wie vielen Patienten kann sowohl der Augeninnendruck als auch die Menge der Medikamente reduziert werden?
4. Wie fällt die Visusänderung nach der Kataraktoperation aus.

Gleichzeitig sollten die Patienten als Kontrollgruppe einer Studie dienen, die sich mit dem Verhalten des Augeninnendrucks im Verlauf von zwölf Monaten nach einer Kataraktoperation in gleicher Technik aber bei Patienten mit bereits vorangegangener filtrierender Glaukomoperation und den dadurch bedingten Veränderungen am bestehenden Sickerkissen befasste.

2 Allgemeiner Teil

2.1 Glaukom („Grüner Star“)

2.1.1 Definition:

Das Glaukom ist eine chronische, langsam fortschreitende Erkrankung des Sehnerven (Nervus opticus), die mit charakteristischen morphologischen Veränderungen des Sehnervenkopfes und der retinalen Nervenfaserschicht einhergeht. Mit diesen Veränderungen sind ein zunehmender Untergang von Ganglienzellen der Netzhaut sowie Gesichtsfeldausfälle assoziiert. Das relative Risiko für ein Glaukom steigt mit zunehmendem Niveau des Augeninnendrucks. Aber es spielen auch noch andere Risikofaktoren eine Rolle, da glaukomatöse Veränderungen des Sehnervenkopfes auch bei niedrigen (statistisch „normalen“) IOD-Werten auftreten können [European Glaucoma Society 2003].

Ebenso wie nicht bei allen Patienten mit erhöhten Augeninnendruckwerten zwangsläufig ein Glaukom entstehen muss. So unterblieb z.B. bei einer Studie während des Beobachtungszeitraums von 60 Monaten bei über 90% der Patienten mit erhöhten IOD-Werten die Umwandlung in ein manifestes Primäres Offenwinkelglaukom auch ohne Behandlung [Kass et al. 2002].

2.1.2 Inzidenz:

In den westlichen Industrieländern leidet ungefähr 1-3% der Bevölkerung am Glaukom, mit zunehmender Inzidenz ab dem 40.Lebensjahr. [Krieglstein 1993, Tielsch et al. 1991] Außerdem haben bis zu 5-10% der über 40jährigen zumindest zeitweise über 21 mmHg erhöhte Augeninnendruckwerte ohne glaukomtypische Sehnerv- und Gesichtsfeldschäden. Diese Patienten werden der Diagnose „okuläre Hypertension“ zugeordnet. Bei ihnen besteht ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines manifesten Glaukoms, d.h. bei durchschnittlich fünf Prozent der ungefähr drei Millionen Menschen mit okulärer Hypertension in Deutschland offenbart sich innerhalb von fünf Jahren ein Glaukom [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002]. Nach neueren Studien wurde sogar ein Risiko von ca. 9,5% innerhalb von 60 Monaten für die Entwicklung eines

POWG aus einer okulären Hypertension beschrieben [Kass et al. 2002]. Neben altersbedingter Maculadegeneration, Katarakt und diabetischer Retinopathie ist das Glaukom eine der häufigsten Ursachen für den langsam progredienten Visusverlust bis hin zur Erblindung bei älteren Menschen. Weltweit gehen 15-20% der Erblindungsfälle auf das Konto dieser Erkrankung und die Anzahl an Glaukompatienten wird auf fast 70 Millionen geschätzt, wobei ein Großteil sich dieser Tatsache nicht bewusst ist, da die Erkrankung durch den schleichenden Verlauf von vielen erst im Spätstadium wahrgenommen wird [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002].

2.1.3 Ätiologie und Pathogenese:

Die genaue Ätiologie und Pathogenese ist vor allem bei den primären Glaukomformen in vielen Teilen noch unklar. Es scheinen z.T. genetische Faktoren eine Rolle zu spielen [Rautenstrauß et al. 1997, Stone et al. 1997]. Gemeinsam ist allen Glaukomformen, dass Ganglienzellen der Netzhaut und Nervenfaserbündel der Sehnerven zugrunde gehen. Diese Nervenfasern haben die Aufgabe, die von den Rezeptorzellen der Netzhaut aufgenommenen Seheindrücke zu bündeln und über den Sehnerven in das Sehzentrum des Gehirns weiterzuleiten. Mit zunehmender Erkrankungsdauer kann es ohne Behandlung zu einem fortschreitenden irreversiblen Untergang von Nervenfasern kommen. Während früher vor allem der Erhöhung des Augeninnendrucks die Hauptschuld an der Entstehung des Glaukoms gegeben wurde, stehen heute zumindest bei einem Teil der Patienten, z.B. mit Normaldruckglaukom, weitere Risikofaktoren im Mittelpunkt (siehe Risikofaktoren bei POWG). Der erhöhte IOD bleibt jedoch weiterhin einer der Hauptrisikofaktoren auch bezüglich eines Fortschreitens der Erkrankung. So wurde in mehreren Studien der protektive Effekt einer Senkung des Augeninnendrucks dokumentiert. Es konnte gezeigt werden, dass bei einer Reduktion des IOD um 30%, eine geringere Zunahme von Gesichtsfeldausfällen zu beobachten war [Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group 1998] oder, dass eine Reduktion um 25% vom Ausgangswert das Risiko eines Fortschreitens der Erkrankung bei 50% der Patienten vermindert [Heijl et al. 2002].

Der normale Augeninnendruck wird vom Kammerwasserfluss erzeugt und durch den Abflusswiderstand im Trabekelmaschenwerk geregelt. Das Kammerwasser wird in den Zotten des Ziliarkörpers durch aktive Sekretion und Ultrafiltration gebildet und gelangt

von dort zuerst in die Hinterkammer des Auges. Pro Minute werden ungefähr 2-6µl sezerniert. Durch die Pupille fließt es dann in die Vorderkammer und erreicht so den Kammerwinkel. Dort werden etwa 85% des Kammerwassers über das schwammartige Trabekelwerk in den Schlemm`schen-Kanal geleitet, erreichen über Kollektorkanälchen die episkleralen Kammerwasservenolen und dadurch Anschluss an den venösen Kreislauf des Körpers. Die übrigen 15% werden über das uveosklerale Venensystem abfiltriert (siehe Abb. 1). Die Kammerwasserproduktion unterliegt einem Tag-Nacht-Rhythmus und ist nachts um ca. 40% reduziert, bleibt aber ansonsten konstant und ist vom tatsächlichen Augeninnendruck weitgehend unabhängig. [Grehn 1998]

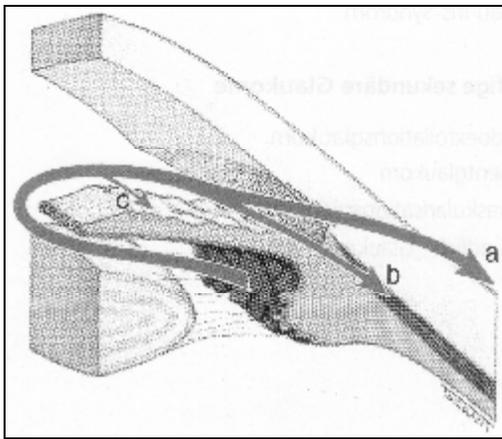


Abb. 1: Normaler Abfluss des Kammerwassers: a= trabekulärer Weg; b= uveoskleraler Weg

© Jack J. Kanski, Lehrbuch der klinischen Ophthalmologie, Thieme-Verlag 1996

Da auch der Augeninnendruck tageszeitlichen Schwankungen unterliegt [Katavisto 1964, Zeimer 1989], sollte die Diagnose anhand von mehreren IOD-Messungen, z.B. im Sinne einer Tagesdruckkurve ermittelt werden und durch kontinuierliche Beobachtung über einen längeren Zeitraum objektiviert werden, was in der täglichen Praxis wegen organisatorischer Probleme und aus Kostengründen häufig erschwert wird. Oft liegt das Maximum des IOD in einem Zeitraum von ca. 8-11 Uhr vormittags und das Minimum zwischen Mitternacht und 2 Uhr in der Frühe. Die täglichen Schwankungen können zwischen drei und fünf mmHg liegen und sind größer bei unbehandelten Glaukomen [European Glaucoma Society 2003].

2.1.4 Formen:

Es können drei große Gruppen unterschieden werden:

1. Das kongenitale Glaukom, bei dem eine persistierende Membran über dem Trabekelwerk den Abfluss des Kammerwassers behindert (Inzidenz circa 1:20000 Geburten).
2. Beim Winkelblockglaukom kann das Kammerwasser nicht abfließen, da der Kammerwinkel durch die Irisbasis verlegt ist.
3. Das Offenwinkelglaukom ist gekennzeichnet durch eine Behinderung des Kammerwasserabflusses durch Veränderungen im Trabekelmaschenwerk und des Schlemm'schen Kanals bei offenem Kammerwinkel.

Des Weiteren erfolgt eine Unterteilung in primäre und sekundäre Glaukome. Die Bezeichnung „primär“ erhalten Glaukomarten, die nicht auf dem Boden einer anderen Augenerkrankung entstehen. Sekundärglaukome (z.B. Pseudoexfoliations-, Pigmentdispersions-, Neovaskularisationsglaukom etc.) werden durch verschiedene Augenerkrankungen sowie Entzündungen, Tumoren, Blutungen und Traumata verursacht oder sind Folge von Medikamentennebenwirkungen, physikalischen oder chemischen Faktoren [Grehn 1998].

Das Patientenkollektiv dieser Studie setzt sich ausschließlich aus Patienten mit primärem Offenwinkelglaukom und Pseudoexfoliationsglaukom zusammen, weswegen hier jetzt nur auf diese beiden Formen näher eingegangen werden soll.

2.1.5 Primäres Offenwinkelglaukom (POWG):

Beim primären Offenwinkelglaukom handelt es sich um eine chronische, langsam fortschreitende Erkrankung des Sehnerven, die mit charakteristischen morphologischen Veränderungen des Sehnervenkopfes und der retinalen Nervenfaserschicht einhergeht, ohne dass gleichzeitig andere Augenkrankheiten oder angeborenen Anomalien vorliegen. Das relative Risiko für ein POWG steigt mit zunehmendem Niveau des Augeninnendrucks, es gibt jedoch keinen Anhalt für einen bestimmten „Schwellen-*IOD*“, der den Beginn der Erkrankung bedingt. Außerdem spielen noch andere Risikofaktoren eine Rolle, da glaukomatöse Veränderungen des Sehnervenkopfes auch bei niedrigen (statistisch „normalen“) *IOD*-Werten auftreten können. Das primäre Offenwinkelglaukom wurde daher zusätzlich in ein „Hochdruck“- und ein

„Normaldruck“-Glaukom unterteilt, um dies zu berücksichtigen [European Glaucoma Society 2003].

Das primäre Offenwinkelglaukom macht mit über 90% aller Glaukome bei Erwachsenen den zahlenmäßig größten Anteil aus. In den meisten Fällen tritt es beidseitig auf. Bei Patienten mit POWG kommt es durch Ablagerung von hyalinem Material vor allem im kribriformen Bereich des Trabekelwerks zu einer Erhöhung des Abflusswiderstandes und daraus resultierenden über die Norm erhöhten IOD-Werten. Der „normale“ Augeninnendruck ist jedoch schwer definierbar. Statistisch gesehen liegt der mittlere IOD bei der gesunden Bevölkerung um 15,5 +/- 5,5 mmHg mit einer Spannweite von 10-21 mmHg. Dieser Druck ist notwendig, um eine glatte Wölbung der Hornhautoberfläche und eine ausreichende Distanz zwischen Hornhaut, Linse und Netzhaut aufrechtzuerhalten [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002].

Eine Überschreitung dieser Maximalwerte bedeutet jedoch nicht automatisch, dass die betroffene Person an einem Glaukom erkrankt ist. 5-10% der über 40jährigen haben Werte über 21 mmHg ohne nachgewiesene Papillen- oder Gesichtsfeldveränderungen. Diese Patienten werden unter dem Begriff der Okulären Hypertension subsummiert. Es besteht für sie allerdings ein erhöhtes Risiko im weiteren Verlauf ein POWG zu entwickeln [Grehn 1998, Kass et al. 2002]. Außerdem gibt es Patienten, bei denen sich die glaukomtypischen Veränderungen bereits bei Augeninnendruckwerten, die noch im statistischen Normalbereich liegen, entwickeln und die daher der Diagnose Normaldruckglaukom zugeordnet werden.

Es sind eine Reihe von Risikofaktoren für die Entstehung eines POWG beschrieben:

- Glaukomschaden am anderen Auge [European Glaucoma Society 2003]
- erhöhter Augeninnendruck [European Glaucoma Society 2003]
- Alter [Landers et al. 2002, Tuulonen et al. 2003]
- Rasse [Kass et al. 2002, Tuulonen et al. 2003]
- Hornhautdicke, größeres Risiko bei dünner Hornhaut [Kass et al. 2002]
- Pseudoexfoliation [Tuulonen et al. 2003]
- Myopie >4 Dioptrien [Landers et al. 2002, Tuulonen et al. 2003]

- Vaskuläre Risikofaktoren: - a) lokal: Blutungen am Papillenrand, peripapilläre Atrophie, - b) systemisch: cerebro- und kardiovaskuläre Erkrankungen, Vasospasmen (kalte Hände und Füße, Raynaud-Phänomen, Migräne), systemische Hypotension mit nächtlichen Blutdruckabfällen), Fettstoffwechselstörungen [Kremmer et al. 2000]
- Bekanntes Glaukom in der Verwandtschaft ersten Grades. Familiäre Häufungen sprechen für die Bedeutung genetischer Faktoren. Das Erkrankungsrisiko für Verwandte ersten Grades ist etwa um das 3-6fache erhöht [Landers et al. 2002, Tielsch et al. 1994, Tuulonen et al. 2003].
- Die Rolle des Diabetes mellitus wird zurzeit kontrovers diskutiert [Tielsch et al. 1995].

Das POWG wird zusätzlich je nach Höhe des Intraokulardrucks noch in ein Normaldruck- und ein „Hochdruck“-Glaukom unterteilt. Beiden gemeinsam ist, dass sich der Beginn der Erkrankung meistens ab dem 35. Lebensjahr aufwärts manifestiert. Bis zum Auftreten von Gesichtsfeldausfällen ist der Verlauf häufig asymptomatisch. In der Gonioskopie stellt sich jeweils ein offener Kammerwinkel dar. Zudem zeigen sich glaukomtypische Veränderungen im Bereich des Sehnervenkopfes und der Nervenfaserschicht der Netzhaut sowie charakteristische Gesichtsfeldausfälle. Im Unterschied zum Normaldruckglaukom, bei dem der maximale IOD ohne Therapie <21 mmHg bleibt, finden sich beim „Hochdruck“-Glaukom unter gleichen Bedingungen IOD-Werte >21 mmHg. Andere Augenkrankheiten liegen im Vergleich zum sekundären Offenwinkelglaukom nicht vor [European Glaucoma Society 2003].

Bei der okulären Hypertension werden zwar wiederholt IOD-Werte über 21 mmHg gemessen, es liegen aber keine glaukomtypischen Sehnervenveränderungen oder Gesichtsfeldausfälle vor. Ein Glaukomverdacht besteht, wenn grenzwertige oder suspekta Papillenbefunde und zusätzliche Risikofaktoren - wie z.B. IOD-Differenz zwischen beiden Augen >4 mmHg, vaskuläre Risikofaktoren oder POWG am zweiten Auge - vorliegen [European Glaucoma Society 2003].

2.1.6 Sekundäre Offenwinkelglaukome:

Beim sekundären Offenwinkelglaukom werden der erhöhte Augeninnendruck sowie die dadurch verursachten fortschreitenden glaukomtypischen Schädigungen des Nervus opticus und Gesichtsfeldausfälle bedingt durch zusätzliche Augenerkrankungen, Allgemeinerkrankungen, medikamentöse oder andere Behandlungen [European Glaucoma Society 2003].

Die zweite Gruppe der Studienteilnehmer umfasst Patienten mit einem Pseudoexfoliationsglaukom. Das PEX-Glaukom gehört ebenso zu den sekundären Offenwinkelglaukomen wie das Pigmentdispersionsglaukom. Patienten mit letzterer Glaukomform konnten jedoch nicht für die Studie gewonnen werden. Beim Pseudoexfoliationssyndrom kommt es durch Störungen der Biosynthese der Basalmembran zur Ablagerung von fibrillärem extrazellulärem Matrixmaterial im Bereich des vorderen Augensegmentes und anderen Organsystemen. Dabei wird das Trabekelwerk durch amorphes zellfreies Material und Pigment, das multifokal vor allem von alternden Zellen des Ziliarepithels gebildet wird, verstopft und dadurch der Abflusswiderstand erhöht [Wirbelauer et al. 1997].

Die Patienten sind bei Beginn der Erkrankung häufig bereits älter als 60 Jahre. Im Gegensatz zum Primären Offenwinkelglaukom bestehen beim PEX-Glaukom häufig höhere IOD-Werte, die auch größeren Schwankungen unterliegen. Daher zeigen sich bei Diagnosestellung meist bereits stärker ausgeprägte Papillenexkavationen und Gesichtsfeldeinschränkungen [European Glaucoma Society 2003].

2.1.7 Symptome:

Im Anfangsstadium der Erkrankung bleibt der Verlauf meist asymptomatisch. Gesichtsfeldausfälle werden häufig erst bei fortgeschrittenen Schädigungen des Sehnervs bemerkt. Diese Schädigung betrifft zunächst die Nervenfasern der peripheren Netzhaut und schreitet langsam zum Zentrum hin fort. Die meisten Optikusfasern laufen in einem Bogen auf die Papille zu. Nur die Fasern zwischen Fovea centralis, der Stelle des schärfsten Sehens, und der Papille verlaufen geradlinig. Typischerweise werden zuerst die bogenförmig verlaufenden Fasern geschädigt. Hieran sind sowohl mechanische Faktoren als auch Minderdurchblutung beteiligt. Die mechanische Schädigung bei erhöhtem Augeninnendruck erfolgt durch Abknicken der Axone und

somit Unterbrechung des Plasmaflusses in der Nervenzelle wodurch die Versorgung der Nervenzelle nicht mehr gewährleistet ist und die Apoptose (=Zelltod) induziert wird [Grehn 1998].

Insbesondere beim Normaldruckglaukom ergeben sich zunehmend Hinweise für eine multifaktorielle Genese der glaukomatösen Optikusatrophie. Es scheinen Durchblutungsstörungen v. a. bedingt durch vaskuläre Risikofaktoren (siehe oben) eine Rolle zu spielen. Entscheidend für das Auftreten bzw. das Fortschreiten von Glaukomschäden scheint der Perfusionsdruck zu sein. Beim Auge versteht man hierunter die Differenz von mittlerem arteriellem Druck und intraokulärem Druck (entspricht dem Druck in den drainierenden Venen). So können offensichtlich bei einer guten okulären Durchblutung höhere IOD-Werte toleriert werden, wohingegen bei einer schlechten Durchblutung bereits bei niedrigen IOD-Werten Schäden auftreten können. Ein niedriger Perfusionsdruck geht mit einer höheren Prävalenz von POWG einher [Kremmer et al. 2000].

2.1.8 Diagnostik:

- Messung des Augeninnendrucks, z.B. mittels Applanationstonometrie nach Goldman: Nach Möglichkeit sollte der IOD im Rahmen einer Tagesdruckkurve mit mehreren Messungen im Abstand von ungefähr drei Stunden ermittelt werden. Beim POWG variiert der IOD im täglichen Verlauf typischerweise beträchtlich. Unterschiede von über 5 mmHg sind keine Seltenheit. Die Augeninnendruckwerte sind meist in den Morgenstunden am höchsten [Katavisto 1964, Zeimer 1989].
- Ophthalmoskopie: Dabei zeigt sich ein Spektrum von unterschiedlich großen Papillenexkavationen je nach Ausmaß und Dauer der Glaukomerkrankung. Im Verlauf entsteht eine konzentrische Vergrößerung der Exkavation. Charakteristisch sind außerdem Kerben im Nervenfasersaum sowie Abknicken der Gefäße am Papillenrand. Mit rotfreiem Licht, z.B. durch Verwendung eines Grünfilters lassen sich schlitzförmige Nervenfaserbündeldefekte neben der Papille darstellen [Grehn 1998].
- Perimetrie: Zu Beginn entwickeln sich häufig ein nasal oben gelegenes parazentrales Skotom und eine Vergrößerung des blinden Flecks. Im Weiteren

können die parazentralen Skotome den blinden Fleck erreichen (Bjerrum-Skotom). Das periphere Gesichtsfeld wird zunehmend eingeengt, die zentrale Sehfähigkeit kann jedoch lange erhalten bleiben. In fortgeschrittenen Stadien bleiben nur noch ein kleiner zentraler und ein meist temporaler Gesichtsfeldrest übrig [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002].

- Gonioskopie: Hiermit können Anomalien der Kammerwinkelstrukturen gesehen werden und die Kammerwinkelweite bestimmt werden. Man findet beim POWG keine Goniosynechien, dafür meist leicht pigmentiertes Trabekelwerk allerdings geringer als beim PEX-Glaukom. Beim PEX-Glaukom kann man zusätzlich Ablagerungen des pseudoexfoliativen Materials im Trabekelwerk finden [Grehn 1998].

2.1.9 Therapie:

Prinzipiell stehen drei verschiedene Therapieoptionen zur Verfügung:

Zu Beginn wird die Druckregulierung meist mit einer medikamentösen Therapie versucht. Wird dadurch keine suffiziente Senkung des intraokulären Drucks erreicht, können Laserbehandlungen bzw. zyklodestruktive Eingriffe durchgeführt oder letztendlich die Indikation zur Operation gestellt werden. Mit Hilfe dieser Maßnahmen soll ein bestimmter Zieldruck erreicht werden.

2.1.10 Zieldruck:

Der Zieldruck bei der Behandlung des Glaukoms kann nicht generell auf einen Wert <21 mmHg festgelegt werden, da Patienten mit so genanntem Normaldruckglaukom bereits bei niedrigeren Druckwerten glaukomtypische Schäden entwickeln können. Der Zieldruck sollte daher für jeden Patienten individuell unter Berücksichtigung der bei ihm vorhandenen Risikofaktoren ermittelt werden. Zu diesen Faktoren zählen unter anderem Alter sowie individuelle Lebenserwartung, das Ausmaß der bereits bestehenden Schädigung von Papille und Gesichtsfeld zusammen mit der Ausgangsdrucklage, unter der diese aufgetreten sind, außerdem Verlauf und Progredienz der Erkrankung sowie spezielle Risikofaktoren (positive

Familienanamnese, Myopie, Pseudoexfoliation, Pigmentdispersion, Blutdruck, Vasospasmus usw.) [Kampik, Grehn 2002].

Je größer der bereits vorbestehende Glaukomschaden ist, desto niedriger muss der Zieldruck angesetzt werden. Außerdem muss der Zieldruck im Verlauf der Behandlung möglicherweise erneut evaluiert und angepasst werden, z.B. wenn sich Gesichtsfelddefekte unter der Behandlung weiter verschlechtern. Eine Einschränkung des Zieldruckkonzepts liegt somit darin, dass man erst im Nachhinein feststellen kann, ob der anfangs bestimmte Zieldruck gut oder schlecht gewählt war. Erst wenn sich eine Verschlechterung bei dem Patienten einstellt, weiß man, dass der Zieldruck inadäquat bestimmt war [European Glaucoma Society 2003].

Der Prozentsatz der angestrebten IOD-Reduktion (z.B. 20%, 30% oder 40% vom Ausgangswert) hängt vor allem von den bei Diagnosestellung vorhandenen Glaukomschäden und dem Ausmaß des Fortschreitens der Erkrankung ab.

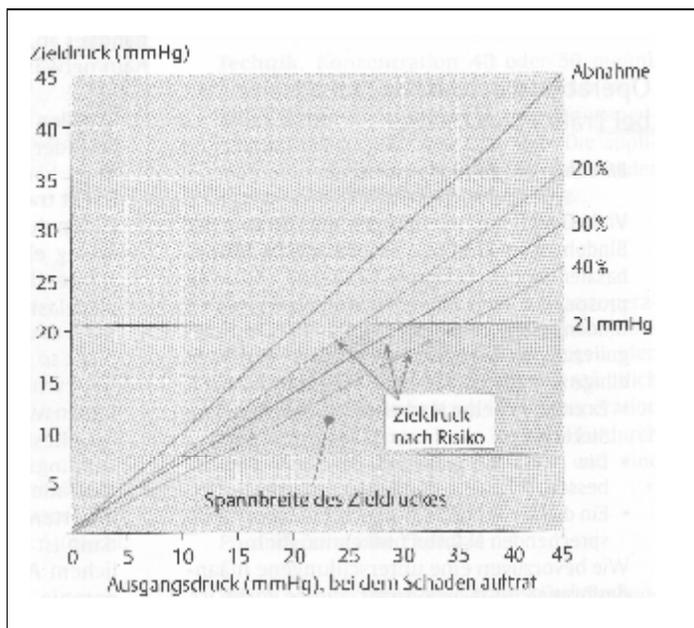


Abb. 2: Diagramm zur Bestimmung des Zieldrucks.

© A. Kampik, F. Grehn, Augenärztliche Therapie, Thieme-Verlag 2002

2.1.11 Medikamentöse Therapie:

Medikamentöse Therapie wird in der Regel als lokale Tropfentherapie ans Auge appliziert. Die Medikamentenwahl ist abhängig von Wirksamkeit, Nebenwirkungen und Kontraindikationen. Die medikamentöse Therapie des primären Offenwinkelglaukoms besteht einmal in der Reduktion des Kammerwasserzuflusses sowie der Verbesserung der Abflussmöglichkeiten. Hierzu stehen verschiedene Medikamentengruppen zur Verfügung. Zu den schon seit längerem eingesetzten Parasympathomimetika, Sympathomimetika und Betablockern sind in den letzten Jahren noch die lokalen Carboanhydrasehemmer, α -2-Agonisten und Prostaglandine hinzugekommen [Pfeiffer 1998].

- a) Parasympathomimetika: Schon früh wurde die günstige Wirkung der Miotika wie Pilocarpin (0,5-2%) oder Carbachol (0,75-3%) erkannt. Diese Parasympathomimetika führen zwar zu einem verbesserten Abfluss, indem der Tonus der Ziliarmuskulatur erhöht und somit ein mechanischer Zug auf das Trabekelmaschenwerk ausgeübt wird, bewirken jedoch gleichzeitig eine Verengung der Pupille, was die Dunkeladaptation erschwert. Nachteilig hierbei ist, dass die Applikation wegen der kurzen Wirkdauer 3-4x täglich erfolgen muss. Außerdem kann bei prädisponierten Patienten ein Asthma ausgelöst werden.
- b) Sympathomimetika: Als Hauptvertreter ist hier vor allem das Adrenalin bekannt. Es wirkt über β -2-Rezeptoren auf das Trabekelmaschenwerk und verbessert so den Kammerwasserabfluss. Als Nebenwirkung tritt häufig nach einer initialen Vasokonstriktion nach einigen Stunden eine reaktive Vasodilatation und somit Rötung der Bindehaut auf. Zudem können systemische kardiovaskuläre Nebenwirkungen auftreten.
- c) Betablocker: Betaadrenozeptoren blockierende Substanzen wie z.B. Timolol wirken über eine Drosselung der Kammerwasserproduktion. Aufgrund der schnellen systemischen Resorption müssen jedoch kardiale, pulmonale und zentrale Kontraindikationen beachtet werden. Absolute Kontraindikationen sind Asthma bronchiale und AV-Blockierungen. Lokale Nebenwirkungen sind bis auf eine lokalanästhetische Wirkung und Hervorrufen eines trockenen Auges eher gering.

- d) Lokale Carboanhydrasehemmer: In den letzten Jahren wurde das Spektrum verfügbarer Medikamente durch lokal anzuwendende Carboanhydrasehemmer erweitert (z.B. Dorzolamid, Brinzolamid). Diese drosseln die Kammerwasserproduktion durch eine Hemmung der Carboanhydrase am Ziliarkörper. Ihr Vorteil besteht neben einer effektiven Drucksenkung darin, dass keine Pupillen-oder Akkommodationsstörung und keine Beeinflussung der Gefäßweite eintreten. Lokale Nebenwirkungen umfassen kurzfristiges Verschwommensehen, Augenbrennen und Allergien.
- e) Prostaglandinanaloga: Eine weitere Gruppe sind die Prostaglandinanaloga (z.B. Latanoprost, Travoprost, Bimatoprost). Sie führen zu einer starken Augeninnendrucksenkung mittels Verbesserung der uveoskleralen Abflusswege. Als Nebenwirkungen wurden vor allem lokale Hyperämien sowie eine Braunfärbung der Regenbogenhaut und verstärktes Wimpernwachstum beobachtet.
- f) α -2-Agonisten: Die α -2-agonistisch wirkenden Substanzen wie Clonidin, Aproclonidin und Brimonidin senken den Augeninnendruck durch Drosselung der Kammerwasserproduktion. Der Einsatz von Clonidin wird durch blutdrucksenkende und zentralnervöse Nebenwirkungen nach systemischer Resorption eingeschränkt. Diese sind ebenso wie die Allergierate beim Brimonidin niedriger [Pfeiffer 1998].

2.1.12 Laserbehandlung und zyklodestruktive Eingriffe:

Die Indikation zur Argonlasertrabekuloplastik stellt sich bei Patienten mit POWG, Pseudoexfoliations- oder Pigmentdispersionsglaukom immer dann, wenn der Augeninnendruck durch die medikamentöse Therapie allein nicht ausreichend kontrolliert ist, wenn Kontraindikationen gegen eine medikamentöse Therapie bestehen oder wenn insbesondere bei älteren Patienten die Compliance ein Problem ist [European Glaucoma Society 2003].

Unter Verwendung eines Lasers, der im Grünbereich emittiert (z.B. Argonionenlaser) wird eine Trabekuloplastik durchgeführt, d.h. es werden 80-100 Laserpunkte im Bereich des Trabekelmaschenwerks gesetzt. Durch die thermische Wirkung des Lasers entstehen

narbige Veränderungen, durch deren Zug auf das benachbarte Trabekelmaschenwerk der Kammerwasserabfluß verbessert und eine Augeninnendruckreduzierung von bis zu 5-8 mmHg ermöglicht wird [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002]. Folgende Komplikationen können dabei auftreten: Vorübergehende Abnahme der Sehschärfe durch das Gonioskopie-Kontaktgel, Entzündungen oder IOD-Anstiege; vorübergehende Iritis; Gesichtsfeldverluste durch die IOD-Erhöhung; periphere anteriore Synechien. Die Anzahl der Responder liegt bei nahezu 100%. Mit der Zeit kann es jedoch wieder zu einem Nachlassen des therapeutischen Effekts kommen [European Glaucoma Society 2003].

Eine weitere Alternative, die mit Hilfe eines Lasers bewerkstelligt wird, ist die Zyklphotokoagulation, die zu den zyklodestruktiven Eingriffen wie auch die Zyklodyokoagulation gezählt wird. Dabei wird ein Infrarotlaser (z.B. Neodym-YAG-Laser oder Diodenlaser) verwendet, der die Sklera durchdringen kann, und damit ein Teil des Ziliarepithels verödet. Ebenfalls zu den zyklodestruktiven Maßnahmen gehört die Zyklodyokoagulation, bei der Teile des Ziliarkörpers im Bereich der Pars plana zerstört und dadurch die Kammerwasserbildung vermindert werden [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002].

2.1.13 Operation:

Bei perforierenden Operationen, sog. Filtrationsoperationen, wird der Augapfel eröffnet und ein neuer kontrollierter Abflussweg für das Kammerwasser unter die Bindehaut geschaffen. Von dort aus gelangt es über Lymphgefäße und Venen der Bindehaut und Episkleren in den Blutkreislauf. Zuerst wird ein Skleradeckel präpariert. Anschließend wird eine runde (Goniotrepanation) oder rechteckige (Trabekulektomie) Öffnung durch das Trabekelwerk hindurch geschaffen. Der Kammerwasserabfluss wird teilweise durch den entstehenden Deckel wieder abgedeckt und damit gedrosselt, so dass das Kammerwasser nur langsam durchsickern kann. Darüber wird die Bindehaut wasserdicht zugenäht. So entsteht das sog. Sickerkissen, indem absickerndes Kammerwasser die Konjunktiva leicht vorwölbt [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002]. Die Erfolgsrate dieser Operation bei vorher nicht operierten Augen wird mit bis zu 90% innerhalb von zwei Jahren beschrieben. In vielen Fällen wird eine langfristige IOD-Kontrolle erreicht, auch wenn manche Patienten weitere Behandlungen oder eine

erneute Operation benötigen [European Glaucoma Society 2003]. Die Indikation für eine Trabekulektomie stellt sich vor allem bei Versagen anderer Therapieformen oder wenn diese nicht geeignet oder nicht verfügbar sind. Ebenfalls kann eine operative Therapie indiziert sein, wenn der angestrebte Zieldruck mit anderen Mitteln nicht erreicht werden kann oder der Intraokulardruck so hoch ist, dass eine andere Behandlung nicht Erfolg versprechend erscheint [European Glaucoma Society 2003]. Nach einer Trabekulektomie besteht ein erhöhtes Risiko für die Entstehung einer Katarakt [Feiner, Piltz-Seymour 2003]. Zudem kann als postoperative Komplikation eine Infektion des Sickerkissens auftreten, in deren Folge sich eine Endophthalmitis mit der Gefahr einer Erblindung ergeben kann. Um eine postoperative Narbenbildung im Bereich des Sickerkissens und somit einen Funktionsverlust zu vermeiden, können zusätzlich Antimetabolite wie 5-Fluorouracil (5-FU) oder Mitomycin-C (MMC) eingesetzt werden [European Glaucoma Society 2003].

Nicht-penetrierende Operationen belassen den Augapfel uneröffnet. Zu diesen Eingriffen zählt die tiefe Sklerektomie, bei der eine dünne Membran (Innenwand des Schlemm'schen Kanals) zwischen Vorderkammer und Skleradeckel belassen wird. Die Viskokanalostomie funktioniert nach dem Prinzip, dass der Schlemm'sche-Kanal durch eine hochvisköse Substanz (Hyaluronsäure) aufgedehnt wird [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002].

2.2 Katarakt („Grauer Star“)

2.2.1 Definition:

Trübung der Linse und dadurch bedingte Sehverschlechterung. Die wörtliche Übersetzung des Wortes Katarakt bedeutet „Wasserfall“, hergeleitet von dem griechischen „katarrhaktes“=herabstürzend, da man früher daran glaubte, eine geronnene Flüssigkeit habe sich vom Gehirn her kommend vor die Linse ergossen [Grehn 1998].

2.2.2 Inzidenz:

Pro Jahr wird die Zahl der durch eine Katarakt erblindeten Menschen auf ungefähr 20 Millionen weltweit geschätzt. In den USA und Europa werden jedes Jahr etwa 5000-6000 Kataraktoperationen pro Million Einwohner ausgeführt. Allein in Deutschland werden jährlich über 450000 Patienten mit Katarakt operiert [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002].

2.2.3 Symptome:

Die Symptome entwickeln sich ebenso wie beim Glaukom meist schleichend. Erst wenn die Sehschärfe auf weniger als 50% abgesunken ist, bekommen die Patienten Schwierigkeiten bei der Verrichtung alltäglicher Aufgaben. Je nach Ausprägung der Katarakt klagen die Patienten über verschleiertes, verzerrtes Sehen vor allem bei geringem Kontrast und in der Dämmerung. Eine erhöhte Blendempfindlichkeit z.B. bei nächtlichen Autofahrten wird durch die unregelmäßige Streuung des Scheinwerferlichts entgegenkommender Fahrzeuge an den Trübungen der Linse bewirkt. Monokulare Doppelbilder entstehen, wenn sich durch die unterschiedlichen Brechungsindices der Trübungen zwei Brennpunkte bilden. Auch die Farbwahrnehmung der Patienten verändert sich („alles Grau in Grau“), da durch die Linsentrübungen verstärkt die blauen Anteile des Licht herausgefiltert werden [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002].

2.2.4 Formen:

Über 99% der Katarakte sind erworben, lediglich weniger als ein Prozent gehören zu den kongenitalen Katarakten. Bei den erworbenen Katarakten macht der Altersstar (Cataracta senilis) mit etwa 90% den Hauptanteil aus.

Eine Möglichkeit der Unterscheidung besteht in der unterschiedlichen Lokalisation der Linsentrübungen:

- Die Cataracta nuclearis (etwa 30%), auch Kernkatarakt genannt, ist eine langsam fortschreitende Form mit zunehmender Verhärtung der gesamten Linse und gelblich-bräunlicher Verfärbung des Kerns, bei der es durch den höheren Brechungsindex des bräunlichen Linsenkerns zu einer Brechkraftzunahme kommt. Durch diese Linsenmyopie bleibt den Patienten relativ lange ein gutes Nahsehvermögen erhalten.
- Die Cataracta corticalis anterior und posterior (ca. 50%), bzw. Rindenkatarakt, ist gekennzeichnet durch radiäre Trübungen, die beim Patienten insbesondere zu verstärkter Blendung und verschwommenem Sehen führen. An der Spaltlampe erkennt man kleine Vakuolen in der Rinde, Wasserspalten, d.h. radiär angeordnete flüssigkeitsgefüllte Spalten zwischen einzelnen Fasern und die Separation einzelner Lamellen.
- Die Cataracta subcapsularis posterior oder hintere Schalen-trübung ist eine seltenere Form, die häufig rasch fortschreitet und einen schnellen Visusverlust bedingt.
- Die Cataracta zonularis bzw. der Schichtstar entsteht durch Trübungen innerhalb einer einzigen Linsenfaserschicht.
- Die Cataracta coronaria wird als Kranzstar bezeichnet, da die Trübungen kranzförmig im Bereich des Linsenäquators auftreten [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002].

Eine weitere Einteilung erfolgt nach dem Reifestadium der Katarakt:

- Bei der Cataracta incipiens ist die Sehschärfe noch voll erhalten (Visus 0,8-1,0), die Trübung gering und es besteht noch keine Operationsindikation.

- Die Cataracta immatura ist gekennzeichnet durch einen bereits herabgesetzten Visus (0,4-0,5), man erkennt jedoch beim Augenspiegeln noch den roten Fundusreflex der Aderhaut.
- Bei der Cataracta protracta ist der Visus auf 1/50-0,1 herabgesetzt und die Operationsindikation gegeben.
- Patienten mit Cataracta matura können lediglich noch Handbewegungen vor dem Auge und den Unterschied zwischen Hell und Dunkel erkennen, da die Linse völlig getrübt ist. Durch Wassereinlagerung in die Linse kann hieraus eine Cataracta intumescens entstehen, die eine dringliche Indikation zur Operation bedeutet, da das Risiko eines phakolytischen Glaukoms besteht.
- Die Cataracta hypermatura kommt meist nur in höherem Lebensalter vor und zeichnet sich durch ein Absacken des verflüssigten Linsenkerns innerhalb der Linsenkapsel aus [Grehn 1998, Kampik, Grehn 2002].

Pathogenese	Lokalisation der Trübung	Reifegrad
Erworbene Cataract: <ul style="list-style-type: none"> - Cat. senilis - Cataract bei systemischen Allgemeinerkrankungen (z.B. Diabetes mellitus) - Cat. complicata bei Augenerkrankungen - Cataract nach intraokulären Operationen - Cat. traumatica nach Augenverletzungen - Strahlenkatarakt - Cataract durch Medikamente (z.B. Cortison) 	<ul style="list-style-type: none"> - Cat. corticalis (Rindenstar, ca. 50%) - Cat. subcapsularis posterior (subkapsuläre hintere Rindentrübung) - Cat. nuclearis (Kernstar, ca. 30%) - Cat. zonularis (Schichtstar) - Cat. coronaria (Kranzstar) 	<ul style="list-style-type: none"> - Cataracta incipiens - Cataracta protracta - Cataracta immatura - Cataracta matura - Cataracta intumescens - Cataracta hypermatura
Kongenitale Cataract: <ul style="list-style-type: none"> - vererbte kongenitale Katarakt - Katarakt infolge frühembryonaler Schädigung (z.B. durch Röteln, ...) 		

Abb. 3: Zusammenfassung der unterschiedlichen Kataraktformen

2.2.5 Therapie:

Ziel der Operation ist es die funktionelle Beeinträchtigung durch die Visusminderung zu beseitigen und dadurch die Lebensqualität des Patienten zu verbessern. Außerdem können durch die Kataraktextraktion Komplikationen wie z.B. ein phakolytisches Glaukom vermieden werden. Ein weiterer Vorteil ergibt sich für den Augenarzt durch die bessere Beurteilbarkeit des Augenhintergrunds nach Entfernung der getrüben Linse.

Noch bis in die 70er Jahre wurde bei Kataraktoperationen häufig die gesamte Linse entfernt. Über einen großen Schnitt in der Hornhaut (bis zu 12 mm Breite) bzw. einen corneoskleralen Schnitt wurde die Linse mit ihrer Kapsel aus dem Auge herausgezogen („intrakapsuläre Kataraktoperation“, ICCE) und die Wunde anschließend mit einem feinen Nylon-Faden vernäht. Die Korrektur der entstandenen Aphakie (Linsenlosigkeit) erfolgte mit Hilfe von sog. Starbrillen. Nachteilig bei dieser Methode war vor allem das eingeschränkte Gesichtsfeld. Außerdem war die Starbrille durch die dicken Gläser in der optischen Abbildung schlecht, sehr schwer und kosmetisch unbefriedigend für die Patienten [Grehn 1998]. Die erste Implantation einer Kunstlinse erfolgte durch Sir Harold Ridley im Jahre 1949. Probleme der frühen Linsen bestanden vor allem in der Anpassung der Linsenstärke und Linsenluxationen. In den 50er- und 60er-Jahren entwickelte man neue Linsen, die in die Vorderkammer des Auges implantiert wurden. Diese konnten sowohl nach extra- als auch nach intrakapsulärer Kataraktextraktion implantiert werden. Komplikationen bei den frühen Vorderkammerlinsen bestanden hauptsächlich in Hornhautdekomensationen. Eine weitere Entwicklung waren irisfixierte Linsen [Auffarth, Apple 2001].

Mit Beginn der 80er Jahre begann sich eine neue Operationstechnik durchzusetzen, bei der man die Linsenkapsel im Auge beließ und nur den getrüben Inhalt entfernte. In den verbleibenden Kapselsack wurde dann eine Kunstlinse eingesetzt. Diese Technik nennt man „Extrakapsuläre Kataraktextraktion“. Vorteil dieser Methode ist vor allem die Erhaltung der natürlichen Einteilung des Auges in ein vorderes und hinteres Segment. Dadurch kann der Glaskörper nicht wie bei der ICCE nach vorne fallen und das Risiko einer Netzhautablösung wird verringert. Die Inzisionsbreite beträgt hierbei noch ungefähr 6-8mm. Mit Hilfe der Phakoemulsifikation nach Kelman kann die Inzisionsbreite auf 2,4-6mm verkürzt werden und durch eine tunnelförmige Anlage des

Schnittes auf eine Naht verzichtet werden (no-stich-Technik). Bei der Phakoemulsifikation wird nach Kapsulorhexis der vorderen Linsenkapsel das Linsenmaterial mittels Hochfrequenzultraschall zerkleinert und abgesaugt. Anschließend wird die hintere Kapsel poliert und die Kunstlinse eingesetzt. Die Phakoemulsifikation ist für das Auge insgesamt schonender. Durch den kleinen selbstabdichtenden Schnitt kann eine hohe Wundstabilität ohne zusätzliche Naht erreicht werden. Außerdem ist die postoperative Wundheilungsphase kürzer und mit einer schnelleren Visuserholung sowie geringerem Astigmatismus verbunden [Auffarth, Apple 2001].

2.2.6 Clear-cornea und Phakoemulsifikation

Seit Beginn der 90er Jahre werden die cornealen Inzisionen immer populärer. Erste Ansätze gab es bereits 1967 als Charles Kelman diese Technik als beste Methode zur Kataraktextraktion mittels Phakoemulsifikation postulierte. Corneale Inzisionen wurden ebenfalls bei der Implantation von Vorderkammerlinsen eingesetzt. Zuerst wurden die clear cornealen Einschnitte noch durch Naht verschlossen. Im April 1992 stellte Fine während eines Treffens der American Society of Cataract and Refractive Surgery seine Technik der sich selbst abdichtenden temporalen clear-cornealen Inzision vor [Fine, Hoffman 1998].

Mit der Verfügbarkeit faltbarer Intraokularlinsen, die durch kleinere Einschnitte ohne Naht ins Auge eingeführt werden können, wurde eine Trendwende hin zur Verwendung der clear-cornealen Schnittführung geschaffen. Die Vorteile der clear-cornealen Schnitttechnik z.B. im Vergleich zum skleralen Tunnelschnitt liegen auf der Hand. Durch die Tatsache, dass Bindehaut und Sklera durch die Schnittführung nicht beeinträchtigt werden, bleiben die conjunktivalen und skleralen Gefäße unverletzt; es fließt weniger Blut, was den Einsatz von Geräten zur Elektrokoagulation vermindert und die Sicht während der Operation vor allem bei Patienten mit Antikoagulation verbessert. Außerdem bleibt die Konjunktiva für eventuell später nötig werdende filtrierende Operationen erhalten – besonders günstig bei Glaukompatienten mit unzureichender Druckstabilisierung. Eine schnelle Visuserholung und kosmetische

Aspekte durch Vermeidung subkonjunkivaler Blutungen sind zusätzliche Punkte, die besonders für das subjektive Empfinden der Patienten eine Rolle spielen können [Fine, Hoffman 1998].

In Bezug auf das Augeninnendruckverhalten unmittelbar postoperativ zeigt sich bei Patienten ohne Glaukom eine geringere IOD-Erhöhung nach clear-cornealer Inzision als bei skleralem Tunnelschnitt [Schwenn et al. 2001]. Auch wenn es sich hierbei nur um eine mäßige IOD-Erhöhung handelt, die bei normalen Patienten keine klinische Signifikanz aufweist, muss diese bei Glaukompatienten mit bereits vorgeschädigter Sehnervenpapille beachtet werden. Im weiteren Verlauf sinkt der Augeninnendruck bei beiden Schnitttechniken. Dabei findet sich eine etwas stärkere IOD-Senkung nach fünf bzw. zwölf Monaten bei Augen mit clear-cornealer Inzision [Schwenn et al. 2001, Tennen, Masket 1996].

Besonders die langfristigen Auswirkungen der clear-cornealen Kataraktextraktion auf den Augeninnendruck sind für die Behandlung von Glaukompatienten von Bedeutung. Über einen längeren Zeitraum erniedrigte IOD-Werte erleichtern die Therapiekontrolle und ermöglichen eventuell eine Reduktion der Glaukommedikation. Bei Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom zeigt sich circa ein Jahr nach der Operation eine durchschnittliche Augeninnendruckreduktion zwischen 1,11 mmHg und 3,3 mmHg [Kim et al. 1999, Merkur et al. 2001, Pohjalainen et al. 2001, Shingleton et al. 1999]. Patienten mit Pseudoexfoliationsglaukom profitieren ebenfalls von einer langfristigen Drucksenkung. Der IOD kann nach zwölf Monaten durchschnittlich um bis zu 2,31 mmHg abgesenkt sein [Merkur et al. 2001].

2.3 Chirurgische Alternativen bei Koexistenz von Katarakt und Glaukom

Prinzipiell gibt es drei Möglichkeiten der chirurgischen Therapie bei Patienten mit Glaukom und Katarakt, die kontrovers diskutiert werden können. Als Alternativen bieten sich entweder die alleinige Kataraktoperation oder wahlweise die Kataraktoperation nach vorangegangenem filtrierendem Eingriff an. Ein weiterer

operativer Ansatz besteht in der kombinierten Glaukom- und Kataraktoperation. Die Entscheidung darüber, welche dieser Maßnahmen beim einzelnen Patienten angewendet werden soll, bedarf sorgfältiger Überlegungen. Neben dem Ausprägungsgrad der Katarakt und den damit verbundenen Einschränkungen des Patienten im täglichen Leben, spielt ebenso die Glaukomart eine Rolle. Zusätzlich muss das Ausmaß der bereits vorhandenen Glaukomschäden am Sehnerven berücksichtigt werden und die Tatsache inwieweit dieser Status durch Medikamente ausreichend kontrolliert werden kann, was wiederum von der Compliance und dem Gesundheitszustand des Patienten abhängt. Auch die intraoperativen Bedingungen bei der Kataraktoperation können durch die gleichzeitig bestehende Glaukomerkrankung kompliziert werden. So führen langjährige Miotikatherapie und Synechienbildung zu erschwerter Pupillendilatation und somit schlechterer Sicht des Operateurs. Bei Patienten mit Pseudoexfoliationsglaukom ist zudem die Gefahr einer Kapsel- und Zonularuptur bzw. Zonulolyse deutlich erhöht. Nicht zuletzt bewirken IOD-Spitzen, die während der frühen postoperativen Phase auftreten können, möglicherweise irreparable Schädigungen der bereits vorgeschädigten Sehnerven [Barak et al. 1996, Schwenn et al. 2001].

Die alleinige Kataraktoperation wird häufig empfohlen, wenn die glaukomatösen Gesichtsfeldausfälle noch nicht zu stark ausgeprägt sind und eine suffiziente Augeninnendruckkontrolle durch ein oder zwei Medikamente zu gewährleisten ist. Vorteile dieser Methode sind zum einen das technisch einfachere Operationsverfahren mit kürzerer Operationszeit sowie geringerem Komplikationsrisiko. Außerdem ist eine schnellere Visuserholung zu erwarten [Schuman 1996].

Filtrierende Glaukomoperationen mit anschließender Kataraktoperation zu einem späteren Zeitpunkt oder kombinierte Verfahren werden dagegen eher bei Patienten verwendet, bei denen bereits mittelmäßige bis schwere Gesichtsfeldausfälle vorliegen oder die Kontrolle des Augeninnendrucks nur durch Kombination mehrerer Medikamente erzielt werden kann. Kombinierte Eingriffe eignen sich besonders für Personen, deren Gesundheitszustand gegen eine zusätzliche zweite Operation spricht. Allerdings sind diese Operationen technisch anspruchsvoller und z.T. mit einem höheren Komplikationsrisiko verbunden [Schuman 1996].

Eine mäßige Augeninnendrucksenkung nach alleiniger Kataraktoperation sowie eine Reduktion der antiglaukomatösen Therapie wurde bereits mehrfach beschrieben. Man kann hier zwischen der intrakapsulären Kataraktextraktion (ICCE), der extrakapsulären Kataraktextraktion (ECCE) und der Phakoemulsifikation nach Kelman unterscheiden. Bei der ECCE wird der Linsenkern als Ganzes aus der Kapsel entfernt, während bei der Phakoemulsifikation mit Hilfe von Hochfrequenzultraschall das Linsenmaterial zuerst zerkleinert und danach abgesaugt wird. Gemeinsam ist beiden Methoden, dass im Gegensatz zur intrakapsulären Kataraktextraktion der Kapselsack erhalten bleibt, in den die Kunstlinse implantiert wird. Ein postoperativer Abfall des Intraokulardruckes bei Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom wurde bereits nach Kataraktoperationen mittels ICCE beobachtet, wo bei ungefähr einem Viertel der Patienten eine IOD-Reduktion von > 3 mmHg erreicht werden konnte [Barak et al. 1996]. Ein mäßiger drucksenkender Effekt trat auch nach extrakapsulärer Kataraktoperation mit Implantation einer Hinterkammerlinse auf. So waren bei Kusber und Aust nach ECCE 87% der Patienten gut druckreguliert (entsprechend einem IOD < 20 mmHg) im Vergleich zu 63% vor der Operation und Radius et al. berichteten von einer durchschnittlichen Reduktion um 0,6 mmHg nach ECCE [Kusber, Aust 1991, Radius et al. 1984].

Derzeit werden Kataraktoperationen in der Regel mit Hilfe der Phakoemulsifikation durchgeführt. Durch die Anwendung dieser Technik konnte sowohl bei normalen Patienten eine Abnahme des IOD zwischen 1,5-2,05 mmHg [Schwenn et al. 2001, Shingleton et al. 1999] als auch bei Glaukompatienten eine Reduktion zwischen 1,11-3,4 mmHg erzielt werden [Kim et al. 1999, Pohjalainen et al. 2001, Shingleton et al. 1999, Tong, Miller 1998]. Die Mehrzahl von Operateuren bevorzugt heute die Verwendung der Phakoemulsifikation gegenüber der extrakapsulären Kernexpression. Vorteilhaft ist dabei die geringere Schnittbreite, die ein geringes Trauma für das Auge bedeutet und eine Naht überflüssig macht. Außerdem vermutet man, dass durch die Saug- und Spülvorgänge bei der Phakoemulsifikation Ablagerungen im Trabekelmaschenwerk mit entfernt werden und somit zusätzlich eine drucksenkende Wirkung erzielt wird [Kim et al. 1999].

3 Patienten und Methode

3.1 Patientenkollektiv

Für den retrospektiven Teil der Studie wurden die Daten von 76 Patienten ausgewertet, die sich zwischen November 1996 und Februar 1999 in der Augenklinik der Universität Würzburg am grauen Star hatten operieren lassen. Die Daten des postoperativen Nachuntersuchungstermins wurden entweder aus den Akten der Augenklinik erhoben, wenn der Patient sich hier erneut vorgestellt hatte, oder telefonisch aus den Daten niedergelassener Augenärzte erfragt.

In den prospektiven Teil der Studie wurden 62 Patienten integriert, die sich in einem Zeitraum von Januar 1999 bis August 2000 zur Kataraktoperation in der Universitäts-Augenklinik in Würzburg vorstellten. Die Teilnahme an der Studie und somit das Erscheinen an den zwei festgelegten Nachuntersuchungsterminen von Seiten der Patienten war freiwillig. Sowohl zeitlicher Verlauf als auch Zweck der Studie wurden mit ihnen jeweils am Tag vor der Operation besprochen sowie der erste Kontrolltermin vereinbart. Die Kontrolltermine wurden ambulant in der Universitäts-Augenklinik durchgeführt und konnten im August 2001 abgeschlossen werden.

3.2 Studiendesign

Der retrospektive Ansatz beschäftigte sich mit dem Verhalten des Augeninnendrucks nach extrakapsulärer Kataraktextraktion in clear-cornea-Phakoemulsifikation bei Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom oder Pseudoexfoliationsglaukom. Der präoperative und der zuletzt gemessene postoperative Tensiowert unter lokaler drucksenkender Therapie wurden ermittelt. Außerdem wurde die Anzahl der angewendeten Medikamente verglichen.

Ziel der prospektiv ausgelegten Studie war es, die Auswirkungen auf den Augeninnendruck im Verlauf eines Jahres nach extrakapsulärer Kataraktoperation mit clear-cornealer Schnitttechnik, Phakoemulsifikation und Implantation einer

Hinterkammerlinse bei Patienten mit Chronischem Offenwinkelglaukom zu untersuchen. Als zu ermittelnde Daten wurden bei jedem Termin bestimmt:

- Visus mit bester Korrektur,
- Anzahl der Medikamente und
- Augeninnendruck mittels Applanationstonometrie nach Goldmann.

Der Augeninnendruck wurde als Mittelwert von durchschnittlich drei Druckwerten anhand einer Tagesdruckkurve bestimmt. Nach Möglichkeit wurden die Messungen bei einem Patienten während des gesamten Studienverlaufs von demselben Untersucher vorgenommen. Außerdem wurde zur Kontrolle der Glaukomdiagnose sowie des Krankheitsverlaufs eine Gesichtsfelduntersuchung durchgeführt und der Augenhintergrund bzw. die Papille funduskopisch untersucht. Diese Befunde wurden jeweils am Tag vor der Operation - der somit dem Studienbeginn entsprach - und postoperativ während des stationären Aufenthaltes in der Universitäts-Augenklinik Würzburg erhoben. Geplant waren zwei zusätzliche ambulante Nachuntersuchungstermine nach sechs und nach zwölf Monaten, zur Bestimmung von Langzeiteffekten der Operation auf den Druckverlauf. Außerdem wurde notiert ob und wie oft die Patienten vor der Operation bereits Laserbehandlungen, z.B. Argonlasertrabekuloplastik (ALT) oder Nd-YAG-Laseriridotomie (YAG-IO), oder zyklodestruktive Eingriffe (z.B. Zyklodestherapie oder Zyklodestruktion) hatten bzw. im weiteren Verlauf zusätzlich benötigten.

3.2.1 Einschlusskriterien

Einschlusskriterien für den retrospektiven Teil waren die Diagnosen Primäres Offenwinkelglaukom und Pseudoexfoliationsglaukom sowie ein nachgewiesener Glaukomschaden. Die Kataraktoperation musste in clear-cornea-Phakoemulsifikation durchgeführt worden sein.

Alle Teilnehmer der prospektiven Studie mussten als Diagnose ein Chronisches Offenwinkelglaukom aufweisen. Diese Diagnose wurde wiederum in die Subgruppen Primäres Offenwinkelglaukom, Pseudoexfoliationsglaukom und Pigmentdispersionsglaukom unterteilt. Patienten mit Pigmentdispersionsglaukom konnten jedoch während des gesamten Beobachtungszeitraums nicht für die Teilnahme an der Studie gewonnen werden. Zur Bestätigung der Glaukomdiagnose wurden nachweislich über einen längeren Zeitraum erhöhte Augeninnendruckwerte, Verwendung lokal applizierter antiglaukomatöser Medikamente, Papillenschaden und Gesichtsfeldausfälle herangezogen.

Einschlusskriterien bezüglich der Kataraktoperation waren die Anwendung clear-cornealer Schnitttechnik, Phakoemulsifikation und Implantation einer Hinterkammerlinse.

3.2.2 Ausschlusskriterien

Für die retrospektive Studie galten als Ausschlusskriterien eine Nachbeobachtungszeit unter sechs Monaten, vorangegangene intraokulare Eingriffe oder eine systemische drucksenkende Therapie.

Von der prospektiven Studie ausgeschlossen wurden Patienten mit anderen als den oben genannten Glaukomdiagnosen Primäres Offenwinkelglaukom, Pseudoexfoliationsglaukom sowie Pigmentdispersionsglaukom. Ein weiteres Kriterium für den Ausschluss aus der Studie war die Anwendung sich von den Einschlusskriterien unterscheidender Schnitt- und Operationstechniken. Ebenfalls nicht in die Studie integriert wurden Patienten mit vorangegangenen filtrierenden Operationen, z.B. Trabekulektomie oder Goniotrepation. Patienten in schlechtem Allgemeinzustand wurden nicht in die Studie aufgenommen, wenn eine regelmäßige Teilnahme an den Nachuntersuchungen aufgrund der gesundheitlichen Probleme oder einer zu weiten Anreise nicht möglich erschien. Als weiteres Ausschlusskriterium galt das Nichterscheinen zum ersten Kontrolltermin.

3.2.3 Auswertung

Im retrospektiven Teil der Studie wurden die Daten von 76 Patienten ausgewertet, deren Nachuntersuchungstermin mindestens sechs Monate nach der Operation stattgefunden hatte.

In die statistische Auswertung des prospektiven Teils wurden alle Patienten aufgenommen, die die erforderlichen Einschlusskriterien erfüllten und sowohl nach sechs als auch nach zwölf Monaten zur weiteren Untersuchung erschienen. Patienten, die nur den ersten Kontrolltermin wahrnahmen, wurden in einer gesonderten Gruppe betrachtet. Es wurde jeweils nur ein Auge pro Patient berücksichtigt.

3.2.4 Statistische Verfahren

Da die Untersuchung mittels Probitanalyse auf Normalverteilung teilweise erhebliche Abweichungen von der Gauß'schen Normalverteilung ergab, konnten parametrische Tests (wie z.B. t-Test oder Varianzanalyse) nicht verwendet werden. Es wurden deshalb nur nichtparametrische Tests angewandt.

Als Signifikanzschranke wurde $p < 0.05$ festgelegt; signifikante Werte wurden mit Sternchen gekennzeichnet ($p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$).

Zur Auswertung der Ergebnisse wurden folgende Tests benutzt:

1. U-Test nach Mann und Whitney für unverbundene Stichproben: Testet die Beziehung zwischen einer klassifizierten Variable und einem Wert (Bsp.: Glaukomdiagnose (klassifizierte Variable) und Alter (Wert))
2. Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben: Prüft die Abhängigkeit zweier Werte, die bei einem Probanden erhoben wurden (Bsp.: Tensiwerte prä- und postoperativ)
3. Chi-Quadrat-Test: Test auf Abhängigkeit von klassifizierten Variablen (Bsp.: Geschlechtsunterschiede bei Glaukomdiagnose)

4. Friedmann-Test mit Kontinuitäts- und Bindungskorrektur nach A. Rausche: Testet, ob die Variablen einer Testreihe gleich sind, entspricht einer Erweiterung des Wilcoxon-Tests auf mehr als zwei Variable (Bsp.: Anzahl an Medikamenten an den vier Zeitpunkten der Datenerhebung)
5. Rangvarianzanalyse nach Puri und Senn: Testet Unterschiede einer Meßreihe zwischen verschiedenen Probandengruppen bezüglich der Gruppenunterschiede, Verschiedenheit der Messungen sowie des Kurvenverlaufs (paralleler bzw. nicht-paralleler Verlauf). (Bsp.: unterschiedliche Anzahl an Medikamenten an den vier Zeitpunkten der Datenerhebung im Vergleich der Probandengruppen mit einem oder mit zwei Kontrollterminen)
6. H-Test nach Kruskal und Wallis: Testet, ob eine Variable bei mehreren Gruppen gleich ist (Bsp.: Alter gruppiert nach Glaukom)
7. Spearman'sche Rangkorrelation: Prüft die Abhängigkeit zwischen zwei Variablen bei beliebig verteilten Werten ohne Rangbindungen (Bsp.: Visusveränderung im Vergleich zum Alter der Patienten)
8. Exakter Chi-Quadrat-Test nach Mehta und Patel: Testet die Abhängigkeit von klassifizierten Variablen; wird angewandt, wenn wegen zu geringer Feldbesetzung der Chi-Quadrat-Test nicht benutzt werden kann (Bsp.: Änderung der Medikamentenzahl im Vergleich zur Druckänderung)

3.3 Apparative Untersuchungen

3.3.1 Visusbestimmung

Im Gegensatz zum prospektiven Ansatz wurde beim retrospektiven Teil der Studie die Veränderung der Sehschärfe nicht bestimmt. Bei ersterem wurde der Visus vor der Operation bestimmt, außerdem während des stationären Aufenthaltes und bei den zwei Nachuntersuchungsterminen. Der postoperativ maximal erreichte Wert beim letzten wahrgenommenen Kontrolltermin wurde zur Bewertung der Visusentwicklung im Vergleich zum präoperativen Status verwendet. Anhand der handelsüblichen genormten Sehzeichenprojektoren unter Verwendung von Zahlen als Optotypen wurde die jeweils für das betroffene Auge bestmögliche Visuskorrektur vorgenommen. Die Visusbestimmung erfolgte stets vor Applikation von Augentropfen zur Pupillenerweiterung oder Messung des Augeninnendrucks. Im Rahmen der statistischen Auswertung wurden die Visuswerte außerdem in LogMAR-Werte (dekadischer Logarithmus des Seh winkels) umgerechnet. Die Berechnung erfolgte gemäß der Formel: $\text{LogMAR} = -\text{Log}(\text{Visus})$.

3.3.2 Augeninnendruckmessung

Die Tensiwerte, die retrospektiv aus den Akten der Augenklinik der Universität Würzburg ermittelt wurden, waren während des stationären Aufenthaltes und bei späteren ambulanten Nachuntersuchungsterminen mittels Goldmann- Applanationstonometrie bestimmt worden. Fehlende Werte wurden telefonisch bei niedergelassenen Augenärzten erfragt.

Der Augeninnendruck wurde während des stationären Aufenthaltes prä- und postoperativ sowie nach sechs und zwölf Monaten gemessen. Von den postoperativen Werten wurden die Daten des Tages vor der Entlassung in die Auswertung aufgenommen. Die Patienten erhielten jeweils vor der Messung Augentropfen mit einem Lokalanästhetikum sowie mit Fluorescein zur Anfärbung des Tränenfilms. Anschließend wurde der Augeninnendruck mittels Applanationstonometrie nach

Goldmann an der Spaltlampe ermittelt. Die Messungen fanden am Tag der Untersuchung durchschnittlich dreimal im Abstand von mehreren Stunden und statt. Nach Applikation pupillenerweiternder Augentropfen gemessene Druckwerte wurden bei der Ermittlung des Mittelwertes der Augeninnendruckkurve nicht berücksichtigt

3.4 Operationsverfahren

3.4.1 Operationsvorbereitung

Am Vortag der Operation erhielten die Patienten jeweils dreimal täglich Refobacin®-Augentropfen (Wirkstoff: Gentamicin) zur Entzündungsprophylaxe, zweimal täglich Boro-Scopol®-Augentropfen (Scopolamin) als Zykloplegicum und zweimal täglich Ocuflur®-Augentropfen (Flurbiprofen).

Am Operationstag wurden Neo-Mydril®5%-Augentropfen (Phenylephrin) und Mydriaticum-Stulln®-Augentropfen (Tropicamid) alle zehn Minuten appliziert, bis die Pupille maximal weit war, danach als Erhaltungsdosis stündlich bis zum geplanten Operationszeitpunkt. Bei Abruf in den Operationssaal wurden nochmals Boroscopol®-Augentropfen, Neo-Mydril®5%-Augentropfen sowie Ocuflur®-Augentropfen angewendet.

3.4.2 Operationstechnik

Die Operation wurde sowohl beim retrospektiven als auch prospektiven Teil der Studie in der gleichen Technik durchgeführt.

Die Kataraktextraktion erfolgte entweder in Vollnarkose oder bei örtlicher Betäubung, z.B. mit parabolbarer Anästhesie. Die Operationen wurden von drei verschiedenen Operateuren in jeweils derselben Technik (Phakoemulsifikation nach Kelman und clear-

corneale Schnittart) ausgeführt. Bei der clear-cornea-Inzision wurde ein Tunnelschnitt durch rein corneales Gewebe angelegt.

Nach dem Einlegen des Lidsperrers wurde der Bulbus fixiert. Eine 3,2-3,5mm grosse temporale Inzision wurde in der Hornhaut angelegt und mittels Diamant-Phakolanze und Rasierklinge ein Tunnel präpariert.



Abb. 1: Hornhauttunnelinzision von temporal für faltbare IOL-Implantation durch Diamantmesserpräparation

© A. Kampik, F. Grehn, Augenärztliche Therapie, Thieme-Verlag

Einer Paracentese bei zwei und fünf Uhr folgte das Stellen der Vorderkammer mit einer viskoelastischen Substanz wie z.B. Healon® (Hyaluronsäure), um eine ausreichende Vorderkammertiefe aufrechtzuerhalten und die empfindliche Innenfläche des Endothels der Hornhaut zu schützen. Bei Bedarf, d.h. bei zu enger Pupille z.B. aufgrund hinterer Synechien, seniler Miosis oder langjähriger miotischer Glaukomtherapie, wurden in allen vier Quadranten „Grieshaberhäkchen“ zur Irisretraktion und damit Aufziehen der engen Pupille angebracht. Wenn Verklebungen zwischen Iris und Linse vorhanden waren, wurden diese durch Synechiolyse beseitigt. Es folgte die Eröffnung der vorderen Linsenkapsel mittels Kapsulorhexis. Bei der anschließenden Hydrodissektion wurde Kochsalzlösung zur Lockerung des Kerns und Ablösung der Epithelzellen von der Kapsel infundiert. Nach Zerteilung des Linsenkerns in einzelne Fragmente wurde die Phakoemulsifikation durchgeführt. Dabei wurden Ultraschallwellen verwendet, um

während gleichzeitigem Saugen und Spülen das Linsenmaterial zu zerkleinern. Im Durchschnitt dauerte dieses Phakoemulsifikationsmanöver 50 bis 60 Sekunden. Die restlichen Rindenmassen wurden abgesaugt und die hintere Kapsel poliert. Danach wurde der Kapselsack mit einem Viskoelastikum wie Healon® aufgefüllt und die Linse implantiert, nachdem der Tunnel zuvor etwas erweitert wurde. Nach Zentrieren der Hinterkammerlinse wurde restliches Healon® abgesaugt. Die Vorderkammer wurde mit BSS gestellt. Dexahexal® (Dexamethason) wurde subkonjunktival injiziert und nach Applikation von Refobacin®-Augensalbe zur Entzündungsprophylaxe ein Verband angelegt.

3.4.3 Nachbehandlung

Zur Vermeidung postoperativer Entzündungsreaktionen wurden sechsmal täglich Inflanefran®-Augentropfen (Prednisolonacetat) und dreimal täglich Refobacin®-Augentropfen verabreicht. Des Weiteren wurde zur Nacht Dexamytrex®-Augensalbe (Gentamicin und Dexamethason) aufgetragen. Der postoperative Befund wurde bis zur Entlassung täglich an der Spaltlampe kontrolliert.

Eine der häufigen Nebenerscheinungen nach Kataraktoperationen ist die Trübung der hinteren Kapsel, der sog. Nachstar. Bei sechs Patienten wurde im Verlauf der einjährigen Studie bereits ein klinisch signifikanter Nachstar festgestellt. Dieser wurde an einem gesonderten Termin mittels YAG-Laserkapsulotomie beseitigt.

4 Ergebnisse der prospektiven Studie

4.1 Patientenzahlen

Im Zeitraum von Januar 1999 bis August 2000 konnten 62 Patienten für die Studie gewonnen werden. Alle Patienten hatten eine Cataracta senilis und wurden in derselben Technik, clear-cornealer Schnitt und Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse, operiert. Die Eingriffe wurden von drei verschiedenen Operateuren vorgenommen. Ausgewertet wurden 49 der 62 Patienten. 38 Patienten erschienen zu beiden vorgesehenen Nachterminen, elf Patienten nur einmal nach 6 Monaten. Zwei Patienten mussten aus der Studie ausgeschlossen werden, da sich nachträglich herausstellte, dass sie die Einschlusskriterien nicht erfüllten, z.B. da die Operationstechnik nicht wie auf dem Operationsplan vorgesehen ausgeführt sondern kurzfristig geändert wurde. Die Mehrzahl der Ausfälle entstand jedoch durch Nichterscheinen der Patienten zu den vorgesehenen Nachuntersuchungsterminen: vier Patienten konnten die Termine aus gesundheitlichen Gründen (Schlaganfall, Krebsleiden, schlechter Allgemeinzustand) nicht wahrnehmen, eine Patientin verstarb. Drei Patienten führten nachträglich die lange Anreise als Entschuldigung für ihre Absage an, drei Patienten wollten aus von ihnen nicht näher definierten Gründen auch nach telefonischer Nachfrage nicht mehr zum vereinbarten Termin kommen. Von den elf Patienten, die den zweiten Termin nicht wahrnahmen, führten sechs gesundheitliche Gründe an, die übrigen fünf wollten keine näheren Angaben zu ihrer Absage machen.

	Anzahl Patienten
Geänderte Operationstechnik	2
Krankheit/Tod	5
Zu weite Anreise	3
Mangelnde Compliance	3

Table 1. Gründe für den Ausschluss bzw. das Herausfallen aus der Studie

4.2 Demographische Daten

Zuerst wurden die Daten der Patienten auf Unterschiede bezüglich Geschlecht, Alter und Seite des operierten Auges hin untersucht.

Unter den insgesamt 49 ausgewerteten Patienten befanden sich 14 Männer (29%) und 35 Frauen (71%). Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 75.6 ± 6.5 Jahre; der älteste Patient war zum Zeitpunkt der Operation 87 Jahre alt, der jüngste 57 Jahre. Zwischen Männern und Frauen besteht ein Altersunterschied von über vier Jahren, der jedoch nicht statistisch signifikant ist (siehe Tabelle 2).

30 Patienten (61%) wurden am rechten Auge operiert, 19 (39%) am linken. Das 95%-Konfidenzintervall erstreckt sich von 46.2 bis 74.5, umfasst also 50%. Erwartungsgemäß findet sich bezüglich der operierten Seite kein signifikanter Altersunterschied (s. Tabelle 2).

Bei den Männern wurden neun (64%) am rechten und fünf (36%) am linken Auge operiert; 21 Frauen (60%) unterzogen sich einer Kataraktoperation am rechten und 14 (40%) am linken Auge, was ebenfalls keinen signifikanten Unterschied darstellt ($p = 0.78$).

	Alter			p
	n	MW	ST	
Geschlecht				
Männlich	14	72.6	8.2	0.12
Weiblich	35	76.8	5.4	
Auge				
Rechts	30	77.0	5.8	0.13
Links	19	73.4	7.1	
Gesamt	49	75.6	6.5	-

Tabelle 2. Alter der Patienten insgesamt und aufgeteilt nach Geschlecht und Seite des operierten Auges. (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney).

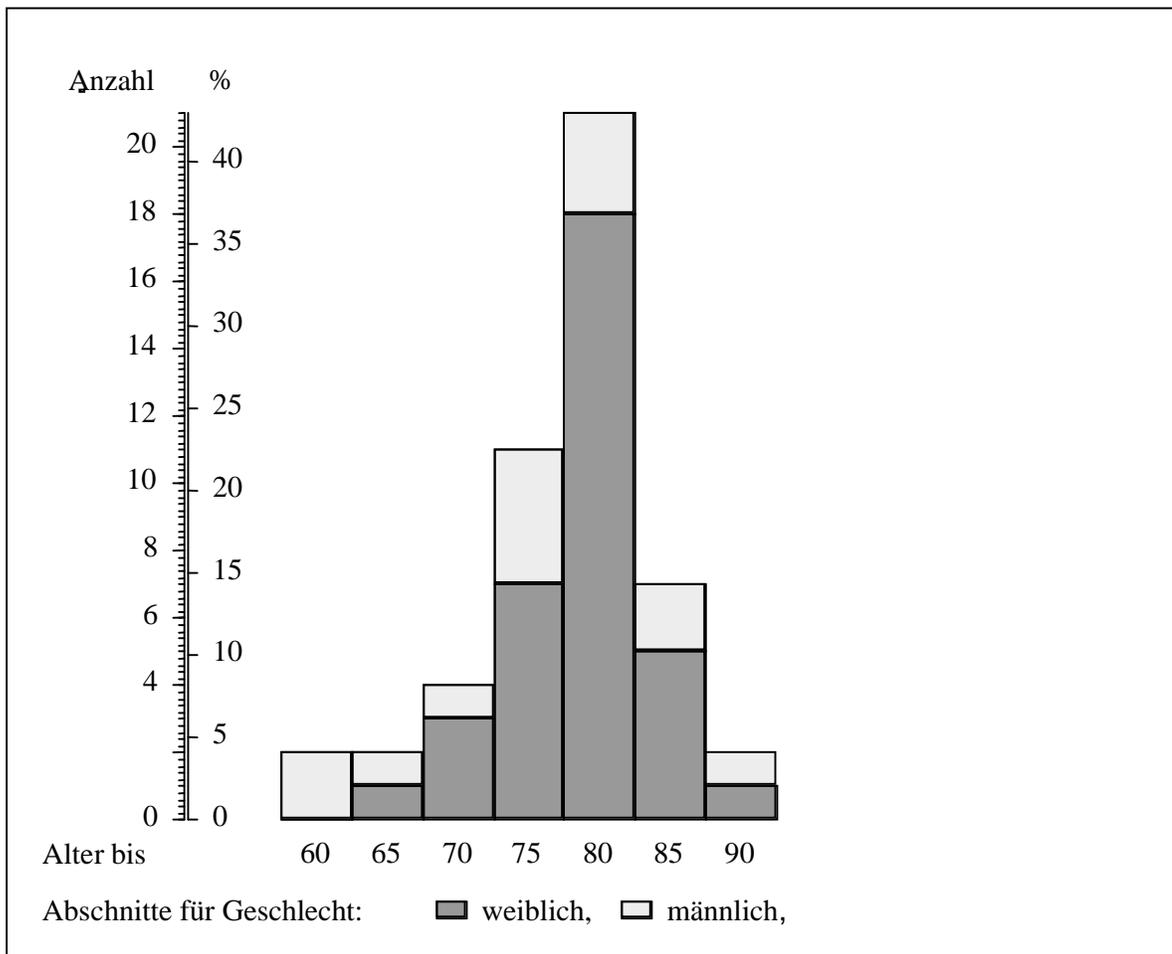


Abbildung 1. Verteilung der Patienten in verschiedenen Altersgruppen. Jede Säule ist aufgeteilt nach Geschlecht.

4.3 Beobachtungsdauer

Ziel dieser Tests war es, zu bewerten, ob sich die beiden Patientenkollektive, von denen eine Gruppe nur einen, die andere jedoch beide Kontrolltermine wahrnahmen, hinsichtlich ihrer Verteilung sowie der demographischen Daten unterscheiden.

Vorgesehen waren zwei Kontrolltermine jeweils sechs beziehungsweise zwölf Monate nach der Operation. Diese Abstände konnten im Großen und Ganzen gut eingehalten werden; die erste Untersuchung erfolgte nach durchschnittlich 178 Tagen, die zweite nach durchschnittlich 366 Tagen.

Zu beiden Nachuntersuchungsterminen nach sechs und zwölf Monaten erschienen 38 der insgesamt 49 Patienten (78%, 95%-Konfidenzintervall = 63% - 88%), elf Patienten (22%) kamen nur zum ersten Termin nach sechs Monaten.

4.3.1 Beobachtungsdauer und demographische Daten

Bei den Patienten, die zur Jahres-Nachuntersuchung kamen, war der Anteil der Männer mit fast 30 % größer, als bei den Patienten mit nur einem Kontrolltermin nach sechs Monaten, wo der Anteil der Männer bei knapp 10% lag. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant.

Besonders bei den Patienten, die nur den 6-Monats-Kontrolltermin wahrnahmen, fiel der höhere Anteil von Patienten auf, die am rechten Auge operiert wurden. Bei den Patienten die auch zur 1-Jahres-Kontrolle erschienen, ist dieses Verhältnis dagegen fast ausgeglichen. Wegen der geringen Fallzahl ist dieser Unterschied jedoch nicht signifikant (siehe Tabelle 3).

Zwischen den beiden Gruppen findet sich keinerlei Altersunterschied (siehe Tabelle 4).

	Beobachtungsdauer				p
	6 Monate		12 Monate		
	n	%	n	%	
Geschlecht					
Männlich	1	9.1	13	34.2	0.14
Weiblich	10	90.9	25	65.8	
Seite					
Rechts	8	72.7	22	57.9	0.49
Links	3	27.3	16	42.1	
Gesamt	11	22.4	38	77.6	-

Tabelle 3. Geschlecht und Seite des operierten Auges im Vergleich der Patienten mit sechs und mit zwölf Monaten Nachbeobachtungsdauer. (n= Anzahl, p aus dem Chi-Quadrat-Test).

	Alter			p
	n	MW	ST	
Beobachtungsdauer				
6 Monate	11	75.7	5.0	0.72
12 Monate	38	75.5	7.0	

Tabelle 4. Vergleich des durchschnittlichen Alters zwischen den Patientengruppen mit einem bzw. zwei wahrgenommenen Nachuntersuchungsterminen. (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney).

4.4 Glaukomart

Teilt man die Studienpatienten nach der Art ihres Glaukoms ein, und vergleicht diese Gruppen in Bezug auf Verteilung, demographische Daten und verschiedene Beobachtungsdauer, zeigen sich folgende Ergebnisse:

Bei 43 Patienten (87.8%) wurde die Diagnose Primäres Offenwinkelglaukom (POWG) gestellt, sechs Patienten (12.2%) hatten ein Pseudoexfoliationsglaukom (PEX-Glaukom), (95%-Konfidenzintervall = 75%-95%).

4.4.1 Glaukomart und demographische Daten

13 Männer (30.2%) und 30 Frauen (69.8%) hatten ein Primäres Offenwinkelglaukom, bei einem Mann (16.7%) und fünf Frauen (83.3%) wurde ein Pseudoexfoliationsglaukom festgestellt. Bezüglich der Geschlechterverteilung unterscheiden sich die beiden Glaukomdiagnosen nicht signifikant. Erwartungsgemäß findet sich auch kein signifikanter Unterschied im Anteil der operierten Seiten (siehe Tabelle 5). Da hinsichtlich der operierten Seite keine klinisch oder statistisch signifikanten Ergebnisse zu erwarten waren, wurde dieser Parameter bei den weiteren Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.

	Glaukomart				p
	POWG		PEX-Glaukom		
	n	%	n	%	
Geschlecht					
Männlich	13	30.2	1	16.7	0.66
Weiblich	30	69.8	5	83.3	
Seite					
Rechts	27	62.8	3	50.0	0.49
Links	16	37.2	3	50.0	
Gesamt	43	87.8	6	12.2	-

Tabelle 5. Geschlecht und Seite des operierten Auges im Vergleich zwischen Patienten mit POWG oder PEX-Glaukom. (n= Anzahl, p aus dem Chi-Quadrat-Test).

Die Patienten mit POWG (75.3 Jahre) sind durchschnittlich etwa zwei Jahre jünger als diejenigen mit PEX-Glaukom (77.2 Jahre), dies macht jedoch keinen signifikanten Altersunterschied aus (p=0.47 im U-Test nach Mann und Whitney; siehe Tabelle 6).

	Alter			p
	n	MW	ST	
Glaukomart				
POWG	43	75.3	6.7	0.47
PEX-Glaukom	6	77.2	5.8	

Tabelle 6. Alter der Patienten aufgeteilt nach der Glaukomart. (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung. p aus dem U-Test nach Mann und Whitney).

4.4.2 Glaukomart und Beobachtungsdauer

32 Patienten mit POWG (74.4%) nahmen an beiden Nachuntersuchungen teil, elf (25.6%) nur an einer. Von den Patienten mit PEX-Glaukom kamen alle sechs (100%) zu beiden Terminen. Dieser Unterschied der Anteile ist jedoch nicht signifikant (siehe Tabelle 7).

	Glaukomart				p
	POWG		PEX-Glaukom		
	n	%	n	%	
Beobachtungsdauer					
6 Monate	11	25.6	0	0.0	0.31
12 Monate	32	74.4	6	100.0	

Tabelle 7. Beobachtungsdauer im Vergleich zwischen Patienten mit POWG und PEX-Glaukom. (n= Anzahl, p aus dem Chi-Quadrat-Test).

4.5 Operationszusätze

Bei insgesamt neun Patienten (18%) wurde während der Operation zusätzlich eine Synechiolyse durchgeführt, sieben Patienten (14%) benötigten den Einsatz von Grieshaberhäkchen zur Irisretraktion. Beide Maßnahmen zusammen wurden bei fünf Patienten eingesetzt, wobei Patienten, bei denen eine Synechiolyse angewandt wurde, auch signifikant häufiger eine Irisretraktion erhielten (p=0.0012* aus dem Chi-Quadrat-Test; siehe Tabelle 8).

Operationszusätze		n
Synechiolyse	Irisretraktion	
-	-	38
-	+	2
+	-	4
+	+	5

Tabelle 8. Übersicht der angewandten Operationszusätze. (n = Anzahl).

4.5.1 Operationszusätze und demographische Daten

Die Patienten mit zusätzlicher Synechiolyse während der Operation sind mit durchschnittlich 72.3 +/- 9.2 Jahren circa vier Jahre jünger als diejenigen ohne diesen Operationszusatz mit 76.3 +/- 5.6 Jahren ($p = 0.26$ im U-Test nach Mann und Whitney), während bei Patienten mit oder ohne Irisretraktion keinerlei Altersunterschied gefunden wurde ($p = 0.50$ im U-Test nach Mann und Whitney).

Diese Zusatzmaßnahmen wurden prozentual etwas häufiger bei Männern ($5/15 = 35.7\%$) angewandt als bei Frauen ($6/35 = 17.1\%$), jedoch sind diese Unterschiede nicht signifikant ($p = 0.25$ im Chi-Quadrat-Test).

4.5.2 Operationszusätze und Beobachtungsdauer

Patienten mit zusätzlichen Maßnahmen im Verlauf der Operation nahmen häufiger beide Kontrolltermine wahr. Alle neun Patienten mit zusätzlicher Synechiolyse erschienen zur Untersuchung nach zwölf Monaten (siehe Tabelle 9).

	Beobachtungsdauer				p
	6 Monate		12 Monate		
	n	%	n	%	
Synechiolyse					
Ja	0	0	9	23.7	0.098
Nein	11	100	29	76.3	
Irisretraktion					
Ja	1	9.1	6	57.9	0.49
Nein	10	90.9	32	42.1	
Gesamt	11	22.4	38	77.6	-

Tabelle 9. Zusatzmaßnahmen während der Operation im Vergleich zwischen Patienten mit sechst und mit zwölf Monaten Nachbeobachtungsdauer. (n= Anzahl, p aus dem Chi-Quadrat-Test.)

4.5.3 Operationszusätze und Glaukomart

Die Glaukomdiagnose hatte keinen Einfluss auf die Verwendung dieser Operationszusätze

Der prozentuale Anteil an Patienten, die eine Synechiolyse bekamen war in beiden Gruppen annähernd gleich (18.6% bei POWG versus 16.7% bei PEX- Glaukom, $p=1.0$ im Chi-Quadrat-Test). Die Anwendung von Irisretractoren wurde insgesamt sieben Mal bei POWG-Patienten (16.3%) und kein einziges Mal bei Patienten mit PEX-Glaukom durchgeführt ($p=0.57$ im Chi-Quadrat-Test).

4.6 Antiglaukomatöse Therapie

4.6.1 Nicht-medikamentöse Therapie

Zusätzliche drucksenkende Maßnahmen wie Argonlasertrabekuloplastik, YAG-Laseriridotomie und Zyklodykryokoagulation, die die Patienten im Laufe ihrer Erkrankung bereits vor der Operation bzw. während des postoperativen Studienzeitraums erhielten, wurden ebenfalls erfasst, um eventuelle Beeinflussungen der Druckverläufe hierdurch zu erkennen. Die Daten dieser Gruppe wurden wiederum hinsichtlich Verteilung, demographischer Daten, Beobachtungszeitraum, Glaukomdiagnose und der Operationszusätze mit dem übrigen Patientenkollektiv verglichen.

Präoperativ wurden bei sieben Patienten (14.3%) einmal und bei drei Patienten (6.1%) zweimal zusätzliche drucksenkende Therapiemethoden angewandt, postoperativ benötigten dies nur zwei Patienten. Fünf Patienten erhielten im Verlauf ihrer Erkrankung vor der Operation eine Argonlasertrabekuloplastik (ALT), bei einem Patienten wurde diese Maßnahme zweimal vorgenommen. Sechs Patienten mussten mit einer YAG-Laseriridotomie (YAG-IO) behandelt werden, zwei Patienten hatten sowohl eine Argonlasertrabekuloplastik als auch eine YAG-Laseriridotomie präoperativ. Während der zwölfmonatigen Nachbeobachtungsdauer wurden Argonlasertrabekuloplastik, YAG-Laseriridotomie und Zyklodykryokoagulation (Kryo) jeweils einmal eingesetzt.

Bei einem Patienten wurde sowohl prä- als auch postoperativ eine YAG-Laseriridotomie durchgeführt, während bei einem weiteren, dessen Augeninnendruck zuvor schon einmal durch eine Argonlasertrabekuloplastik gesenkt wurde, diese Prozedur postoperativ wiederholt und zusätzlich noch eine Zyklorkryoagulation angewandt wurde.

4.6.1.1 Nichtmedikamentöse Therapie und demographische Daten

Die beiden Patienten, die postoperativ zusätzliche drucksenkende Eingriffe nötig hatten, sind mit 83.0 ± 3.8 Jahren signifikant älter ($p = 0.042^*$ aus dem U-Test nach Mann und Whitney) als die übrigen Patienten mit durchschnittlich 75.3 ± 7.4 Jahren. Im Vergleich dazu findet sich bei den präoperativen Maßnahmen lediglich ein Unterschied von knapp einem Jahr ($p = 0.86$ im U-Test nach Mann und Whitney).

Von den zehn Patienten, deren Augeninnendruck vor der Operation durch nichtmedikamentöse Maßnahmen gesenkt werden musste, erschienen drei (30%) nur nach sechs Monaten und sieben (70%) nach sechs und nach zwölf Monaten zur Nachuntersuchung,

während von den übrigen 39 Patienten 31 (79.5%) den Termin nach zwölf Monaten wahrnahmen ($p = 0.67$ im Chi-Quadrat-Test).

4.6.1.2 Nichtmedikamentöse Therapie und Beobachtungsdauer

Beide Patienten (100%), die postoperativ zusätzliche drucksenkende Eingriffe benötigten erschienen auch zu allen Kontrollterminen, während 36 (76.6%) der übrigen 47 Patienten, die während des Studienzeitraums keine dieser Maßnahmen erhielten, zu allen Kontrollterminen erschienen. ($p = 1.0$).

4.6.1.3 Nichtmedikamentöse Therapie und Glaukomart

Alle zusätzlichen drucksenkenden Maßnahmen wurden bei Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom durchgeführt. Die Patienten mit Pseudoexfoliationsglaukom benötigten diese Eingriffe weder prä- noch postoperativ. Dies ist wegen der geringen Fallzahl allerdings nicht signifikant ($p = 0.21$ und $p=1.0$).

4.6.1.4 Nichtmedikamentöse Therapie und Operationszusätze

Bei drei der sechs Patienten, die präoperativ eine YAG-Laseriridotomie benötigten, mussten während der Operation Synechien gelöst werden, während dies nur bei 6 (14%) der übrigen 43 Patienten der Fall war. Dies ist aber nicht signifikant ($p = 0.067$ im Chi-Quadrat-Test).

4.6.2 Medikamente

Eine Frage dieser Arbeit beschäftigt sich damit, inwiefern sich die Anzahl an drucksenkenden Augentropfen während des Studienzeitraums verändert, bzw. ob sich nach der Operation eine deutliche Abnahme der Anzahl an verordneten Medikamenten verzeichnen lässt. Zuerst wurde die durchschnittliche Anzahl an Medikamenten im zeitlichen Verlauf der Studie, dann die Daten in punkto demographische Daten, Glaukomdiagnose etc. untersucht.

Bei 13 der 49 Patienten konnte die Anzahl an Medikamenten direkt nach der Operation reduziert werden, lediglich zwei Patienten benötigten mehr Medikamente ($p=0.0098^{**}$ im Vorzeichentest). Im Vergleich zur präoperativen Anzahl konnte nach sechs Monaten bei 24 Patienten eine Reduktion und bei sechs Patienten eine Zunahme an drucksenkenden Augentropfen verzeichnet werden ($p=0.0019^{**}$ im Vorzeichentest). Von den 38 Patienten mit zwei Nachuntersuchungsterminen benötigten nach zwölf Monaten 18 weniger und vier mehr Medikamente als vor der Operation ($p=0.0056^{**}$ im Vorzeichentest).

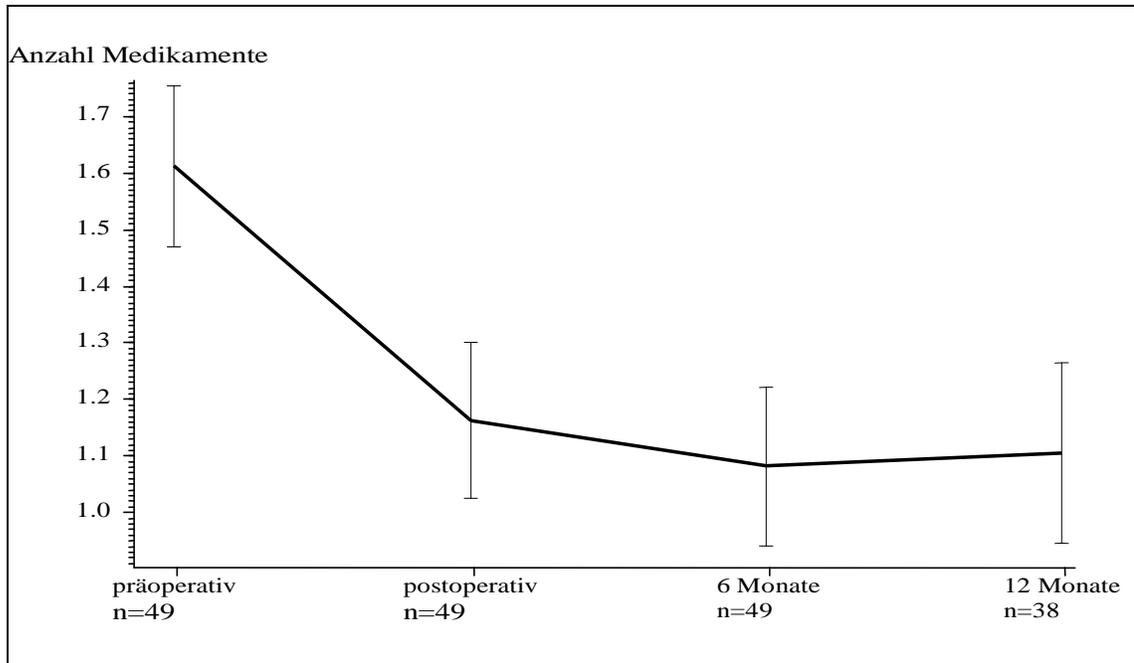


Abbildung 2. Mittelwert mit dazugehöriger Standardabweichung (SM) der Zahl drucksenkender Medikamente, n = Anzahl der Patienten.

Die durchschnittliche Anzahl an Medikamenten betrug präoperativ für alle 49 Patienten 1.6 ± 1.0 , nach der Operation 1.2 ± 1.0 sowie 1.1 ± 1.0 nach sechs Monaten. Die Abnahme der Anzahl an verordneten Medikamenten ist hier signifikant ($p=0.028^*$ im Friedman-Test). Für die 38 Patienten, die nach zwölf Monaten das zweite Mal zur Untersuchung kamen, wurde ein durchschnittlicher Wert von 1.1 ± 1.0 Medikamenten errechnet (siehe Abb. 2).

4.6.2.1 Medikamente und demographische Daten

Trotz gleicher Ausgangslage mit durchschnittlich 1.6 verordneten Medikamenten vor der Operation bei Männern und Frauen, zeigt sich ein unterschiedlicher Verlauf zwischen den Geschlechtern. Während der Mittelwert bei den 35 Frauen kontinuierlich von 1.6 ± 1.1 auf 0.9 ± 0.7 Medikamente nach sechs Monaten, sowie 0.9 ± 0.8 Medikamente bei den 25 Frauen, die nach zwölf Monaten zur Untersuchung kamen, gesenkt werden konnte, besteht bei den 14 Männern nur eine leichte Abnahme von 1.6 ± 0.9 auf 1.5 ± 1.4 Medikamente nach sechsmonatigem Verlauf und auf 1.5 ± 1.2

Medikamente bei den 13 übrigen Männern nach zwölf Monaten; dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant (siehe Tabelle 10).

Anzahl Medikamente	Geschlecht					
	Männlich			Weiblich		
	n	MW	ST	n	MW	ST
Präoperativ	14	1.6	0.9	35	1.6	1.1
Postoperativ	14	1.4	0.8	35	1.1	1.0
6 Monate	14	1.5	1.4	35	0.9	0.7
12 Monate	13	1.5	1.2	25	0.9	0.8

Tabelle 10. Anzahl an Medikamenten im Verlauf aufgeteilt nach Geschlecht, (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung).

Die Anzahl verordneter Medikamente korreliert gegensinnig mit dem Alter der Patienten, was bedeutet, dass ältere Patienten weniger drucksenkende Augentropfen verordnet bekamen bzw. benötigten als jüngere. Vor der Operation und auch wieder nach einem Jahr war dies sogar statistisch signifikant (siehe Tabelle 11).

Medikamente	Alter	
	tau	p
Präoperativ	-0.3	0.005*
Postoperativ	-0.1	0.43
6 Monate	-0.1	0.15
12 Monate	-0.3	0.021*

Tabelle 11. Anzahl an Medikamenten im Vergleich zum Alter der Patienten, p aus der tau-Korrelation nach Kendall.

In Abbildung 3 wurden die Patienten zur Veranschaulichung dieser Tendenz altersmäßig in zwei Gruppen aufgeteilt. In der Gruppe mit Patienten, die zum Zeitpunkt der Operation jünger als 75 Jahre waren (n= 19 präoperativ, postoperativ und nach sechs Monaten, n= 15 nach zwölf Monaten), wurden während des gesamten Studienverlaufs mehr Augentropfen angewandt als in der zweiten Gruppe, der die Patienten mit mehr als 75 Lebensjahren zugeteilt wurden (n= 30 präoperativ, postoperativ und nach 6 Monaten, n= 23 nach 12 Monaten).

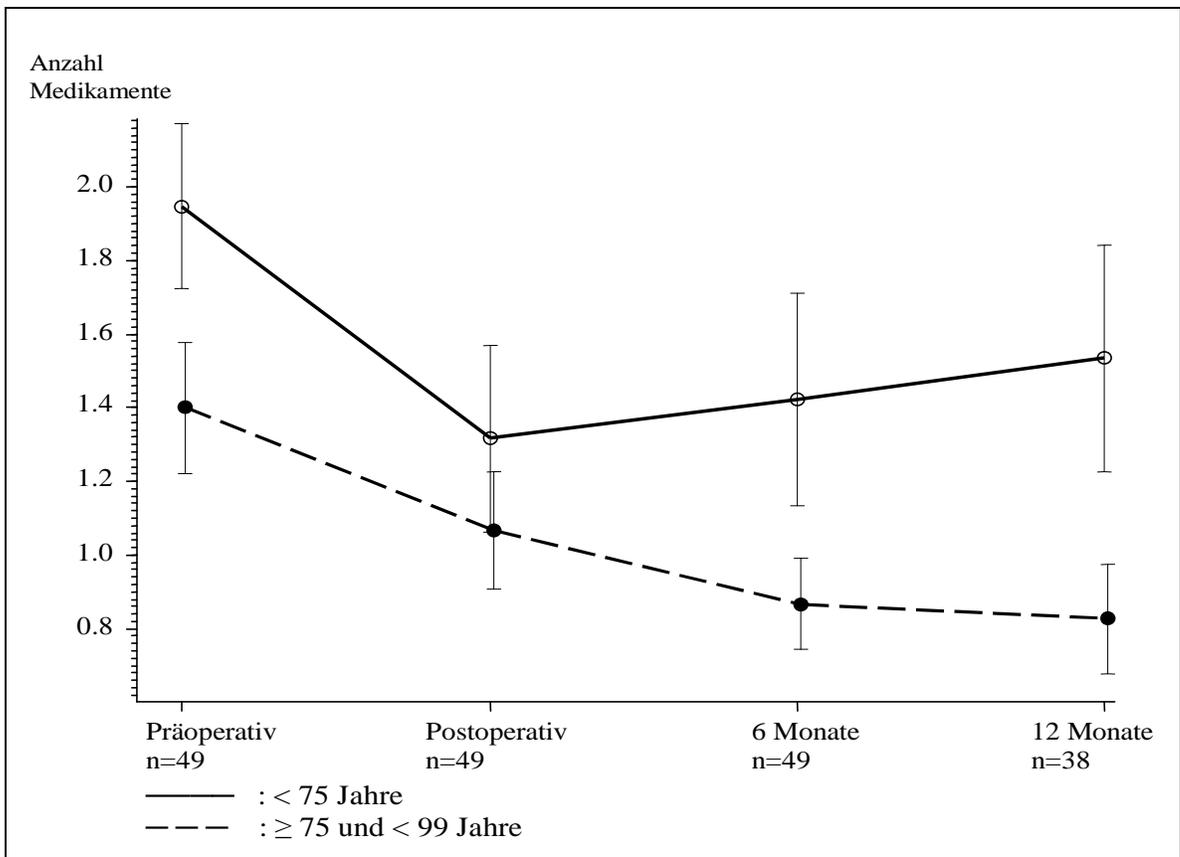


Abbildung 3. Mittelwert mit SM der Anzahl an Medikamenten im Verlauf bei allen Patienten (n=49) aufgeteilt in zwei Altersklassen (< 75 Jahre und <99 Jahre).

4.6.2.2 Medikamente und Beobachtungsdauer

Betrachtet man die Patienten in unterschiedlichen Gruppen, aufgeteilt nach der Teilnahme an einem (Gruppe 1) oder zwei Kontrollterminen (Gruppe 2), ergeben sich folgende Ergebnisse:

In Gruppe 1 betrug der Mittelwert an Medikamenten präoperativ 1.5 ± 1.0 , postoperativ 0.8 ± 0.8 und nach sechs Monaten 0.7 ± 0.6 . Bei Gruppe 2 wurden durchschnittlich 1.6 ± 1.0 Medikamente präoperativ, 1.3 ± 1.0 postoperativ, 1.2 ± 1.0 nach sechs Monaten und 1.1 ± 1.0 nach zwölf Monaten verordnet. Bei beiden Gruppen besteht eine Tendenz zur Abnahme an Medikamenten, diese ist jedoch nicht signifikant (Gruppe 1: $p=0.11$ / Gruppe 2: $p=0.10$ im Friedmann-Test).

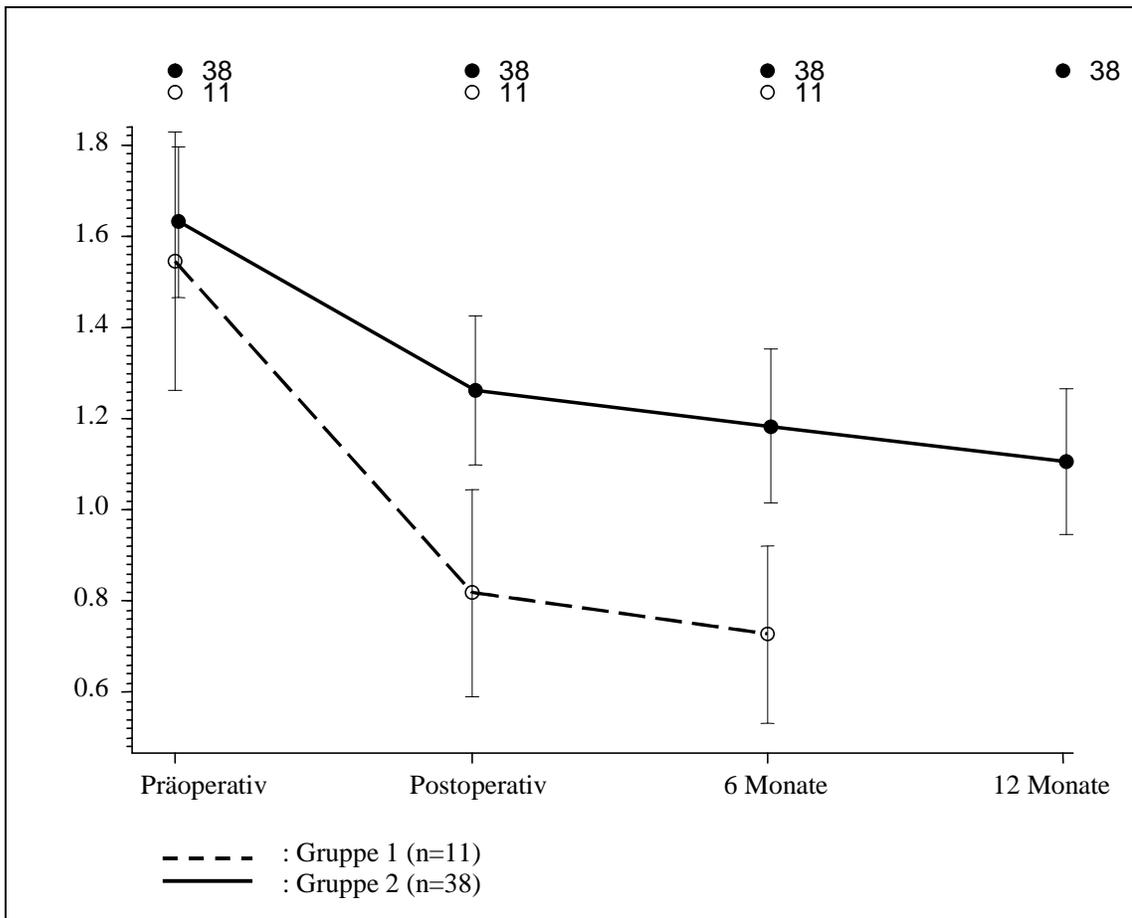


Abbildung 4. Durchschnittliche Anzahl an Medikamenten im Verlauf, die Patienten wurden in zwei Gruppen eingeteilt: Gruppe 1 – Teilnahme an einem Kontrolltermin (KT), Gruppe 2 – Teilnahme an zwei Kontrollterminen.

	Beobachtungsdauer			
	6 Monate		12 Monate	
Anzahl an Medikamenten	MW	ST	MW	ST
Präoperativ	1.5	0.9	1.6	1.0
Postoperativ	0.8	0.8	1.3	1.0
6 Monate	0.7	0.7	1.2	1.0
12 Monate	-	-	1.1	1.0

Tabelle 12. Anzahl an Medikamenten im Verlauf bei Patienten mit 6 und 12 Monaten Nachbeobachtungsdauer. MW= Mittelwert, ST= Streuung.

4.6.2.3 Medikamente und Glaukomart

Patienten mit Pseudoexfoliationsglaukom bekamen präoperativ mit 1.8 ± 1.5 Medikamenten etwas mehr als Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom (1.6 ± 0.9). Postoperativ sowie nach sechs Monaten betrug die Anzahl bei allen 43 Patienten mit POWG durchschnittlich 1.1, ebenso bei den 32 POWG-Patienten, die zu beiden Kontrollterminen kamen. Die sechs Patienten mit PEX-Glaukom nahmen an beiden Nachuntersuchungen teil. Bei diesen fand sich postoperativ ein Mittelwert von 1.7 ± 1.6 , nach sechs Monaten waren es durchschnittlich 1.0 ± 1.3 und nach zwölf Monaten 1.2 ± 1.3 Medikamente (siehe Tabelle 12).

Der Unterschied zwischen den beiden Glaukomdiagnosen nach 12 Monaten bezüglich der durchschnittlichen Anzahl an Medikamenten ist statistisch signifikant ($p= 0.0007^*$ im U-Test nach Mann und Whitney).

	Glaukomdiagnose						
	POWG			PEX-Glaukom			
Anzahl an Medikamenten	n	MW	ST	n	MW	ST	p
Präoperativ	43	1.6	0.9	6	1.8	1.5	0.77
Postoperativ	43	1.1	0.8	6	1.7	1.6	0.49
6 Monate	43	1.1	1.0	6	1.0	1.3	0.66
12 Monate	32	1.1	0.9	6	1.2	1.3	0.0007*

Tabelle 13. Anzahl an Medikamenten im Verlauf bei Patienten mit 6 und zwölf Monaten Nachbeobachtungsdauer, (n = Anzahl, MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney (prä-, postoperativ und 6 Monate: n = 49, 12 Monate: n = 38)).

4.6.2.4 Medikamente und Operationszusätze

Patienten, die während der Operation zusätzliche Maßnahmen wie Synechiolyse oder den Einsatz von Grieshaberhäkchen zur Irisretraktion benötigten, erhielten mehr Medikamente, sowohl präoperativ mit durchschnittlich 2.0 ± 1.1 Medikamenten im Vergleich zu 1.5 ± 1.0 bei denen, die keine Operationszusätze brauchten ($p=0.20$ im U-Test nach Mann und Whitney), als auch postoperativ mit 1.6 ± 1.1 zu 1.0 ± 1.1 Medikamenten ($p=0.11$ im U-Test nach Mann und Whitney). Nach sechs Monaten vergrößerte sich der Unterschied auf 1.7 ± 1.4 zu 0.9 ± 0.8 ($p=0.056$ im U-Test nach Mann und Whitney) und nach zwölf Monaten auf 1.7 ± 1.3 zu 0.9 ± 0.7 ($p=0.085$ im U-Test nach Mann und Whitney). Vergleicht man die einzelnen

Maßnahmen getrennt mit der Anzahl an Medikamenten, sieht man ebenfalls höhere Werte während des gesamten Verlaufs jedoch ohne signifikante Unterschiede.

4.6.2.5 Medikamente und nichtmedikamentöse Therapie

Patienten, die zuvor schon einmal zusätzliche drucksenkende Therapiemaßnahmen erhalten hatten, bekamen durchschnittlich 1.6 ± 1.2 Medikamente präoperativ, im Mittel die gleiche Menge wie Patienten ohne diese Zusatztherapien mit 1.6 ± 1.0 ($p=0.84$ im U-Test). Postoperativ folgte eine Reduktion auf 0.9 ± 0.7 im Vergleich zu 1.2 ± 1.2 ($p=0.41$ im U-Test), nach sechs Monaten waren es im Durchschnitt 1.0 ± 0.5 gegenüber 1.1 ± 1.1

($p=0.86$ im U-Test) und nach zwölf Monaten noch 1.1 ± 0.4 bzw. 1.1 ± 1.1 ($p=0.66$ im U-Test). Die zwei Patienten, die postoperativ eine nichtmedikamentöse Drucksenkung bekamen, erhielten während des gesamten Verlaufs der Studie jeweils ein Medikament. Die übrigen bekamen präoperativ 1.6 ± 1.0 , postoperativ 1.2 ± 1.0 , nach sechs Monaten 1.1 ± 1.1 und nach zwölf Monaten 1.1 ± 1.0 Medikamente. Nach zwölf Monaten ergab sich ein signifikanter Unterschied im U-Test nach Mann und Whitney ($p=0.028^*$).

4.7 Intraokularer Druck (IOD)

Das Hauptinteresse der Studie richtet sich auf die Veränderungen der Augeninnendruckwerte im postoperativen Verlauf. Die Tensiwerte wurden zunächst mit den in den Absätzen 4.2 bis 4.6.1 behandelten Parametern in Verbindung gesetzt und dann vor allem auf eventuelle Zusammenhänge mit der Anzahl an benötigten Augentropfen geprüft.

Der durchschnittliche Augeninnendruck betrug präoperativ 17.6 ± 3.8 mmHg bei allen 49 Patienten mit einer Variationsbreite von 11 mmHg bis 27.5 mmHg. Während des postoperativen Klinikaufenthaltes konnte er auf 14.2 ± 3.1 mmHg gesenkt werden. Der Minimalwert lag hier bei 9.3 mmHg gegenüber einem Maximalwert von 24.0 mmHg. Nach sechs Monaten musste ein leichter Anstieg des Durchschnittswertes auf 15.8 ± 2.1 mmHg verzeichnet werden (Minimum: 10.3 mmHg, Maximum: 19.67 mmHg), während die Untersuchung der 38 Patienten beim zweiten Kontrolltermin einen Durchschnitt von 15.4 ± 3.2 mmHg bei Werten zwischen 7.0 mmHg und 24.33 mmHg ergab (siehe Abb.5). Die Reduktion der Druckwerte postoperativ und an den beiden Nachuntersuchungsterminen im Vergleich zum präoperativen Status war jeweils statistisch signifikant (siehe Tabelle 13).

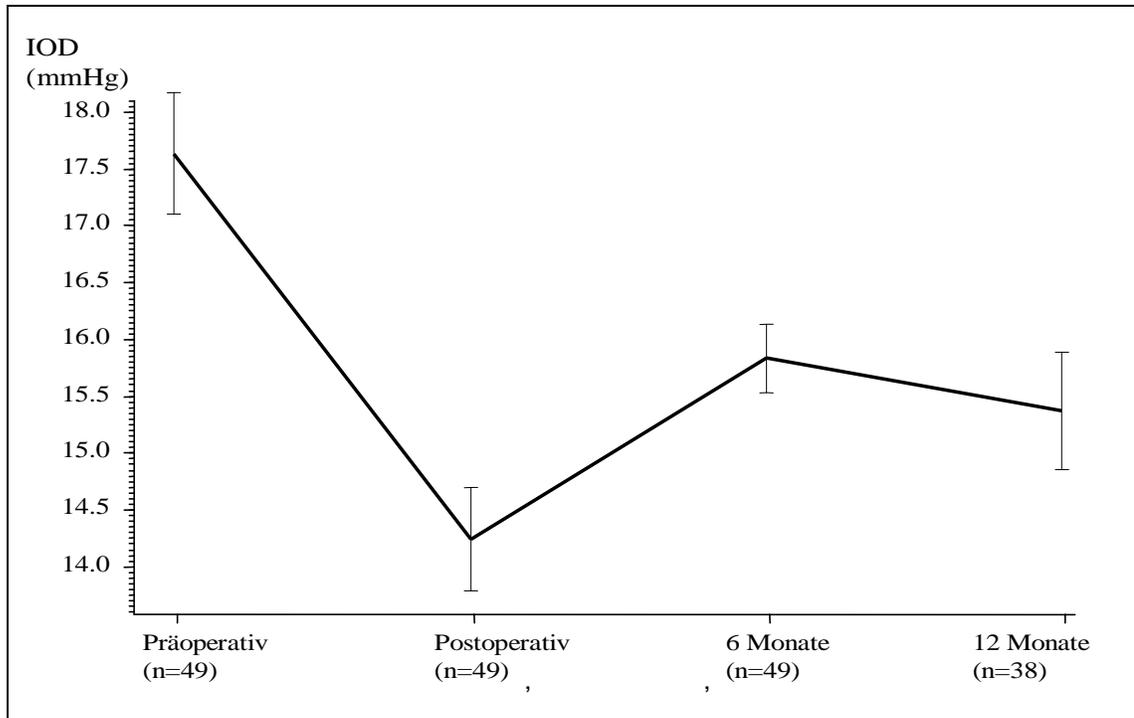


Abbildung 5. Durchschnittlicher Augeninnendruck mit Standardabweichung der Mittelwerte im Verlauf der Behandlung

	IOD			p
	n	MW	ST	
Präoperativ	49	17.6	3.8	0.00003***
Postoperativ	49	14.2	3.1	
Präoperativ	49	17.6	3.8	0.0021**
6 Monate	49	15.8	2.1	
Präoperativ	38	17.1	3.8	0.0085**
12 Monate	38	15.4	3.2	

Tabelle 14. Vergleich der durchschnittlichen Tensiwerte präoperativ und im Verlauf, (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus dem Wilcoxonstest).

33 (67.3%) von 49 Patienten zeigten eine Abnahme des durchschnittlichen Druckniveaus im Vergleich der postoperativen mit den präoperativen Werten von ≥ 2 mmHg, bei elf (22.5%) Patienten veränderten sich die Werte um weniger als ± 2 mmHg und fünfmal (10.2%) musste eine Zunahme von ≥ 2 mmHg verzeichnet werden. Bei 27 (55.1%) Patienten lag die IOD-Reduktion bei ≥ 3 mmHg, bei 17 (34.7%) differierte der Druck zwischen ± 3 mmHg und bei 5 nahm er um ≥ 3 mmHg zu. Die maximale Zunahme lag bei +9.25 mmHg, die maximale Abnahme bei -11.7 mmHg (Median: -3.3 mmHg, 95%-Konfidenzintervall: -4.0 bis -2.6 mmHg).

Nach sechs Monaten fand sich bei 22 (44.9%) Patienten eine Abnahme um ≥ 2 mmHg (maximale Abnahme: -13.2 mmHg) gegenüber den präoperativen Werten, bei 19 (38.8%) Patienten bewegten sich die Druckänderungen zwischen ± 2 mmHg, während bei acht (16.3%) Patienten die Werte um ≥ 2 mmHg anstiegen (maximale Zunahme: +6.7 mmHg, Median: -1.7 mmHg, 95%-Konfidenzintervall: -2.0 bis -1.0 mmHg). Die Anzahl der Patienten mit einer Tensioabnahme ≥ 3 mmHg lag bei 16 (32.7%), mit gleich bleibenden Werten bei 31 (63.3%) und mit einer Tensiozunahme ≥ 3 mmHg bei 2 (4.0%).

Von den 38 Patienten, die zu beiden Nachuntersuchungen kamen, zeigten 20 (52.6%) eine Abnahme des Augeninnendrucks in Bezug auf den präoperativen Status von ≥ 2 mmHg, bei zehn (26.3%) Patienten differierten die Werte um weniger als ± 2 mmHg und acht (21.1%) Patienten zeigten einen Anstieg von ≥ 2 mmHg. Dabei lagen die Maximalwerte bei -11 mmHg und +7.66 mmHg (Median: -2.34 mmHg, 95%-Konfidenzintervall: -2.76 bis -1.4 mmHg). Bei 14 Patienten zeigte sich eine Abnahme um ≥ 3 mmHg, bei 20 (52.7%) Patienten lag die Differenz zwischen ± 3 mmHg und bei vier (10.5%) stieg der Druck um ≥ 3 mmHg.

	IOD			IOD-Differenz		IOD-Differenz	
	n	(mmHg)		(mmHg)		(%)	
		MW	ST	MW	ST	MW	ST
Präoperativ	49	17.6	3.8				
Postoperativ	49	14.2	3.1	-3.8	4.7	-15.8	26.6
6 Monate	49	15.8	2.1	-1.8	3.7	-7.2	18.9
12 Monate	38	15.4	3.2	-1.7	3.9	-7.5	22.8

Tabelle 15. Durchschnittlicher IOD im Verlauf und durchschnittliche Differenzen der postoperativen Werte im Vergleich zum präoperativen Wert in Absolutwerten bzw. Prozent (*n* = Anzahl, *MW* = Mittelwert, *ST* = Standardabweichung).

Setzt man als Voraussetzung einer klinisch signifikanten Änderung eine Zu- bzw. Abnahme von mindestens 20% des Ausgangsdruckwertes fest, ergibt sich folgendes Bild:

Bei 24 (48.98%) von 49 Patienten zeigte sich postoperativ eine Abnahme von $\geq 20\%$ gegenüber den präoperativen Werten, bei 20 (40.82%) Patienten veränderten sich die Werte um weniger als 20% und fünf (10.20%) Patienten wiesen eine Zunahme von $\geq 20\%$ auf (Median: -19.22%, 95%-Konfidenzintervall: -24.92% bis -16.22%). Eine Abnahme von $\geq 30\%$ des Ausgangsdruckwertes fand sich bei 16 (32.65%) Patienten, davon lagen 8 (16.33%) Patienten sogar in einem Bereich der Druckreduzierung von $\geq 40\%$. Die maximale Zunahme lag bei 72.73%, die maximale Abnahme bei 52.27%, (siehe Abbildung 6).

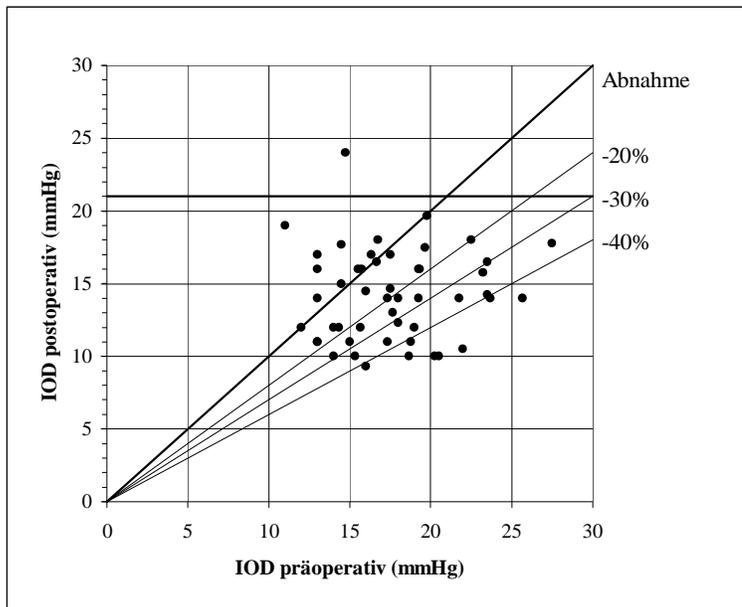


Abbildung 6. Zu- bzw. Abnahme des Augeninnendrucks im Vergleich der prä- und postoperativen Werte. (Anzahl der Patienten: $n=49$)

Während des ersten Nachuntersuchungstermins wurden lediglich bei 13 (26.53%) Patienten durchschnittliche Druckwerte ermittelt, die einer Abnahme von $\geq 20\%$ entsprachen. Bei den meisten Patienten, nämlich 33 (67.35%), bewegten sich die Werte zwischen einer Zu- bzw. Abnahme von $< 20\%$, während bei drei (6.12%) Patienten eine Zunahme von $\geq 20\%$ im Vergleich zu den präoperativen Werten gefunden wurde (Median: -9.63%, 95%-Konfidenzintervall: -12.00% bis -8.01%). Eine Reduktion von $\geq 30\%$ im Vergleich zum präoperativen Ausgangswert zeigte sich bei 6 (12.24%) Patienten, bei einem dieser Patienten wurde eine Abnahme von $\geq 40\%$ erzielt. Dieser maximale Wert betrug 47.89%, während die maximale Zunahme des IOD bei 51.31% lag, (siehe Abbildung 7).

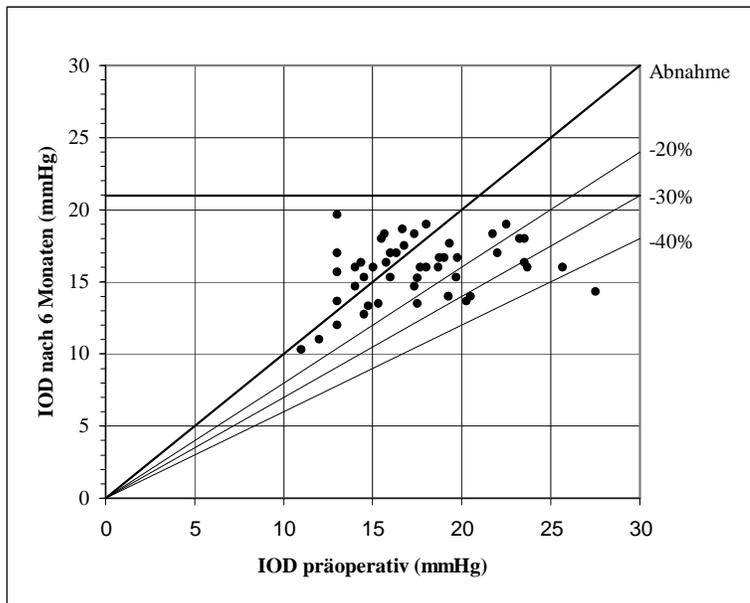


Abbildung 7. Zu- bzw. Abnahme des Augeninnendrucks im Vergleich der präoperativen Werte mit den Werten nach 6 Monaten. (Anzahl der Patienten: n=49)

Von den 38 Patienten, die beide Kontrolltermine wahrnahmen, hatten zwölf (31.58%) um $\geq 20\%$ niedrigere Werte im Gegensatz zu den präoperativen Werten, bei 21 (55.26%) Patienten differierten die Druckwerte um weniger als 20% und fünf (13.16%) Patienten zeigten eine Zunahme von $\geq 20\%$ des Ausgangswertes (Median: -11.97%, 95%-Konfidenzintervall: -15.61% bis -9.08%). Von den zwölf Patienten mit einer Druckreduktion $\geq 20\%$, lagen 7 (18.42%) im Intervall zwischen 20-29%, eine Abnahme von $\geq 30\%$ präsentierten lediglich 5 (13.16%) Patienten, davon zwei (5.26%) sogar $\geq 40\%$. Die maximale Zunahme des Augeninnendrucks eines Patienten betrug 56.39%, die maximale Abnahme 41.98%, (siehe Abbildung 8).

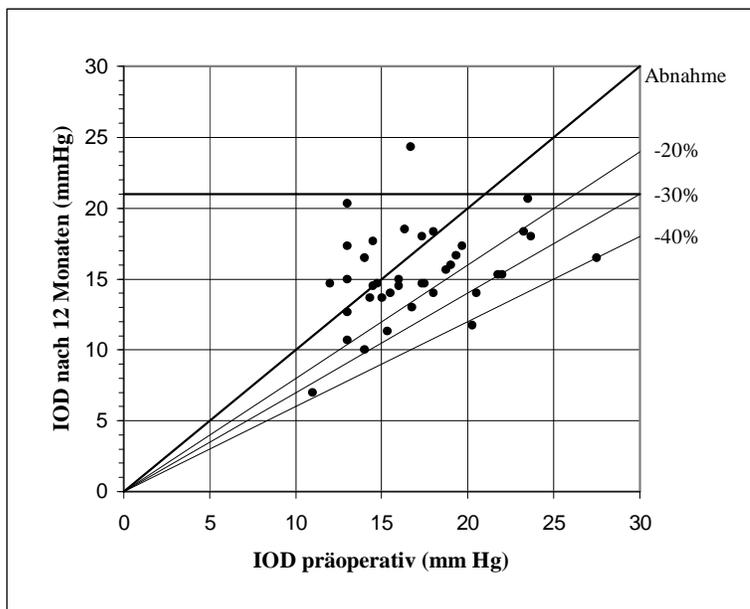


Abbildung 8. Zu- bzw. Abnahme des Augeninnendrucks im Vergleich der präoperativen Werte mit den Werten nach 12 Monaten. (Anzahl der Patienten: $n=38$)

Als dekompensiert wurden Tensiwerte > 21 mmHg gewertet. Die präoperative Untersuchung ergab bei neun Patienten (18.36%) im Rahmen der Tagesdruckkurve einen Mittelwert, der über diesem Niveau lag. Die Durchschnittswerte erstreckten sich von 21.75 mmHg bis 27.5 mmHg, vier Patienten zeigten Einzelwerte ≥ 30 mmHg mit einem Maximum von 33 mmHg. Nur bei einem dieser Patienten wurde im weiteren Verlauf, nämlich während des zweiten Nachuntersuchungstermins, ein Mittelwert von annähernd 21 mmHg (20,67 mmHg) gefunden, mit einem maximalen Einzelwert von 23 mmHg. Die Mittelwerte der übrigen acht Patienten lagen bei allen Untersuchungen zwischen 10 mmHg und 19 mmHg.

Am Vortag der Entlassung nach der Operation wurde lediglich bei einem Patienten (2.04%) ein Durchschnittswert von 24 mmHg ermittelt, was gleichzeitig auch dem Maximalwert entsprach. Nach sechs Monaten lagen alle Mittelwerte unter 21 mmHg. Ebenfalls nur ein Patient (2.63%) zeigte beim zweiten Kontrolltermin einen Durchschnitt > 21 mmHg, nämlich 24.33 mmHg mit maximal 25 mmHg als Einzelwert.

4.7.1 Intraokularer Druck und demographische Daten

Zwischen Männern und Frauen konnte kein signifikanter Unterschied im Verlauf der Tensiwerte gefunden werden. Als Ausgangswerte wurden bei den Männern präoperativ 17.8 ± 5.1 mmHg und bei den Frauen 17.6 ± 3.2 mmHg gemessen. Es erfolgte bei den Männern eine Reduktion auf 15.1 ± 3.7 mmHg postoperativ, sowie auf konstante Werte nach sechs (15.3 ± 2.7 mmHg) und zwölf Monaten (15.3 ± 4.4 mmHg). Die Druckwerte der Frauen schwankten postoperativ zwischen 13.9 ± 2.9 mmHg, 16.1 ± 1.8 mmHg und 15.4 ± 2.4 mmHg (siehe Abb.7).

Die Druckwerte korrelieren gegensinnig mit dem Alter der Patienten, was eher niedrigere Werte erwarten lässt, je älter die Patienten sind.

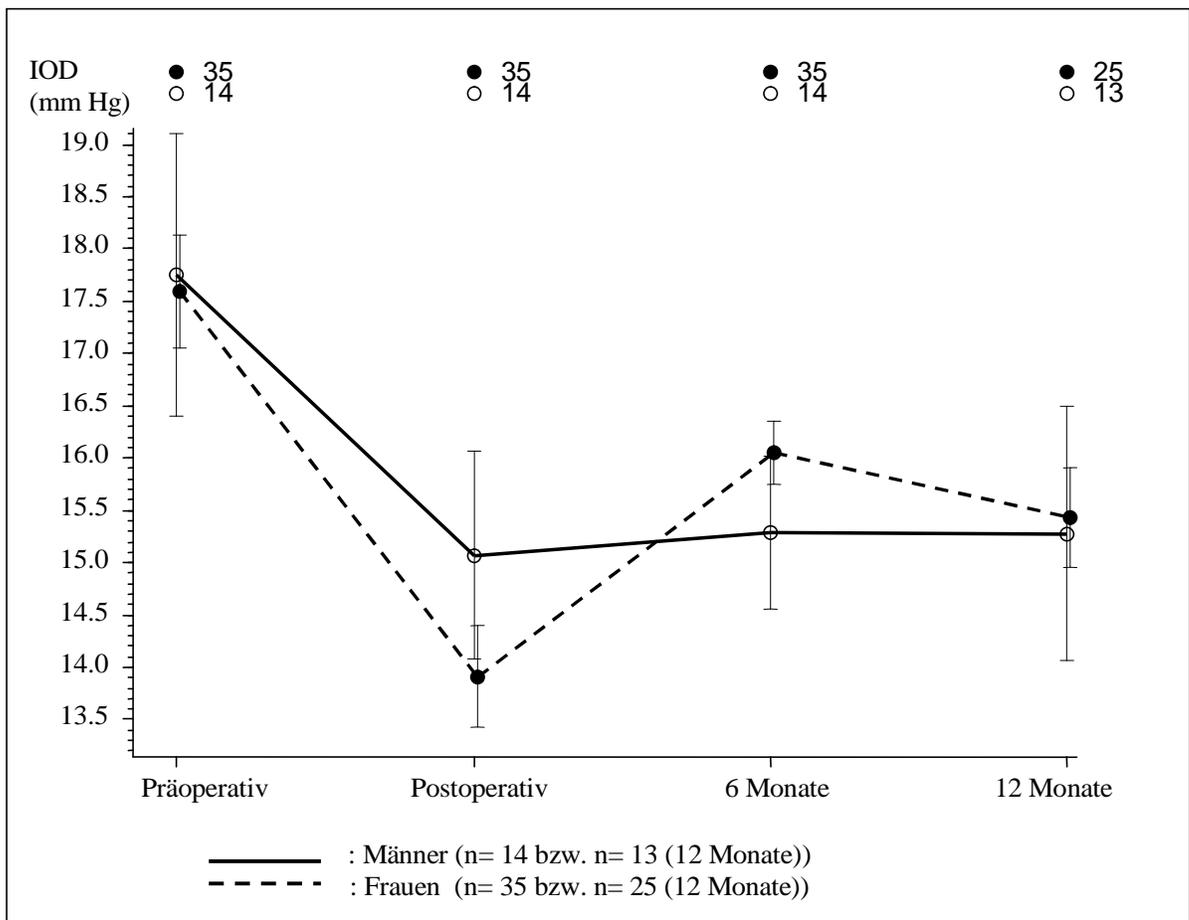


Abbildung 9. Durchschnittlicher Augeninnendruck (Mittelwerte mit Standardabweichung der Mittelwerte) im Verlauf aufgeteilt nach Geschlecht.

4.7.2 Intraokulardruck und Beobachtungsdauer

Eine Unterteilung der Patienten in zwei Gruppen, je nach Teilnahme an einem (Gruppe 1) oder zwei (Gruppe 2) Kontrollterminen, führte zu folgenden Ergebnissen: der präoperative Unterschied zwischen Gruppe 1 mit 19.6 ± 3.2 mmHg und Gruppe 2 mit 17.1 ± 3.8 mmHg erweist sich als statistisch signifikant ($p= 0.032^*$ im U-Test nach Mann und Whitney). Postoperativ nähern sich die Mittelwerte an auf 14.9 ± 2.8 mmHg in Gruppe 1 im Vergleich zu 14.1 ± 3.5 mmHg in Gruppe 2 ($p= 0.38$ im U-Test nach Mann und Whitney). Nach sechs Monaten sieht man in beiden Gruppen einen leichten Anstieg der Werte: 16.0 ± 1.7 mmHg in Gruppe 1 sowie 15.8 ± 2.2 mmHg in Gruppe 2 ($p= 0.88$ im U-Test nach Mann und Whitney). Nach zwölfmonatigem Verlauf ergab sich in Gruppe 2 ein Mittelwert von 15.4 ± 3.2 mmHg.

4.7.3 Intraokulardruck und Glaukomart

Bei Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom fanden sich durchgehend etwas höhere Druckwerte als bei Patienten mit Pseudoexfoliationsglaukom. Die Unterschiede, selbst die postoperativen, waren jedoch nicht signifikant (siehe Tabelle 14).

IOD (mmHg)	Glaukomart						p
	POWG			PEX-Glaukom			
	n	MW	ST	n	MW	ST	
Präoperativ	43	17.7	3.7	6	17.5	4.3	0.68
Postoperativ	43	14.5	3.1	6	12.7	3.2	0.18
6 Monate	43	15.9	2.2	6	15.6	1.6	0.61
12 Monate	32	15.6	3.2	6	14.3	2.8	0.36

Tabelle 16. Durchschnittliche Tensiwerte aufgeteilt nach Glaukomart, (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney).

4.7.4 Intraokularer Druck und Operationszusätze

Die zusätzliche Anwendung einer Synechiolyse während der Operation beeinflusste den Druckverlauf nicht wesentlich. Beim ersten Kontrolltermin fand sich zwischen Patienten mit und ohne Einsatz von Irisretraktoren (14.0 ± 2.1 mmHg zu 16.1 ± 2.0 mmHg) ein signifikanter Unterschied, $p=0.017^*$ im U-Test nach Mann und Whitney).

4.7.5 Intraokularer Druck und nichtmedikamentöse Therapie

Patienten mit zusätzlichen drucksenkenden Maßnahmen hatten prä- und postoperativ durchschnittlich höhere Werte (18.4 ± 3.9 mmHg bzw. 15.5 ± 4.3 mmHg) als diejenigen ohne derartige Maßnahmen (17.4 ± 3.7 mmHg bzw. 13.9 ± 2.7 mmHg), nach sechs und zwölf Monaten jedoch niedrigere Werte mit 15.1 ± 1.2 mmHg bzw. 14.9 ± 1.4 mmHg im Vergleich zu 16.0 ± 2.3 mmHg bzw. 15.5 ± 3.4 mmHg. Diese Unterschiede sind nicht signifikant.

Die gesonderte Untersuchung der einzelnen Methoden ergab lediglich zwischen Patienten mit und ohne präoperativ durchgeführter Argonlasertrabekuloplastik einen signifikanten Unterschied der Tensio ($p=0.035^*$ im U-Test nach Mann und Whitney) zum Zeitpunkt des postoperativen Klinikaufenthalts. Patienten ohne ALT hatten nach der Operation einen durchschnittlichen Augeninnendruck von 13.8 ± 2.2 mmHg im Gegensatz zu denen mit ALT, deren Druckwerte im Mittel bei 17.3 ± 4.2 mmHg lagen.

4.7.6 Intraokularer Druck und Medikamente

IOD (mmHg)	Anzahl an Medikamenten präoperativ						p
	keine		eines		mehrere (2-4)		
	MW	ST	MW	ST	MW	ST	
präoperativ	15.3	2.7	17.8	3.4	17.9	4.2	0.4
postoperativ	12.4	1.8	13.8	3.5	15.1	2.8	0.076
6 Monate	14.2	1.8	16.0	1.9	15.9	2.3	0.2
12 Monate	12.7	2.0	15.6	3.0	15.6	3.4	0.2

Tabelle 17. Durchschnittlicher Augeninnendruck im Verlauf gruppiert nach der Anzahl an Medikamenten präoperativ. (MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus der Rangvarianzanalyse nach Kruskal-Wallis).

Patienten, die bereits präoperativ keine Medikamente benötigten, hatten sowohl präoperativ als auch im Verlauf jeweils die niedrigsten Durchschnittswerte des Augeninnendrucks, während der Unterschied zwischen Patienten, die ein oder mehrere Medikamente applizieren mussten, gering war. Diese Unterschiede sind aber nicht signifikant. Im Verfahren der Serien-Korrelation, d.h. der Korrelation von wiederholten Messungen nach Jones und Boadi-Boateng, die verwendet wird, wenn die Werte der Patienten mehrfach, zu wechselnden Zeitpunkten gemessen wurden, ergab sich eine positive Steigung der Regressiongeraden (siehe Abb.8). Dies bedeutet, dass bei abnehmenden Druckwerten signifikant weniger Medikamente verordnet wurden ($p=0.031^*$).

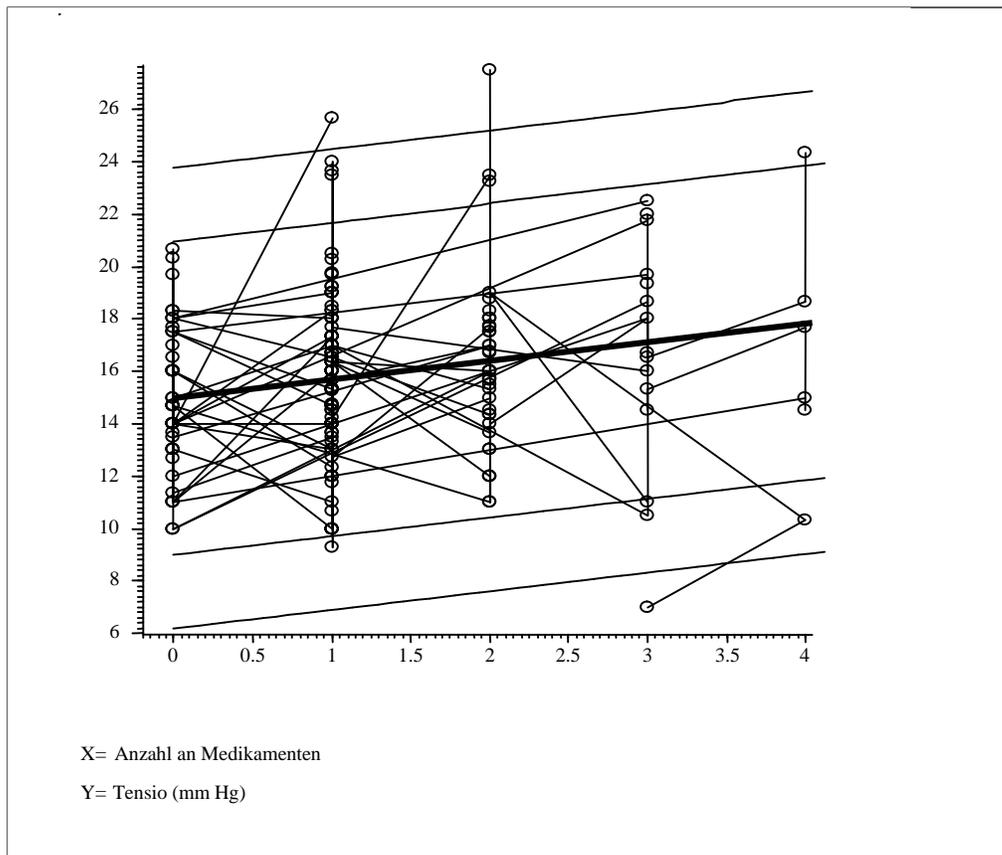


Abbildung 10. Serienkorrelation nach Jones und Boadi-Boateng. Dargestellt sind die Messwerte ($x =$ Anzahl an Medikamenten, $y =$ IOD (mmHg)) zu den jeweiligen Zeitpunkten (präoperativ, postoperativ, nach 6 und 12 Monaten) der Untersuchung. Die Punkte jedes einzelnen Patienten sind miteinander verbunden.

Die Anwendung der Serienkorrelation auf die beiden Gruppen mit unterschiedlich langem Nachuntersuchungszeitraum ergab nur bei Gruppe 1 mit einem Kontrolltermin ein signifikantes $p=0.004^{**}$, während sich für die Gruppe 2 mit zwei Kontrollterminen lediglich ein $p=0.45$ zeigte.

Die Aufteilung nach verschiedener Glaukomdiagnose ergab sowohl für Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom als auch für Patienten mit PEX-Glaukom keine signifikanten Ergebnisse (jeweils $p>0.3$).

Vergleicht man die Änderung der Anzahl an Medikamenten mit der Änderung des Augeninnendrucks, zeigen sich folgende Ergebnisse:

Von den 38 Patienten mit beiden Nachuntersuchungsterminen konnten neun Patienten eine Druckabnahme bei gleichzeitiger Reduktion der Medikamentenzahl erreichen. Bei sechs Studienteilnehmern differierte der Druck um weniger als 2 mmHg bei gleich bleibender Menge an Augentropfen und nur ein Patient hatte trotz zusätzlicher Medikation erhöhte Druckwerte.

Bei 17 (85%) der 20 Patienten mit einer Abnahme um ≥ 2 mmHg am zweiten Kontrolltermin war der Druck bei gleich bleibender oder sogar reduzierter Medikation gesunken, bei drei (15%) Patienten wurden zusätzliche Augentropfen eingesetzt. Von den zehn Männern und Frauen, deren Druckwerte sich um weniger als 2 mmHg verändert hatten, benötigte keiner weitere Lokalthérapeutika, bei 40% konnte die Anzahl gesenkt werden, 60% behielten ihre Medikation bei. Die übrigen acht Personen, deren Tensiwerte über 2 mmHg angestiegen waren, nahmen zu 62.5% weniger Augentropfen, bei 25% blieb die Zahl konstant und ein Patient (12.5%) benötigte mehr Augentropfen, (siehe Tabelle 18).

	IOD					
	Zunahme ≥ 2		± 2 mmHg		Abnahme ≥ 2	
	mmHg				mmHg	
Anzahl	n	%	n	%	n	%
Medikamente						
Zunahme	1	2.6	0	0	3	7.9
gleich bleibend	2	5.3	6	15.8	8	21.1
Abnahme	5	13.2	4	10.5	9	23.6
Gesamt	8	21.1	10	26.3	20	52.6

Tabelle 18. Änderung der Anzahl an Medikamenten im Vergleich zur Änderung des IOD von präoperativ zum 12-Monatstermin bei den 38 Patienten mit zwei Nachuntersuchungsterminen, ($n = \text{Anzahl}, p = 0.56$ im exakten Test nach Mehta und Patel)

Für die elf Patienten, die nur einen Kontrolltermin wahrgenommen hatten, ergab sich eine etwas andere Verteilung, da kein einziger dieser Gruppe zusätzliche Augentropfen verordnet bekommen hatte. Für die meisten Patienten (72.7%) konnten niedrigere Druckwerte trotz einer reduzierten oder gleich bleibenden Menge an Medikamenten notiert werden. Bei zwei Patienten blieb der Druck konstant, je einmal mit gleich bleibender und reduzierter Medikation. Der einzige Patient, dessen Druckwerte nach sechs Monaten angestiegen waren, verwendete zu diesem Zeitpunkt die gleiche Anzahl an Augentropfen wie vor der Operation, (siehe Tabelle 19).

	IOD					
	Zunahme ≥ 2		± 2 mmHg		Abnahme ≥ 2	
	mmHg				mmHg	
Anzahl	n	%	n	%	n	%
Medikamente						
Zunahme	0	0	0	0	0	0
gleich bleibend	1	9.1	1	9.1	2	18.2
Abnahme	0	0	1	9.1	6	54.5
Gesamt	1	9.1	2	18.2	8	72.7

Tabelle 19. Änderung der Anzahl an Medikamenten im Vergleich zur Änderung des IOD von präoperativ zum 6-Monatstermin bei 11 Patienten mit einer Nachuntersuchung, ($n = \text{Anzahl}, p = 0.45$ im exakten Test nach Mehta und Patel)

4.8 Visus

Zur Dokumentation der Ergebnisse der Kataraktoperation wurden die Visuswerte präoperativ ermittelt und mit dem maximal unter bester Korrektur erreichbaren Visuswert beim letzten Nachuntersuchungstermin verglichen. Für die statistischen Berechnungen wurden die Visuswerte noch in LogMAR-Werte (dekadischer Logarithmus des Seh winkels) umgerechnet.

Der Visus betrug präoperativ durchschnittlich 0.3 ± 0.2 und verbesserte sich postoperativ auf 0.7 ± 0.3 . Die Umrechnung in LogMAR-Werte ergab einen präoperativen Durchschnitt von 0.6 ± 0.3 sowie 0.2 ± 0.4 postoperativ. Die Mehrzahl der Patienten profitierte von der Kataraktoperation im Sinne einer Visusverbesserung. Acht Patienten (16.3%) erreichten sogar Visuswerte von 1,0 bzw. 1,25. Bei sieben Patienten (14.3%) blieb der Visus auch nach der Kataraktoperation gleich. Außerdem trat bei einem Patienten eine Verschlechterung von 0,3 auf 0,2 ein. Diese Patienten hatten meist vor der Operation schon sehr niedrige Visuswerte. Gründe für die ausbleibende Visusverbesserung waren zusätzliche Erkrankungen wie z. B. altersbedingte Maculadegeneration, diabetische Retinopathie oder ausgeprägte glaukomatöse Gesichtsfeldverluste.

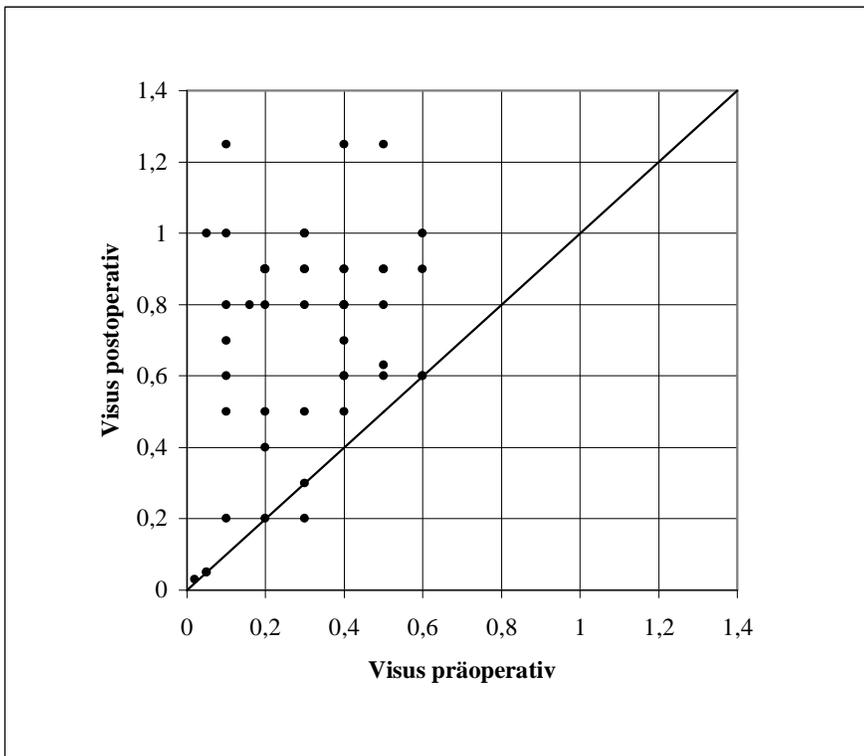


Abbildung 11. Visuswerte im Verlauf, $n = 49$

4.8.1 Visus und demographische Daten

Die durchschnittlichen LogMAR-Werte bei den Männern betragen präoperativ 0.7 ± 0.3 sowie 0.1 ± 0.1 postoperativ. Bei den Frauen verbesserten sich die Werte von präoperativ 0.6 ± 0.3 auf 0.3 ± 0.4 postoperativ. Die Visusverbesserung bei den Männern (-0.6 ± 0.4) unterscheidet sich signifikant vom Verlauf bei den Frauen (-0.3 ± 0.3), $p=0.0043^{**}$ im U-Test nach Mann und Whitney.

Das Alter der Patienten korreliert negativ mit der Visusentwicklung, d.h. je älter der Patient desto geringer die Visusveränderung. ($\rho=0.041^*$, Spearmansche Rangkorrelation).

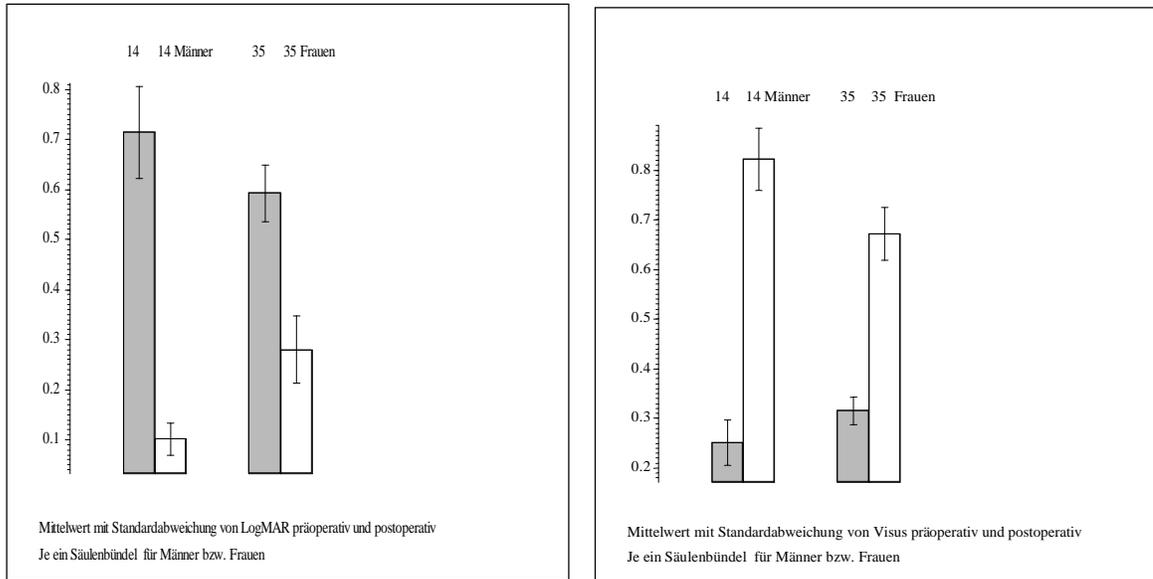


Abbildung 12. Mittelwerte von Visus und LogMAR im Vergleich prä- zu postoperativ und Männer zu Frauen.

4.8.2 Visus und Beobachtungsdauer

Bei Patienten, die nur einen Kontrolltermin wahrnahmen fiel die Veränderung der logMAR-Werte mit -0.2 ± 0.3 geringer aus als bei denen, die zweimal zur Nachuntersuchung kamen (-0.5 ± 0.3). Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($p=0.012^*$ im U-Test nach Mann und Whitney). Patienten der ersten Gruppe hatten präoperativ Durchschnittswerte von 0.5 ± 0.4 im Vergleich zu 0.3 ± 0.4 nach sechs Monaten. Bei den Patienten, die sich nach einem Jahr erneut vorstellten, verbesserten sich die LogMAR-Werte von 0.7 ± 0.3 auf 0.2 ± 0.3 .

4.8.3 Visus und Glaukomart

Die Glaukomdiagnose hatte keinen Einfluss auf die Visuswerte. Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom hatten präoperativ durchschnittliche logMAR-Werte von 0.6 ± 0.3 im Gegensatz zu 0.2 ± 0.3 postoperativ. Bei Patienten mit Pseudoexfoliationsglaukom betrug der erste Wert 0.6 ± 0.4 , der folgende 0.3 ± 0.5 . Die Differenz betrug -0.4 ± 0.3 bei Patienten mit POWG sowie -0.3 ± 0.2 bei Patienten mit PEX-Glaukom, ($p=0.56$ im U-Test nach Mann und Whitney).

4.8.4 Visus und Operationszusätze

Patienten, bei denen Operationszusätze wie Synechiolyse oder Irisretraktion eingesetzt worden waren, hatten präoperativ einen signifikant schlechteren Visus mit durchschnittlichen logMAR-Werten von 0.8 ± 0.3 als Patienten ohne diese Zusätze, deren durchschnittlicher Visus bei logMAR-Werten von 0.6 ± 0.3 lag, ($p=0.049^*$ im U-Test nach Mann und Whitney). Postoperativ konnten keine signifikanten Unterschiede mehr festgestellt werden. Hier lagen die Durchschnittswerte bei 0.3 ± 0.4 mit bzw. bei 0.2 ± 0.3 ohne Operationszusätze.

4.8.5 Visus und antiglaukomatöse Therapie

Die Anwendung zusätzlicher drucksenkender Maßnahmen hatte keinen Einfluss auf die Visusentwicklung. Ebenso wenig besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Anzahl an verordneten Medikamenten oder den Druckwerten zum Zeitpunkt der Visusmessung. Eine Testung auf Zusammenhänge zwischen der Visusänderung und der Änderung der Medikamentenzahl bzw. der Druckwerte von prä- auf postoperativ ergab ebenfalls keine signifikanten Ergebnisse.

5 Ergebnisse der retrospektiven Studie

5.1 Patientenzahlen

Retrospektiv wurden die Daten von 76 Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom oder Pseudoexfoliationsglaukom untersucht, die in der Augenklinik der Universität Würzburg eine Kataraktextraktion mittels Phakoemulsifikation durch eine clear-corneale Inzision erhalten hatten. Bei allen Patienten lag eine Cataracta senilis vor. Die Eingriffe fanden zwischen November 1996 und Februar 1999 statt. Bei zwei operierten Augen pro Patient wurde jeweils das während des Studienzeitraums zuerst operierte Auge für die Berechnungen verwendet.

5.2 Demographische Daten

Die ersten Untersuchungen bezogen sich auf Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts, des Alters und der Seite des operierten Auges.

Von den 76 Patienten waren 28 (37%) männlichen und 48 (63%) weiblichen Geschlechts. Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Operation betrug 76.2 ± 7.0 Jahre. Der älteste Studienpatient war 90 Jahre alt, der jüngste 57 Jahre. Zwischen dem Durchschnittsalter der Frauen (76.8 ± 7.1 Jahre) und der Männer (75.3 ± 6.9 Jahre) besteht ein nicht signifikanter Unterschied von 1.5 Jahren ($p=0.30$ im U-Test nach Mann und Whitney). 44 (58%) Patienten mussten am rechten Auge operiert werden, 32 (42%) am linken. In Bezug auf das Durchschnittsalter ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen Patienten, die am rechten oder linken Auge behandelt wurden. Es wurden 18 Männer (64%) auf der rechten und zehn (36%) auf der linken Seite operiert. Bei den Frauen war das Verhältnis mit 26 (54%) rechten zu 22 (46%) linken Augen etwas ausgeglichener (siehe Tabelle 1).

Das Durchschnittsalter der Patienten im retrospektiven Teil unterscheidet sich nicht signifikant von dem der 38 Patienten des prospektiven Teils mit einer Nachbeobachtungszeit von zwölf Monaten ($p=0.69$ im U-Test nach Mann und Whitney). Das Geschlechterverhältnis von Männern zu Frauen betrug bei beiden ungefähr 1:2, das Verhältnis von rechten zu linken operierten Augen war sogar exakt gleich ($p=1.0$ im Chi-Quadrat-Test).

	Alter			p
	n	MW	ST	
Geschlecht				
Männlich	28	75.3	6.9	0.30
Weiblich	48	76.8	7.1	
Auge				
Rechts	44	76.6	6.8	0.61
Links	32	75.7	7.3	
Gesamt	76	76.2	7.0	-

Tabelle 1. Alter der Patienten insgesamt und aufgeteilt nach Geschlecht und Seite des operierten Auges. (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney).

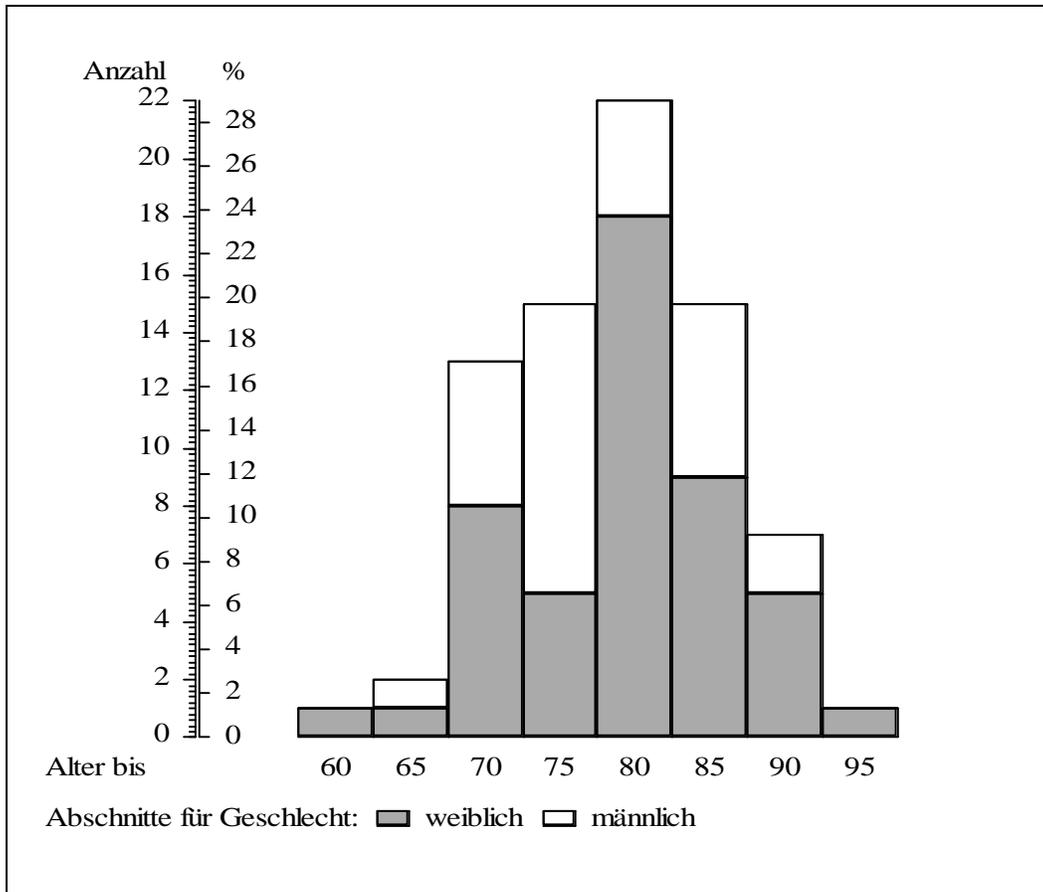


Abbildung 1. Verteilung der Patienten in verschiedenen Altersgruppen. Jede Säule ist aufgeteilt nach Geschlecht.

5.3 Beobachtungsdauer

Im Gegensatz zum prospektiven Teil der Studie wurde nur ein postoperativer Wert berücksichtigt. Zwischen der Operation und dem zuletzt gemessenen Intraokulardruck wurde ein durchschnittlicher Zeitraum von 12.9 ± 4.6 Monaten ermittelt. Der Nachbeobachtungszeitraum erstreckte sich von mindestens sechs Monaten bis zu maximal 26 Monaten.

Zwischen dem durchschnittlichen Follow-Up von 12.0 zu 12.9 Monaten (prospektiv zu retrospektiv) fand sich kein signifikanter Unterschied ($p=0.53$ im U-Test nach Mann und Whitney).

5.4 Glaukomart

Die Diagnose Chronisches Offenwinkelglaukom wurde in zwei Subgruppen, Primäres Offenwinkelglaukom und Pseudoexfoliationsglaukom, unterteilt. Diese wurden daraufhin in Bezug auf Verteilung und demographische Daten verglichen.

Es wurde 52 Mal (68%) die Diagnose eines Primären Offenwinkelglaukoms (POWG) gestellt, nur 24 (32%) Patienten hatten ein Pseudoexfoliationsglaukom. Die altersmäßige Verteilung in beiden Gruppen war mit 76.1 ± 7.6 Jahren (POWG) zu 76.6 ± 5.7 Jahren (PEX-Glaukom) ähnlich ($p=0.98$ im U-Test nach Mann und Whitney, siehe Tabelle 2). Von den 28 Männern hatten 19 (68%) ein POWG sowie neun (32%) ein PEX-Glaukom. Diese Verhältnisse fanden sich bei den Frauen in ähnlichem Ausmaß: 33 (69%) wurden der POWG-Gruppe zugeordnet, 15 (31%) der PEX-Gruppe. Daher war der Unterschied auch nicht signifikant ($p=0.94$ im Chi-Quadrat-Test). 32 (73%) Patienten mit POWG wurden am rechten Auge operiert, 12 (27%) am linken. Bei den Patienten mit PEX-Glaukom wurden die Operation 20 Mal (62%) am rechten und zwölf Mal (38%) am linken Auge ausgeführt, (siehe Tabelle 3). Die Seite des operierten Auges wurde für die übrigen Berechnungen nicht weiter verwendet.

Der Anteil an Patienten mit Pseudoexfoliationsglaukom war mit 32% bei der retrospektiven Studie doppelt so groß wie bei der prospektiven Studie mit 16% ($p=0.063$ im Chi-Quadrat-Test).

	Alter			p
	n	MW	ST	
Glaukomart				
POWG	52	76.1	7.6	0.98
PEX-Glaukom	24	76.6	5.7	

Tabelle 2. Alter der Patienten aufgeteilt nach der Glaukomdiagnose. (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung. p aus dem U-Test nach Mann und Whitney).

	Glaukomart				p
	POWG		PEX-Glaukom		
	n	%	n	%	
Geschlecht					
Männlich	19	67.9	9	32.1	0.94
Weiblich	33	68.8	15	31.2	
Seite					
Rechts	32	72.7	20	62.5	0.35
Links	12	27.3	12	37.5	
Gesamt	52	68.4	24	31.6	-

Table 3. Geschlecht und Seite des operierten Auges im Vergleich zwischen Patienten mit POWG oder PEX-Glaukom. (n= Anzahl, p aus dem Chi-Quadrat-Test).

5.5 Medikamentöse Therapie

Ein weiterer Punkt dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob sich die Menge der drucksenkenden Lokaltherapeutika nach der Operation verändert und inwieweit Zusammenhänge zu den demographischen Daten oder der Glaukomdiagnose bestehen.

Die durchschnittliche Anzahl an Medikamenten verringerte sich von 1.4 ± 0.9 Medikamenten präoperativ auf 1.0 ± 0.9 Medikamente postoperativ. Diese Reduktion ist statistisch signifikant: $p=0.0004^{***}$ im Vorzeichentest.

Die männlichen Studienteilnehmer benötigten präoperativ durchschnittlich 1.5 ± 0.9 Medikamente, bei den Frauen waren es 1.4 ± 0.9 Medikamente; postoperativ sank der Durchschnitt auf 1.0 ± 0.9 Medikamente bei den Männern und 0.9 ± 0.9 Medikamente bei den Frauen, was jeweils einen nicht signifikanten Unterschied von 0.1 ausmachte.

Patienten mit POWG applizierten präoperativ durchschnittlich 1.4 ± 0.8 Medikamente im Vergleich zu 1.5 ± 1.1 Medikamenten beim PEX-Glaukom. Postoperativ lag der Durchschnitt in beiden Gruppen bei 1.0 Medikamenten.

Bei 33 (43%) Patienten konnte die Anzahl an Medikamenten postoperativ gesenkt werden, bei 34 (45%) blieb sie gleich und neun (12%) Patienten benötigten mehr Medikamente als vor der Operation, (siehe Tabelle 4).

	Anzahl an Medikamenten					
Patienten	-3	-2	-1	0	+1	+2
n	3	6	24	34	7	2
%	4.0	7.9	31.6	44.7	9.2	2.6

Tabelle 4. Absolut- und Prozentzahlen der Patienten je nach postoperativer Änderung der Anzahl an Medikamenten im Vergleich zum präoperativen Status ($n = \text{Anzahl}$).

Zwischen retrospektiver und prospektiver Studie fand sich kein Unterschied hinsichtlich der durchschnittlichen Medikamentenzahl präoperativ (1,4/1,6) bzw. postoperativ (1,0/1,1) sowie der Differenz dieser beiden (-0,4/-0,5).

5.6 Intraokularer Druck

In diesem Abschnitt galt es zu beurteilen, wie sich der Intraokularer Druck circa ein Jahr nach der Operation verändert hat, ob Faktoren wie demographische Daten oder Glaukomdiagnose einen Einfluss darauf hatten und welcher Zusammenhang zur medikamentösen Therapie bestand.

Der durchschnittliche Augeninnendruck der 76 Patienten betrug präoperativ 18.3 ± 3.7 mmHg und sank postoperativ auf im Mittel 16.7 ± 3.3 mmHg. D.h. es fand sich eine durchschnittliche IOD-Senkung um 1.6 ± 4.4 mmHg, dieses Ergebnis ist statistisch signifikant mit $p=0.011^*$ im Vorzeichentest, (siehe Tabelle 5).

	IOD			p
	n	MW	ST	
Präoperativ	76	18.3	3.7	0.011*
Postoperativ	76	16.7	3.3	

Tabelle 5. Vergleich der durchschnittlichen Tensiwerte prä- und postoperativ (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus dem Wilcoxon-test).

Bei 35 (46%) Patienten wurde eine Drucksenkung um ≥ 2 mmHg beobachtet, bei 22 (29%) Patienten differierten die Werte um weniger als ± 2 mmHg und bei 19 (25%) Patienten musste eine IOD-Zunahme von ≥ 2 mmHg verzeichnet werden (Median: -1.0 mmHg, 95%-Konfidenzintervall: -2.0 bis -1.0 mmHg). 30 (39%) Patienten zeigten eine Druckabnahme ≥ 3 mmHg, bei 16 (22%) lag die Druckdifferenz im Bereich ± 3 mmHg und ebenfalls 30 (39%) Patienten hatten eine Zunahme von ≥ 3 mmHg zu verzeichnen. Die maximale Reduktion des Augeninnendrucks betrug -13 mmHg, die maximale Zunahme +8 mmHg.

Eine Abnahme des IOD um $\geq 20\%$ fand sich bei 23 (30%) der Patienten, bei 37 (48%) veränderten sich die Werte um weniger als 20% und 16 (22%) Patienten zeigten eine Verschlechterung des IOD um $\geq 20\%$. Bei 13 (17%) Personen lag die IOD-Reduktion bei $\geq 30\%$ des präoperativen Ausgangswertes, bei 5 Personen davon sogar $\geq 40\%$. Im Vergleich dazu wurde nur bei 5 (7%) Männern und Frauen eine Zunahme $\geq 30\%$ registriert, allerdings waren die Werte zweier dieser Patienten um $\geq 40\%$ höher als vor der Operation, (siehe Abbildung 2).

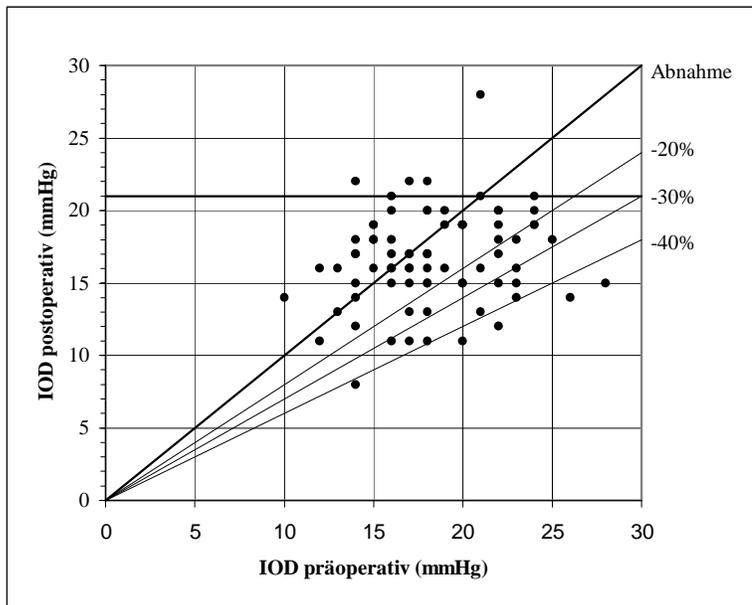


Abbildung 2. Zu- bzw. Abnahme des Augeninnendrucks im Vergleich der präoperativen mit den postoperativen Werten. (Anzahl der Patienten: $n=38$)

Werte ≥ 21 mmHg wurden als Dekompensation des IOD definiert. Präoperativ fanden sich diese Werte bei 18 (24%) Patienten, mit einem Maximum von 28 mmHg. Die postoperative Untersuchung ergab nur noch bei vier (5%) Patienten über 21 mmHg erhöhte Druckwerte, der Maximalwert lag hier ebenso bei 28 mmHg.

Bei den Männern lag der Augeninnendruck präoperativ im Mittel bei 18.9 ± 3.8 mmHg und sank postoperativ um 1.4 ± 4.2 mmHg auf durchschnittliche Werte von 17.5 ± 3.4 mmHg. Die Werte der Frauen lagen mit 18.0 ± 3.6 mmHg etwas niedriger als die der Männer. Ihre Druckwerte reduzierten sich um durchschnittlich 1.7 ± 4.6 mmHg auf 16.2 ± 3.1 mmHg. Diese Abnahme des Augeninnendrucks bei den weiblichen Teilnehmern war statistisch signifikant mit $p=0.033^*$ im Vorzeichentest. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern waren sowohl prä- als auch postoperativ nicht signifikant ($p=0.17$ bzw. $p=0.11$ im U-Test nach Mann und Whitney, siehe Tabelle 6).

IOD (mmHg)	Geschlecht						p
	Männlich			Weiblich			
	n	MW	ST	n	MW	ST	
Präoperativ	28	18.9	3.8	48	18.0	3.6	0.17
Postoperativ	28	17.5	3.4	48	16.2	3.1	0.11

Tabelle 6. Durchschnittliche Tensiwerte aufgeteilt nach Geschlecht, (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney).

Patienten mit POWG hatten präoperativ durchschnittliche Werte von 18.5 ± 3.8 mmHg sowie postoperativ 17.2 ± 3.3 mmHg. Dies entspricht einer Abnahme des IOD um 1.3 ± 4.3 mmHg. Für die 24 Patienten mit PEX-Glaukom ergaben sich vor der Operation Druckwerte von $17.8 \pm 3,5$ mmHg und eine postoperative Reduktion um 3.3 ± 4.7 mmHg auf 15.5 ± 3.0 mmHg. Dieses Ergebnis ist statistisch signifikant ($p=0,029^*$ im Vorzeichentest).

Die Differenzen zwischen den Gruppen mit unterschiedlicher Glaukomart waren präoperativ nicht signifikant im Gegensatz zum postoperativen Vergleich ($p=0.52$ bzw. $p=0.027^*$ im U-Test nach Mann und Whitney, siehe Tabelle 7).

IOD (mmHg)	Glaukomart						p
	POWG			PEX-Glaukom			
	n	MW	ST	n	MW	ST	
Präoperativ	52	18.5	3.8	24	17.8	3.5	0.52
Postoperativ	52	17.2	3.3	24	15.5	3.0	0.027*

Tabelle 7. Durchschnittliche Tensiwerte aufgeteilt nach Glaukomart, (n= Anzahl, MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney).

Eine Aufteilung der Patienten in verschiedene Gruppen je nach Anzahl der präoperativ verwendeten Augentropfen ergab keine signifikanten Unterschiede. Die Patienten, die bereits vor der Operation keine medikamentöse Glaukomtherapie benötigten, hatten jeweils die niedrigsten Durchschnittswerte des IOD, die Unterschiede sind jedoch auch zwischen den anderen beiden Gruppen sehr gering, (siehe Tabelle 8).

Tensio (mmHg)	Anzahl an Medikamenten präoperativ						p
	keine		eines		mehrere (2-4)		
	MW	ST	MW	ST	MW	ST	
präoperativ	18.0	3.7	18.1	3.2	18.6	4.2	0.86
postoperativ	16.3	2.2	16.8	2.8	16.7	4.0	0.80

Tabelle 8. Durchschnittlicher Augeninnendruck im Verlauf gruppiert nach der Anzahl an Medikamenten präoperativ. (MW= Mittelwert, ST= Standardabweichung, p aus der Rangvarianzanalyse nach Kruskal-Wallis).

Insgesamt 14 Patienten profitierten sowohl von einer Abnahme des Augeninnendrucks als auch einer Reduktion der Anzahl ihrer Augentropfen. Bei einem Patienten lag der Druck trotz Erhöhung der Medikamentenzahl über dem präoperativen Wert. Bei zwölf Männern und Frauen blieben sowohl Medikation als auch der Augeninnendruck unverändert. Bei fünf (14%) der 35 Patienten, deren Druck postoperativ sank, wurde die Anzahl an Medikamenten erhöht. Die Medikation der übrigen 30 Patienten konnte entweder belassen (46%) oder reduziert (40%) werden.

Von den 22 Studienteilnehmern, deren Druck konstant blieb, konnten sieben (32%) dies trotz einer Reduktion der Anzahl an Augentropfen erreichen. Bei der Mehrzahl, d.h. zwölf (55%) blieb neben dem Druck auch die Medikation konstant, nur drei (13%) erhielten im postoperativen Verlauf mehr Lokaltherapeutika.

Bei zwölf (63%) der 19 Patienten mit postoperativem Druckanstieg war gleichzeitig die Anzahl an Medikamenten reduziert worden, bei sechs (32%) stieg der Druck trotz konstanter Medikation und ein (5%) Patient erhielt mehr Augentropfen, (siehe Tabelle 9).

	IOD					
	Zunahme ≥ 2 mmHg		± 2 mmHg		Abnahme ≥ 2 mmHg	
Anzahl	n	%	n	%	n	%
Medikamente						
Zunahme	1	1.3	3	3.9	5	6.6
gleich bleibend	6	7.9	12	15.8	16	21.1
Abnahme	12	15.8	7	9.2	14	18.4
Gesamt	19	25.0	22	28.9	35	46.1

Tabelle 9. Änderung der Anzahl an Medikamenten im Vergleich zur Änderung des IOD, ($n = \text{Anzahl}$, $p = 0,32$ im Chiquadrat).

Der durchschnittliche Augeninnendruck vor der Operation betrug im retrospektiven Studienteil 18,3 mmHg sowie 17,1 mmHg im prospektiven ($p=0,072$ im U-Test nach Mann und Whitney). Nach zwölf Monaten lag er bei 16,7 mmHg bzw. 15,4 mmHg. Dieser Unterschied war statistisch signifikant mit $p=0,022^*$ im U-Test nach Mann und Whitney. Die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen ist allerdings aufgrund der unterschiedlichen Fallzahlen eingeschränkt. Sowohl die Ausgangswerte als auch die IOD-Werte nach zwölf Monaten waren durchschnittlich niedriger im prospektiven als im retrospektiven Teil. Die Differenz zwischen beiden Werten war mit -1,6 mmHg (retrospektiv) zu -1,7 mmHg (prospektiv) jedoch fast gleich ($p=0,73$ im U-Test nach Mann und Whitney), so dass der im retrospektiven Studienteil beobachtete drucksenkende Effekt im prospektiven Ansatz bestätigt werden konnte.

6 Diskussion

6.1 Datenerhebung

Die Daten des retrospektiven Studienteils wurden weitgehend aus den Akten der Universitätsaugenklinik in Würzburg ermittelt. Da jedoch nicht alle Patienten zu einem erneuten Untersuchungstermin nach der Operation - noch dazu im erforderlichen Zeitraum - in die Klinik kamen, mussten fehlende Werte von niedergelassenen Augenärzten erfragt werden. Vorteilhaft an diesem Ansatz ist natürlich die größere Anzahl an Patienten, die in die Studie aufgenommen werden konnten. Wie bei jeder retrospektiven Studie muss jedoch mit den bereits erhobenen Daten vorlieb genommen werden, die im Rahmen des normalen Klinikbetriebes aufgenommen werden und nicht unter standardisierten Studienbedingungen. So ergibt sich zwar für den durchschnittlichen Abstand der Nachuntersuchung zum Operationsdatum ein Wert von ungefähr 13 Monaten. Die interindividuellen Werte differieren jedoch stark zwischen sechs bis maximal 26 Monaten. Außerdem konnten meist nur Einzelwerte und keine Mittelwerte aus mehreren Druckmessungen für die Berechnungen benutzt werden, da nicht jedes Mal eine Tagesdruckkurve erstellt wurde.

Bei der prospektiven Studie wurden daher zur besseren Vergleichbarkeit der Daten bestimmte Bedingungen für die Datenerhebung festgelegt. Die Druckwerte wurden jedes Mal anhand einer Tagesdruckkurve mit mindesten drei Messungen ermittelt und Messungen nach Applikation von Augentropfen zur Pupillendilatation wurden ausgeschlossen. Der postoperative Durchschnittswert wurde nicht innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Operation ermittelt, sondern während des weiteren stationären Aufenthaltes. Meistens wurde die Tagesdruckkurve am Vortag der Entlassung durchgeführt, da in der unmittelbar postoperativen Phase nach clear-cornea-Phakoemulsifikation teilweise ein Druckanstieg zu verzeichnen ist, der sich nach zwei bis drei Tagen jedoch wieder zurückbildet [Meyer et al. 1997, Pohjalainen et al. 2001, Schwenn et al. 2001]. Nach Möglichkeit wurden die Messungen im Verlauf der Studie von ein und demselben Untersucher durchgeführt. Außerdem konnten weitere Parameter, wie z.B. der Visus, bei den Kontrollterminen mitbestimmt werden. Allerdings ließ sich bei der prospektiven Studie nur eine geringere Anzahl an Patienten

für die Teilnahme gewinnen und ein Teil dieser Patienten konnte oder wollte zum zweiten Kontrolltermin nicht mehr in die Universitätsaugenklinik kommen. Ein Problem, das auch andere prospektive Studien aufweisen. So konnten Pohjalainen et al. nur in 29 von ursprünglich 38 Fällen die Daten nach einem Jahr oder länger gewinnen [Pohjalainen et al. 2001]. Ursächlich hierfür sind unter anderem das hohe Durchschnittsalter der Patienten sowie der Zeitaufwand, den die mit mehrstündigen Wartezeiten verbundene Erhebung einer Tagesdruckkurve erforderlich macht.

6.2 Demographische Daten

In beiden Studienansätzen zeigte sich eine ähnliche Geschlechterverteilung. Der Anteil der weiblichen Teilnehmer überwog mit 71% bzw. 63% sowohl prospektiv als auch retrospektiv, wobei diese außerdem ein höheres Durchschnittsalter aufwiesen. Diese Tatsache korreliert wahrscheinlich mit der höheren Lebenserwartung der Frauen und somit deren größeren Anteil mit zunehmendem Lebensalter im Vergleich zur männlichen Bevölkerung. Auch andere Studien registrierten eine derartige Alters- und Geschlechterverteilung bei ihren Studienpatienten. In den Aufzeichnungen von Pohjalainen et al. stellten die Frauen mit 61% das größere Kollektiv [Pohjalainen et al. 2001]. Auch in weiteren Studien überwog der Anteil an Frauen [Shingleton et al. 1999, Tong, Miller 1998]. Das durchschnittliche Alter lag in unserer Studie bei 75,6 bzw. 76,2 Jahren (prospektiv/retrospektiv). In den Statistiken ähnlicher Studien wurden Werte zwischen 72 und 78,3 Jahren verzeichnet [Pohjalainen et al. 2001, Shingleton et al. 1999, Tong, Miller 1998]. Somit ist hinsichtlich der demographischen Verteilung eine gute Vergleichbarkeit unserer gewonnenen Daten mit denen anderer Studien gegeben.

In Bezug auf die eingeschlossenen Glaukomarten differieren unsere Studienkollektive deutlich voneinander. Es fällt auf, dass in den retrospektiven Daten die Anzahl an Patienten mit PEX-Glaukom mit 32% deutlich - gegenüber 12% mit PEX-Glaukom in den prospektiven Daten - überwiegt. Nur in wenigen anderen Studien wurden Patienten mit PEX-Glaukom mitberücksichtigt. Bei Pohjalainen et al. fällt ihr Anteil mit 55% sogar noch deutlich höher aus als bei unserer retrospektiven Studie [Pohjalainen et al.

2001]. Worauf dieser Unterschied zurückzuführen ist, kann aus unseren Unterlagen nicht mit eindeutiger Sicherheit geklärt werden.

Die Operationsberichte wurden nicht nur auf die Einhaltung der Einschlusskriterien, d.h. der festgelegten Operationstechnik mit clear-cornealem Zugang und Phakoemulsifikation, sondern auch auf den Einsatz von Grieshaberhäkchen zur Irisretraktion oder die Notwendigkeit einer Synechiolyse hin untersucht, da durch langjährigen Gebrauch von Miotika die medikamentöse Mydriasis erschwert und das Risiko für Synechien erhöht sein kann. Diese Parameter wurden erst bei unserem prospektiven Ansatz registriert. Unsere Statistik belegt, dass diese Operationszusätze nur bei einem geringen Prozentsatz der Operationen angewandt werden mussten. Bemerkenswert scheint jedoch die Tatsache, dass die beiden Prozeduren signifikant häufiger gemeinsam angewandt wurden, was sicherlich damit zusammenhängt, dass vorhandene Synechien ebenfalls die Mydriasis erschweren. Vergleichbare Daten aus anderen Studien waren nicht zu finden.

Patienten, die bereits im Vorfeld oder im postoperativen Verlauf zusätzliche drucksenkende Maßnahmen wie z.B. Argonlasertrabekuloplastik, YAG-Laseriridotomie oder Zyklodykryokoagulation hatten, wurden von der Studie nicht automatisch ausgeschlossen, sondern daraufhin untersucht, ob sich hieraus eine Beeinflussung des Druckverlaufs oder Unterschiede in der Anzahl an Medikamenten ergeben könnten. Ebenso wie die Operationszusätze finden sich diese Prozeduren nur bei wenigen Patienten in der Statistik. Die meisten Zusammenhänge mit den anderen Parametern waren nicht signifikant. Die Tatsache, dass die beiden Patienten, die postoperativ eine dieser Maßnahmen benötigten, mit 83 Jahren wesentlich älter waren als die übrigen Studienpatienten, fiel allerdings ebenso auf, wie die Tatsache, dass die Hälfte der Patienten, bei denen vor der Kataraktoperation eine YAG-Laseriridotomie angewandt wurde, während der Operation eine Synechiolyse benötigte. Dies ist vereinbar mit einem erhöhten Risiko für Synechienbildung nach Eingriffen wie YAG-Laseriridotomie oder Argonlasertrabekuloplastik [European Glaucoma Society 2003].

6.3 Medikamente

Ein weiterer Punkt, der zur Beurteilung der Glaukomsituation herangezogen werden kann, ist die Anzahl der antiglaukomatösen Medikamente, die zum Zeitpunkt der jeweiligen Druckmessungen angewendet wurden. Unsere retrospektiven Beobachtungen ergaben eine Reduktion der durchschnittlichen Anzahl an Medikamenten von 1,4 auf 1,0 nach zwölf Monaten. Prospektiv zeigte sich eine Verringerung der Anzahl von präoperativ durchschnittlich 1,6 auf 1,2 Medikamente unmittelbar postoperativ, sowie 1,1 Medikamente nach sechs und zwölf Monaten. Immerhin fast die Hälfte der Patienten (47%) konnte am Ende der Studie mit weniger Augentropfen auskommen, lediglich bei vier Patienten (11%) musste die medikamentöse Therapie intensiviert werden. Die Tatsache, dass ältere Patienten insgesamt weniger Medikamente verordnet bekamen, ist vor der Operation und nach zwölf Monaten statistisch signifikant. Übereinstimmend dazu korreliert auch der Augeninnendruck unserer Patienten gegensinnig zu ihrem Alter, d.h. mit zunehmendem Alter der Patienten waren niedrigere Tensiwerte zu verzeichnen. Möglicherweise wurden daher bei älteren Studienteilnehmern weniger Augentropfen zur Drucksenkung angewandt. Unabhängig von den niedrigeren Druckwerten, konnte bei älteren Teilnehmern im klinischen Alltag zudem eine Tendenz zur Reduktion der Gesamtzahl an Medikamenten beobachtet werden, um eine bessere Compliance zu erreichen.

Kritisch muss hierbei angemerkt werden, dass die Kriterien für die Reduktion der Medikamente, z.B. bei welchem Tensiomittelwert oder in welcher Reihenfolge die einzelnen Medikamentengruppen weggelassen werden sollten, nicht eindeutig festgelegt waren. Außerdem wurde die Medikation nicht nur bei den festgelegten Studienterminen verändert, sondern teilweise auch von den niedergelassenen Augenärzten, bei denen die Patienten normalerweise zwischen den Kontrollzeitpunkten in Behandlung waren.

Pohjalainen et al. beschreiben bei ihrem Patientenkollektiv eine Verringerung der Medikamentenzahl von durchschnittlich 1,7 vor der Kataraktoperation auf 1,1 bzw. 1,3 nach vier Monaten bzw. nach 1-3,7 Jahren [Pohjalainen et al. 2001]. Bei Shingleton et al. kann man eine Reduktion von präoperativ 1,31 auf postoperativ 0,65 Medikamente sehen [Shingleton et al. 1999]. D.h. die durchschnittliche Reduktion an Augentropfen

bewegt sich in einem ähnlichen Rahmen wie bei unseren Studien, wenn auch ausgehend von einem niedrigeren Ausgangswert vor der Operation.

6.4 Intraokulardruck

Betrachtet man den Vergleich der präoperativen mit den postoperativen Werten in der retrospektiven Studie, so findet sich ein signifikanter Abfall des durchschnittlichen Augeninnendrucks ($p=0,011^*$). In Absolutwerten handelt es sich dabei um eine Reduktion von 1,6 mmHg, was einer insgesamt mäßigen klinischen Drucksenkung entspricht. Die Ergebnisse der prospektiven Studie bestätigten diesen Effekt. Hier fand sich ebenfalls eine statistisch signifikante Druckreduktion sowohl postoperativ als auch bei den beiden Nachuntersuchungsterminen. Der stärkste Druckabfall wurde während des unmittelbar postoperativen Aufenthaltes konstatiert, wohingegen die durchschnittlichen Werte nach sechs und zwölf Monaten etwas höher lagen. Die Druckdifferenzen bewegten sich zwischen -1,7 mmHg und -3,8 mmHg.

Diese Resultate decken sich mit Ergebnissen anderer Studien. Bereits Schwenn et al. untersuchten die Druckwerte in den ersten drei postoperativen Tagen und fünf Monate nach der Kataraktextraktion mit Kleinschnitttechnik. Das Studienkollektiv umfasste allerdings nur Patienten ohne Glaukom. Die Abnahme des durchschnittlichen Intraokulardrucks zwei bis drei Tage nach clear-cornea-Phakoemulsifikation lag bei ungefähr 1 mmHg, nach fünf Monaten bei 1,5 mmHg [Schwenn et al. 2001]. Ebenfalls nur nicht-glaukomatöse Augen wurden von Tennen und Masket retrospektiv erfasst. Ihre Studie ergab Druckdifferenzen von 1,7 mmHg nach sechs bzw. 2,2 mmHg nach zwölf Monaten [Tennen, Masket 1996]. Beide Studien verglichen außerdem zwei verschiedene Kleinschnitttechniken bei der Kataraktoperation. Während der IOD-Anstieg in den ersten sechs Stunden nach dem Eingriff bei skleralem Tunnelschnitt signifikant höher war als bei clear-cornealem Zugang, unterschieden sich die beiden Gruppen im weiteren Verlauf nicht signifikant [Schwenn et al. 2001, Tennen, Masket 1996]. In diesem Zusammenhang ist es interessant zu vergleichen, ob es bei der Druckentwicklung bzw. dem Ausmaß der Drucksenkung Unterschiede zu Glaukompatienten gibt. Unsere Werte bei Glaukompatienten bewegten sich vor allem

bei den längerfristigen Untersuchungen nach einem halben oder ganzen Jahr in ähnlichen Grenzen. Es scheint im Vergleich zu diesen beiden Studien keinen Unterschied zwischen normalen und Glaukompatienten hinsichtlich ihres Augeninnendrucks zu geben.

Shingleton et al. befassten sich ebenfalls mit dieser Frage. Sie untersuchten die Wirkung der Kataraktoperation mit Zugang durch die klare Hornhaut sowohl bei Patienten ohne Glaukom, Patienten mit glaukomverdächtigen Veränderungen der Augen und Patienten mit manifestem Glaukom. Der Intraokulardruck war nach einem Jahr in allen drei Gruppen niedriger als vor der Operation. Während sich bei den normalen und glaukomverdächtigen Augen ein signifikanter Abfall um 2,1 mmHg bzw. 1,9 mmHg verzeichnen ließ, fiel der Druck bei den Glaukompatienten nur um durchschnittlich 1,1 mmHg, was keinen statistisch signifikanten Unterschied darstellte. Allerdings war die Änderung nach sechs Monaten mit einer IOD-Reduktion um circa 2 mmHg statistisch signifikant [Shingleton et al. 1999]. Ein Wiederanstieg des Augeninnendrucks nach zwölf Monaten könnte auf eine mangelnde Langzeitwirkung hinweisen. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass bei Shingleton et al. die durchschnittliche Anzahl an antiglaukomatösen Augentropfen zu diesem Zeitpunkt von im Mittel 1,31 Medikamenten präoperativ auf 0,65 Medikamente gesenkt wurde [Shingleton et al. 1999]. Unsere Untersuchungen ergaben auch keine Hinweise auf einen Wiederanstieg der Druckwerte nach zwölf Monaten. Die retrospektive Analyse von Daten eines ähnlichen Kollektivs von nicht-glaukomatösen, glaukom-verdächtigen und glaukomatösen Augen ergab bei Tong und Miller nach sechs bis acht Monaten einen IOD-Abfall von 2,2 mmHg für alle Patienten. Diese Operationen waren entweder mit skleralem oder clear-cornealem Tunnelschnitt durchgeführt worden, wobei sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zugangsarten zeigten. Für die Glaukompatienten lag der Augeninnendruck um 2,3 mmHg niedriger als vor der Operation, bei den normalen bzw. glaukomverdächtigen Patienten waren es 2,1 mmHg sowie 2,8 mmHg weniger [Tong, Miller 1998].

Die bisher erwähnten Studien waren alle retrospektiv angelegt. Nur wenige befassten sich bis jetzt wie wir auch in einem prospektiven Ansatz mit dieser Fragestellung. Pohjalainen et al. veröffentlichten 2001 Ergebnisse einer prospektiven Studie, die den Effekt der Phakoemulsifikation auf den Intraokulardruck bei Patienten mit Glaukom

näher beleuchten sollte. Bei 63% der Studienpatienten wurde ein clear-cornealer Zugang gewählt, die übrigen 37% erhielten einen skleralen Tunnelschnitt. Diese Studie ist besonders interessant, da sie in ihrem Studiendesign dem unseren gleicht und eine ähnliche Anzahl von Fällen untersucht. Außerdem wurden sowohl Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom als auch mit Pseudoexfoliationsglaukom involviert, jedoch mit einem deutlich größeren Anteil (55%) der letzteren als bei unserer Studie. Die Nachuntersuchungstermine lagen bei einem Tag, einer Woche, vier Monaten und 1-3,7 Jahre postoperativ. Die durchschnittliche Reduktion des Augeninnendrucks betrug nach vier Monaten 2,4 mmHg sowie 3,4 mmHg nach einer Beobachtungszeit zwischen einem und 3,7 Jahren [Pohjalainen et al. 2001].

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass nach der bisherigen Studienlage mit einer durchschnittlichen Druckreduktion von ca. 1,5 bis 3,4 mmHg nach Kataraktoperationen gerechnet werden konnte. Unsere prospektiven Ergebnisse untermauern diesen positiven Effekt.

Eine wichtige Frage, die sich bei Betrachtung der statistisch signifikanten Druckänderungen ergibt, ist, ob diese für den Patienten eine klinische Relevanz haben. Dazu gibt es unterschiedliche Überlegungen. Nimmt man als Voraussetzung für eine klinisch signifikante Drucksenkung eine Differenz von mindestens 2 mmHg an, so würde man ab einer Tensioreduktion von 2 mmHg von einer Verbesserung der Glaukomsituation sprechen können. In unserer Studie ergibt sich aus den retrospektiven Daten eine Verbesserung bei 46% der Patienten. Der prospektive Teil der Studie zeigt direkt postoperativ eine Verbesserung bei 67%, nach sechs Monaten bei 45% und nach zwölf Monaten bei 53% der Patienten. Die Langzeitergebnisse zeigen also sowohl retrospektiv als auch prospektiv bei ungefähr der Hälfte der Patienten einen positiven Effekt der Kataraktoperation auf die Druckregulierung. Wenn man es zusätzlich als Erfolg wertet, dass sich die Werte nicht um mehr als 2 mmHg verschlechtern, d.h. sich die Druckwerte in einem Rahmen von ± 2 mmHg bewegen, dann kann man die Operation sogar bei 75% der Patienten aus der retrospektiven Studie als erfolgreich bezeichnen. Wendet man diese Bewertung auf die prospektiven Daten an, sieht man Ergebnisse von 90% postoperativ, 84% nach sechs Monaten sowie 79% nach zwölf Monaten. Dies bedeutet, dass lediglich bei einem Anteil von circa 20-25% eine

Verschlechterung innerhalb des Untersuchungszeitraums aufgetreten ist, wobei diese nicht automatisch als Folge der Operation gewertet werden muss. Bei dieser Theorie muss jedoch diskutiert werden, ob eine Reduktion um 2 mmHg bei Patienten mit Druckwerten in höheren Bereichen, z.B. über 20 mmHg, die gleiche klinische Signifikanz hat wie bei Patienten, deren Intraokulardruck im mittleren oder unteren Bereich der Skala liegt.

Eine weitere Variante zur Beurteilung der IOD-Werte geht in Anlehnung an das Zieldruckkonzept von einer Verbesserung des präoperativen Status aus, wenn der Augeninnendruck um 20% des Ausgangswertes oder mehr gesenkt werden kann. Berücksichtigt man dies bei der retrospektiven Studie, so sieht man bei 30% eine Abnahme um $\geq 20\%$, bei insgesamt 78% wurden die Werte besser oder blieben im Bereich von $\pm 20\%$ konstant. Von den Teilnehmern der prospektiven Studie profitierten postoperativ 49% von einer Verbesserung der Druckwerte, nach sechs Monaten waren es noch 27% und beim letzten Kontrolltermin 32% der Patienten. Gleichbleibende oder niedrigere Werte fanden sich postoperativ bei 90%, während der ersten Nachuntersuchung bei 94% und während der zweiten bei 87% der Patienten. Die Prozentzahlen, die sich durch eine Druckreduktion um ≥ 2 mmHg bzw. $\geq 20\%$ ergeben, sind bei der ersten Bewertung etwas höher, da eine Senkung des IOD um 2 mmHg je nach Ausgangslage einem Prozentwert $<20\%$ entsprechen kann. Die Veränderungen bewegen sich jedoch innerhalb einer geringen Spannbreite, so dass sich dieser Unterschied durch Hinzunehmen der konstant gebliebenen Druckwerte weitgehend ausgleicht. Eine individuellere Beurteilung des Druckverlaufs beim einzelnen Patienten scheint durch die zweite Methode möglich zu sein, die wie auch bei der medikamentösen Therapie zur Erreichung des individuellen Zieldrucks je nach zusätzlich vorhandenen Risikofaktoren eine Druckreduktion um 20, 30 oder 40% abhängig von der Ausgangslage anstrebt. Insgesamt lässt sich sagen, dass bei beiden Betrachtungsweisen nur bei einem kleinen Teil der Patienten eine Verschlechterung des Intraokulardrucks zu verzeichnen war.

Bigger und Becker beschäftigten sich bereits 1971 mit der Aufstellung von Kriterien, die den drucksenkenden Effekt von Kataraktoperationen bei Glaukompatienten beurteilen sollten. Die Ergebnisse ihrer Studie können nicht direkt mit der unseren verglichen werden, da es sich um Patienten nach intrakapsulärer Kataraktoperation

handelt, jedoch können ihre Kriterien auch bei anderen Operationstechniken angewandt werden. Sie bezeichneten die Drucksituation als „verbessert“, wenn ein Abfall von mehr als 3 mmHg mit der gleichen Medikation zu erreichen war oder die Zahl der Medikamente bei gleich bleibendem Druck (± 3 mmHg) gesenkt werden konnte. „Unverändert“ klassifizierten sie die Situation, wenn sowohl der Augenninnendruck als auch die Medikamente gleich blieben, „schlechter“, wenn der Druck um mehr als 3 mmHg bei gleich bleibender Medikation anstieg oder der Druck nur durch eine Steigerung der medikamentösen Therapie konstant gehalten werden konnte [Bigger, Becker 1971]. Von unseren Patienten erfüllten 48% der retrospektiven Studie und 63% der prospektiven Studie nach einem Jahr die Kriterien einer „Verbesserung“. Bei 39% bzw. 26% blieb die Situation unverändert und lediglich 13% bzw. 11% „verschlechterten“ sich. Vor allem die Werte der prospektiven Studie gleichen den Ergebnissen, die Pohjalainen et al. bei der Bewertung ihrer Studiendaten nach den Kriterien von Bigger und Becker fanden. In ihrer Studie zeigten sich eine Verbesserung bei 69% der Patienten, eine konstante Situation bei 17% und eine Verschlechterung bei 14% [Pohjalainen et al. 2001]. Kim et al. ermittelten sogar eine noch größere Erfolgsrate bei 31 Patienten mit Primärem Offenwinkelglaukom nach Kataraktextraktion (clear-cornea-Phakoemulsifikation). Sie konnten bei 90% der Patienten nach ungefähr eineinhalb Jahren eine Verbesserung gemäß den Kriterien von Bigger und Becker feststellen, 10% blieben unverändert und eine Verschlechterung trat in keinem Fall auf [Kim et al. 1999].

Die Ursachen dieser Drucksenkung wurden in unserer Studie nicht untersucht. Erklärungsversuche für den IOD-Abfall nach Kataraktoperationen gibt es mehrere. Bigger und Becker vermuteten bereits 1971, dass eine verminderte Kammerwasserproduktion verbunden mit unveränderten Abflussmöglichkeiten zu einem niedrigeren Druck führen könnte [Bigger, Becker 1971]. Im Gegensatz dazu zeigten die Untersuchungsergebnisse von Meyer et al. einen verbesserten Kammerwasserabfluss nach Kataraktoperationen [Meyer et al. 1997]. Diese Theorie diskutierten auch Kusber und Aust, die vermuteten, dass die geringere Dicke der Kunstlinsen - im Gegensatz zu einer durch die Katarakt verdickten Linse oder bei Vorhandensein von hinteren Synechien - einen besseren Kammerwasserabfluss ermöglicht. Auch ein möglicher kammerwinkelspreizender Effekt durch die Kunstlinse

wurde von ihnen in Erwägung gezogen [Kusber, Aust 1991]. Cekic et al. sahen in ihrer Studie einen Zusammenhang zwischen der Zunahme der Vorderkammertiefe und der Abnahme des Augeninnendrucks [Cekic et al. 1998]. Ein weiterer Grund könnte in der Entfernung von Ablagerungen im Trabekelmaschenwerk liegen, die aus den Saug- und Spülvorgängen während der Kataraktoperation resultiert. Dies könnte vor allem bei Patienten mit Pseudoexfoliationssyndrom eine Rolle spielen. Dann würde man eventuell bei dieser Patientengruppe einen größeren drucksenkenden Effekt erwarten als bei Patienten mit POWG. In unserer Studie waren die Durchschnittswerte bei Patienten mit PEX-Glaukom zwar tendenziell etwas niedriger, jedoch nicht statistisch signifikant. Wirbelauer et al. fanden einen ähnlich drucksenkenden Effekt bei PEX wie bei normalgesunden Patienten [Wirbelauer et al. 1997]. Auch Dosso et al. konnten einen signifikanten Druckabfall bei Patienten mit PEX-Syndrom feststellen. Zudem war in dieser Studie das Risiko für intra- und postoperative Komplikationen gegenüber normalen Patienten nicht signifikant erhöht, so dass die Phakoemulsifikation bei PEX-Syndrom eine sichere Methode zur Kataraktentfernung ist [Dosso et al. 1997].

6.4 Visus

Der bestmögliche Visus bei der letzten Nachuntersuchung wurde als Erfolgskontrolle der Kataraktoperation während der prospektiven Datenerhebung ermittelt. In unserer Studie verbesserte sich der Visus bei der Mehrzahl der Patienten, lediglich bei 14% der Patienten blieb der Visus konstant und einmal musste eine Visusverschlechterung verzeichnet werden. Sowohl die ausbleibende Verbesserung als auch die Verschlechterung sind jeweils auf zusätzliche Augenerkrankungen zurückzuführen und nicht als Folge der Kataraktoperation zu werten. Der durchschnittliche Visus verbesserte sich von 0,3 auf 0,63 bzw. in logMAR-Werten von 0,6 auf 0,2. Erstaunlicherweise fiel der Visusanstieg bei den Männern besser aus als bei den Frauen. Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p=0,0043^{**}$), eine Erklärung hierfür konnte nicht gefunden werden. Die Tatsache, dass die Visusänderung bei den Patienten mit höherem Lebensalter geringer ausfällt, könnte an der gleichzeitig mit dem Alter ansteigenden Häufigkeit von zusätzlichen Augenerkrankungen liegen. Patienten, bei

denen während der Operation Irisretraktoren eingesetzt wurden oder eine Synechiolyse durchgeführt werden musste, hatten präoperativ einen signifikant geringeren Visus als die übrigen Patienten, postoperativ verliert sich dieser Unterschied.

Die Visusänderung findet in anderen Studien über die IOD-Änderung nach der Kataraktoperation selten Erwähnung. Shingleton et al. vermerkten signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit oder ohne Glaukom, was sie auf den höheren Anteil von zusätzlichen visusverschlechternden Faktoren (Diab. Retinopathie, zyst. Maculaödem, etc.) bei den Glaukompatienten zurückführten. Deren durchschnittlicher Visus stieg von 0,3 auf 0,6 [Shingleton et al. 1999]. Hayashi et al. fanden bei sechs von 142 Augen eine Verschlechterung des Visus nach zwölf Monaten sowie prä- und postoperativ bessere Werte bei Patienten mit Engwinkelglaukom als bei Offenwinkelglaukom. Die Visusverschlechterung im Verlauf war bei diesen Studienpatienten sowohl durch Zunahme der glaukombedingten Gesichtsfeldverluste als auch durch zusätzliche Augenerkrankungen bedingt [Hayashi et al. 2001].

6.6 Unsere Ergebnisse als Kontrollgruppe für Patienten mit vorbestehendem Sickerkissen:

Unsere Studie wurde gleichzeitig auch als Kontrollgruppe für eine Patientengruppe (n=30) angelegt, bei denen die Kataraktoperation in gleicher Weise durchgeführt wurde, die jedoch bereits im Vorfeld eine filtrierende Glaukomoperation hatten. Diese Patienten waren im Mittel mit 70,6 Jahren etwas jünger als unsere Studienteilnehmer. Die durchschnittliche Drucksenkung betrug, ausgehend von einem präoperativen Mittelwert von 14,3 mmHg, in diesem Fall -1,6 mmHg postoperativ, -1,4 mmHg nach sechs Monaten und -2,0 mmHg nach zwölf Monaten. Die durchschnittliche Medikamentenzahl ergab vor der Operation 0,8, postoperativ 0,7, nach sechs Monaten 0,7 und wiederum 0,8 nach zwölf Monaten, so dass aus den Ergebnissen keine signifikante Änderung ermittelt werden konnte. Bemerkenswert ist, dass bei Patienten mit vorausgegangener Sickerkissenoperation offensichtlich bereits vor der Kataraktoperation eine geringere Anzahl an Augentropfen zur Druckkontrolle eingesetzt

wurde. Ausgehend von diesem niedrigeren Niveau konnte allerdings nach der Kataraktoperation keine weitere Reduktion vorgenommen werden. Im Gegensatz zu unserer Studie war außerdem der Anteil an Patienten, bei denen nach zwölf Monaten ein signifikanter Anstieg des Augeninnendrucks verzeichnet werden musste, mit 37% deutlich höher als bei unserer Gruppe. Als Ursache für diese Ergebnisse wurden vor allem negative Veränderungen im Bereich der bestehenden Sickerkissen nach der Operation verantwortlich gemacht.

Es spricht also vieles dafür, dass mit der clear-cornea Kataraktextraktion eine Operationsmöglichkeit für Patienten mit Offenwinkelglaukom zur Verfügung steht, die eine gute Visusverbesserung erzielen kann, ohne ein zu großes Risiko für die Glaukomkontrolle darzustellen. Die clear-cornea Kataraktextraktion kann sicher nicht in allen Fällen die filtrierenden Glaukomoperationen ersetzen. Sie ist jedoch eine Alternative, die bei einem Patientenkollektiv mit noch nicht zu stark ausgeprägten Glaukomschäden, einer guten Medikamentencompliance und einer Anzahl von 1-2 benötigten Medikamenten eine gute Visusverbesserung erzielen und den Augeninnendruck verbessern oder zumindest über einen längeren Zeitraum auf einem stabilen Niveau halten kann.

7 Zusammenfassung

Anhand dieser Untersuchung sollte geklärt werden, welchen Einfluss eine extrakapsuläre Kataraktoperation mit clear-cornealer Schnitt-Technik, Phakoemulsifikation und Implantation einer Hinterkammerlinse auf den Augeninnendruck bei Patienten mit Offenwinkelglaukom hat. Dabei wurden sowohl retrospektiv die Daten von 76 Patienten als auch prospektiv die Daten von 49 Patienten aus der Universitätsaugenklinik Würzburg verglichen. Alle Patienten wiesen entweder ein Primäres Offenwinkelglaukom oder ein Pseudoexfoliationsglaukom auf und erhielten eine Kataraktoperation, die anhand einer clear-cornea-Phakoemulsifikation durchgeführt wurde. Keiner der Patienten hatte eine vorangegangene filtrierende Glaukomoperation. Für die retrospektive Analyse wurden IOD und Anzahl an antiglaukomatöser Medikation vor und durchschnittlich 12,9 Monate nach der Operation bestimmt. Hierbei konnte eine Reduktion des IOD von $18,3 \pm 3,7$ mmHg präoperativ auf $16,7 \pm 3,3$ mmHg postoperativ beobachtet werden ($p=0,011^*$). Die durchschnittliche Anzahl an Medikamenten verringerte sich von $1,4 \pm 0,9$ präoperativ auf $1,0 \pm 0,9$ postoperativ ($p=0,0004^{***}$). Während der prospektiven Untersuchung wurden Augeninnendruck, Anzahl der Medikamente und zusätzlich der Visus jeweils am Tag vor der Kataraktoperation sowie postoperativ am Tag vor Entlassung, nach sechs und nach zwölf Monaten bestimmt. Der IOD sank von durchschnittlichen $17,6 \pm 3,8$ mmHg präoperativ auf $14,2 \pm 3,1$ mmHg postoperativ ($p=0,0003^{***}$), $15,8 \pm 2,1$ mmHg nach sechs Monaten ($p=0,0021^{**}$) und $15,4 \pm 3,2$ mmHg nach zwölf Monaten ($p=0,0085^{**}$). Die Medikamentenzahl konnte von durchschnittlich $1,6 \pm 1,0$ präoperativ auf $1,2 \pm 1,0$ postoperativ ($p=0,0098^{**}$), $1,1 \pm 1,0$ nach sechs Monaten ($p=0,0019^{**}$) und auf $1,1 \pm 1,0$ nach zwölf Monaten ($p=0,0056^{**}$) reduziert werden. Der Visus verbesserte sich von durchschnittlich $0,3 \pm 0,2$ auf $0,63 \pm 0,3$.

Somit ist die clear-cornea-Phakoemulsifikation eine sichere Alternative bei Koexistenz von Offenwinkelglaukom und Katarakt, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Sie eignet sich vor allem bei Patienten mit noch nicht zu stark ausgeprägten Glaukomschäden, einer guten Medikamentencompliance und einer nicht zu großen Anzahl an Medikamenten. Dann kann eine gute Visusverbesserung erzielt und gleichzeitig eine Verbesserung oder Stabilisierung der Glaukomkontrolle erreicht

werden. Nur bei einer geringen Anzahl von Patienten ist mit einer Verschlechterung zu rechnen. Außerdem lässt dieser operative Zugang die Möglichkeit offen, im weiteren Verlauf noch eine filtrierende Operation durchzuführen.

8 Literaturverzeichnis

1. Auffarth GU, Apple DJ (2001)

Zur Entwicklungsgeschichte der Intraokularlinsen
Ophthalmologe 2001; 98:1017-1028

2. Barak A, Desatnik H, Ma-Naim T, Ashkenasi I, Neufeld A, Melamed S (1996)

Early postoperative intraocular pressure pattern in glaucomatous and nonglaucomatous patients
J Cataract Refract Surg 1996; 22:607-611

3. Bigger JF, Becker B (1971)

Cataracts and primary open-angle glaucoma: the effect of uncomplicated cataract extraction on glaucoma control
Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol. 1971 Mar-Apr;75(2):260-72

4. Cekic O, Batman C, Totnan Y, Emre MI, Zilelioglu O (1998)

Changes in anterior chamber depth and intraocular pressure after phacoemulsification and posterior chamber intraocular lens implantation
Ophthalmic Surg Lasers 1998; 29:639-642

5. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group (1998)

Comparison of glaucomatous progression between untreated patients with normal-tension glaucoma and patients with therapeutically reduced intraocular pressures.
Am J Ophthalmol 1998; 126:487-497

6. Dosso AA, Bonvin ER, Leuenberger PM (1997)

Exfoliation syndrome and phacoemulsification
J Cataract Refract Surg 1997; 23:122-125

7. European Glaucoma Society (2003)

Terminology and guidelines for glaucoma (IInd Edition)

Dogma-Verlag, 2003

8. Feiner L, Piltz-Seymour JR (2003)

Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: a summary of results to date.

Current opinion in ophthalmology 2003; 14:106-111

9. Fine IH, Hoffman RS (1998)

Clear corneal cataract surgery

Ophthalmic Surg Lasers 1998; 29:822-831

10. Grehn F (1998)

Augenheilkunde

Springer Verlag, Berlin 1998

11. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F (2001)

Effect of cataract surgery on intraocular pressure control in glaucoma patients

J Cataract Refract Surg 2001; 27:1779-1786

12. Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, Hyman L, Bengtsson B, Hussein M (2002)

Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial.

Arch Ophthalmol 2002; 120:1268-1279

13. Kampik A, Grehn F (2002)

Augenärztliche Therapie

Thieme Verlag, Stuttgart 2002

14. Kanski JJ (1996)

Lehrbuch der klinischen Ophthalmologie

Thieme Verlag, Stuttgart 1996

15. Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, Keltner JL, Miller JP, Parrish RK, Wilson MR, Gordon MO (2002)

The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma.

Arch Ophthalmol 2002; 120:701-703

16. Katavisto M (1964)

The diurnal variations of ocular tension in glaucoma

Acta Ophthalmol Suppl 1964;78:1

17. Kim DD, Doyle JW, Smith MF (1999)

Intraocular pressure reduction following phacoemulsification cataract extraction with posterior chamber lens implantation in glaucoma patients

Ophthalmic Surg Lasers 1999; 30:37-40

18. Kremmer S, Selbach JM, Schäfers RF, Philipp T, Steuhl KP (2000)

Das kardiovaskuläre Risikoprofil bei der Progression der Glaukomerkrankung

Dt Arztebl 2000; 97:2241-2245

19. Krieglstein GK (1993)

Erblindung durch Glaukom.

Ophthalmologie 1993; 90:554-556

20. Kusber M, Aust W (1991)

Kunststofflinsen-Implantation bei Katarakt-Patienten mit Glaukom

Klin. Mbl. Augenheilk. 1991; 198: 185-189

21. Landers J, Goldberg I, Graham SL (2002)

Analysis of risk factors that may be associated with progression from ocular hypertension to primary open angle glaucoma.

Clinical & experimental ophthalmology 2002; 30:242-247

22. Merkur A, Damji KF, Mintsioulis G, Hodge WG (2001)

Intraocular pressure decrease after phacoemulsification in patients with pseudoexfoliation syndrome

J Cataract Refract Surg 2001; 27:421-425

23. Meyer MA, Savitt ML, Kopitas E (1997)

The effect of phacoemulsification on aqueous outflow facility

Ophthalmology 1997; 104:1221-1227

24. Pfeiffer N (1998)

Moderne medikamentöse Glaukomtherapie

Dt Ärztebl 1998; 95: 3292-3297

25. Pohjalainen T, Vesti E, Uusilato RJ, Laatikainen L (2001)

Phacoemulsification and intraocular lens implantation in eyes with open-angle glaucoma

Acta Ophthalmol Scand 2001; 79:313-316

26. Radius RL, Schultz K, Sobocinski K, Schultz RO, Easom H (1984)

Pseudophakia and intraocular pressure

American Journal of Ophthalmology 1984; 97:738-742

27. Rautenstraß B, Michels-Rautenstraß K, Mardin CY, Budde W, Pfeiffer RA (1997)

Genetische Grundlagen der Glaukome

Dt Ärztebl 1997; 94: 2996-3000

28. Schuman JS (1996)

Surgical management of coexisting cataract and glaucoma

Ophthalmic Surg Lasers 1996; 27:45-59

29. Schwenn O, Dick HB, Krummenauer F, Krist R, Pfeiffer N (2001)

Intraocular pressure after small incision cataract surgery: Temporal sclerocorneal versus clear corneal incision

J Cataract Refract Surg 2001; 27:421-425

30. Shingleton BJ, Gamell LS, O'Donoghue MW, Baylus SL, King R (1999)

Long-term changes in intraocular pressure after clear corneal phacoemulsification: normal patients versus glaucoma suspect and glaucoma patients

J Cataract Refract Surg 1999; 25:885-890

31. Stone EM, Fingert JH, Alward WL, Nguyen TD, Polansky JR, Sunden SL, Nishimura D, Clark AF, Nystuen A, Nichols BE, Mackey DA, Ritch R, Kalenak JW, Craven ER, Sheffield VC (1997)

Identification of a gene that causes primary open angle glaucoma.

Science 1997; 275:668-70

32. Tennen DG, Masket S (1996)

Short- and long-term effect of clear corneal incisions on intraocular pressure

J Cataract Refract Surg 1996; 22:568-570

33. Tielsch JM, Sommer A, Katz J, Royall RM, Quigley HA, Javitt J (1991)

Racial variations in the prevalence of primary open angle glaucoma: The Baltimore Eye Survey.

JAMA 1991; 266:369-374

34. Tielsch JM, Katz J, Sommer A, Quigley HA, Javitt JC (1994)

Family history and risk of primary open angle glaucoma. The Baltimore Eye Survey.

Arch Ophthalmol 1994; 112:69-73

35. Tielsch JM, Katz J, Quigley HA, Javitt JC, Sommer A (1995)

Diabetes, intraocular pressure, and primary open-angle glaucoma in the Baltimore Eye Survey.

Ophthalmology 1995; 102:48-53

36. Tong JT, Miller KM (1998)

Intraocular pressure change after sutureless phacoemulsification and foldable posterior chamber lens implantation

J Cataract Refract Surg 1998; 24:256-262

37. Tuulonen A, Airaksinen PJ, Erola E, Forsman E, Friberg K, Kaila M, Klemetti A, Mäkelä M, Oskala P, Puska P, Suoranta L, Teir H, Uusitalo H, Vainio-Jylhä E, Vuori ML (2003)

The Finnish evidence-based guideline for open-angle glaucoma.

Acta ophthalmol Scand. 2003; 81:3-18

38. Wirbelauer C, Anders N, Pham D.-T., Laqua H, Wollensak J (1997)

Intraokularer Druckverlauf bei Pseudoexfoliationssyndrom nach Kataraktoperation

C. Ohrloff et al. (Hrsg), 11. Kongreß der DGII 1997: 325-332

39. Zeimer RC (1989)

Circadian variations in intraocular pressure. In the Glaucomas, Vol. 1 Eds: Ritch R, Shields MB, Krupin T. CV Mosby, St. Louis. 1989, 319-335

Danksagung

Ich danke Herrn Professor Dr. med. Wolfgang Lieb für die Überlassung des Dissertationsthemas, die freundliche Betreuung während der Durchführung des klinischen Studienteils und die Korrektur der schriftlichen Abfassung.

Herrn Professor Dr. med. Dr. h. c. Franz Grehn, Direktor der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde der Universität Würzburg, danke ich für die Möglichkeit, die Arbeit in seiner Klinik durchzuführen und Herrn Professor Dr. med. Gerd Geerling für die Übernahme des Korreferats.

Außerdem möchte ich mich bei Herrn Dr. Hans-Jürgen Grein und Frau Dr. Janine Klink für die Betreuung der Arbeit bedanken sowie bei allen Mitarbeitern der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde der Universität Würzburg für die allzeit hilfsbereite und freundliche Unterstützung bei der Organisation und Durchführung der klinischen Untersuchungen.

Frau Dr. rer. nat. Imme Haubitz, Diplom-Mathematikerin, danke ich für die Beratung bei der Auswahl der statistischen Tests.

Ganz besonders herzlich will ich mich an dieser Stelle auch bei meinen Eltern und meinem Mann für ihre Unterstützung und ihren Rückhalt zu jeder Zeit bedanken.

Lebenslauf

Name: Schneider, geb. Heinold

Vorname: Anja

Geburtsdatum: 06.07.1977

Geburtsort: Schwäbisch Hall

Familienstand: verheiratet

wohnhaft: Berliner Strasse 40
74523 Schwäbisch Hall

Ausbildung:	1983 – 1987	Grundschule Sulzdorf
	1987 – 1996	Gymnasium bei St. Michael, Schwäbisch Hall
	27.06.1996	Allgemeine Hochschulreife
	10/1996 – 05/2003	Studium der Humanmedizin an der Bayerischen Julius-Maximilians- Universität, Würzburg
	21.09.1998	Ärztliche Vorprüfung
	31.08.1999	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
	26.03.2002	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
	14.05.2003	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
	01.06.2003	Vorläufige Approbation als Ärztin
	01.10.2004	Approbation als Ärztin

Schwäbisch Hall, den 20.12.2006



Anja Schneider