

**Aus der Augenklinik und Poliklinik
der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. F. Grehn**

**Veränderungen der Hornhauttopographie
nach Pars plana Vitrektomie mit oder ohne gleichzeitige Kataraktoperation
in Abhängigkeit von der Orientierung der Sklerotomien**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg
vorgelegt von
Jennifer Annika Bohnert
aus Würzburg**

Würzburg, Mai 2003

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Wolfgang Schrader

Koreferent: Prof. Dr. med. Wolfgang Waller

Dekan: Prof. Dr. med. Stefan Silbernagl

Tag der mündlichen Prüfung: 12.12.2003

Die Promovendin ist Zahnärztin

Meinen lieben
Eltern

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Einleitung	
1.1. Kataraktoperation und Pars plana Vitrektomie	1 - 2
1.2. Astigmatismus nach Augenoperationen	2 - 4
1.3. Geschichte der Hornhauttopographie	4 - 6
1.4. Anwendungsbereiche der Hornhauttopographie	7
1.5. Fragestellung	8 - 9
2. Material und Methoden	
2.1. Patienten und Gruppeneinteilung	10
2.2. Untersuchungsmethoden	11 - 13
2.3. Operationsverfahren	13 - 14
2.4. Operationsindikationen	15 - 16
2.5. Datenerhebung und Auswertung	16 - 17
3. Ergebnisse	
3.1. Biographische Daten	18 - 21
3.2. Operationsdiagnosen	22 - 24
3.3. Intraoperative Methoden	25 - 26
3.4. Astigmatismus und Achse	27 - 42
3.5. Visus prä- und postoperativ	43 - 49
3.6. Refraktion prä- und postoperativ	50 - 57
3.7. Sekundäre Eingriffe	58 - 59
4. Diskussion der Ergebnisse	60 - 68
5. Zusammenfassung	69 - 71
6. Literaturverzeichnis	72 - 79
7. Anhang	80

1. Einleitung

Seit Einführung mikrochirurgischer Techniken in der Augenheilkunde in den 60er Jahren [HARMS, MACKENSEN 1966] und der kompletten Durchführung intraokularer Eingriffe unter dem Operationsmikroskop, erfordern die gängigen Augenoperationen immer kürzere Einheilungszeiten. So wird es fast selbstverständlich, dass der Patient nach einer Kataraktoperation, immerhin fast 500.000-mal pro Jahr in Deutschland ausgeführt, schon am Tag nach dem Eingriff wieder ordentlich sehen kann. Auch bei den schwierigeren Hinterabschnittsoperationen achtet man - nach Standardisierung der Operationstechnik - auf die schnelle funktionelle Rehabilitation. Um diese Problematik besser verstehen zu können, seien die im Folgenden zu diskutierenden Operationsverfahren zunächst ausführlicher dargestellt:

1.1. Kataraktoperation und Pars plana Vitrektomie

Ein Verlust der Transparenz der Linse (Linsentrübung), der entweder kongenital oder erworben sein kann, wird als Katarakt (Grauer Star) bezeichnet. Es gibt zahlreiche Ursachen für eine Katarakt, wie zum Beispiel Trauma, Medikamente oder toxische Stoffe, schwere chronische Augenerkrankungen, Bestrahlung, Tumor oder systemische Erkrankungen wie beispielsweise Diabetes mellitus. Die weitaus häufigste Katarakt jedoch ist die idiopathische senile Katarakt.

Eine Katarakt kann nicht konservativ therapiert werden, es stehen jedoch verschiedene operative Verfahren zur Verfügung. Bei den in die Studie eingeschlossenen Patienten wurde eine extrakapsuläre Kataraktextraktion mit Linsenverflüssigung (Phakoemulsifikation) vorgenommen. Bei der Phakoemulsifikation wird zunächst der Linsenkern durch von einem piezoelektrischen Kristall im „Phakostift“ ausgesandten Ultraschallwellen (20000-40000 Schwingungen pro Sekunde) zerkleinert (emmetropisiert) und abgesaugt. In einem zweiten Schritt wird die Linsenrinde abgesaugt. Bei diesem Vorgang wird kontinuierlich eine Kammerersatzflüssigkeit zugeführt, so dass ein geschlossenes System entsteht. Der Linsenkapsel direkt anhaftende Teile werden abgesaugt und die Kapsel anschließend sorgfältig gereinigt.

Nach Erweiterung des Schnittes kann nun eine Kunstlinse in den noch vorhandenen Kapselsack implantiert werden.

Bei einer Pars plana Vitrektomie wird der Glaskörper des Auges mit Hilfe eines Saugschneidgerätes operativ entfernt. Die Vitrektomie kann indiziert sein bei Glaskörperzug auf die Netzhaut bei komplizierten Netzhautablösungen, bei Membranen auf der Netzhaut, welche entfernt werden müssen, bei Neovaskularisationen, bei einer Endophthalmitis zur Verringerung der Erregerzahl und zur Antibiotikainstallation oder auch zur Bergung von Fremdkörpern aus dem Glaskörperaum.

Als Komplikation nach einer Vitrektomie kommt es in 60-100% innerhalb von 10 Jahren zur Entwicklung einer Katarakt im betreffenden Auge [HANSEN 1997].

Um eine Pars plana Vitrektomie vornehmen zu können, müssen zunächst 3 kleine Schnitte (sog. Sklerotomien) im Bereich der Pars plana des Ziliarkörpers angelegt werden. Durch diese Schnitte werden eine Infusion zur Stabilisierung des Augeninnendruckes, ein Lichtleiter zur Beleuchtung des Arbeitsfeldes und die für die Vitrektomie notwendigen Instrumente in den Augeninnenraum eingeführt.

1.2. Astigmatismusentwicklung nach Augenoperationen

In der modernen Augenheilkunde sind Operationen am Augeninnenraum, wie zum Beispiel Kataraktoperation oder Pars plana Vitrektomie (Glaskörperabsaugung) bereits Routineeingriffe. Um die für die Operation notwendigen Instrumente in das Auge einführen zu können, ist es bei Pars plana Vitrektomie notwendig, hierfür 3 (manchmal auch 2 oder 4) kleine sklerale Schnitte (sogenannte Sklerotomien) anzulegen. Diese Sklerotomien werden in der Regel 4 mm entfernt vom Limbus in paralleler Ausrichtung zu diesem angelegt. Im Anschluss an die Operation werden die Sklerotomien durch senkrecht zum Limbus verlaufende Nähte verschlossen. Die skleralen Schnitte und Nähte führen zu einer Veränderung der Hornhautkrümmung im Bereich des Operationssitus [VAN RIJ et al. 1984]. Ein postoperativer Astigmatismus ist die Folge. Durch den operationsinduzierten postoperativen Astigmatismus werden die visuellen Fähigkeiten des Patienten, und damit auch seine Lebensqualität, vorübergehend erheblich eingeschränkt. Die Zeitdauer bis zur Entwicklung der endgültigen Refraktion

und des postoperativen Visus ist dabei von großer Bedeutung für die Rehabilitation des Patienten und somit für den Erfolg des Eingriffs. Deshalb ist es wünschenswert, einen geringstmöglichen Astigmatismus auch in der frühen postoperativen Phase zu erzielen. Da die anzulegenden Sklerotomien nur ungefähr 1,2 mm messen, wäre es auch ohne erhöhtes Verletzungsrisiko der peripheren Netzhaut möglich, die Sklerotomien senkrecht zum Limbus anzulegen und anschließend mit einer parallel zum Limbus verlaufenden Naht zu verschließen. Diese Technik könnte einen geringeren Astigmatismus erzeugen als die herkömmliche Technik mit parallel zum Limbus angelegten Sklerotomien.

Neben der Art der Wundöffnung (Sklerotomien senkrecht oder parallel zum Limbus) wirkt sich auch eine gleichzeitig zur Pars plana Vitrektomie durchgeführte Kataraktoperation auf das Ausmaß des postoperativen Astigmatismus aus. Heute werden in zunehmendem Maße Pars plana Vitrektomien mit Kataraktoperationen kombiniert. Laut [LUCKE et al. 2001] und [SCHMIDT et al. 2001] wird der Anteil der kombinierten Operationen bereits mit 20-48% beziffert.

Wie [ECKERT et al. 1996] herausfanden, läuft die Rückbildung des Astigmatismus nach kombinierter Operation (Pars plana Vitrektomie und Kataraktoperation mit Tunnelschnitt ohne Naht) und nach Pars plana Vitrektomie verglichen mit der Astigmatismusrückbildung nach moderner Kataraktchirurgie wahrscheinlich verzögert ab. Der durch die Sklerotomien verursachte Astigmatismus spielt dabei eine größere Rolle als der durch den Tunnelschnitt ohne Naht verursachte Astigmatismus. Wie [WIRBELAUER et al. 1998] zeigten, bildet sich der operationsinduzierte Astigmatismus innerhalb von 4 Monaten nach der Operation auf den Ausgangswert zurück.

Es stellte sich nun die Frage, ob eine gleichzeitig zur Pars plana Vitrektomie durchgeführte Kataraktoperation den Zeitpunkt des endgültigen Refraktionsergebnisses und des postoperativen Visus ungünstig beeinflusst und in wie weit eine gleichzeitig mit der Vitrektomie durchgeführte Kataraktoperation die Astigmatismusentwicklung nach Pars plana Vitrektomie beeinflusst. Gleichzeitig spielt die Frage eine Rolle, ob die Schnittführung bei Anlage der Sklerotomien (parallel oder senkrecht zum Limbus) hinsichtlich des operationsinduzierten postoperativen Astigmatismus von Bedeutung ist. Diese Fragen lassen sich am besten mit Hilfe einer prospektiven Studie untersuchen, bei

der intraoperativ unterschiedliche Schnittführungen bei der Anlage der Sklerotomien randomisiert werden, die postoperative Refraktionsentwicklung verfolgt wird und die Astigmatismusentwicklung postoperativ mit Hilfe der Hornhauttopographie kontrolliert wird.

1.3. Geschichte der Hornhauttopographie

Die Geschichte der Hornhaut-Untersuchung reicht bis in das letzte Jahrhundert zurück. Um die Hornhaut einer qualitativen Untersuchung unterziehen zu können wurde die Keratoskopie entwickelt. Das erste Keratoskop wurde 1880 von [PLACIDO A 1882] entwickelt und vorgestellt. Das von Placido entwickelte Gerät (s. Abbildung 1.1) ist eine Scheibe, welche mit einem Handgriff versehen ist. In der Mitte der Scheibe befindet sich ein Loch. Durch dieses Loch können die reflektierten Ringe auf der Hornhaut (das Spiegelbild) betrachtet und beurteilt werden. Je nach Breite der Ringe, welche durch die Scheibe gesehen werden, kann eine flache oder steile Hornhaut diagnostiziert werden. Bei einer sphärischen Hornhaut können runde Ringe beobachtet werden, bei einer astigmatisch veränderten Hornhaut können vom Betrachter ovale Ringe gesehen werden. Verzerrte und verschobene Ringe werden zum Beispiel bei einem Keratokonus (kegelförmige Verformung der Hornhautmitte) beobachtet. Das Keratoskop nach Placido findet auch in der heutigen Zeit Verwendung zur qualitativen und groben quantitativen Beurteilung des Hornhautastigmatismus.

Im Jahre 1882 wurde von den Franzosen [MASSELON J 1882] und [DE WECKER L 1882] ein Keratoskop vorgestellt. Auch mit diesem Gerät war nur eine qualitative Beurteilung der Hornhaut möglich, nämlich eine Untersuchung der Oberflächenbeschaffenheit der Cornea (sphärisch, astigmatisch verzerrt oder unregelmäßig zerklüftet). Von den gleichen Autoren wurde dann eine verbesserte Version herausgegeben, mit welcher auch eine quantitative Beurteilung der Hornhaut möglich wurde. Dioptriewerte und Achsen konnten auf dem Gerät abgelesen werden.

1886 wurde auch von Masselon und De Wecker ein bogenförmiges Keratoskop herausgebracht, mit welchem auch der Pupillendurchmesser gemessen werden konnte.

Das von [UTHOFF W 1896] im Jahre 1896 veröffentlichte perimeterförmige

Keratoskop konnte wiederum nur zur qualitativen Beurteilung der Hornhautregularität verwendet werden.

Im Jahre 1905 wurde von [ROTH A 1894] ein Astigmoskop entwickelt. Dies ist vom Prinzip her eine Placido-Scheibe, welche durch ein Stahlseil auf der Rückseite gewölbt werden kann. Bei einer astigmatisch verzerrten Hornhaut wurde die Scheibe so lange gewölbt bis das reflektierte Bild sphärisch erschien. Die ungefähren Astigmatismuswerte konnten anhand der Rasterungen an den Seilhalterungen abgelesen werden.

1930 wurde nach Vorschlägen von [GULLSTRAND A 1911] und [DEKKING HM] die Erfindung von Placido erneut aufgegriffen. [AMSLER M 1930] und [HARTINGER H 1930] entwickelten das Photokeratoskop zur Verlaufskontrolle nach Verletzungen und Keratoplastiken. Bei dem Photokeratoskop wurde die Placido-Scheibe von hinten durch vier Lampen beleuchtet und das Spiegelbild der Hornhaut wurde von einer zentrisch gelegenen Kamera aufgenommen.

Im Jahre 1953 wurde von dem Amerikaner [FINCHAM 1953] die Idee noch einmal aufgegriffen. Er vergrößerte die Abstände der Ringe auf der Scheibe nach außen hin.

Perfektioniert wurde das Gerät von [MORRIS 1953], so dass die zentralen Radien der Hornhaut bis auf 0,03 mm genau angegeben werden konnten

In einem nächsten Entwicklungsschritt sollte erreicht werden, die Messungen über die ganze Hornhaut auszudehnen um so auch die Peripherie der Hornhaut beurteilen zu können.

Um dies zu erreichen mussten die Ringe auf einer Halbkugel in verschiedenen Ebenen angebracht werden. Das wurde im Jahre 1961 von [KNOLL H 1961] verwirklicht. Nach diesem Prinzip funktionieren auch die modernen Keratometer.

Mit einem Keratoskop kann ein Muster auf die Oberfläche der Hornhaut projiziert werden, welches dann beobachtet werden kann. Bei Kombination eines Keratoskops mit einer Photokamera können einzelne Bilder der Muster gespeichert werden. Anstatt einer Photokamera kann ein Keratoskop auch mit einer Videokamera kombiniert werden. Man spricht dann von einem Videokeratoskop.

Bei der von [ROWSEY et al. 1991] entwickelten Photokeratographie und der von [GORMLY DJ et al. 1988] entwickelten Videokeratographie kann auch eine Bildanalyse der gespeicherten Bilder vorgenommen werden. Die in den letzten Jahren

konstruierten Geräte sind Messgeräte, um exakteste Informationen über die Hornhaut zu erhalten. Aufgrund des großen Aufwandes bei der Bildauswertung, des großen Zeitaufwandes bei der Durchführung und der hohen Kosten hat sich die Hornhauttopographie in der Praxis jedoch nicht durchgesetzt. Auch in der Klinik wird heute noch weitgehend die Placido-Scheibe angewandt.

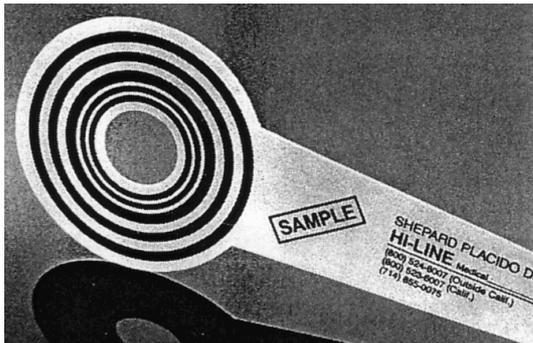


Abb. 1.1: Placidoscheibe, von Placido 1880 entwickelt

1.4. Anwendungsbereiche der Hornhauttopographie

Die topographische Darstellung der Hornhaut findet vielerlei Verwendung. Zum einen kann die Hornhauttopographie zur graphischen Darstellung von ganz normalen und unauffälligen Befunden verwendet werden.

Zum anderen kann mit Hilfe der Topographie ein regulärer von einem irregulären Astigmatismus abgegrenzt werden. Wie in Abbildung 1.2 erkennbar ist, zeigt ein regulärer Astigmatismus in der Hornhauttopographie eine typische Sanduhrform, während bei einem irregulären Astigmatismus ein verzerrtes Bild entsteht.

Mit Hilfe der Hornhauttopographie kann zudem beispielsweise ein Keratokonus erkannt werden. Bei einem Keratokonus zeigt sich ein charakteristisches Topographiemuster mit inferior-temporalen Lokalisation.

Zudem kann mit Hilfe der meisten modernen Videokeratographie-Systeme eine Anpassung von Kontaktlinsen erleichtert werden.

Besonders wichtig ist heute der Vergleich von präoperativer und postoperativer Hornhauttopographie bei chirurgischen Maßnahmen, insbesondere bei den in Mode gekommenen refraktiv-chirurgischen Eingriffen wie photorefraktiver Keratektomie (PRK) und Laser-in situ-Keratomileusis.

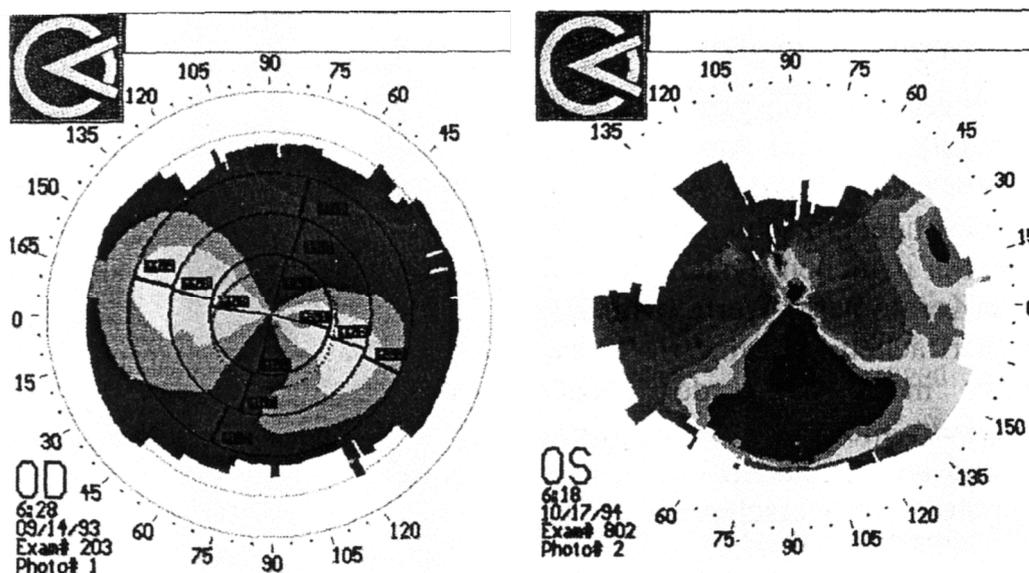


Abb. 1.2: Topographische Darstellung einer Hornhautoberfläche bei regulärem und irregulärem Astigmatismus

1.5. Fragestellung

Folgende Fragestellungen sollten in dieser prospektiven Studie bearbeitet werden.

Die visuellen Fähigkeiten des Patienten werden durch den postoperativen Astigmatismus nach netzhautchirurgischen Eingriffen ganz wesentlich beeinflusst.

Deshalb soll in dieser Studie untersucht werden, inwieweit die Ausrichtung der Sklerotomien, welche für das Einführen von Vitrektomieinstrumenten in das Auge benötigt werden, einen Einfluss auf das Ausmaß des postoperativen Astigmatismus, die Zeitdauer bis zur Entwicklung der endgültigen Refraktion und auf die postoperative Visusentwicklung hat.

-in wie weit beeinflusst eine gleichzeitig mit der Pars plana Vitrektomie durchgeführte Kataraktoperation die Astigmatismusentwicklung nach Pars plana Vitrektomie?

-ist die Schnittrichtung (parallel oder senkrecht zum Limbus) bei der Sklerotomie für die Pars plana Vitrektomie von Bedeutung?

-ist der Astigmatismus bei gleichzeitiger Kataraktoperation 5-7 Tage und 5-6 Wochen postoperativ nach senkrecht zum Limbus durchgeführter Sklerotomie niedriger als nach limbusparalleler Sklerotomie?

-ist der Astigmatismus nach 12-14 Wochen unabhängig von der Ausrichtung der Sklerotomie und unabhängig von der Tatsache, ob die Vitrektomie mit einer Kataraktoperation kombiniert operiert wurde?

-ist der Astigmatismus 5-7 Tage und 5-6 Wochen postoperativ bei gleichzeitiger Kataraktoperation stärker ausgeprägt als bei alleiniger Vitrektomie?

-erreichen gleichzeitig kataraktoperierte Patienten mit senkrecht zum Limbus durchgeführter Sklerotomie schneller eine stabile Refraktion als mit limbusparalleler Sklerotomie?

Die prospektive Studie soll die folgenden Hypothesen untersuchen:

-der Astigmatismus nach 12-14 Wochen ist unabhängig von der Ausrichtung der Sklerotomien

-der Astigmatismus ist 5-7 Tage postoperativ und 5-6 Wochen postoperativ in der Gruppe B (Sklerotomien senkrecht zum Limbus) weniger ausgeprägt als in der Gruppe A (Sklerotomien parallel zum Limbus)

-gleichzeitig kataraktoperierte Patienten erreichen mit senkrecht zum Limbus durchgeführter Sklerotomie (Gruppe B) schneller eine stabile Refraktion als mit limbusparalleler Sklerotomie (Gruppe A)

2. Material und Methoden

2.1. Patienten und Gruppeneinteilung

Es handelt sich um eine prospektive Studie, in der die Richtung der Sklerotomien (senkrecht oder parallel zum Limbus) und damit die Nahtrichtung randomisiert wurden und der Astigmatismusverlauf topographisch und keratometrisch beobachtet wurde. In der Gruppe A wurden die Sklerotomien limbusparallel und in der Gruppe B senkrecht zum Limbus angelegt.

Nach der Pars plana Vitrektomie wurden die Sklerotomien mit einer 7-0 Vicryl Kreuzstichnaht versorgt. Der Augapfel blieb dabei unter Luft auf 30 mm Hg tonisiert.

Es wurden Patienten berücksichtigt, bei denen eine Vitrektomie mit oder ohne gleichzeitige Kataraktoperation geplant war und noch keine Voroperationen an den entsprechenden Augen stattgefunden hatten. Vor der Operation wurde das Einverständnis der Patienten schriftlich eingeholt. Vor Beginn der Studie wurde das Projekt der Ethikkommission der Universität Würzburg zur Genehmigung vorgelegt. Die Kommission stimmte der Studie mit dem Schreiben vom 26.03.1999 zu.

Alle Eingriffe wurden von dem gleichen Operateur durchgeführt. Die Auswertung erfolgte blind. Nur der Operateur wusste um die Richtung der Sklerotomien, derjenige, der die Hornhautmessungen durchführte, nahm deshalb nicht die Untersuchung des vorderen Augenabschnitts vor.

Die Randomisation wurde so geplant, dass in zwei Gruppen (Gruppe I: Pars plana Vitrektomie und Gruppe II: Kombinierte Operation (Pars plana Vitrektomie plus Kataraktchirurgie über einen Tunnelschnitt ohne Naht)) je 40 Patienten randomisiert werden sollten (welche entweder der Gruppe A, limbusparallele, oder der Gruppe B, senkrecht zum Limbus durchgeführte Sklerotomie, zugewiesen werden), die zu einer Pars plana Vitrektomie mit Gasendotamponade anstanden.

Insgesamt sollten 80 Patienten für die Studie rekrutiert werden.

2.2. Untersuchungsmethoden

Vor der Operation wurden alle Patienten einer ausführlichen ophthalmologischen Untersuchung unterzogen.

Am Tag vor der geplanten Operation, sowie 5-7 Tage, 5-6 Wochen und 3 Monate postoperativ, wurde zunächst die objektive Refraktion im Refraktometer (Canon Auto Ref R-30) bestimmt.

Die Refraktion des Auges ist definiert als die Differenz zwischen der für seine Achsenlänge und Krümmungsradien notwendigen Gesamtbrechkraft und der tatsächlich vorhandenen Brechkraft. Im günstigsten Fall, wenn die notwendige Gesamtbrechkraft und die tatsächliche Brechkraft übereinstimmen ist die Refraktion gleich null. Nur dann können parallele Strahlen in der Fovea centralis (dem Punkt des schärfsten Sehens auf der Netzhaut) fokussiert werden. Dieser Zustand wird dann als Emmetropie (Normalsichtigkeit) bezeichnet. Abweichungen von der Emmetropie werden als Refraktionsstörungen bezeichnet. Zu nennen wären die Myopie (Kurzichtigkeit), die Hyperopie (Weitsichtigkeit), Astigmatismus (Stabsichtigkeit) und die Presbyopie (Alterssichtigkeit durch sinkende Elastizität der Linse in höherem Lebensalter). Bei der Myopie ist der Bulbus im Vergleich zur Brechkraft des Auges zu lang. Parallel einfallende Strahlen werden schon vor der Retina gebündelt, so dass das Bild unscharf wird. Mit einer Zerstreuungslinse (-dpt) kann diese Fehlsichtigkeit korrigiert werden. Bei der Hyperopie ist der Bulbus dagegen zu kurz. Die parallel einfallenden Lichtstrahlen werden erst hinter der Netzhaut gebündelt und es entsteht ebenfalls ein unscharfes Bild. Die Hyperopie kann mit einer Sammellinse (+dpt) korrigiert werden. Beim Astigmatismus ist die Brechkraft des Auges nicht in allen Meridianen gleich, so dass parallel auftreffende Strahlen nicht mehr zu einem Punkt vereinigt werden können, sondern als Strich auf der Netzhaut abgebildet werden (beim regelmäßigen Astigmatismus). Beim unregelmäßigen Astigmatismus ist keine scharfe Abbildung mehr möglich. Ein regelmäßiger Astigmatismus kann mit Zylindergläsern korrigiert werden. Ein irregulärer Astigmatismus kann mit einer Brille nicht vollständig korrigiert werden.

Zur Bestimmung der objektiven Refraktion wird der Patient auf eine Sitzgelegenheit vor dem Refraktometer gesetzt. Das Gerät wird nun zunächst in der Höhe so lange verstellt,

bis der Patient in entspannter Körperhaltung seinen Kopf auf die am Gerät angebrachte Kinnstütze auflegen kann. Die Höhe der Kinnstütze muss nun so angepasst werden, dass das Augenpaar des Patienten auf dem im Gerät integrierten Bildschirm sichtbar wird. Der Betrachter kann anschließend mit Hilfe des Joysticks das Fadenkreuz auf dem Bildschirm auf die Augenmitte des zu messenden Auges einstellen und durch Drücken des Auslösers die Refraktion des betreffenden Auges bestimmen. Der Patient sollte während des Messvorgangs das vom Refraktometer gebotene Landschaftsbild fokussieren, nach Möglichkeit ohne dabei zu blinzeln. Nach Beendigung der Refraktionsbestimmung kann die Auswertung am Refraktometer ausgedruckt werden.

Anschließend wurde bei allen Patienten der Visus bestimmt.

Der Visus (Sehschärfe) definiert sich als Kehrwert des Sehwinkels unter dem zwei Punkte gerade noch als getrennt wahrgenommen werden können.

Der Visus wurde im Rahmen der vier Untersuchungstermine mit Hilfe der Landolt-Ringe bestimmt. Bei den Landolt-Ringen stehen die Größe des Ringes selbst und die Öffnung des Ringes in einem Verhältnis von 5:1. Es wird überprüft, ob der Patient die beiden an die Lücken angrenzenden Teile der Ringe noch als getrennt wahrnimmt. Dem Patienten werden eine ausreichende Anzahl Ringe, welche an 8 verschiedenen Stellen eine Öffnung haben können, in einem mäßig erleuchteten Raum und einem festgelegten Abstand vom Auge (bei ausgeschalteter Akkomodation, ca.5m) präsentiert. Die Mehrzahl der gezeigten Zeichen muss vom Patienten richtig erkannt werden, um eine definierte Visusstufe zu erreichen. Die Sehschärfe lässt sich dann aus der Ist-Entfernung/Soll-Entfernung, aus der die Öffnungen noch erkannt werden, errechnen. Bei einem Visus von 1 werden die Öffnungen der Ringe von dem Patienten unter 1 Bogenminute, bei einem Visus von 0,5 unter 2 Bogenminuten und bei einem Visus von 0,1 unter 10 Bogenminuten gesehen.

Die Hornhauttopographie wurde mit dem PAR Topographie-System CTS (Dieter Mann GmbH, ophthalmologisch chirurgische Systeme Aschaffenburg) durchgeführt. Jede Messung wurde zwei Mal wiederholt und anschließend ein Mittelwert aus beiden Messungen errechnet. Dieselben Untersuchungen wurden jeweils am Tag vor der Operation, am 5.-7. Tag, nach 5-6 und 12-14 Wochen postoperativ durchgeführt. Vor jeder Messung wurde bei allen Patienten die Hornhaut mit Fluoreszin SE Thilo (Dr. Thilo GmbH & Co.KG, D-79108 Freiburg) angefärbt.

Für die Topographie wird der Patient auf einem Hocker vor das Topographie-System gesetzt und die Kinn- und Stirnstütze am Gerät so eingestellt, dass der Patient in entspannter Haltung in das Gerät schauen kann. Anschließend werden die Fluoreszin SE Thilo-Tropfen in den Bindehautsack des zu messenden Auges eingetropt und vom Patienten durch einige Lidschläge auf der Hornhautoberfläche verteilt. Der Patient muss während der Topographie mit dem zu messenden Auge eine Fokussierhilfe (rotes Lämpchen) am Gerät fixieren. Erst durch die Fixation dieses Punktes ist eine fehlerfreie Messung der Hornhautmitte möglich. Messungen der Hornhaut-Peripherie führen zu fehlerhaften Ergebnissen. Der Betrachter kann durch eine Kamera in das Topographie-System hinein schauen und das ihm sichtbare Fadenkreuz für die genaue Topographiemessung auf der Hornhaut des Patienten zentrieren. Durch Betätigen des Auslösers kann der Betrachter nun mit der hochauflösenden Kamera ein Bild der Hornhaut des betreffenden Auges erstellen, welches im Anschluss von dem angeschlossenen Computer in numerische Daten umgesetzt wird und auf einem Bildschirm zur Analyse und Auswertung dargestellt wird. Die fertige Topographie kann im Anschluss ausgedruckt werden.

2.3. Operationsverfahren

Bei allen Patienten wurde eine Pars plana Vitrektomie durchgeführt, bei der Gruppe 2 zusätzlich noch eine extrakapsuläre Kataraktextraktion über einen Tunnelschnitt ohne Naht. Die Eingriffe wurden alle von dem gleichen Operateur durchgeführt.

Bei einer Pars plana Vitrektomie wird der Glaskörper des Auges nach Möglichkeit vollständig entfernt, sowie eventuell vorhandene bindegewebige, an der Netzhaut adhärenente epiretinale Membranen abgezogen (membrane-peeling). Dadurch kann die Netzhaut entlastet und wieder angelegt werden.

Die dabei notwendigen, in der Regel 0,9 mm im Durchmesser messenden, Vitrektomie-Instrumente (Firma Oertli, Schweiz) werden über drei (manchmal auch zwei oder vier) Sklerotomien im Bereich der Pars plana des Corpus ciliare in das Auge eingeführt. An dieser Stelle ist die Gefahr einer Netzhautablösung am geringsten.

Üblicherweise werden diese Sklerotomien parallel zum Limbus angelegt und am Ende

der Operation durch senkrecht zum Limbus verlaufende 7-0 Vicryl-Nähte verschlossen. Aufgrund der kleinen Ausmaße dieser Sklerotomien können sie jedoch auch senkrecht zum Limbus angelegt werden, ohne ein erhöhtes Verletzungsrisiko der Netzhaut dadurch einzugehen. Die senkrechten Sklerotomien werden abschließend mit parallel zum Limbus verlaufenden 7-0 Vicryl-Nähten verschlossen.

Damit beim Ausschneiden des Glaskörpers das Auge nicht kollabiert, wird der intraokuläre Druck mit Hilfe einer Infusion konstant gehalten.

Die Beleuchtung des Operationssitus erfolgt über eine Fiberoptik (Lichtleiter).

Einblick in den Glaskörperraum erhält der Operateur über ein Operationsmikroskop. Vorher müssen spezielle Kontaktlinsen auf die Hornhaut aufgelegt werden, sofern nicht eine 90-120 dpt Lupe zur indirekten Betrachtung des Augenhintergrundes im umgekehrten Bild (Biom) und ein Bildumkehrsystem verwendet werden.

Nach Entfernung des Glaskörpers und eventuell vorhandene Glaskörpermembranen kann die Netzhaut mit Laser behandelt werden.

Nach der operativen Entfernung des Glaskörpers muss der verbleibende Raum aufgefüllt werden. Dies geschieht in den meisten Fällen mit Ringer-Lösung. Bei komplizierter Netzhautablösung jedoch muss die Netzhaut vorübergehend durch Flüssigkeiten mit sehr hohem spezifischem Gewicht (z.B. Perfluordecalin) wieder zum Anliegen gebracht werden. Abschließend erfolgt in diesen Fällen eine Endotamponade mit Gas oder Silikonöl.

Bei den Patienten der Gruppe 2 wurde zusätzlich eine extrakapsuläre Kataraktextraktion vorgenommen. Dabei wird die vordere Kapsel kreisrund eröffnet (Kapsulorhexis). Anschließend werden der Linsenkern durch Ultraschall zertrümmert und Linsenkern und -rinde, unter Schonung der nur 4-7 mm dicken Linsenkapsel, abgesaugt (Phakoemulsifikation).

Die Linsenaufhängung und die hintere Kapsel bleiben zum Tragen einer Hinterkammerlinse erhalten. Die Kunstlinse wird anschließend in den leeren Kapselsack implantiert. Der Zugang erfolgt über einen Tunnelschnitt ohne Naht (No-stitch-Technik), welcher in einem Abstand von 3mm zum Limbus in 6 mm Breite angelegt wird.

2.4. Operationsindikationen

Zur Pars plana Vitrektomie eingeplant wurden Patienten mit proliferativer diabetischer Retinopathie (mit Glaskörperblutungen, Proliferationsmembranen, Traktionsamotiones und Rubeosis iridis), Makulaforamen, altersgebundener Makuladegeneration, Macular pucker, Uveitis, sowie Patienten mit Glaskörperblutung nach Zentralvenenverschluss oder bei unklarer Genese.

Die Diagnose Cataracta provecta erforderte eine zusätzlich zur Pars plana Vitrektomie durchgeführte extrakapsuläre Kataraktextraktion.

Die Katarakte können nach dem Reifegrad und nach ihrer restlichen Sehstärke in vier Gruppen unterteilt werden. Bei der Cataracta incipiens ist der Visus mit 0,8-1,0 noch nahezu voll erhalten. Bei der Cataracta provecta ist der Visus von 0,1-0,5 bereits herabgesetzt. Stark herabgesetzte Visuswerte von 1/50-0,1 werden bei der Cataracta prämaturna diagnostiziert. Nur noch Hell und Dunkel bzw. Handbewegungen vor dem Auge können bei der Cataracta matura und hypermatura wahrgenommen werden.

Bei der proliferativen diabetischen Retinopathie handelt es sich um eine Mikroangiopathie des Auges. Diabetes mellitus kann zu multiplen Veränderungen der okulären Gewebe führen. Man unterteilt nach der „Diabetic Retinopathy Study“ [HANSEN, 1997] in nicht proliferative und proliferative Stadien. Die zunächst nicht proliferative diabetische Retinopathie geht häufig in das proliferative Stadium mit präretinalen Neovaskularisationen, Glaskörperblutung, Traktionsamotiones und Rubeosis iridis über. Bei nicht rechtzeitiger Therapie führt die proliferative diabetische Retinopathie zur Erblindung des betroffenen Auges.

Bei der Vitrektomie wird der eingeblutete Glaskörper entfernt und abschließend durch eine panretinale Laserkoagulation ergänzt. Falls traktive Membranen vorhanden sind, werden diese ebenfalls abgetragen.

Makulaforamina können durch nicht abgelöste Bereiche der hinteren Glaskörpergrenzschicht entstehen, welche im Bereich der Makula auf der membrana limitans interna verbleiben und dadurch Zug auf die Foveola ausüben. Dieses führt zunächst zum Abheben und anschließend zum Einreißen der Foveola. Bei der Vitrektomie wird der hintere Glaskörper komplett entfernt und abschließend die Membrana limitans interna der Netzhaut mit einer Pinzette von der Netzhautoberfläche

abgeschält.

Eine fortschreitende Degeneration der Makula in höherem Lebensalter entsteht durch Ablagerung von Stoffwechselprodukten, welche dann zur Ausbildung von Drusen im retinalen Pigmentepithel führen. Im weiteren Verlauf der Erkrankung kann es zu intraretinalen Blutungen, zur choroidalen Neovaskularisation und zur späten fibrösen Makuladegeneration kommen.

Bei der Vitrektomie wird die subretinal gelegene neovaskuläre Membran entfernt um ein Fortschreiten der funktionellen Beeinträchtigung zu verhindern.

Beim Macular pucker handelt es sich um die epiretinale Gliose oder Sternfalten der Makula, welche idiopathisch oder reaktiv nach entzündlichen oder operativen Vorgängen auftreten können.

Bei der Vitrektomie werden die das Bild verzerrenden epiretinalen Membranen von der Netzhautinnenfläche abgetragen.

Die Patienten mit Uveitis leiden an visusvermindernden Glaskörpertrübungen, welche eine operative Entfernung des Glaskörpers erfordern.

Die nicht diabetischen Glaskörperblutungen können durch eine Zirkulationsstörung in der Zentralvene oder einem Seitenast bedingt sein, wodurch es zu einem Gefäßverschluss kommen kann. Sie können aber auch unklarer Genese sein.

2.5. Datenerhebung und Auswertung

Bei allen Patienten wurden die Hornhauttopographie, der Visus und die Refraktion zu vier verschiedenen Zeitpunkten bestimmt.

Der erste Termin war am Tag vor der Operation, die zweite Messung wurde am 5.-7. Tag postoperativ, die Dritte nach 5-6 und die Vierte nach 12-14 Wochen nach dem Eingriff durchgeführt. Jede Hornhauttopographie wurde zwei Mal durchgeführt und hinterher ein Durchschnittswert errechnet. Alle Messungen wurden von einer Person durchgeführt und die Ergebnisse in einen selbst entwickelten Erhebungsbogen eingegeben.

Die Daten wurden mit dem statistischen Programm Excel ausgewertet. Mittelwerte und Standardabweichungen wurden berechnet.

Zur Berechnung der Signifikanz der Ergebnisse kam der t-Test mit einem Signifikanzniveau von 5% zur Anwendung (signifikant: $p < 0,05$).

Einige Werte wurden von Herrn A. Spahn am Rechenzentrum der Universität Würzburg mit dem SPSS-Programm nachgerechnet.

Der Visus wurde vor Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung zunächst logarithmiert.

Bei der Auswertung der prä- und postoperativen Refraktion wurden drei Gruppen, Hyperopie, Emmetropie und Myopie, gebildet.

Um linke und rechte Augen hinsichtlich der Astigmatismusachsen miteinander vergleichen zu können, wurden alle linken Augen auf rechte Augen umgerechnet. Dazu wurden ihre Achsenwerte jeweils von 180 Grad subtrahiert.

3. Ergebnisse

3.1. Biographische Daten

Insgesamt wurden 89 Patienten rekrutiert. Die Ergebnisse von 3 Patienten konnten aufgrund von Messungsfehlern nicht in die Auswertung mit einbezogen werden. Diese Patienten mussten aus der Studie ausgeschlossen werden. Somit konnten die Ergebnisse von 86 Patienten ausgewertet werden.

Von 86 Patienten erschienen 53 Patienten (62%) zu allen Untersuchungsterminen. Weitere 23 Patienten (27%) waren bei drei Untersuchungsterminen anwesend. Von diesen 23 Patienten waren 9 Patienten (39%) nicht bei der ersten (5.-7. Tag nach der Operation) postoperativen und 14 Patienten (61%) nicht bei der dritten (12-14 Wochen nach der Operation) postoperativen Nachuntersuchung erschienen.

4 Patienten (4%) konnten lediglich zwei Mal untersucht werden, wobei drei Patienten (75%) nicht bei der zweiten und dritten postoperativen Kontrolle anwesend sein konnten. Von einer Patientin (25%) konnten die präoperative und die erste postoperative Messung nicht verwendet werden.

Bei vier von den in die Studie eingeschlossenen Patienten (4%) konnte nur die präoperative Messung durchgeführt werden.

Es wurden 50 Frauen und 36 Männer operiert. Bei den operierten Augen handelte es sich um 42 rechte und 44 linke Augen.

Das Durchschnittsalter aller Patienten lag bei 70,2 Jahren.

Die beiden Gruppen unterschieden sich in der Altersverteilung nicht wesentlich voneinander. In der Gruppe 1 befanden sich die Patienten, welche eine Pars plana Vitrektomie erhalten sollten, in Gruppe 2 die Patienten, welche eine kombinierte Operation bekommen sollten. Der Altersdurchschnitt der Gruppe 1 betrug $68,6 \pm 11,4$ Jahre, das Durchschnittsalter der Gruppe 2 lag bei $68,04 \pm 7,88$ Jahren. Bei 42 Patienten wurden die Sklerotomien parallel zum Limbus ausgeführt, bei 44 Patienten senkrecht zum Limbus (s. Tabelle 1).

	Gruppe 1 (PPV)	Gruppe 2 (Kombinierte OP)
Anzahl	61	25
Frauen	39	11
Männer	22	14
Alter	68,6±11,4 Jahre	68,04±7,88 Jahre

Tabelle 3.1: Patientenanzahl, Geschlechtsverteilung und Durchschnittsalter in beiden Gruppen

Bei der Altersverteilung aller Patienten zeigte sich, wie aus Abbildung 3.1 hervorgeht, dass die Gruppe der einundsechzig bis achtzigjährigen mit 61 Patienten (71%) die größte darstellt. 31 Patienten (36%) waren zwischen einundsechzig und siebzig Jahren und 30 Patienten (35%) waren einundsiebzig bis achtzig Jahre alt. Keiner der operierten Patienten war jünger als 40 Jahre und keiner älter als 90 Jahre. In der Gruppe der einundvierzig- bis fünfzigjährigen befanden sich lediglich 4 Patienten (5%), die Gruppe der einundfünfzig- bis sechzigjährigen bestand aus 9 Patienten (11%). 11 Patienten (13%) waren zwischen 81 und 90 Jahre alt.

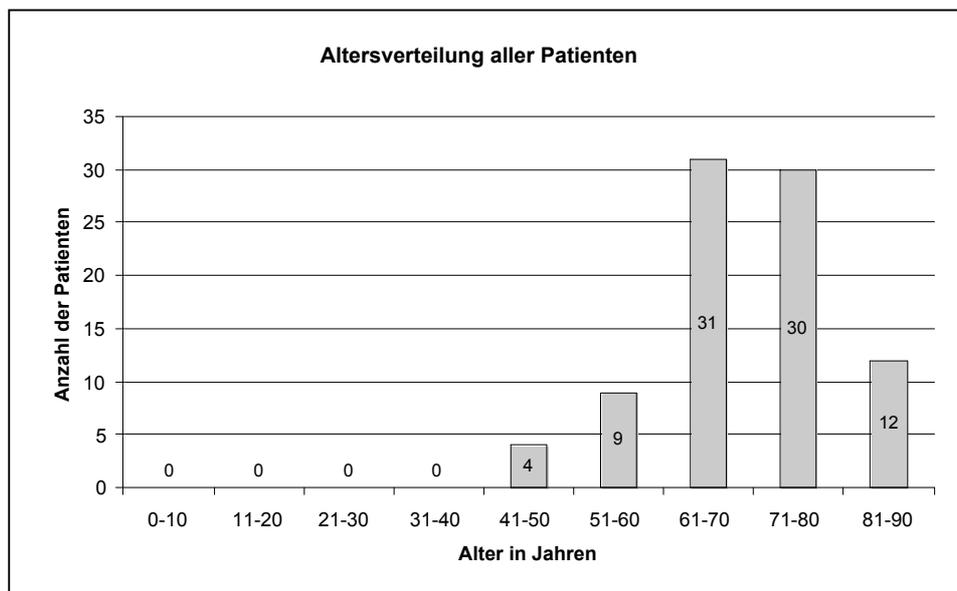


Abb.3.1: Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Operation zwischen 42 und 89 Jahre alt, der Mittelwert des Lebensalters aller Patienten lag bei 70,2 Jahren. Anteilsmäßig am größten waren die Gruppe der 61-70jährigen mit 31 Patienten und die Gruppe der 71-80jährigen mit 30 Patienten.

Das Durchschnittsalter der Patienten zeigt bei Betrachtung der einzelnen Indikationsgruppen geringe Unterschiede (in Abbildung 3.2 zu erkennen). Den höchsten Altersdurchschnitt erreichen mit 78,9 Jahren (63-87 Jahre) die Patienten mit SRNV bei altersgebundener Makuladegeneration.

Die Patienten mit Glaskörperblutungen nicht diabetischer Ursache waren im Durchschnitt 72 Jahre (55-89 Jahre) alt. Bei einem Patienten wurde eine Uveitis festgestellt. Er war zum Operationszeitpunkt 73 Jahre alt.

Ein jüngeres Durchschnittsalter findet sich bei den Diagnosegruppen Macular pucker (epiretinale Gliose), Cataracta provecta und Makulaforamen. Die Patienten mit Macular pucker waren im Durchschnitt 68,5 Jahre (48-81 Jahre) alt, die Patienten mit Cataracta provecta wiesen ein durchschnittliches Alter von 70,1 Jahren (56-85 Jahre) auf. Die Patienten, bei denen ein Makulaforamen festgestellt wurde, waren im Durchschnitt 66 Jahre (44-80 Jahre) alt.

Die Patienten mit der Diagnose proliferative diabetische Retinopathie waren mit durchschnittlich 62,4 Jahren (42-80 Jahre) am jüngsten.

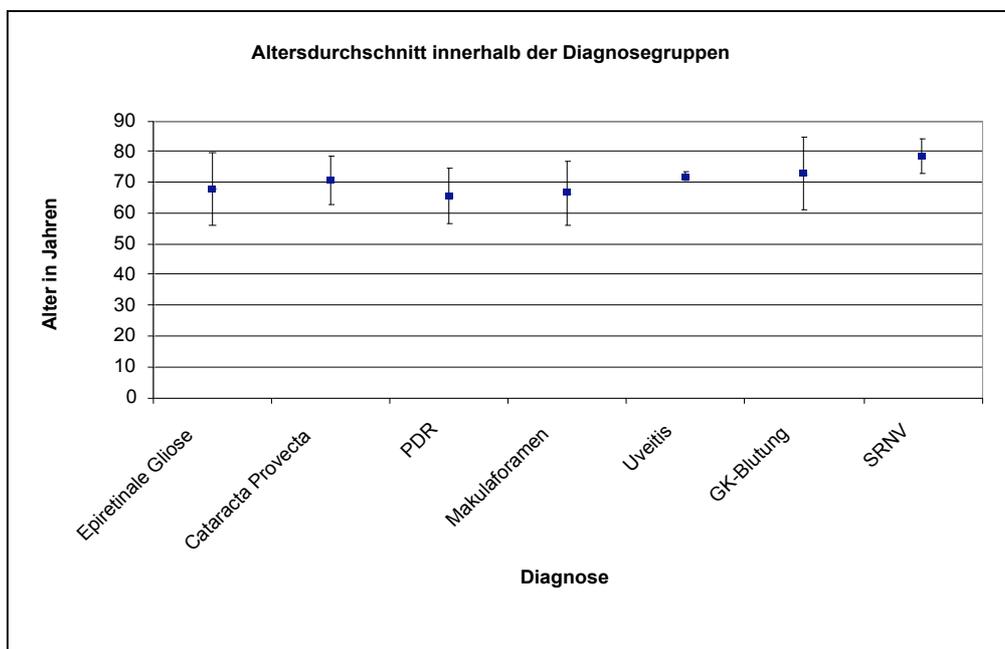


Abb.3.2: Der Altersdurchschnitt unterscheidet sich innerhalb der einzelnen Diagnosegruppen. Das durchschnittlich höchste Alter haben die Patienten der Gruppe SRNV mit 78,9 Jahren, die durchschnittlich jüngsten Patienten mit 62,4 Jahren befinden sich in der Gruppe PDR.

Hinsichtlich der Geschlechtsverteilung innerhalb der einzelnen Diagnosegruppen bestehen nur geringe Ungleichheiten (s. Abbildung 3.3). Lediglich innerhalb der Gruppen Macular pucker (epiretinale Gliose), Makulaforamen und SRNV waren deutlich mehr weibliche Patienten.

In der Gruppe der Patienten mit der Diagnose Macular pucker (epiretinale Gliose) waren Frauen (12 Patientinnen) etwas häufiger vertreten als Männer (8 Patienten).

Bei 6 Patientinnen wurde ein Makulaforamen festgestellt, jedoch nur bei einem Patienten.

Eine SRNV wurde bei Frauen doppelt so häufig (10 Patientinnen) diagnostiziert wie bei Männern (5 Patienten). Ein Patient litt an einer Uveitis.

Innerhalb der Diagnosegruppen proliferative diabetische Retinopathie (17 Frauen und 16 Männer) und der Diagnosegruppe GK-Blutung (4 Frauen und 3 Männer) war die Geschlechtsverteilung ausgeglichen.

3 Patienten konnten keiner der Diagnosegruppen zugeordnet werden, weil bei ihnen lediglich eine Katarakt als Operationsgrund vorlag.

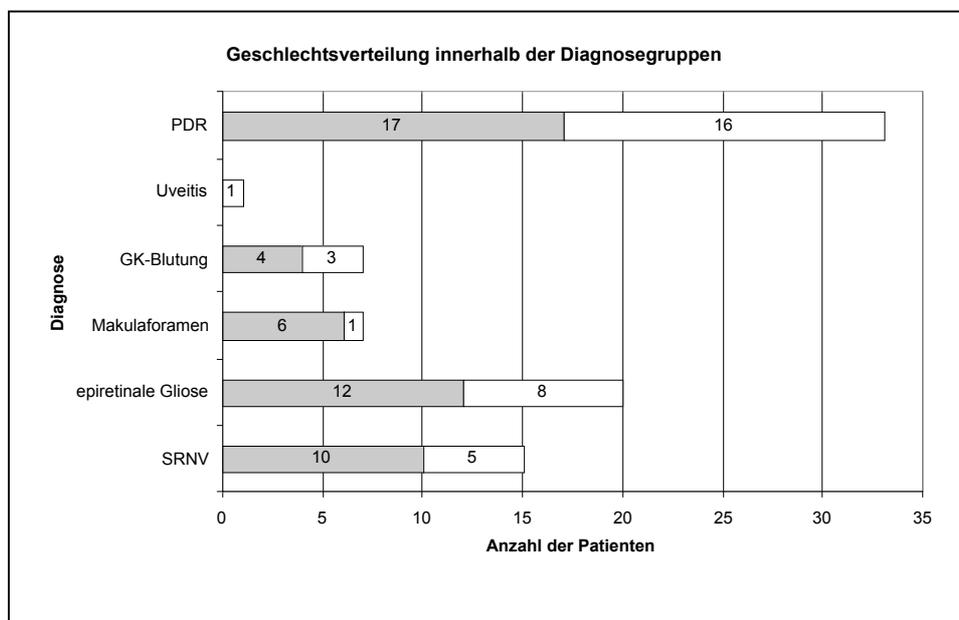


Abb.3.3: Die in die Studie eingeschlossene Patientengruppe setzte sich aus 50 Frauen und 36 Männern zusammen. Die Geschlechtsverteilung innerhalb der einzelnen Diagnosegruppen war in der Gruppe PDR und Glaskörper-Blutung ausgeglichen, in den Gruppen Makulaforamen, epiretinale Gliose und SRNV überwogen die weiblichen Patienten und in der Gruppe Uveitis befand sich lediglich ein männlicher Patient, (dunkel: Frauen, hell: Männer)

3.2. Operationsdiagnosen

Die 2 Patientengruppen von insgesamt 86 Patienten wurden jeweils in 8 Diagnosegruppen zusammengefasst. Dieses geht aus Abbildung 3.4 hervor.

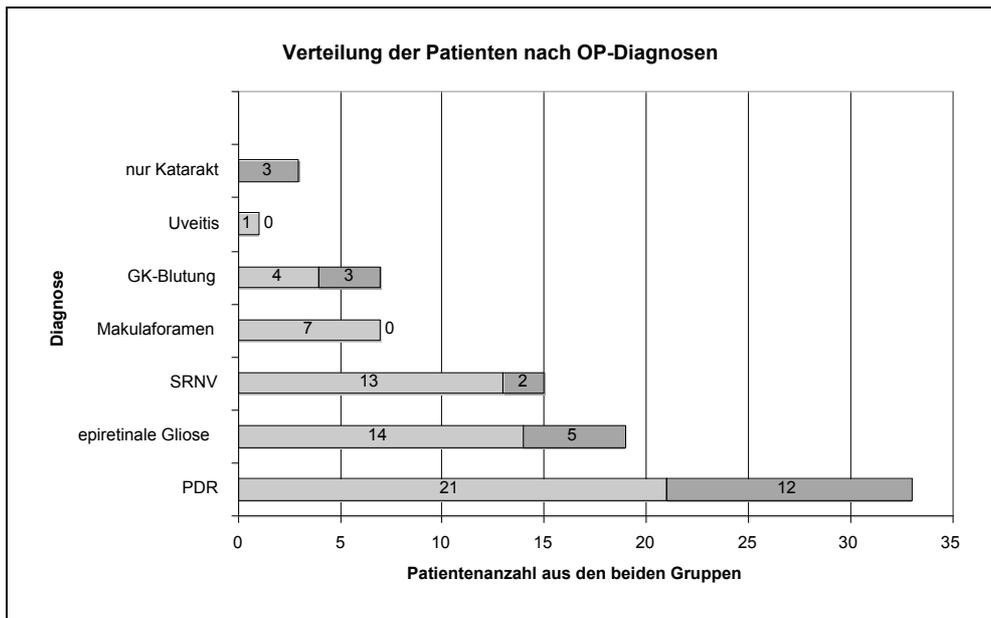


Abb.3.4: Innerhalb der verschiedenen OP-Diagnosegruppen wurden unterschiedlich viele Patienten vitrektomiert und kombiniert operiert. In den Gruppen GK-Blutung, SRNV, epiretinale Gliose und PDR befanden sich jeweils wesentlich mehr vitrektomierte Patienten im Gegensatz zu den kombiniert operierten Patienten, in den Gruppen Uveitis und Makulaforamen befanden sich nur vitrektomierte Patienten, (hell: vitrektomierte Patienten, dunkel: kombiniert operierte Patienten)

Die Gruppe 1 (PPV) bestand aus 61 Patienten (71%), die Gruppe 2 (kombinierte Operation) aus 25 Patienten (29%).

Bei 32 Patienten (35%) wurde eine proliferative diabetische Retinopathie diagnostiziert. Davon wurden 21 Patienten lediglich vitrektomiert und bei 12 Patienten wurde eine kombinierte Operation durchgeführt.

Bei 2 der 20 vitrektomierten Patienten bestand zusätzlich eine Pseudophakie und ein Patient hatte eine epiretinale Gliose.

19 Patienten (21%) hatten eine epiretinale Gliose (Macular pucker). 14 Patienten wurden davon vitrektomiert und 5 Patienten erhielten eine kombinierte Operation.

Eine Patientin der vitrektomierten Gruppe hatte zusätzlich ein primäres Offenwinkelglaukom, bei einer Patientin wurde ein beginnendes Makulaforamen diagnostiziert und bei zwei anderen Patienten handelte es sich bereits um ein ausgereiftes Makulaforamen. Eine vitrektomierte Patientin hatte zusätzlich zur Diagnose einer epiretinalen Membran ein Makulaödem und bei einer weiteren vitrektomierten Patientin bestand gleichzeitig eine Pseudophakie.

Bei den kombiniert operierten Augen wurden epiretinale Membranen unterschiedlicher Genese festgestellt. In einem Fall trat diese nach einer limbusparallelen Plombe auf, in einem weiteren Fall nach einer Virusretinitis. In den anderen 3 Fällen war die Ätiologie der Gliose nicht geklärt (idiopathische Ursache).

Die Diagnose subretinale Neovaskularisationsmembran (SRNV) bei altersbedingter Makuladegeneration fand sich bei insgesamt 16 Patienten (19%). 14 Patienten erhielten davon eine Vitrektomie und bei 2 Patienten wurde eine kombinierte Operation durchgeführt.

Bei einer Patientin bestand zusätzlich eine Glaskörperblutung, ein Patient hatte gleichzeitig ein Glaucoma chronicum und bei einer anderen Patientin wurde gleichzeitig eine Pseudophakie diagnostiziert.

Wegen eines Makulaforamen wurden 7 Patienten (7%) operiert. Diese erhielten alle eine Vitrektomie, keiner wurde kombiniert operiert. Bei einem dieser Patienten lag gleichzeitig eine Pseudophakie vor.

In der Indikationsgruppe mit Glaskörperblutung waren 7 Patienten (7%). 4 von diesen Patienten erhielten eine Vitrektomie und 3 Patienten wurden kombiniert operiert. Bei 2 der vitrektomierten Fälle handelte es sich um eine Glaskörperblutung nach Zentralvenenverschluss. Bei den beiden anderen vitrektomierten Patienten traten Glaskörperblutungen unklarer Genese auf, wobei bei einem dieser Patienten noch eine Fibrinreaktion und ein Nachstar vorlagen.

Ein Patient (2%), welcher eine Vitrektomie erhielt, wurde wegen einer Uveitis mit gleichzeitiger persistierender Glaskörperverdichtung operiert.

Bei 3 Patienten (3,5%) lag lediglich eine Katarakt ohne gleichzeitige andere Diagnosen als Operationsgrund vor.

Einer der kombiniert operierten Patienten (2%) hatte eine Cataracta protracta als Zustand nach disseminierter Uveitis posterior mit wiederholten Glaskörperblutungen,

bei einem weiteren Patienten (2%) lag ein Oculus ultimus vor und ein kombiniert operierter Patient (2%) hatte eine Synchisis scintillans, eine seltene Form der Glaskörpertrübung. Bei einer kombiniert operierten Patientin (2%) bestand eine Rubeosis iridis.

3.3. Intraoperative Methoden

Während der operativen Eingriffe kamen unterschiedliche, der Abbildung 3.5 zu entnehmende, Operationstechniken zur Anwendung.

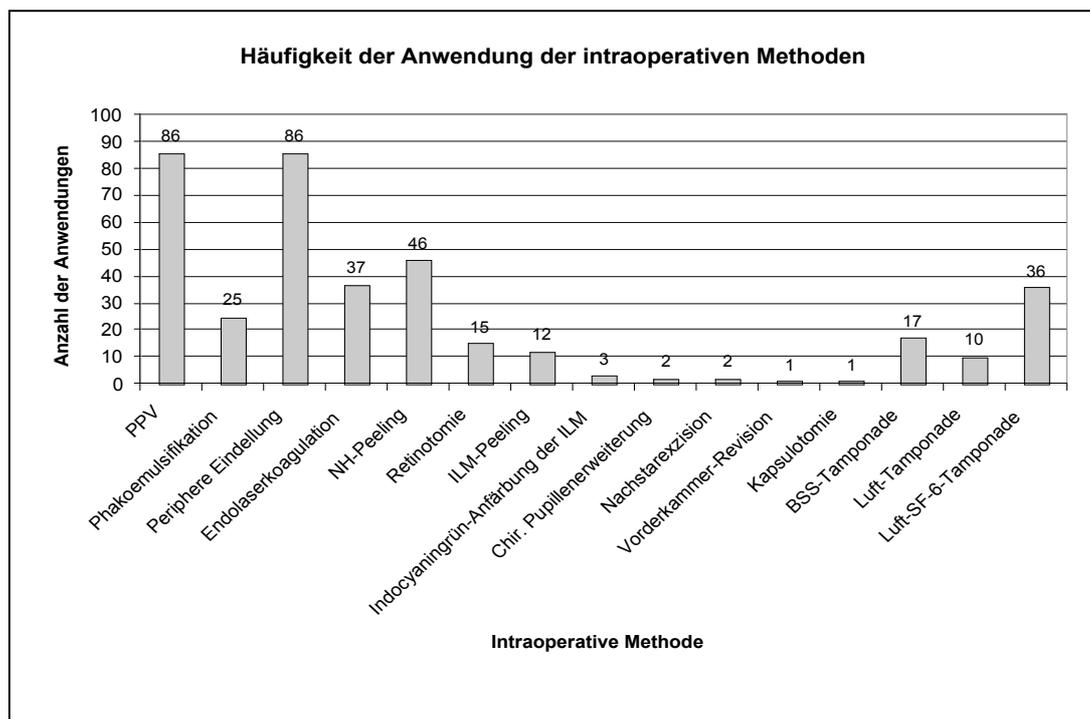


Abb.3.5: Verschiedene intraoperative Techniken wurden während der Eingriffe unterschiedlich häufig angewendet.

Bei allen 86 Patienten (100%) wurde eine Pars plana Vitrektomie durchgeführt. Eine extrakapsuläre Kataraktextraktion (Phakoemulsifikation) wurde bei 25 Patienten (29%) vorgenommen.

Bei 15 Patienten (17%) wurde eine Retinotomie zur Endodrainage angelegt.

Ein sogenanntes „membrane peeling“, das instrumentelle Abziehen epiretinaler Membranen von der Oberfläche der Netzhaut, wurde bei 46 Patienten (54%) angewendet.

In 12 Fällen (14%) wurde die membrana limitans interna in Rhexistechnik entfernt. Dabei wird die membrana limitans interna mit einer feinen Pinzette kreisförmig abgezogen.

Eine panretinale Endolaserkoagulation wurde bei 37 Patienten (43%) durchgeführt. Die Endolaserkoagulation führt zur Zerstörung von Netzhautgewebe. Dadurch sinkt der

Sauerstoffbedarf der Netzhaut. Weniger Gefäßneubildungen im Bereich der Netzhaut sind die Folge. Durch die von Laserkoagulation induzierte dauerhaft verminderte Bildung von Wachstumsfaktoren in der Netzhaut bilden sich vorhandene Proliferationen zurück und weniger Neue können gebildet werden. Dadurch sinkt das Risiko neuer Glaskörperblutungen. Somit kann langfristig eine Blutstillung erreicht werden. Der Endolaser kommt auch zum Einsatz, um eine Vergrößerung von Netzhautlöchern zu verhindern und Risse der Netzhaut zu verschließen.

Von den 37 Patienten (43%), bei denen eine Endolaserkoagulation durchgeführt wurde, waren 30 Patienten Diabetiker mit Glaskörper-Blutungen.

Bei 6 Patienten handelte es sich um Glaskörper-Blutungen nicht diabetischer Genese und bei einem Patienten lag die Diagnose Cataracta Complicata vor.

In 3 Fällen (4%) wurde eine Indocyaningrün-Anfärbung vorgenommen. Dabei wird die Membrana limitans interna (ILM) zur besseren Sichtbarkeit intraoperativ angefärbt.

Bei 2 Patienten (3%) wurde die Pupille chirurgisch mit den Grieshaberhäkchen erweitert. Dabei werden vier Inzisionen in der Hornhaut angelegt, durch welche anschließend die Häkchen eingeführt und in die Pupille eingehakt werden. Durch Zug nach außen an diesen vier Ansatzpunkten kann eine medikamentös nicht erweiterbare Pupille erweitert werden. Dem Operateur wird so ein besserer Einblick in das Auge ermöglicht.

In 2 Fällen (3%) musste eine Nachstarexzision vorgenommen werden, und bei einem Patienten (2%) wurde die Vorderkammer revidiert und die Linsenvorderfläche poliert.

In einem Fall (2%) musste eine Kapsulotomie erfolgen. Die hintere Linsenkapsel wird dabei (in der Regel mit Laser) durchtrennt, so dass die optische Achse wieder frei ist und es zu einem sofortigen Visusanstieg kommt.

Eine Auffüllung mit BSS erhielten 17 Patienten (20%). Eine Tamponade mit reiner Luft bekamen 10 Patienten (12%) eine Endotamponade mit SF-6-Gas/Luftgemisch wurde bei 36 Patienten (42%) verwendet. In drei Fällen (4%) kam Perfluordecalin als Tamponade zum Einsatz.

3.4. Astigmatismus und Achse

Der Astigmatismus und die Achsenlage des Astigmatismus wurden auf zwei verschiedene Arten bestimmt. Zum einen wurden Astigmatismus und Achse im PAR Topographie-System ermittelt und zum anderen mit dem Canon Auto Ref R-30, einem Refraktometer. Die mit diesen beiden Verfahren ermittelten Werte unterschieden sich voneinander. Um linke und rechte Augen hinsichtlich der Achsenlage miteinander vergleichen zu können, wurden vor Berechnung der Mittelwerte alle linken Augen auf rechte Augen umgerechnet.

3.4.1. Ausmaß des Astigmatismus, alle Patienten

Der präoperative Astigmatismus, im PAR Topographie System bestimmt, betrug insgesamt $-1 \pm 0,7$ dpt. 5 Tage postoperativ lag der Astigmatismus aller Patienten bei $-1,9 \pm 0,8$ dpt, nach 6 Wochen bei $-1,2 \pm 0,7$ dpt und nach 12 Wochen $-1,1 \pm 0,6$ dpt. Nach 12 Wochen unterschied sich der Astigmatismus damit nicht mehr wesentlich vom Ausgangswert (s. Abbildung 3.6a).

Der im Canon Auto Ref R-30 bestimmte Astigmatismus aller Patienten fiel bei allen vier Messungen höher aus. Er betrug zum Zeitpunkt vor der Operation $-1,54 \pm 1,1$ dpt, 5-7 Tage nach dem Eingriff $-2,9 \pm 1,6$ dpt, nach 5-6 Wochen $-1,90 \pm 1,2$ dpt und nach 3 Monaten immer noch $-1,94 \pm 1,2$ dpt. Der Astigmatismus 3 Monate postoperativ, gemessen im Canon Auto Ref R-30, war somit höher als der Ausgangswert und auch 0,8 dpt höher als der im Topographen ermittelte Astigmatismus aller Patienten (Abbildung 3.6b).

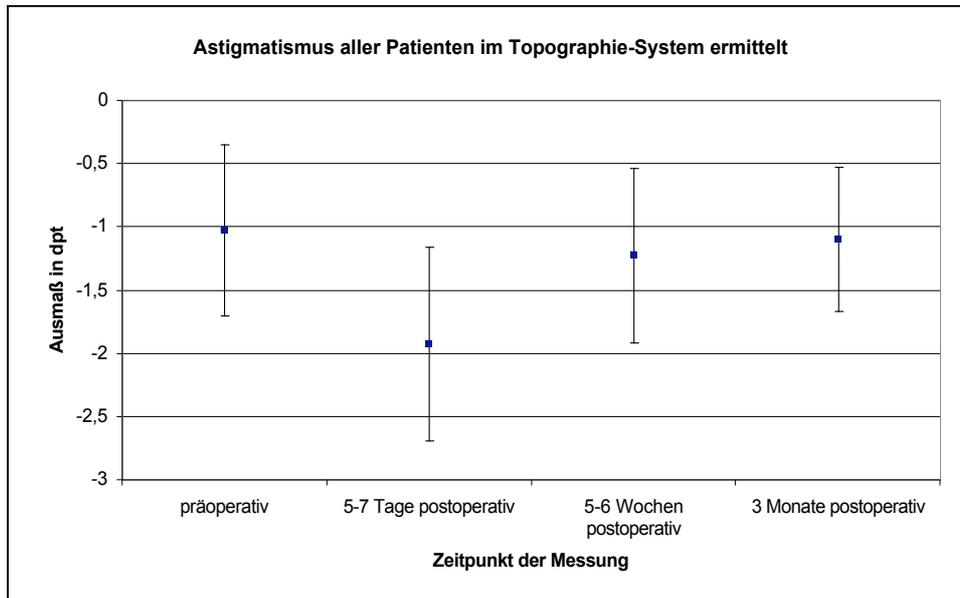


Abb.3.6a: Der Astigmatismus im Topographie-System ermittelt ist in der früh postoperativen Phase deutlich erhöht, nähert sich aber nach 3 Monaten dem Ausgangswert wieder an

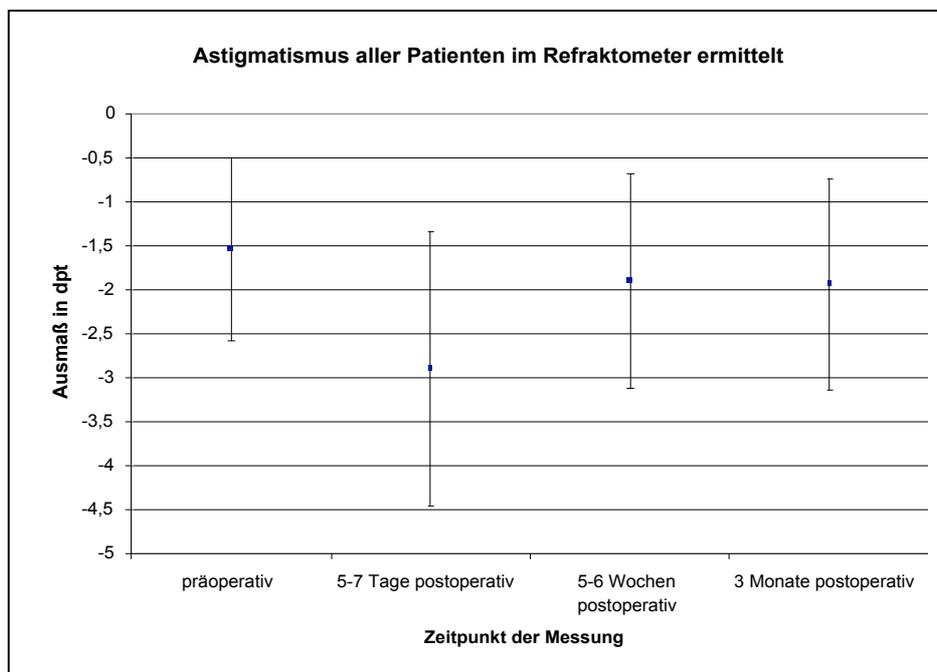


Abb.3.6b: Auch der Astigmatismus im Refraktometer bestimmt ist in der früh postoperativen Phase deutlich erhöht und ist auch nach 3 Monaten noch höher als der Ausgangswert

3.4.2. Astigmatismuslage, alle Patienten

Wie in Abbildung 3.7a zu erkennen ist, war die Astigmatismuslage zu jeder Zeit gegen die Regel. Präoperativ lag die Astigmatismusachse, bestimmt mit dem PAR Topographie-System bei $84 \pm 43,3^\circ$, 5-7 Tage nach der Operation bei $75,6 \pm 31,9^\circ$, nach 6 Wochen bei $96,3 \pm 41,8^\circ$ und nach 12 Wochen bei $96,8 \pm 41,6^\circ$.

Auch die im Refraktometer ermittelte Astigmatismusachse war zu jeder Zeit gegen die Regel. Die präoperative Achse des Astigmatismus lag bei $92,6 \pm 40,3^\circ$, am 5.-7. postoperativen Tag bei $80,6 \pm 36,2^\circ$, nach 5-6 Wochen bei $91,9 \pm 35,4^\circ$ und nach 3 Monaten bei $97,3 \pm 32^\circ$ (s. Abbildung 3.7b).

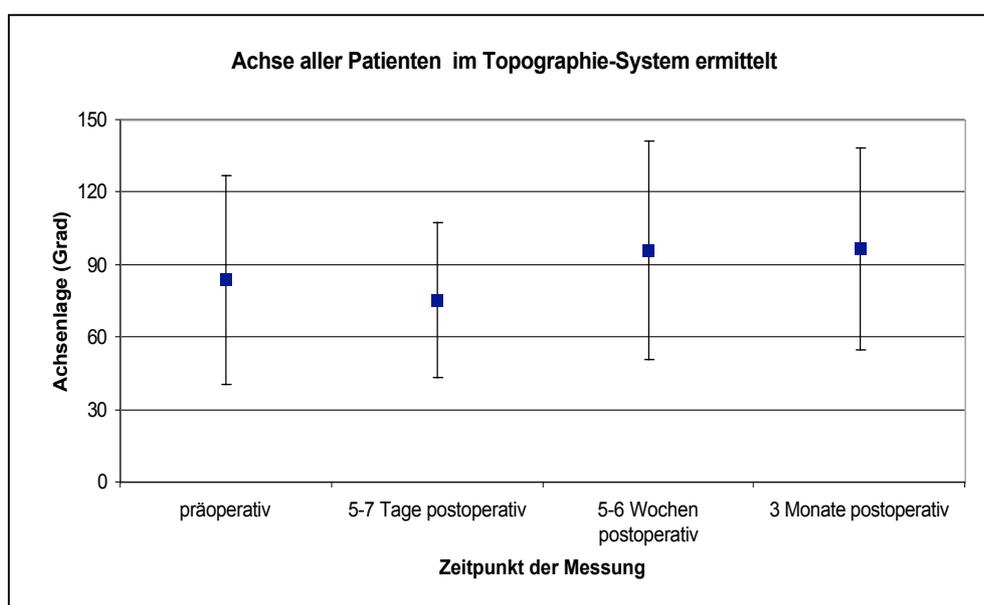


Abb.3.7a: Die Achsenlage des Astigmatismus im Topographie-System bestimmt war zu jedem Untersuchungszeitpunkt gegen die Regel

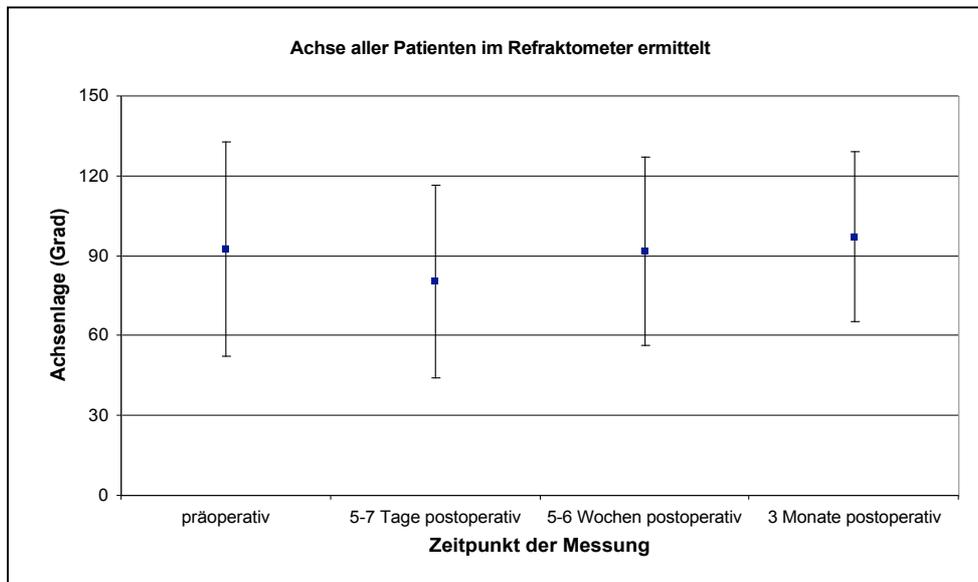


Abb.3.7b: Die Achsenlage des Astigmatismus war, im Topographiesystem und im Refraktometer bestimmt, zu jedem Untersuchungszeitpunkt gegen die Regel.

3.4.3. Astigmatismuslage, kombiniert operierte Patienten

Betrachtet man die Gruppe der kombiniert operierten Augen getrennt von der Gruppe der vitrektomierten Augen, ergeben sich unterschiedliche Achsen bei den verschiedenen Nachuntersuchungen. Bei den kombiniert operierten Augen lag die Astigmatismusachse, im Topographen bestimmt (s. Abbildung 3.8a), präoperativ bei $97,3 \pm 33,3^\circ$, nach 5-7 Tagen bei $76,6 \pm 35,2^\circ$, 5-6 Wochen postoperativ bei $93 \pm 33,6^\circ$ und nach 12-14 Wochen bei $107,5 \pm 22,5^\circ$.

In Abbildung 3.8b wird deutlich, dass sich die im Refraktometer ermittelten Achsen von den im Topographen erhaltenen Werten unterscheiden. Präoperativ lag eine Achse von $87,9 \pm 41,9^\circ$ vor, nach 5-7 Tagen schwenkte die Achsenlage auf $79,4 \pm 36,9^\circ$, nach 5-6 Wochen lag die Achse bei $91,9 \pm 32,2^\circ$ und nach 12-14 Wochen änderte sich die im Refraktometer ermittelte Achse mit $93,1 \pm 27,3^\circ$ nur noch geringfügig.

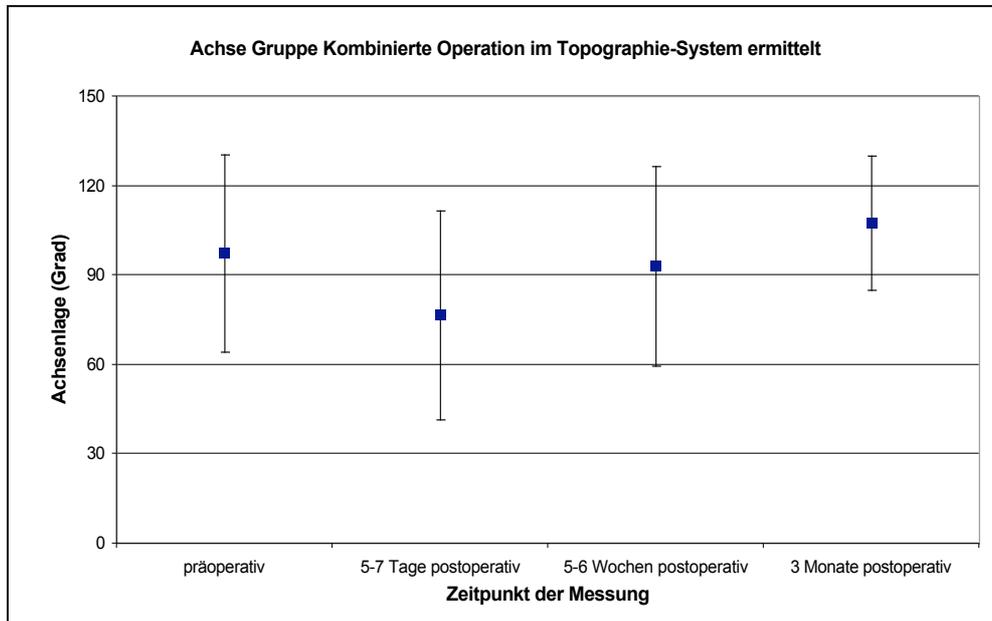


Abb.3.8a: Entwicklung der Achsenlage des Astigmatismus nach kombinierter Operation zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten, im Topographie-System bestimmt

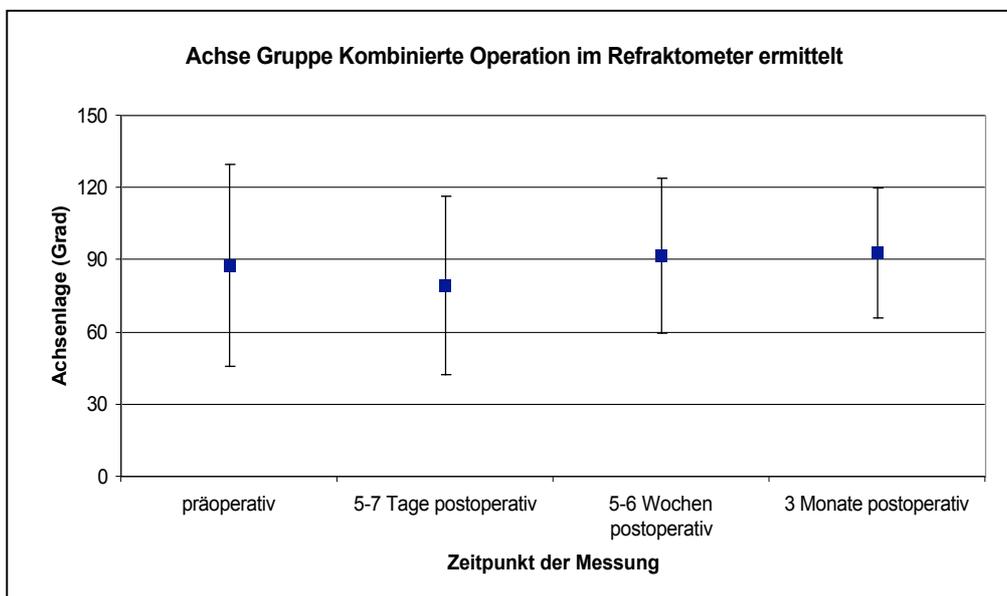


Abb.3.8b: Entwicklung der Achsenlage des Astigmatismus nach kombinierter Operation zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten, im Refraktometer bestimmt.

3.4.4. Astigmatismuslage, nur vitrektomierte Patienten

In der Gruppe der allein vitrektomierten Augen war die präoperative, mit dem Topographen bestimmte, Astigmatismuslage bei $78,6 \pm 45,9^\circ$, nach 5-7 Tagen bei $75,3 \pm 31,3^\circ$, 5-6 Wochen postoperativ bei $97,6 \pm 45,3^\circ$ und nach 3 Monaten $91,9 \pm 47,7^\circ$ (s. Abb.3.8c).

Die im Refraktometer (s.Abb.3.8d) ermittelte präoperative Achse lag bei $94 \pm 40,4^\circ$. Nach 5-7 Tagen wurde eine Achse von $81,2 \pm 36,9^\circ$, nach 5-6 Wochen eine Achse von $92 \pm 36,8^\circ$ und nach 3 Monaten eine Achse von $99 \pm 33,9^\circ$ bestimmt.

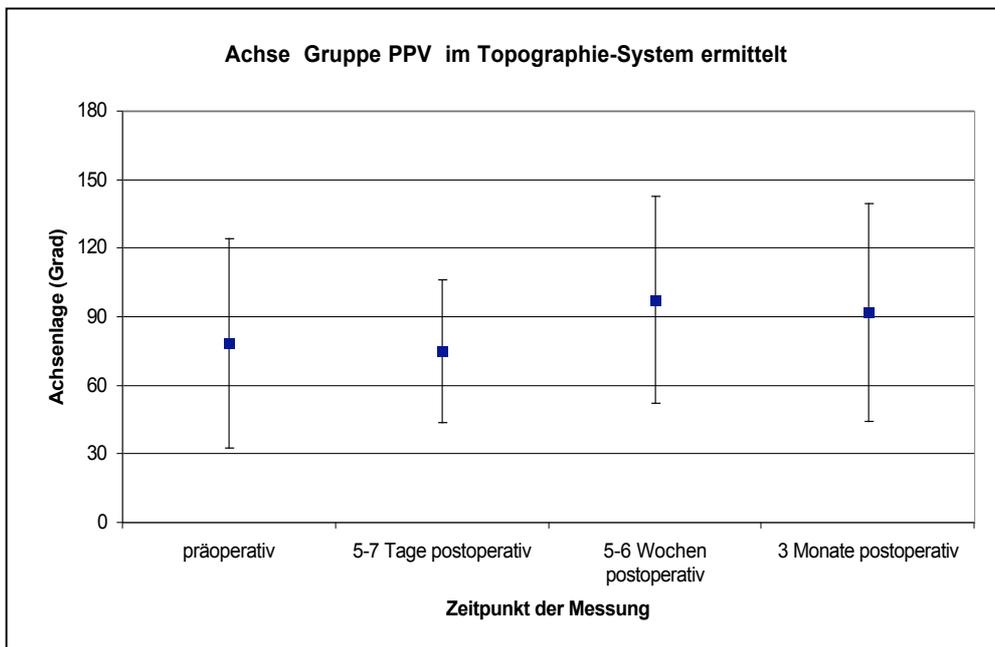


Abb.3.8c: Entwicklung der Achsenlage des Astigmatismus nach PPV zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten, im Topographie-System bestimmt

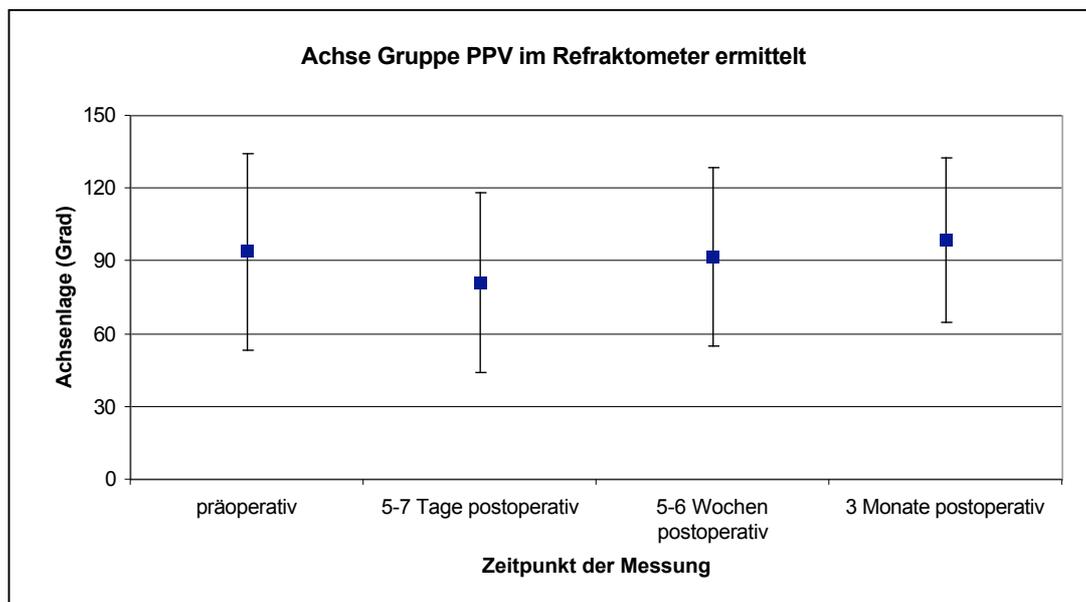


Abb.3.8d: Entwicklung der Achsenlage des Astigmatismus nach PPV zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten, im Refraktometer bestimmt

3.4.5. Ausmaß des Astigmatismus, beide Gruppen getrennt

Der präoperative Astigmatismus ($-1 \pm 0,9$ dpt) in der Gruppe der kombiniert operierten Augen, welcher im Topographen ermittelt wurde, unterschied sich nicht signifikant gegenüber dem topographischen Wert der Gruppe der allein vitrektomierten Augen ($-1,03 \pm 0,5$ dpt).

Der im Refraktometer ermittelte präoperative Astigmatismus in der Gruppe der vitrektomierten Augen unterschied sich mit $-1,3 \pm 0,8$ dpt nur gering von dem im Topographen bestimmten Wert. In der Gruppe der kombiniert operierten Augen wurde mit dem Refraktometer ein höherer präoperativer Astigmatismus von $-2,28 \pm 1,5$ dpt festgestellt. Eine gleichzeitig ausgeführte Kataraktoperation führte initial zu einem verstärkten Astigmatismus. In der Gruppe der kombiniert operierten Augen wurde 5-7 Tage postoperativ mit dem Topographen ein Astigmatismus von $-2,2 \pm 0,6$ dpt gemessen. Dieser Wert lag deutlich höher als in der Gruppe der allein vitrektomierten Augen, wo mit dem Topographie-System ein Astigmatismus von $-1,8 \pm 0,8$ dpt bestimmt wurde.

Die Werte, welche mit dem Refraktometer ermittelt werden konnten, waren vergleichbar, aber wiederum höher. In der Gruppe der vitrektomierten Augen wurde 5-7 Tage nach dem Eingriff ein Astigmatismus von $-2,48 \pm 1,3$ dpt im Refraktometer gemessen. In der Gruppe der kombiniert operierten Augen wurde refraktometrisch ein Astigmatismus von $-3,64 \pm 1,8$ dpt ermittelt.

6 Wochen nach dem Eingriff war der mit dem Topographen gemessene Astigmatismus in der Gruppe der kombiniert operierten Augen mit $-1,6 \pm 1$ dpt weiterhin höher als in der Gruppe der Patienten, welche lediglich eine Vitrektomie erhielten mit $-1,1 \pm 0,5$ dpt.

Dieses Phänomen konnte auch mit dem Refraktometer festgestellt werden. 5-6 Wochen postoperativ konnte in der Gruppe der kombiniert operierten Augen mit dem Refraktometer ein Astigmatismus von $-2,53 \pm 1,6$ dpt und bei den vitrektomierten Augen ein Astigmatismus von $-1,68 \pm 1$ dpt gemessen werden

12 Wochen postoperativ betrug der topographisch ermittelte Astigmatismus in der Gruppe der kombiniert operierten Augen $-1,3 \pm 0,6$ dpt im Gegensatz zu $-1 \pm 0,6$ dpt in der Gruppe der vitrektomierten Augen. Die Werte waren also 12 Wochen nach der Operation in beiden Gruppen vergleichbar. Eine gleichzeitig ausgeführte Kataraktoperation führt nach 3 Monaten nicht mehr zu einem verstärkten Astigmatismus.

Auch die im Refraktometer bestimmten Astigmatismuswerte nähern sich nach 3 Monaten wieder dem Ausgangswert. In der Gruppe der vitrektomierten Augen konnte im Refraktometer ein Astigmatismus von $-1,79 \pm 1,2$ dpt und bei den kombiniert operierten Augen ein Astigmatismus von $-2,34 \pm 1,3$ dpt festgestellt werden.

3.4.6. Abhängigkeit des Astigmatismus von der Schnittführung

Ein ähnliches Bild ergibt sich auch, wenn man die unterschiedliche Schnittführung berücksichtigt.

Bei Betrachtung der kombiniert operierten Augen, bei welchen die Sklerotomien parallel zum Limbus angelegt wurden, fällt auf, dass die mit dem Topographen ermittelten Werte präoperativ und 3 Monate postoperativ nahezu identisch sind.

Bei den kombiniert operierten Augen betrug der topographisch ermittelte Astigmatismus präoperativ $-1,26 \pm 1,3$ dpt und nach 3 Monaten $-1,28 \pm 0,6$ dpt (s. Abb.3.9a). In der Gruppe der vitrektomierten Augen lag der präoperative topographische Astigmatismus bei $-0,92 \pm 0,4$ dpt und betrug nach 3 Monaten $-1,09 \pm 0,6$ dpt (s. Abb.3.9d).

Die refraktometrisch bestimmten Werte fallen bei paralleler Anlage der Sklerotomien nach 3 Monaten im Vergleich zum Ausgangswert etwas höher aus ($-1,33 \pm 0,8$ dpt präoperativ zu $-1,87 \pm 1,1$ dpt nach 3 Monaten bei reiner Vitrektomie und $-1,59 \pm 1,1$ dpt präoperativ zu $-2,25 \pm 1,5$ dpt nach 3 Monaten bei kombinierter Operation).

Insgesamt ist der topographisch bestimmte Astigmatismus bei paralleler Schnittführung in der Gruppe der kombiniert operierten Augen (s. Abb.3.9b: $-1,26 \pm 1,3$ dpt präoperativ, $-2,33 \pm 0,6$ dpt nach 5 Tagen, $-1,93 \pm 1,2$ dpt nach 6 Wochen und $-1,28 \pm 0,6$ dpt nach 12 Wochen) höher als in der Gruppe der vitrektomierten Augen (s. Abb.3.9d: $-0,92 \pm 0,4$ dpt präoperativ, $-1,94 \pm 0,8$ dpt nach 5 Tagen, $-1,06 \pm 0,5$ dpt nach 6 Wochen und $-1,09 \pm 0,6$ dpt nach 12 Wochen).

Auch im Refraktometer wurden bei den Patienten der Gruppe kombiniert operierter Augen insgesamt höhere Astigmatismuswerte festgestellt als in der Gruppe der vitrektomierten Augen ($-1,33 \pm 0,8$ dpt präoperativ, $-2,61 \pm 1,2$ dpt nach 5-7 Tagen, $-1,83 \pm 0,9$ dpt nach 5-6 Wochen und $-1,87 \pm 1,1$ dpt nach 3 Monaten bei Vitrektomie $-1,59 \pm 1,1$ dpt präoperativ, $-4,04 \pm 1$ dpt nach 5-7 Tagen, $-2,56 \pm 1,9$ dpt nach 5-6 Wochen und $-2,25 \pm 1,5$ dpt nach 3 Monaten bei kombinierter Operation).

In Abbildung 3.9d ist außerdem zu erkennen, dass bei reiner Vitrektomie der topographisch errechnete Astigmatismus bei paralleler Schnittführung nach 5 Tagen ($-1,94 \pm 0,8$ dpt) und nach 6 Wochen ($-1,06 \pm 0,5$ dpt) im Vergleich zum Ausgangswert

($-0,92 \pm 0,4$ dpt) höher ist als bei Senkrechter. Bei senkrecht angelegten Sklerotomien beträgt der Astigmatismus nach 5 Tagen $-1,72 \pm 0,8$ dpt und nach 6 Wochen $-1,11 \pm 0,5$ dpt im Vergleich zu $-1,14 \pm 0,6$ dpt präoperativ (s. Abb.3.9c).

Auch im Refraktometer konnten bei reiner Vitrektomie mit paralleler Anlage der Sklerotomien nach 5 Tagen ($-2,61 \pm 1,2$ dpt) und 6 Wochen ($-1,83 \pm 0,9$ dpt) höhere Werte gemessen werden als bei reiner Vitrektomie mit senkrechter Schnittführung. Bei den senkrecht zum Limbus angelegten Sklerotomien betrug der Astigmatismus 5-7 Tage postoperativ $-1,73 \pm 1,2$ dpt und nach 5-6 Wochen $-1,29 \pm 0,9$ dpt. Die Ausgangswerte waren mit $-1,33 \pm 0,8$ dpt bei paralleler Schnittführung und $-1,13 \pm 0,8$ dpt bei senkrechter Schnittführung vergleichbar.

Bei Vitrektomie mit senkrechter Anlage der Sklerotomien geht der im Topographen bestimmte Astigmatismus bereits nach 6 Wochen leicht unter den Ausgangswert zurück (s. Abb.3.9c: $-1,11 \pm 0,5$ dpt nach 6 Wochen im Gegensatz zu $-1,14 \pm 0,6$ dpt präoperativ). Nach 3 Monaten liegt der Astigmatismus mit $-0,87 \pm 0,4$ dpt deutlich unter dem Ausgangswert (s. Abb.3.9c: $-1,14 \pm 0,6$ dpt) und auch unter dem 3 Monate postoperativ im Topographen bestimmten Wert bei paralleler Schnittführung (s. Abb.3.9d: $-1,09 \pm 0,6$ dpt).

Die Werte, welche mit dem Refraktometer ermittelt wurden, zeigen sowohl nach 6 Wochen ($-1,29 \pm 0,9$ dpt) als auch nach 3 Monaten ($-1,27 \pm 1,2$ dpt) eine Annäherung an den Ausgangswert von $-1,13 \pm 0,8$ dpt bei der senkrechten Schnittführung. Zusätzlich konnte beobachtet werden, dass es bei Vitrektomie mit parallel ausgeführten Sklerotomien nach 6 Wochen zu keiner weiteren Verbesserung des Astigmatismus mehr kam ($-1,06 \pm 0,5$ dpt nach 6 Wochen und $-1,09 \pm 0,6$ dpt nach 3 Monaten im Topographen gemessen und $-1,83 \pm 0,9$ dpt nach 6 Wochen und $-1,87 \pm 1,1$ dpt nach 3 Monaten im Refraktometer ermittelt).

In der Gruppe der vitrektomierten Augen mit paralleler Schnittführung ging der Astigmatismus sowohl topographisch ermittelt (s. Abb.3.9d: $-0,92 \pm 0,4$ dpt präoperativ, $-1,09 \pm 0,6$ dpt nach 3 Monaten), als auch refraktometrisch bestimmt ($-1,33 \pm 0,8$ dpt präoperativ, $-1,87 \pm 1,1$ dpt nach 3 Monaten) nicht auf den Ausgangswert zurück.

In der Abbildung 3.9b wird deutlich, dass bei kombinierter Operation mit paralleler Schnittführung der topographisch ermittelte Astigmatismus nach 3 Monaten mit dem

Ausgangswert identisch ist. Bei senkrechter Schnittführung (s. Abb.3.9a) ist er nur geringfügig höher ($-1,26 \pm 1,3$ dpt präoperativ und $-1,28 \pm 0,6$ dpt nach 3 Monaten bei paralleler und $-1,13 \pm 1,1$ dpt präoperativ und $-1,29 \pm 0,6$ dpt nach 3 Monaten bei senkrechter Schnittführung). Nach 6 Wochen ist der Astigmatismus bei parallel zum Limbus angelegten Sklerotomien allerdings vorübergehend um $0,68$ dpt höher als bei senkrechter Schnittführung.

Bei refraktometrischer Bestimmung des Astigmatismus zeigt sich, dass bei paralleler Schnittführung der Astigmatismus nach 3 Monaten ($-2,25 \pm 1,5$ dpt) noch deutlich höher als der Ausgangswert ($-1,59 \pm 1,1$ dpt) ist. Bei senkrechter Schnittführung ist der Astigmatismus nach 6 Wochen ($-1,53 \pm 0,8$ dpt) und nach 3 Monaten ($-1,45 \pm 0,9$ dpt) bereits unter den Ausgangswert ($-1,67 \pm 2,1$ dpt) zurückgegangen.

Nach 6 Wochen und nach 3 Monaten ist der im Refraktometer errechnete Astigmatismus bei paralleler Schnittführung um 1 dpt bzw. um $0,8$ dpt höher als bei senkrechter Schnittführung ($-2,56 \pm 1,9$ dpt parallel, $-1,53 \pm 0,8$ dpt senkrecht nach 6 Wochen und $-2,25 \pm 1,5$ dpt parallel, $-1,45 \pm 0,9$ dpt senkrecht nach 3 Monaten).

Abbildungen 3.9a-d: Astigmatismus der einzelnen Gruppen getrennt

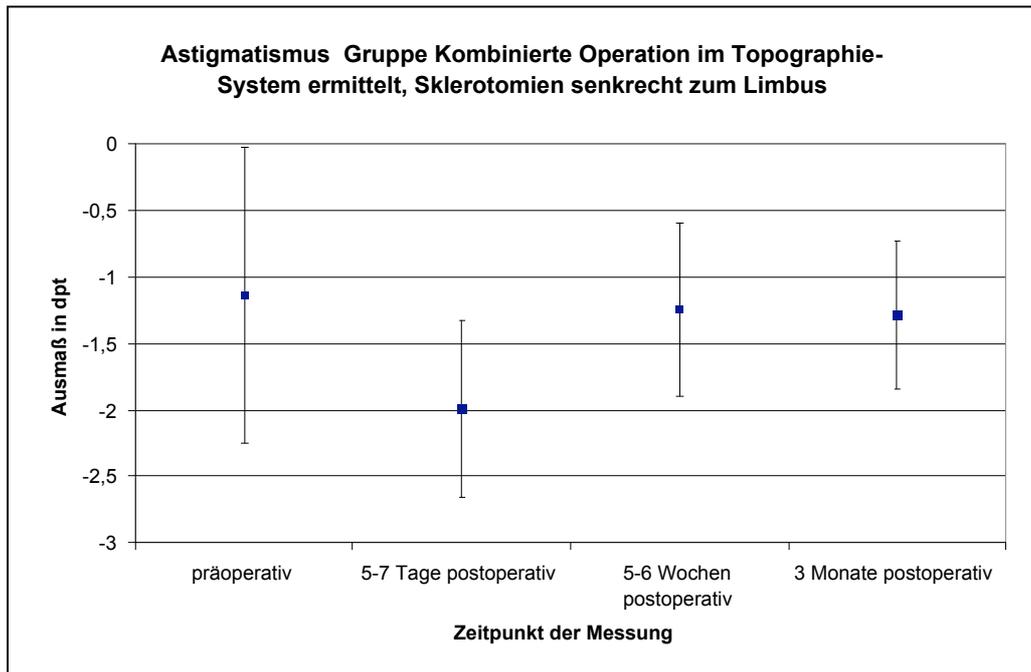


Abb.3.9a: Im Topographie-System ermittelte Astigmatismusedwicklung zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten in der Gruppe der kombiniert operierten Augen, bei Anlage der Sklerotomien in senkrechter Ausrichtung zum Limbus

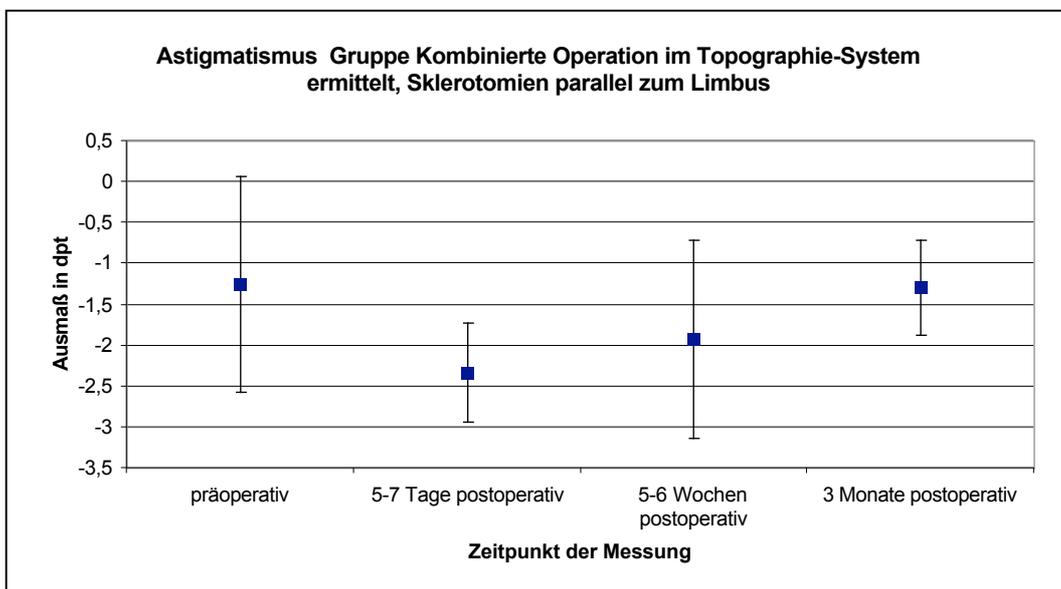


Abb.3.9b: Im Topographie-System ermittelte Astigmatismusedwicklung zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten in der Gruppe der kombiniert operierten Augen, bei Anlage der Sklerotomien in paralleler Ausrichtung zum Limbus

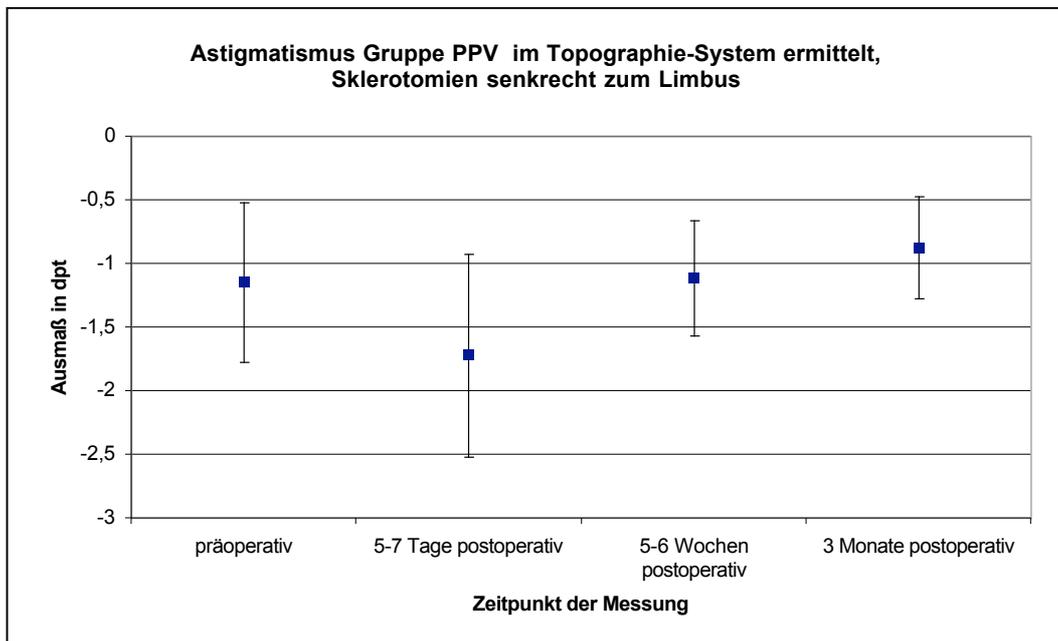


Abb.3.9c: Im Topographie-System ermittelte Astigmatismusentwicklung zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten in der Gruppe PPV, bei Anlage der Sklerotomien in senkrechter Ausrichtung zum Limbus

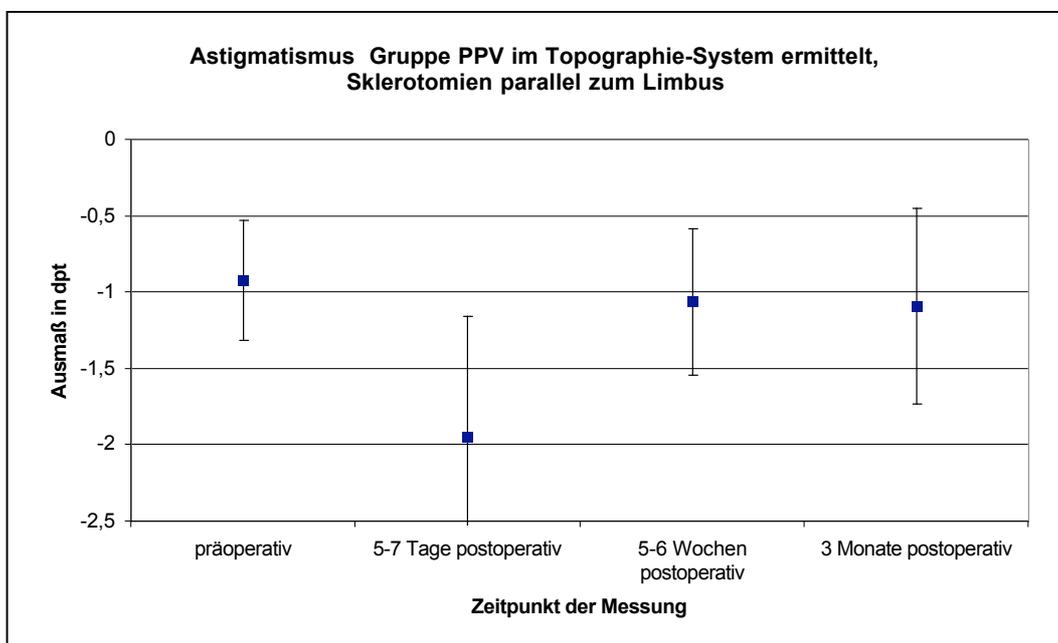


Abb.3.9d: Im Topographie-System ermittelte Astigmatismusentwicklung zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten in der Gruppe PPV, bei Anlage der Sklerotomien in paralleler Ausrichtung zum Limbus

Abbildungen 3.9e-h: Achse der einzelnen Gruppen getrennt

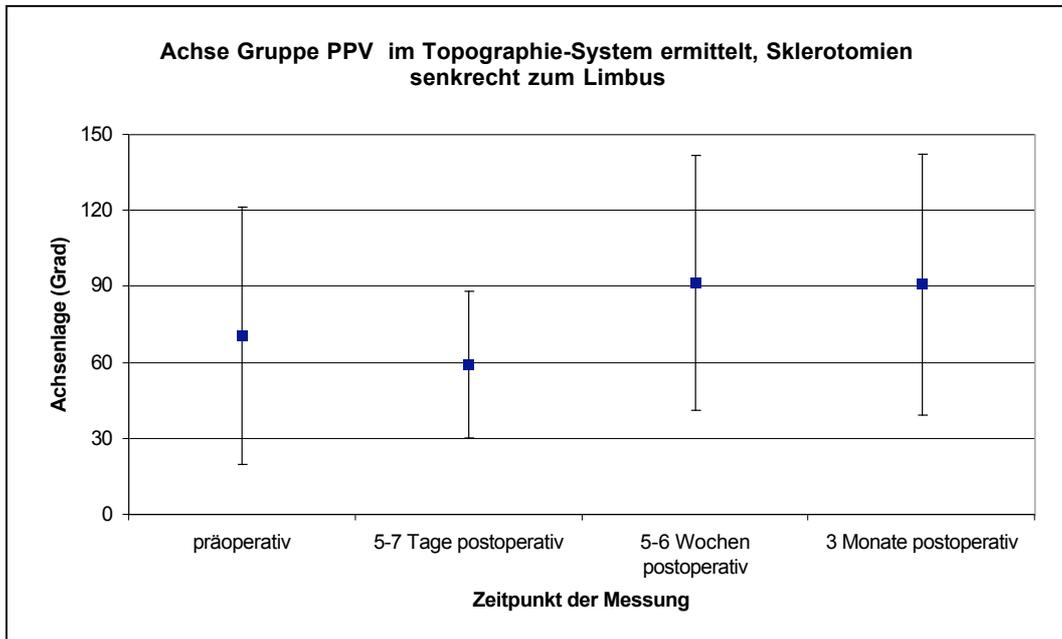


Abb.3.9e: Entwicklung der Achsenlage des Astigmatismus nach PPV zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten im Topographie-System ermittelt, bei Anlage der Sklerotomien in senkrechter Ausrichtung zum Limbus

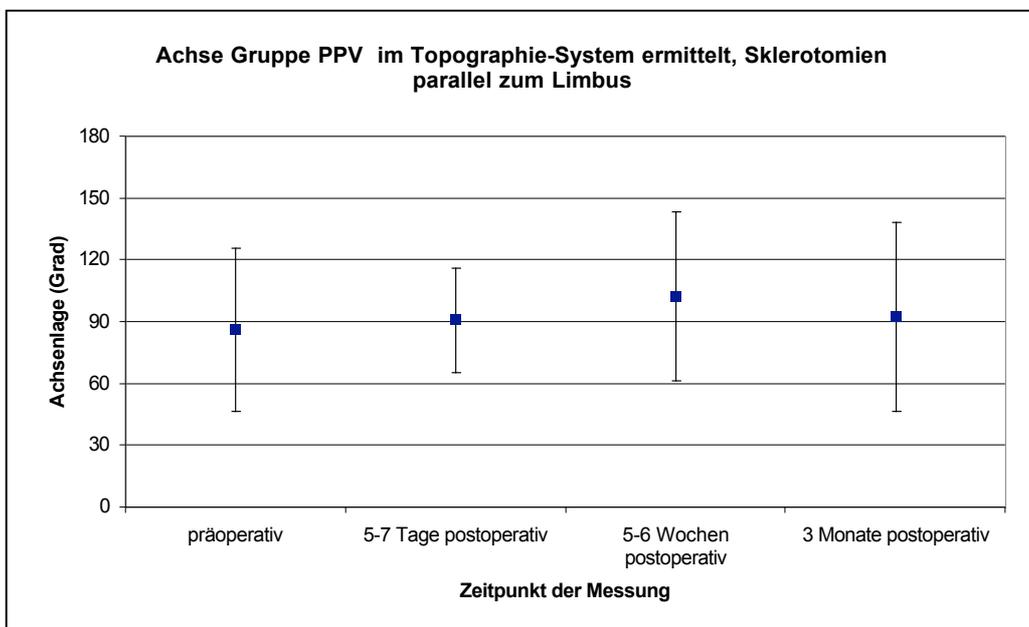


Abb.3.9f: Entwicklung der Achsenlage des Astigmatismus nach PPV zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten im Topographie-System ermittelt, bei Anlage der Sklerotomien in paralleler Ausrichtung zum Limbus

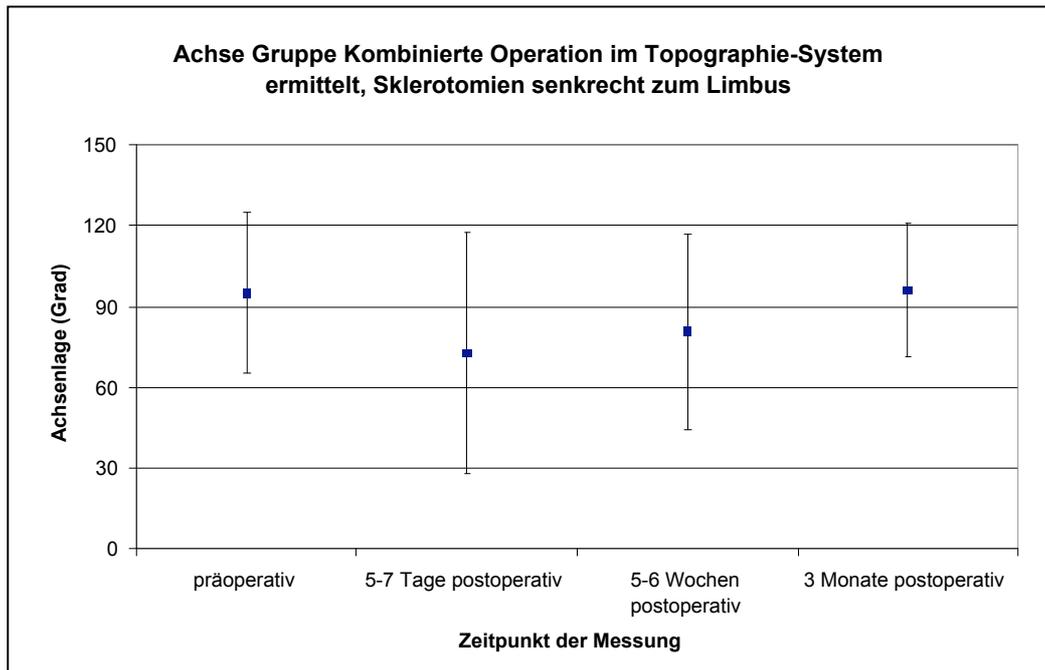


Abb.3.9g: Entwicklung der Achsenlage des Astigmatismus nach kombinierter Operation zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten im Topographie-System ermittelt, bei Anlage der Sklerotomien in senkrechter Ausrichtung zum Limbus

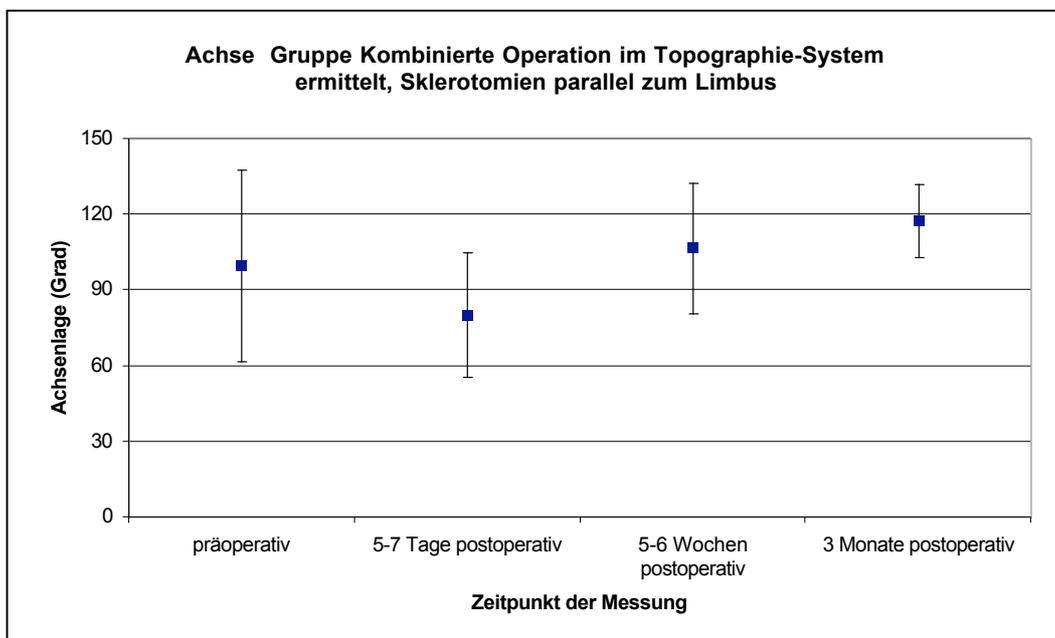


Abb.3.9h: Entwicklung der Achsenlage des Astigmatismus nach kombinierter Operation zu den verschiedenen Nachuntersuchungszeitpunkten im Topographie-System ermittelt, bei Anlage der Sklerotomien in paralleler Ausrichtung zum Limbus

Zusammenfassend konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass der Astigmatismus nach 3 Monaten unabhängig von der Ausrichtung der Sklerotomien und auch unabhängig davon ist, ob gleichzeitig eine Kataraktoperation durchgeführt wurde oder nicht.

Die Vermutung, dass der Astigmatismus 5 Tage und 6 Wochen postoperativ bei zeitgleicher Kataraktoperation stärker ausgeprägt ist als bei alleiniger Vitrektomie, konnte bestätigt werden. Allerdings sind die Unterschiede nicht signifikant.

Der operationsinduzierte Astigmatismus fiel sowohl bei kombinierter Operation als auch bei alleiniger Vitrektomie bei senkrechter Schnittführung geringer aus als mit limbusparalleler Anlage der Sklerotomien.

3.5. Visus prä- und postoperativ

Um einen Mittelwert des Visus errechnen zu können, wurde der bei den Untersuchungen erhaltene Dezimalvisus zunächst logarithmiert. Aus den Logarithmen wurde der Mittelwert genommen, die ermittelten Werte wurden wieder in Dezimalwerte umgewandelt.

Wie aus der Abbildung 3.10 hervorgeht, lag der Visus aller Patienten am Tag vor der Operation bei $0,60 \pm 0,5$ logMAR (entspricht Dezimalvisus 0,25).

5-7 Tage postoperativ konnte ein Visus von $0,52 \pm 0,4$ logMAR (Dezimalvisus 0,31) ermittelt werden, nach 5-6 Wochen ein Visus von $0,61 \pm 0,4$ logMAR (Dezimalvisus 0,254) und nach 3 Monaten erreichte der Visus einen Wert von $0,57 \pm 0,4$ logMAR (Dezimalvisus 0,342).

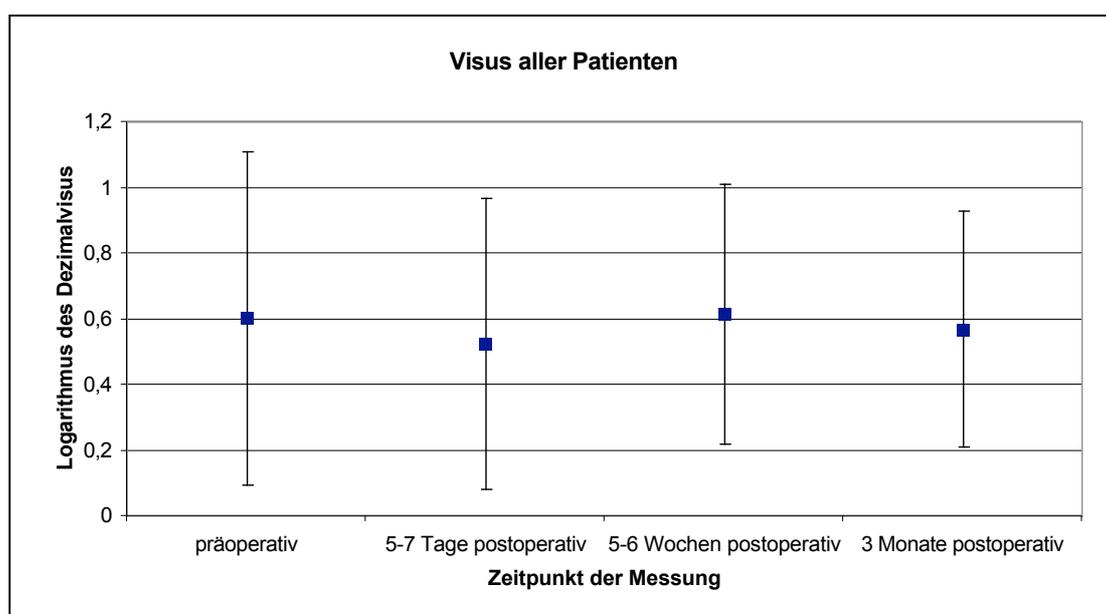


Abb.3.10: Visusentwicklung aller Patienten zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten

In der Gruppe der allein vitrektomierten Patienten (s. Abb.3.11b) konnte präoperativ ein Visus von $0,56 \pm 0,5 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,336) ermittelt werden. Nach 5-7 Tagen nach dem Eingriff war der Visus mit $0,58 \pm 0,5 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,348) etwas besser. Nach 5-6 Wochen stellte sich ein leichte Visusverschlechterung mit $0,6 \pm 0,4 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,25) ein. Nach 3 Monaten näherte sich der Visus mit $0,58 \pm 0,4 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,348) bereits wieder dem Ausgangswert von $0,56 \pm 0,5 \log \text{MAR}$ (0,336). Es konnte also 3 Monate postoperativ keine signifikante Visusverbesserung im Vergleich zum Ausgangswert in dieser Gruppe festgestellt werden.

In der Gruppe der gleichzeitig Katarakt operierten Patienten (s. Abb.3.11a) lag ein präoperativer Visus von $0,75 \pm 0,5 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,214) vor. 5-7 Tage postoperativ konnte ein verbesserter Visus von $0,44 \pm 0,4 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,44) ermittelt werden. Bei Berechnung der Werte mit dem Wilcoxon-Test, auf einem Signifikanzniveau von 5%, konnten wir jedoch feststellen, dass sich die Werte nicht signifikant voneinander unterscheiden. 5-6 Wochen nach dem Eingriff verschlechterte sich der Visus zunächst und erreichte einen Wert von $0,73 \pm 0,3 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,208). Bei der letzten Messung nach 3 Monaten unterschied sich der Visus in den beiden Gruppen nicht mehr voneinander. Auch in der Gruppe der zeitgleich Katarakt operierten Patienten konnte nach 12-14 Wochen ein Visus von $0,57 \pm 0,3 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,342) ermittelt werden. Im Vergleich zu den lediglich vitrektomierten Patienten (s. Abb.3.11b) konnte bei der Gruppe der Katarakt operierten Patienten (s. Abb.3.11a) eine signifikante Visusverbesserung im Vergleich zum Ausgangswert festgestellt werden.

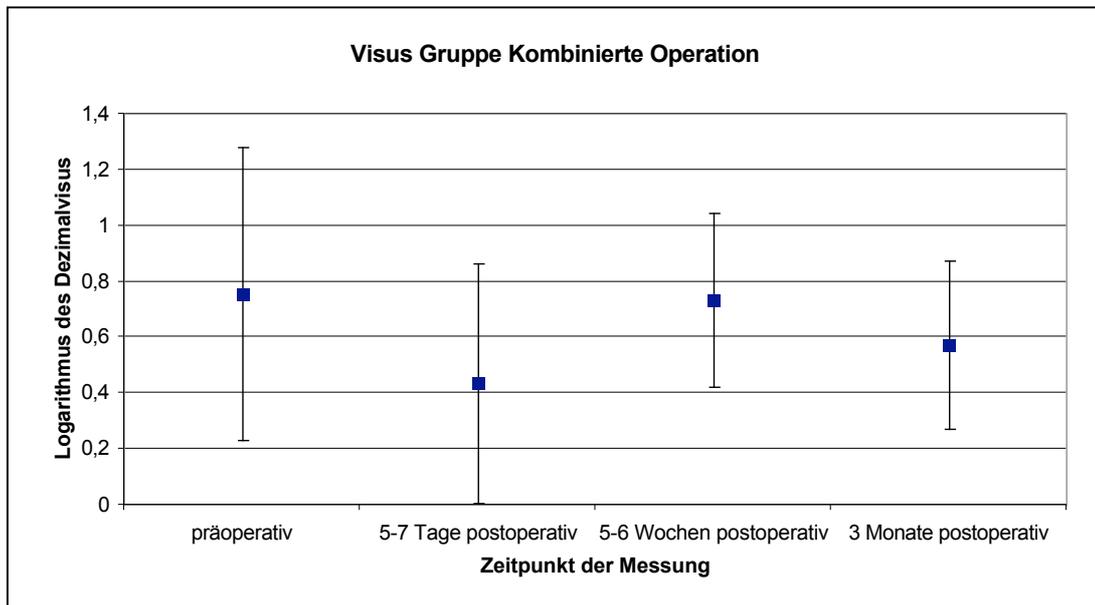


Abb.3.11a: Visusentwicklung nach kombinierter Operation

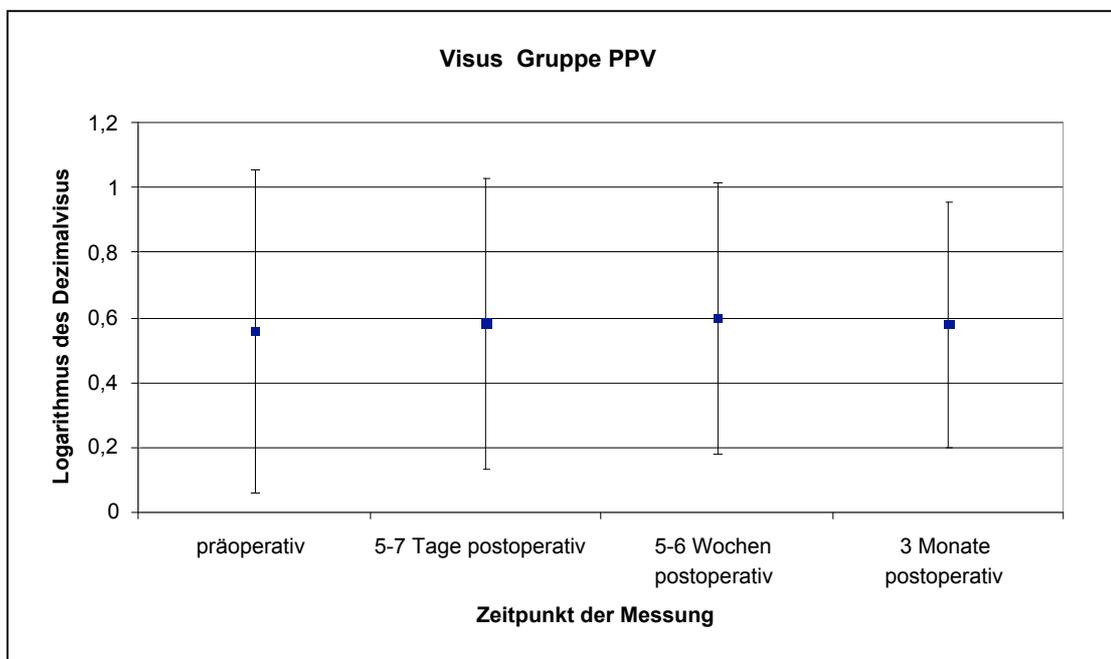


Abb.3.11b: Visusentwicklung nach PPV

3.5.1. Abhängigkeit von der Schnittführung

Bei Betrachtung der unterschiedlichen Schnittführungen innerhalb der beiden verschiedenen Gruppen fällt auf, dass der Visus in der Gruppe der kombiniert operierten Patienten (PPV und Katarakt-OP) nach 5-6 Wochen postoperativ bei senkrechter Anlage der Sklerotomien, wie in Abbildung 3.12b deutlich wird, mit $0,8 \pm 0,3 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,16) etwas schlechter ausfällt als bei paralleler Ausführung der Sklerotomien (s. Abb.3.12a) mit $0,66 \pm 0,3 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,275).

Innerhalb der Gruppe der kombiniert operierten Augen war der präoperative Visus von $0,8 \pm 0,5 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,16) bei senkrechter Schnittführung (s. Abb.3.12b) etwas geringer als bei der paralleler Schnittführung (s. Abb.3.12a) mit $0,73 \pm 0,5 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,208). Nach 5-7 Tagen waren die Visuswerte bei senkrechter und bei paralleler Schnittführung vergleichbar. Bei der senkrechten Schnittführung lag der Wert bei $0,42 \pm 0,4 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,42) und bei paralleler Anlage der Sklerotomien konnte ein Visus von $0,45 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,45) nach 5-7 Tagen ermittelt werden.

Auch nach 3 Monaten unterschieden sich die Werte für den Visus bei senkrechter und paralleler Ausführung der Sklerotomien innerhalb der Gruppe der kombiniert operierten Patienten nicht mehr wesentlich voneinander. Bei Anwendung von parallel zum Limbus angelegten Sklerotomien wurde ein Visus-Wert von $0,56 \pm 0,3 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,336) erreicht und bei senkrechter Anlage der Sklerotomien ein Wert von $0,58 \pm 0,3 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,348) festgestellt. Die Unterschiede waren nicht signifikant.

Nach 3 Monaten hatte also die Schnittführung in der Gruppe der kombiniert operierten Augen keinen Einfluss mehr auf den postoperativen Visus.

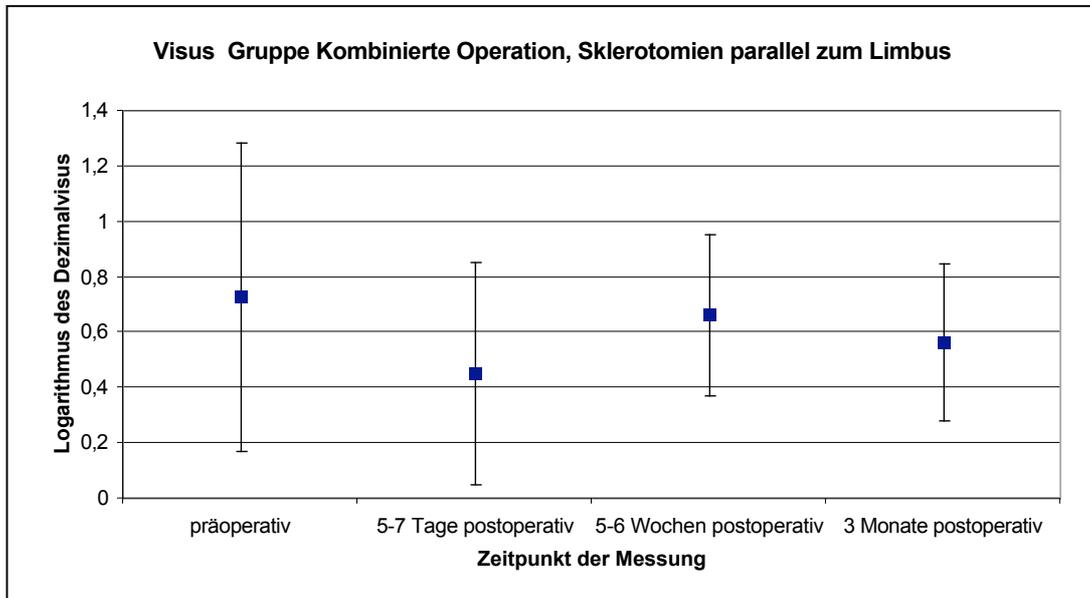


Abb.3.12a: Visusentwicklung nach kombinierter Operation mit paralleler Schnittführung

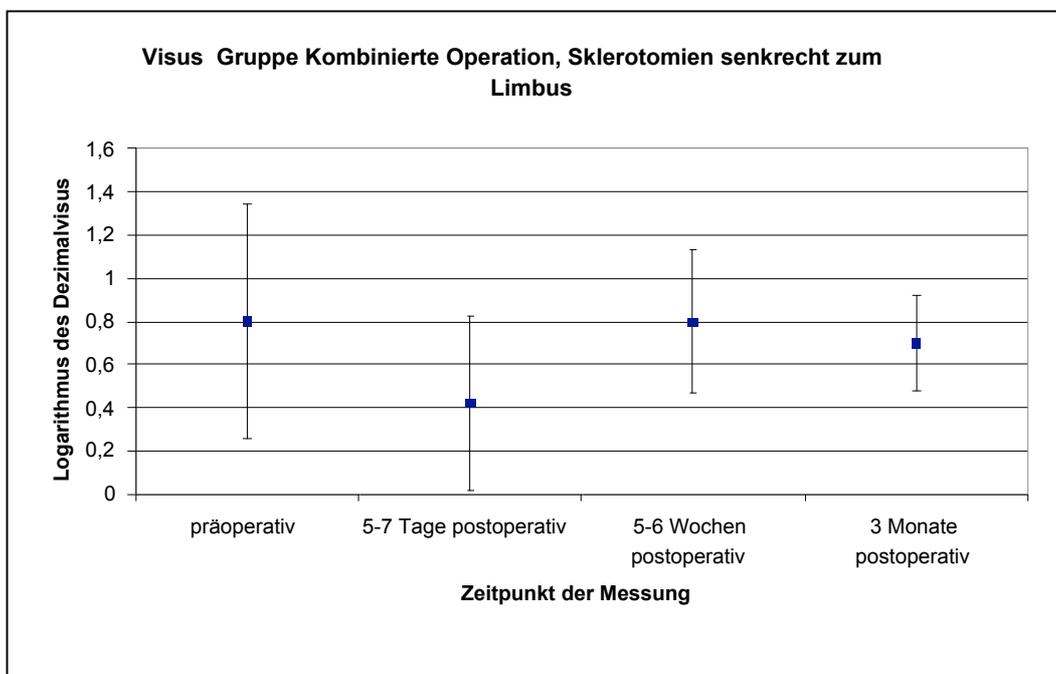


Abb.3.12b: Visusentwicklung nach kombinierter Operation mit senkrechter Schnittführung

In der Gruppe der vitrektomierten Augen (s. Abbildungen 3.13a und b) war der präoperative Visus bei beiden Schnittführungen (parallel und senkrecht) vergleichbar. Bei den Augen, welche anschließend parallel angelegte Sklerotomien erhalten sollten, wurde ein Visus von $0,52 \pm 0,5 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,31) ermittelt. Bei den zu senkrechter Sklerotomie randomisierten Augen konnte präoperativ ein Visus von $0,59 \pm 0,5 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,354) festgestellt werden.

5-7 Tage postoperativ wurde bei den vitrektomierten Augen mit paralleler Schnittführung ein Visus von $0,49 \pm 0,4 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,49) erreicht, bei den senkrecht zum Limbus angelegten Sklerotomien jedoch nur ein Visus von $0,64 \pm 0,5 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,266).

Nach 5-6 Wochen verschlechterte sich der Visus bei paralleler Schnittführung auf $0,52 \pm 0,4 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,31) und bei senkrechter Schnittführung geringfügig auf $0,7 \pm 0,4 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,2).

3 Monate nach dem Eingriff verbesserte sich der Visus in der Gruppe der vitrektomierten Augen bei parallel angelegten Sklerotomien (s. Abb.3.13a) auf $0,44 \pm 0,4 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,44) und war somit besser im Vergleich zum Ausgangswert. Die Werte unterschieden sich jedoch bei Berechnung mit dem Wilcoxon-Test, auf einem Signifikanzniveau von 5%, nicht signifikant voneinander. Bei senkrechter Schnittführung (s. Abb.3.13b) wurde eine weitere Visusverschlechterung auf $0,78 \pm 0,3 \log \text{MAR}$ (Dezimalvisus 0,223) ermittelt. Dieser Wert war schlechter als der Ausgangsvisus.

In der Gruppe der rein vitrektomierten Augen wurde also nach 3 Monaten bei paralleler Anlage der Sklerotomien ein besserer Visus ($0,44 \pm 0,4 \log \text{MAR} = 0,44$ Dezimalvisus) erzielt als bei senkrecht angelegten Sklerotomien ($0,78 \pm 0,3 \log \text{MAR} = 0,223$ Dezimalvisus).

Nach PPV mit paralleler Schnittführung konnte 3 Monate postoperativ also ein signifikant besserer Visus als bei senkrechter Schnittführung erreicht werden.

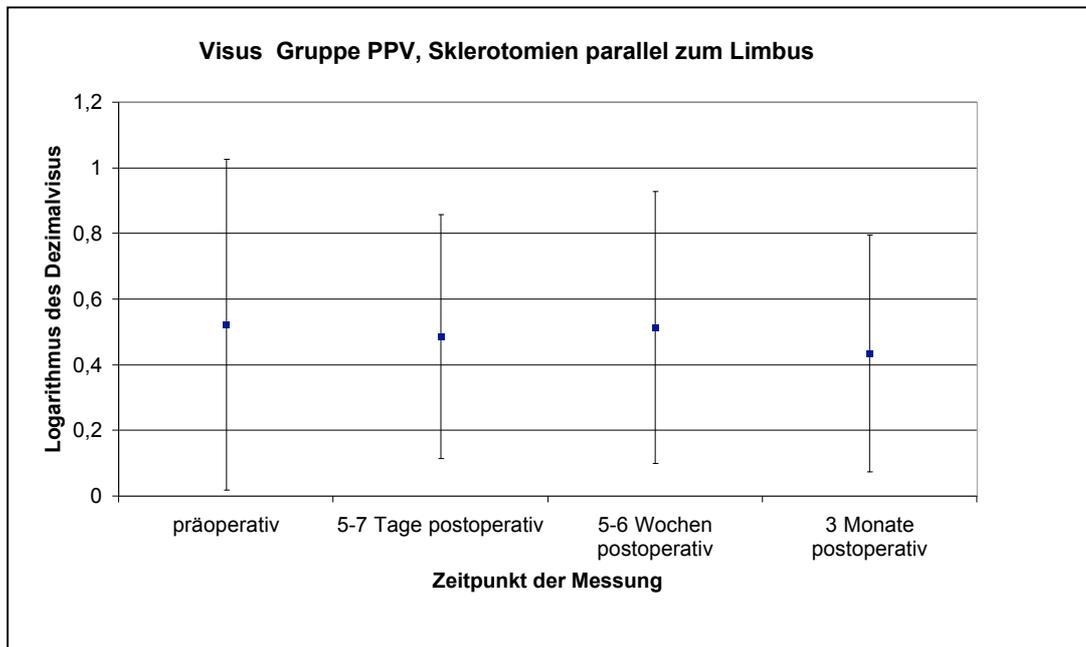


Abb.3.13a: Visusentwicklung nach PPV mit paralleler Schnitfführung

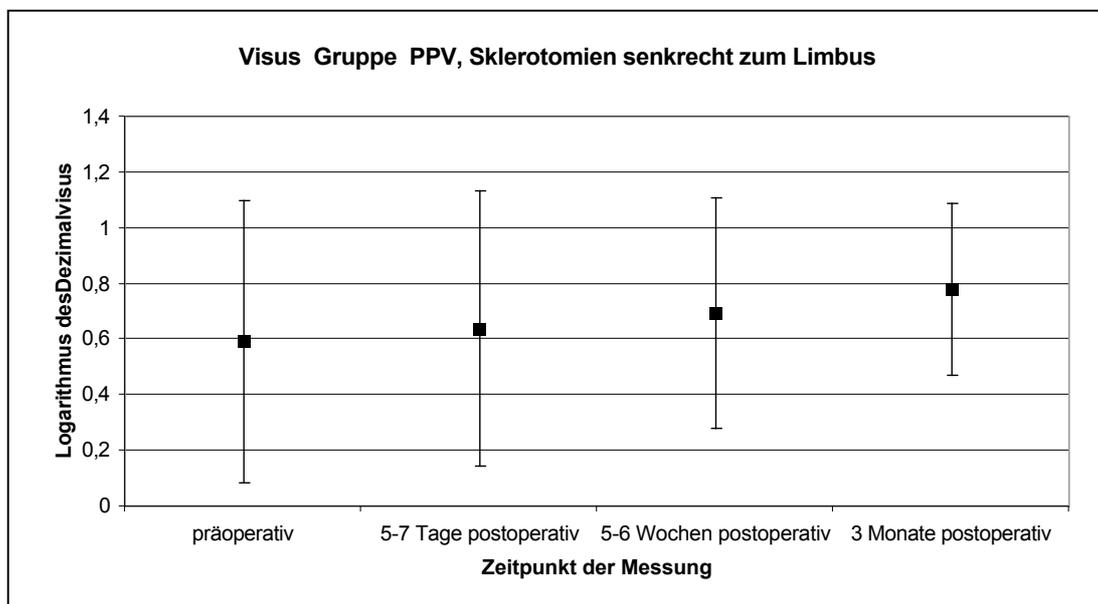


Abb.3.13b: Visusentwicklung nach PPV mit senkrechter Schnitfführung

3.6. Refraktion prä- und postoperativ

In unserer Studie wurden die Patienten zur Auswertung der Refraktion in drei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe war die der myopen Patienten, die zweite Gruppe die der emmetropen Patienten und in die dritte und letzte Gruppe wurden die hyperopen Patienten eingeteilt.

Da sich der Zylinder (Astigmatismuswert) auch myopisierend auf die Gesamtbrechkraft des Auges auswirkt, wurde zur Berechnung des Mittelwertes der Refraktion zuvor das sphärische Äquivalent ermittelt, welches sich aus dem sphärischen Wert und dem Zylinder zusammensetzt (Sphäre minus Hälfte des Zylinders).

Wie aus der Tabelle 3.2 hervorgeht, wurden in dieser Studie alle Patienten mit einem sphärischen Äquivalent von kleiner als -1 als myop bezeichnet, als emmetrop alle Patienten mit einem sphärischen Äquivalent von -1 bis +1 und als hyperop alle Patienten mit einem sphärischen Äquivalent von größer als +1.

	Sphär. Äquivalent
Myopie	Kleiner -1
Emmetropie	-1 bis +1
Hyperopie	Größer +1

Tabelle 3.2: Einteilung der Patienten in Refraktionsgruppen

Die objektive Refraktion wurde bei allen in die Studie aufgenommenen Patienten mit dem Refraktometer (Canon Auto Ref R-30) gemessen.

Präoperativ konnte die objektive Refraktion und daraus das sphärische Äquivalent von 46 Patienten (54%) ermittelt werden. Von diesen Patienten waren 15 Patienten myop, 19 Patienten waren emmetrop und 12 Patienten waren hyperop (s. Abb.3.14).

Bei der zweiten Messung nach 5-7 Tagen konnte bei 29 Patienten (34%) die objektive Refraktion bestimmt werden. Mit 12 Patienten waren wiederum die emmetropen Patienten am häufigsten vertreten. 10 Patienten waren myop und mit 7 Patienten waren

auch bei dieser Messung am wenigsten hyperope Patienten vorhanden.

Nach 5-6 Wochen wurden 62 Patienten (72%) gemessen. Von diesen waren mit 28 Patienten die meisten myop. 25 Patienten waren emmetrop und 9 Patienten hyperop.

Bei Betrachtung aller Patienten (in Abbildung 3.14) fiel auf, dass bei allen vier Messungen am wenigsten hyperope Patienten ermittelt wurden (präoperativ 12, 5-7 Tage postoperativ 7, 5-6 Wochen postoperativ 9 und nach 3 Monaten 6 Patienten). Präoperativ (19 Patienten) und 5-7 Tage nach dem Eingriff (12 Patienten) überwogen die emmetropen Patienten, nach 5-6 Wochen (28 Patienten) und nach 3 Monaten (23 Patienten) jedoch waren die meisten Patienten myop.

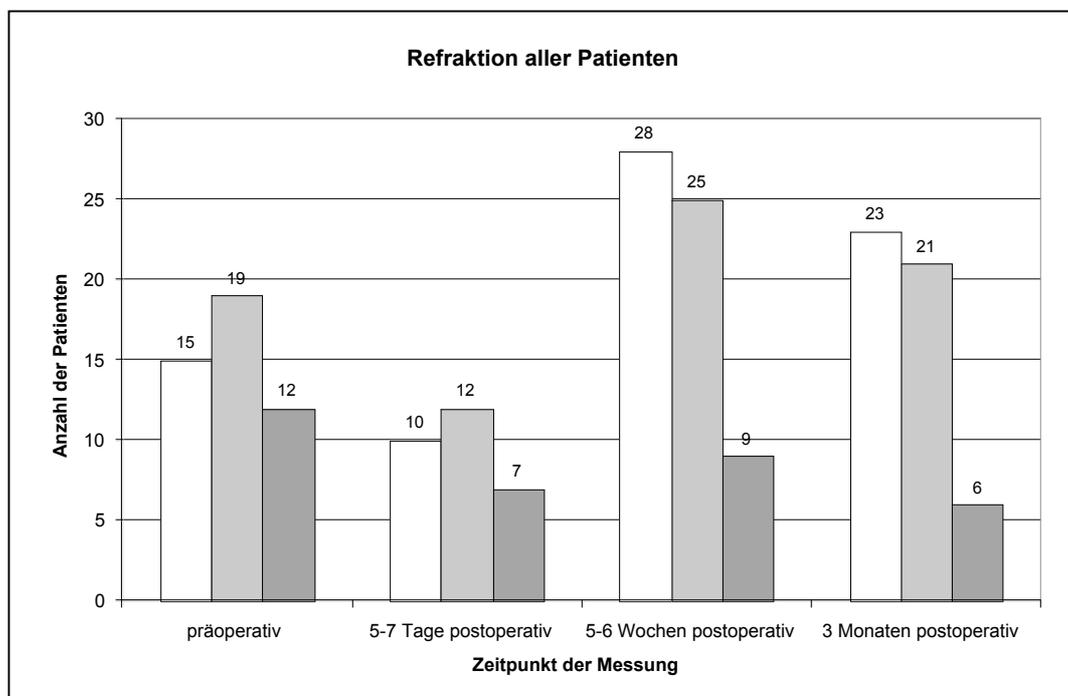


Abb.3.14: Refraktionsentwicklung aller Patienten zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, (hell: myope Augen, mittel: emmetrope Augen, dunkel: hyperope Augen)

3.6.1. Refraktionsentwicklung nach alleiniger Pars plana Vitrektomie

Betrachtet man die beiden Gruppen (Gruppe 1:Pars plana Vitrektomie, Gruppe 2:Kombinierte Operation) getrennt voneinander so ergeben sich leichte Unterschiede.

Präoperativ konnten 36 Patienten (59%) aus der Gruppe 1 gemessen werden. Von diesen waren 15 Patienten emmetrop, 12 myop und 9 Patienten waren hyperop. Präoperativ waren also die Mehrzahl der Patienten emmetrop (s. Abb.3.15).

Bei der ersten postoperativen Messung nach 5-7 Tagen wurden 20 Patienten (33%) der Gruppe 1 nachgemessen. Von diesen waren 9 Patienten emmetrop, 6 Patienten waren hyperop und im Gegensatz zu der Betrachtung aller Patienten nur 5 Patienten myop.

Bei der dritten Nachuntersuchung nach 5-6 Wochen konnte bei 46 Patienten (53%) die objektive Refraktion ermittelt werden. Von diesen Patienten der Gruppe 1 waren die emmetropen Patienten mit 21 Patienten immer noch in der Mehrzahl. 17 Patienten waren myop und 8 Patienten wiesen eine Hyperopie auf.

36 Patienten (59%) aus Gruppe 1 konnten nach 3 Monaten noch einmal gemessen werden. Diesmal waren die myopen Patienten mit 17 am häufigsten vertreten. 13 Patienten waren emmetrop und 6 Patienten hyperop.

In der Gruppe 1 fiel auf, dass präoperativ, nach 5-7 Tagen und nach 5-6 Wochen die emmetropen Patienten am häufigsten vertreten waren. Nach 3 Monaten jedoch waren die meisten Patienten myop. Wie schon bei der Betrachtung aller Patienten (s. Abb.3.14) auffiel, waren auch hier die wenigsten Patienten hyperop. Die einzige Ausnahme war nach 5-7 Tagen. Zu diesem Zeitpunkt waren weniger Patienten myop.

Die Zunahme der Myopie 6 Wochen, bzw. 3 Monate, postoperativ gegenüber dem präoperativen Ausgangsbefund ist wahrscheinlich auf eine zunehmende Linsentrübung, insbesondere des Linsenkernes, zurückzuführen.

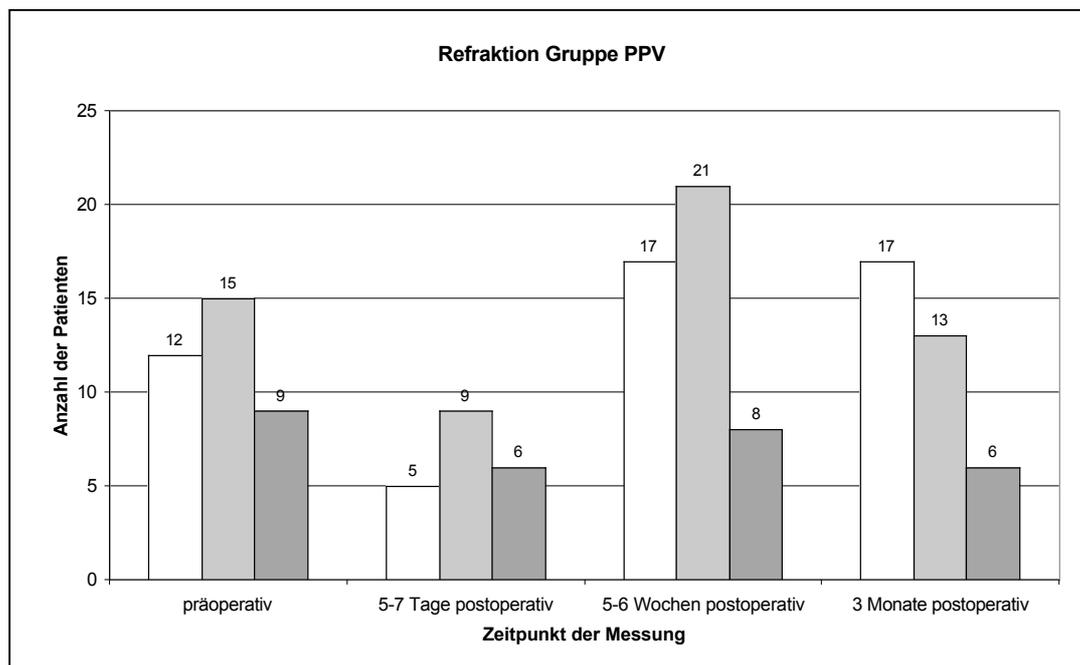


Abb.3.15: Refraktionsentwicklung nach PPV zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, (hell: myope Augen, mittel: emmetrope Augen, dunkel: hyperope Augen)

3.6.2. Refraktionsentwicklung nach kombinierter Operation

Betrachtet man die Patienten der Gruppe 2, welche eine kombinierte Operation erhielten, so ergeben sich Abweichungen im Gegensatz zur Gruppe 1. Präoperativ konnten in der Gruppe 2 10 Patienten (40%) gemessen werden. Von diesen sind, wie auch in der Gruppe 1, mit 4 Patienten die meisten emmetrop. Jeweils 3 Patienten waren myop und hyperop (s. Abb.3.16).

Nach 5-7 Tagen konnte die objektive Refraktion von 9 Patienten (36%) der Gruppe 2 bestimmt werden. 5 Patienten, und damit die meisten, waren zu diesem Zeitpunkt myop, 3 emmetrop und nur 1 Patient hyperop.

5-6 Wochen nach dem Eingriff wurden 16 Patienten (64%) der Gruppe 2 gemessen. Auch zu diesem Zeitpunkt war die Mehrzahl mit 11 Patienten myop. 4 Patienten wiesen eine Emmetropie auf und ein Patient eine Hyperopie. Nach 3 Monaten konnten die Ergebnisse von 14 kombiniert operierten Patienten (56%) ausgewertet werden. Zu diesem Zeitpunkt waren mit 8 Patienten die meisten emmetrop. 6 Patienten waren myop

und kein Patient hyperop.

In der Gruppe 2 war also zum präoperativen Zeitpunkt und nach 3 Monaten die Mehrzahl der Patienten emmetrop. Nach 5-7 Tagen und 5-6 Wochen wurde in den meisten Fällen eine Myopie diagnostiziert. Wie auch in Gruppe 1 waren zu jedem Untersuchungszeitpunkt die wenigsten Patienten hyperop.

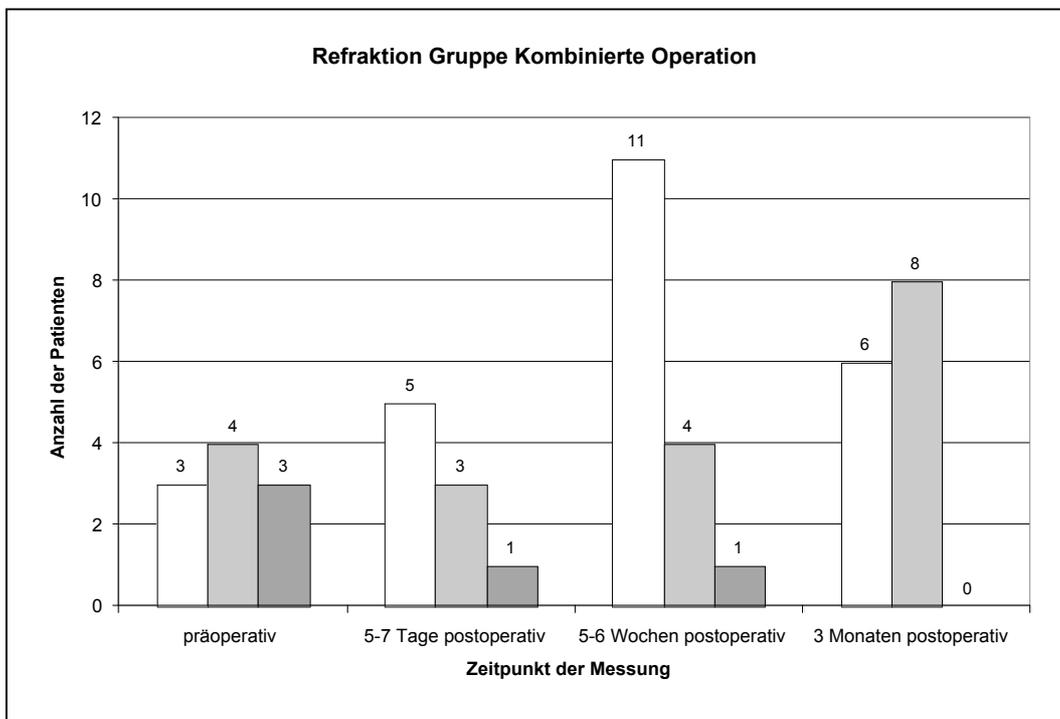


Abb3.16: Refraktionsentwicklung nach kombinierter Operation zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, (hell: myope Augen, mittel: emmetrope Augen, dunkel: hyperope Augen)

3.6.3. Refraktionsentwicklung in Abhängigkeit von der Schnittführung

Betrachtet man die unterschiedlichen Schnittführungen innerhalb der einzelnen Gruppen, so zeigen sich Unterschiede.

In der Gruppe 1 (vitrektomierte Patienten) waren bei parallel zum Limbus angelegten Sklerotomien vor der Operation und 5-7 Tage postoperativ die Mehrzahl der Patienten emmetrop. Nach 5-6 Wochen, sowie nach 3 Monaten wiesen die meisten operierten Augen eine Myopie auf (s. Abb.3.17a).

Bei senkrechter Schnittführung waren in der Gruppe I zu jedem Untersuchungszeitpunkt die emmetropen Patienten in der Überzahl (s. Abb.3.17b).

In der Gruppe II (kombiniert operierte Patienten) waren bei parallelen Sklerotomien (s. Abb.3.17c) präoperativ die Mehrzahl der Patienten emmetrop, bei senkrechter Schnittführung (s. Abb.3.17d) hyperop. 5-7 Tage und 5-6 Wochen nach dem Eingriff waren sowohl bei paralleler als auch bei senkrechter Schnittführung die meisten kombiniert operierten Patienten myop. Nach 3 Monaten waren unabhängig von der Ausrichtung der Sklerotomien die Mehrzahl der Patienten auf dem entsprechenden Auge emmetrop.

Generell ist eine Zunahme der Myopie 5-6 Wochen postoperativ zu beobachten, die bei limbusparalleler Schnittführung stärker als bei senkrecht zum Limbus verlaufender Schnittführung ausgeprägt ist. Dafür kommen zwei unterschiedliche Erklärungsmöglichkeiten in Betracht. Zum einen die bereits oben erwähnte zunehmende Trübung des Linsenkerns, welche eine Zunahme der Myopisierung zur Folge hat und zum anderen könnte auch eine Abflachung der Hornhautkurvatur, durch die Sklerotomien verursacht, ein Grund für eine zunehmende Myopisierung sein. In unserer Studie konnten wir jedoch nicht nachweisen, dass es durch die Hornhautabflachung im Bereich des Operationssitus zu einer Myopisierung der betreffenden Augen gekommen war.

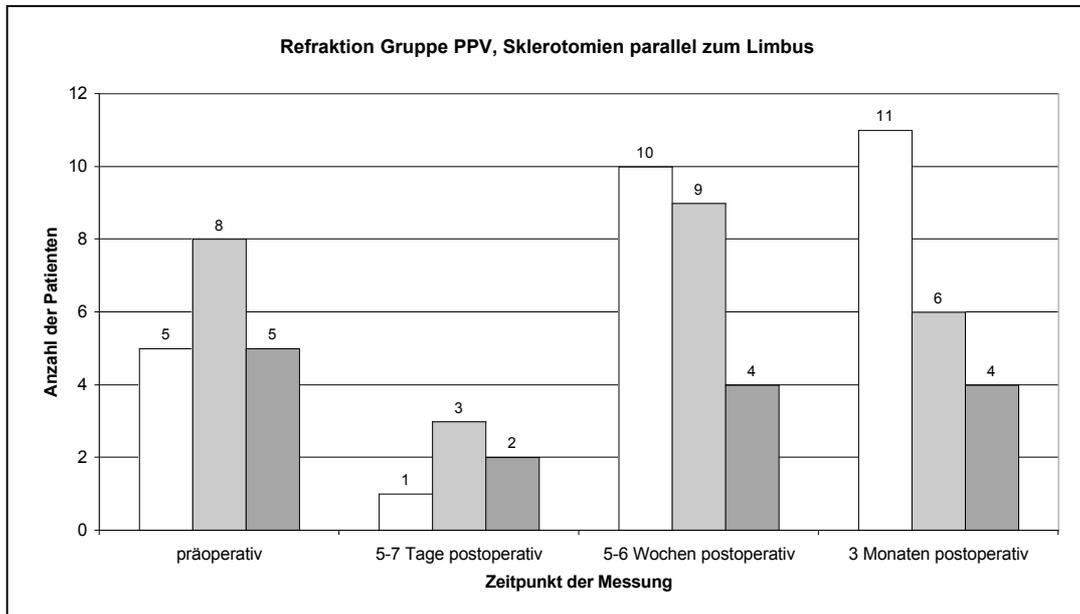


Abb.3.17a: Refraktionsentwicklung nach PPV zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, bei paralleler Schnittführung, (hell: myope Augen, mittel: emmetrope Augen, dunkel: hyperope Augen)

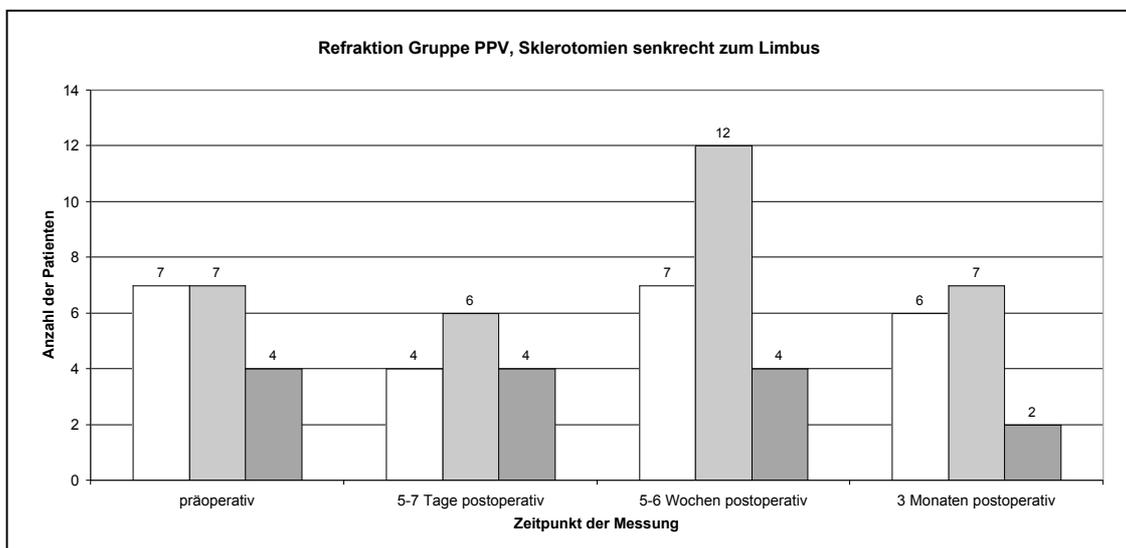


Abb.3.17b: Refraktionsentwicklung nach PPV zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, bei senkrechter Schnittführung, (hell: myope Augen, mittel: emmetrope Augen, dunkel: hyperope Augen)

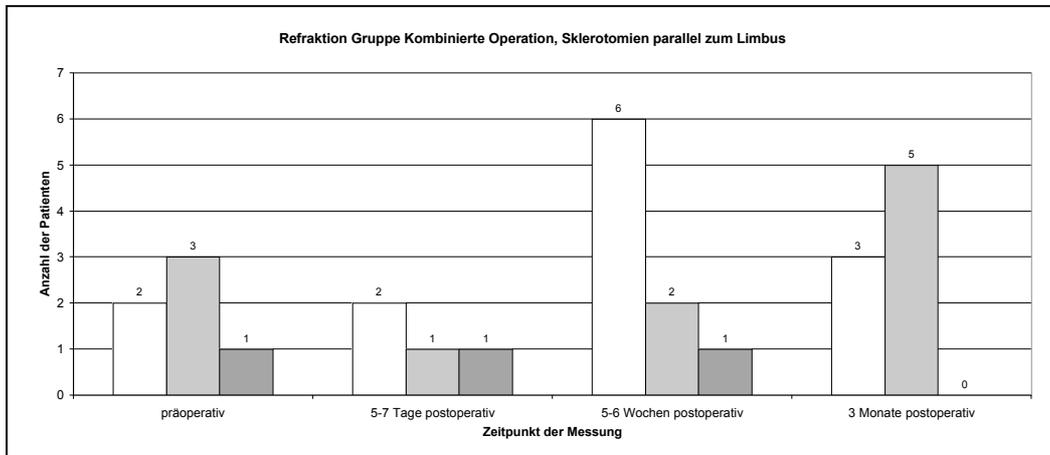


Abb.3.17c: Refraktionsentwicklung nach kombinierter Operation zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, bei paralleler Schnittführung, (hell: myope Augen, mittel: emmetrope Augen, dunkel: hyperope Augen)

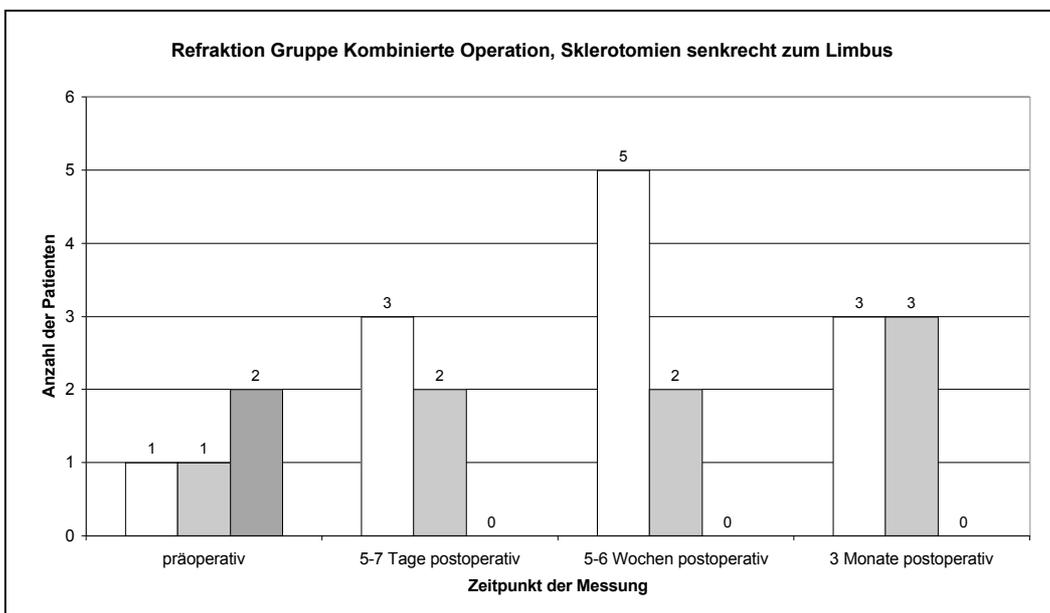


Abb.3.17d: Refraktionsentwicklung nach kombinierter Operation zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten, bei senkrechter Schnittführung, (hell: myope Augen, mittel: emmetrope Augen, dunkel: hyperope Augen)

3.7. Sekundäre Eingriffe

Durch postoperative Komplikationen nach einer Vitrektomie kann ein sekundärer Eingriff angezeigt sein.

Bei 9 Patienten (10%) wurde innerhalb des Untersuchungszeitraumes eine sekundäre Operation durchgeführt. Ein Patient erhielt später eine dritte Operation.

Zwei der sekundären Eingriffe wurden nach einer Zeit von weniger als einem Monat nach der Erst-Operation durchgeführt. Drei Sekundäroperationen waren nach einem Monat vorgenommen worden und drei weitere 2 Monate nach der ersten Operation. In einem Fall erfolgte die erneute Operation erst 4 Monate nach dem ersten Eingriff.

Bei einem Patienten musste 2 Monate nach der Sekundäroperation noch eine Weitere durchgeführt werden.

In 3 Fällen trat innerhalb von 1-2 Monaten nach der ersten Operation eine Katarakt als Zustand nach Pars plana Vitrektomie auf.

Zwei Mal wurde eine Phakoemulsifikation mit anschließender Hinterkammer-Linsen Implantation in no-stitch-Technik vorgenommen und in einem dieser Fälle wurde aufgrund eines zu harten, nicht zu zertrümmernden Linsenkerns eine Linsen-Entfernung in e.c.-Technik mit Schlingen durchgeführt und eine Kunstlinse in die Hinterkammer eingesetzt.

In 3 Fällen war es zu einer Ablatio Retinae im Verlauf des Nachuntersuchungszeitraumes gekommen. Die primäre Diagnose, welche eine PPV notwendig machte, war bei diesen Patienten unterschiedlich. In einem Fall war es zu einer altersabhängigen Makuladegeneration mit subretinalen Neovaskularisationsmembranen, ausgedehnten subretinalen Blutungen und dichten Glaskörperblutungen gekommen, in einem weiteren Fall lagen subretinale Neovaskularisationsmembranen bei subfovealer Blutung als Zustand nach rtPA-Behandlung vor und im letzten Fall handelte es sich um eine PRD mit epiretinaler Proliferationsmembran und Traktionsamotiones.

Operativ wurde eine 2mm Silikon-Cerclage gelegt, eine sekundäre PPV und eine Endolaserkoagulation durchgeführt. In zwei Fällen wurde eine Silikonöltamponade verwendet, in einem Fall konnte eine Luft-SF-6-Endotamponade eingebracht werden. In einem Fall mit einer Ablatio nach PPV wurde zusätzlich noch eine Kataraktextraktion

vorgenommen und eine Hinterkammerlinse implantiert.

Bei einem Patienten war es zu einer Reablatio während des Nachuntersuchungszeitraumes gekommen. Auch dieser erhielt eine Silikon-Cerclage, eine sekundäre PPV wurde durchgeführt und anschließend eine Luft-SF-6-Endotamponade eingebracht.

Ein anderer Patient nach PPV wegen proliferativer diabetischer Retinopathie und GK-Blutungen wurde nach einem Monat aufgrund einer persistierenden Erosio corneae noch ein weiteres Mal operiert. Zu einer Erosio corneae (Ablederung des Epithels=Hornhautabschürfung) kann es durch tangential einwirkende Kräfte auf die Hornhaut intraoperativ oder postoperativ kommen.

Der operative Eingriff wurde in Form einer phototherapeutischen Keratektomie (Hornhaut-Epithelabtragung mit dem Excimer-Laser) vorgenommen.

Es kam nicht zu der erwünschten Besserung und somit musste nach 2 Monaten eine weitere Operation bei demselben Patienten vorgenommen werden. Das Augenlid des betroffenen Auges wurde dabei temporär verschlossen.

Eine Patientin erhielt wegen eines persistierenden Makulaforamen zwei Monate nach dem primären Eingriff eine Re-Vitrektomie mit Netzhautpeeling und anschließender Luft-SF-6-Endotamponade.

4. Diskussion

Wie auch [ECKERT et al. 1996] und [WIRBELAUER et al. 1998] konnten wir in unserer Studie bestätigen, dass eine Pars plana Vitrektomie in den ersten drei postoperativen Monaten zu einer vorübergehenden Erhöhung des Hornhautastigmatismus führt, und zwar unabhängig davon, ob zeitgleich eine Phakoemulsifikation durchgeführt wurde oder nicht. Eine gleichzeitig durchgeführte Kataraktoperation verstärkt jedoch das Ausmaß des induzierten Astigmatismus. Drei Monate nach der Operation fielen die Astigmatismuszahlen wieder auf das Ausgangsniveau zurück, sodass eine gleichzeitig durchgeführte Kataraktoperation nach drei Monaten nicht mehr zu einem verstärkten Astigmatismus führt.

In unserer Studie wurde erstmals eine senkrecht zum Limbus ausgerichtete Sklerotomieführung mit der herkömmlichen limbusparallelen Sklerotomieführung verglichen. Der operativ induzierte Astigmatismus war bei paralleler Schnittführung zu jedem Untersuchungszeitpunkt bei kombinierter Operation höher als bei Pars plana Vitrektomie.

Eine Woche postoperativ ist das Ausmaß des induzierten Astigmatismus nach Pars plana Vitrektomie mit paralleler Schnittführung höher als mit senkrechter Anlage der Sklerotomien.

Abschließend konnten wir feststellen, dass der operativ induzierte Astigmatismus bei Vitrektomie mit oder ohne gleichzeitig durchgeführte Kataraktoperation mit senkrechter Schnittführung geringer ausfällt.

Die Reduktion des operativ induzierten Astigmatismus ist für die frühzeitige Rehabilitation des Patienten von großer Bedeutung. Deshalb ist es von großer Wichtigkeit intraoperative Techniken anzuwenden, welche einen möglichst geringen operativ induzierten Astigmatismus zur Folge haben. Durch sklerale Kauterisation beispielsweise können Veränderungen der Hornhautkrümmung während der Operation noch verstärkt werden, hervorgerufen durch die von der Kauterisation bewirkte Gewebeschrumpfung. Dies lässt allerdings bereits innerhalb der ersten postoperativen Woche nach [GRABOW 1991]. Durch Verkleinerung der Kauterisationszone könnte dieses jedoch kontrolliert werden [BERGMANN et al. 1988]. Bei unseren Operationen wurde die Kauterisationszone deshalb ebenfalls bewusst klein gehalten und

Kauterisation sparsam durchgeführt. Außerdem sollte die Kauterisation nicht über den Limbus hinausgehen [WIRBELAUER et al. 1998].

Es besteht zudem Konsens, dass eine möglichst geringe Nahtstärke und eine resorbierbare Naht zum Sklerotomieverschluss verwendet werden sollte [WIRBELAUER et al. 1998]. Werden in den 80er Jahren noch nicht resorbierbare Prolenenähte oder als resorbierbare Naht 6-0 Vicryl verwendet, so wird heute überwiegend 7-0 Vicryl verwendet [SCHRADER, persönliche Mitteilungen].

In der Kataraktchirurgie sind schon seit längerem operative Verfahren üblich, die einen möglichst geringen postoperativen Astigmatismus induzieren sollen und eine schnelle endgültige optische Rehabilitation des Patienten erlauben. In der Regel werden dafür Kleinschnitttechniken (heute werden sogar Schnitte von nur noch 1,5mm Breite verwendet) angewendet, welche auch zur Korrektur eines bereits bestehenden Astigmatismus herangezogen werden können. Dabei ist die Lokalisation des Zugangs von großer Bedeutung. Wie [HÄBERLE et al. 1995] festgestellt haben ist es zur Korrektur eines präoperativen Astigmatismus gegen die Regel (besonders größer als 1,25dpt) günstiger, die Inzisionen temporal anzulegen, bei einem präoperativen Astigmatismus mit der Regel sollten die Sklerotomien in der 12h-Position angelegt werden um einen geringeren Astigmatismus zu erzeugen.

Als Zugang bei der Kataraktchirurgie hat sich der selbstschließende Skleratunnel bewährt. Er garantiert einen sofortigen wasserdichten Verschluss und induziert nur einen geringen postoperativen Astigmatismus aufgrund eines Fehlens von Zugwirkungen durch die Nähte auf die Hornhaut [BUSIN et al. 1993, BUZARD et al. 1991, DROSCH et al. 1994, FRIELING et al. 1993, GIRARD et al. 1984, GRABOW 1991].

Weitere Vorteile der skleralen Chirurgie werden von [ARCINIEGAS et al. 1984] angegeben. Die Kornea bleibt bei skleralen Eingriffen unberührt und so können auch die kornealen Reflexe erhalten werden. Außerdem wird das Operationsgebiet in der postoperativen Phase durch die bedeckende Konjunktiva geschützt. Die Astigmatismusinduktion nach skleralen Eingriffen ist abhängig von dem Abstand der Wunde zum Limbus. In jüngster Zeit findet der Zugang über einen selbstschließenden kornealen Tunnel, der weniger Operationszeit als der Skleratunnel benötigt, aus ähnlichen Gründen immer mehr Verbreitung.

Der operativ induzierte Astigmatismus nach Kataraktchirurgie über einen Tunnelschnitt ohne Naht bleibt sehr gering und stabilisiert sich bereits in der frühpostoperativen Phase [ANDERS et al. 1997]. Dies ist nicht zuletzt auf den Wegfall des Zuges der Naht auf die Hornhaut zurückzuführen. Als weiterer Vorteil bei selbstschließenden Wunden ist eine Verkürzung der Operationszeit, eine Vereinfachung der Operation und ein postoperativer guter Wundverschluss zu nennen [SCHMIDT et al. 1999]. Durch Nähte verzogene Eingangsstellen entsprechen nicht einem physiologischen Wundverschluss.

Eine schnelle und möglichst reizfreie Wundheilung wird durch die Nähte erschwert. Selbstschließende Inzisionen versprechen jedoch einen sofortigen wasserdichten Wundverschluss und stabile Brechungsverhältnisse bereits in der ersten postoperativen Woche [BUSIN et al. 1993, BUZARD et al. 1991, DROSCH et al. 1994, GRABOW 1991, PHAM et al. 1992].

Obwohl auch nach vitreoretinalen Eingriffen eine frühestmögliche Astigmatismusrückbildung, stabile Refraktionsverhältnisse und ein stabiler postoperativer Visus erstrebenswert sind, sind in der vitreoretinalen Chirurgie bisher erst wenige Studien zum Verlauf des postoperativen Astigmatismus durchgeführt worden. Auch Überlegungen zur Entwicklung von astigmatismusarmen chirurgischen Techniken sind auf diesem Gebiet der Augenheilkunde bislang unüblich [CHEN 1996]. Während der Astigmatismus nach Kataraktchirurgie durch selbstschließende Schnitte relativ gering bleibt [WIRBELAUER et al.], wird der postoperative Astigmatismus nach Pars plana Vitrektomie ganz wesentlich von den skleralen Nähten beeinflusst [SCHRADER et al. 1999]. Sklerale Schnitte (Sklerotomien) führen zu einer Veränderung der Hornhautkrümmung im Meridian des Operationssitus. Folge ist ein operationsinduzierter postoperativer Astigmatismus [VAN RIJ et al. 1984], der die visuellen Fähigkeiten des Patienten in der früh postoperativen Zeit erheblich beeinträchtigt.

Wir haben bestätigen können, dass der Astigmatismus nach Pars plana Vitrektomie ganz wesentlich von den skleralen Nähten beeinflusst wird und in den ersten postoperativen Wochen mit 2,5-3,5 dpt extrem erhöht ist [SCHRADER et al. 1999]. [ECKERT et al. 1996] fanden heraus, dass die Astigmatismusrückbildung nach kombinierter Operation und nach Pars plana Vitrektomie wahrscheinlich verzögert abläuft. Dabei spielt der durch die Sklerotomien verursachte Astigmatismus eine

größere Rolle als der durch den Tunnelschnitt ohne Naht verursachte Astigmatismus. Wir konnten Befunde bestätigen, nach denen es innerhalb von ca. 3 Monaten [ECKERT et al. 1996], bzw. 4 Monaten [WIRBELAUER et al. 1998] zu einer Rückbildung des operativ induzierten Astigmatismus auf das Ausgangsniveau kommt, sodass eine Pars plana Vitrektomie langfristig zu keinem nennenswerten Astigmatismus führt. Unsere Daten stützen die Einschätzung von [JAMPEL et al. 1987], dass der durch die Operation induzierte Astigmatismus deshalb klinisch nicht als langzeitrelevant betrachtet werden kann. Der hohe frühpostoperative Astigmatismus kann jedoch zu einer Beeinträchtigung der Fahrtauglichkeit in den ersten Wochen nach dem Eingriff führen [SCHRADER et al. 1999]. Außerdem kann in der frühpostoperativen Phase durch den instabilen Astigmatismus noch keine Brillenanpassung erfolgen.

Wie [WIRBELAUER et al.] berichten, spielt auch die Nahtgröße und der Durchmesser des verwendeten Nahtmaterials eine Rolle bei der operativen Induktion eines Astigmatismus. Aus diesem Grund hat sich feines, resorbierbares Nahtmaterial, welches auch wir durchgehend verwendeten (7-0 Vicryl), allgemein durchgesetzt [WIRBELAUER et al. 1998, SCHRADER et al. 1999]. Nicht zuletzt wird bei einer Gasendotamponade eine verzögerte Rückbildung des operativ induzierten Astigmatismus beobachtet [WIRBELAUER et al. 1998].

Wie [ROWSEY 1983] und [VAN RIJ et al. 1984] berichten, scheint die Gewebekompression durch die Nähte der wichtigste Faktor bei der Beeinflussung der Hornhautkrümmung im Meridian des Operationssitus zu sein.

Obwohl die Sklerotomien nur 1,4mm (in unserer Studie 1,2mm) messen und 3,5mm entfernt vom Limbus liegen, kommt es zu starken Veränderungen der Hornhautkrümmung. Der Hornhauradius wird dadurch jedoch nicht wesentlich beeinflusst. [ARCINIEGAS et al. 1984] führt die Veränderungen der Hornhautkrümmung auch auf die anfänglich hohe Zugspannung der Nähte und die Kompression des skleralen Gewebes zwischen den einzelnen Nähten zurück. Da die Zugspannung bei einer Kreuzstichnaht sich auf ein größeres Gewebeareal verteilt als bei zwei Einzelknopfnähten, wurde die Kreuzstichnaht in dieser Studie durchgehend zur Astigmatismusreduktion verwendet.

Die frühe Rückbildung des postoperativen Astigmatismus nach Wundverschluss mit resorbierbarem Nahtmaterial wird von [DUNLAP et al. 1976] auf das schnelle

Nachlassen der Spannung der Polyglactin-Fäden zurückgeführt. Die Reißfestigkeit des resorbierbaren Nahtmaterials ist bereits nach 10-12 Tagen auf die Hälfte herabgesetzt.

Nicht resorbierbares Nahtmaterial ist nicht angezeigt, da die Astigmatismusinduktion sehr hoch ist und der postoperative Astigmatismus durch fehlende Resorbierbarkeit des Nahtmaterials auch lange auf hohem Niveau erhalten bleibt [CRAVY 1989, GIMBEL et al. 1992].

Von [CHEN 1996] werden selbstheilende Sklerotomien auch für die Pars plana Vitrektomie favorisiert. Eine Verkürzung der Operationszeit, eine geringere Inzidenz von postoperativen Wundheilungsstörungen, weniger Flüssigkeitsaustritt und eine Verhinderung der postoperativen Irritation der Konjunktiva durch Nahtmaterial werden von ihm als Vorteile erwähnt, von anderen Autoren aber angezweifelt [SCHRADER, persönliche Mitteilung 2002]. Allerdings kann es bei Anlage der Sklerotomien zu weit anterior zu einer Linsenbeschädigung oder Kataraktinduktion kommen und wenn die Sklerotomien zu weit posterior angelegt werden, kann es zu einem Retinaabriss kommen. Trotzdem könnte die selbstschließende Sklerotomie eine gute Alternative zu der bisherigen Standardmethode darstellen.

Heute werden vermehrt Kataraktoperationen zusammen mit einer Pars plana Vitrektomie durchgeführt. Die Kombination von Kataraktchirurgie und Pars plana Vitrektomie ist einfach und kann in ausgewählten Fällen zu einer schnelleren visuellen Rehabilitation und einem besseren funktionellen Ergebnis führen [KOENIG et al. 1992]. [LUCKE et al. 2001] und [SCHMIDT et al. 2001] geben diesen Anteil mit 20-48% an. Nach [BLANKENSHIP et al. 1989] und [SCHACHAT et al. 1983] sollte schon bei bereits geringer Opazifizierung der Linse eine kombinierte Operation durchgeführt werden, da das Ergebnis der Vitrektomie bei vorbestehender Linsenopazität vermindert sein kann und eine Vitrektomie bei getrübter Linse technische Schwierigkeiten bereiten kann [HURLEY et al. 1996]. Als Argumente für die gleichzeitige Durchführung von Kataraktextraktion und Pars plana Vitrektomie werden angegeben, dass sich (je nach Grunderkrankung) ohnehin in 80% [D'AMICO 1994] nach Vitrektomie eine Katarakt entwickelt. Laut [SCHRADER et al. 1999] kann es bereits in den ersten postoperativen Tagen oder auch erst nach einigen Jahren zu einer Kataraktbildung nach Pars plana Vitrektomie kommen. Unsere Ergebnisse zeigten folglich auch eine bessere Visusentwicklung nach kombinierter Operation im Vergleich

zur alleinigen Pars plana Vitrektomie. Der Grund für die nach Vitrektomie häufig auftretende Kataraktentwicklung könnte das Ergebnis einer versehentlichen Verletzung der Linse oder einer zu langen intraoperativen Gasexposition sein, aber auch bereits die operationsbedingte Störung der Integrität des Augenninneren. Ungefähr in 20-33% der vitrektomierten Augen mit postoperativer Kataraktentwicklung ist eine Kataraktextraktion angezeigt [KELLY et al. 1991, RUBY et al. 1994]. Weiterhin scheint der Einblick bei kombinierter Operation intraoperativ verbessert zu sein und die Glaskörperbasis kann besser erreicht werden. Andere Autoren [BATMAN et al. 2000, SCHARWEY et al. 1999, HURLEY et al. 1996, MC ELVANNEY et al. 1997, LEYLAND et al. 1999] sprechen von einer größeren Bequemlichkeit für den Patienten und den Chirurgen, beide notwendigen Eingriffe zu einem Zeitpunkt durchzuführen. Dabei verlängert sich die totale Operationszeit nur geringfügig und für den Operateur ist der kombinierte Eingriff nur mit einem geringen Mehraufwand verbunden. Eine Kataraktextraktion mit Linsenimplantation ist nämlich nach bereits erfolgter Vitrektomie erschwert, da die Linse zu diesem Zeitpunkt nicht mehr durch den Glaskörper unterstützt wird [BLANKENSHIP et al. 1989, SCHACHAT et al. 1983]. Auch bei [BENSON et al. 1990] werden ähnliche Vorteile dargestellt. Neben der Patientenbequemlichkeit und der verkürzten totalen Operationszeit werden bei ihm auch noch der bessere intraoperative Einblick wegen fehlender Opazifizierung der hinteren Kapsel und auch die intraoperative Möglichkeit einer ausgedehnten panretinalen Photokoagulation zur Senkung des Risikos einer Neovaskularisation der Iris als Vorteile der kombinierten Technik angeführt.

Nachteile der kombinierten Operationstechnik könnten die einmalig etwas verlängerte Operationszeit, ein erhöhtes Risiko einer Fibrinreaktion (vor allem bei Diabetikern oder PVR-Ablatio) [SCHRADER 2001/2002] und die höhere Morbidität bei der Narkose durch die längere einmalige Dauer des Eingriffs sein.

[SENN et al. 1995] erwähnen ebenfalls verschiedene Vor- und Nachteile des kombinierten Eingriffs. Bei der kombinierten Operation sind die intraoperativen Arbeitsverhältnisse durch optimale Sicht sehr gut. Außerdem ist eine optimale Linsenzentrierung erreichbar und ein Misserfolg der Operation durch postoperative Linsentrübung kann ausgeschlossen werden. Allerdings gibt es auch potentielle Nachteile einer Kombination von Katarakt- und Glaskörperchirurgie. So wird von ihm

der größere technische Aufwand und die geringfügig verlängerte Operationszeit genannt und auch das erhöhte Risiko einer postoperativen Entzündung bei Patienten mit einer vorbestehenden Uveitis.

Es gibt mehrere Punkte, die bei geplanter Kombination von Kataraktchirurgie und Vitrektomie betrachtet werden müssen [MC ELVANNEY et al. 1997]. Bei gleichzeitig bestehenden pathologischen Veränderungen von Linse und Glaskörper ist eine kombinierte Operation indiziert. Wenn die Opazität der Linse den Einblick zum hinteren Pol verhindert, erleichtert eine gleichzeitige Kataraktoperation die anschließende Vitrektomie.

Bisher wurde nur wenig untersucht, wie eine gleichzeitig zur Vitrektomie durchgeführte Kataraktoperation sich auf die postoperative Astigmatismusedwicklung und die endgültige optische Rehabilitation des Patienten auswirkt.

[JAMPEL et al. 1987] fanden nach 1-10 Tagen nach der kombinierten Operation einen Astigmatismus von $-0,96 \pm 1,78$ dpt gegen die Regel. Innerhalb von 7 Wochen bildete sich der Astigmatismus auf $-0,15$ dpt zurück. In unserer Studie konnte topographisch 5-7 Tage nach der Operation ein Astigmatismus gegen die Regel von $-2,2 \pm 0,6$ dpt ermittelt werden. Dieser Wert liegt also deutlich höher, als der von [JAMPEL et al. 1987] gemessene Wert. Nach drei Monaten ging der Astigmatismus nach kombinierter Operation in unserer Studie auf einen Wert von $-1,3 \pm 0,6$ dpt zurück. Der Astigmatismus näherte sich also dem von uns gemessenen Ausgangswert von $-1 \pm 0,9$ dpt an, liegt aber auch in der spät postoperativen Phase noch deutlich über dem von [JAMPEL et al. 1987] gemessenen Astigmatismus von $-0,15$ dpt.

Bei [GIRARD et al. 1984] lag der Astigmatismus 3 Monate postoperativ mit $-0,33$ dpt gegen die Regel ebenfalls unter dem von uns ermittelten Ausmaß des Astigmatismus. Auch [ECKERT et al. 1996] fanden nach Vitrektomie und nach kombinierter Operation in der ersten postoperativen Woche deutlich erhöhte Astigmatismuswerte. Anfangs kam es in ihrer Studie nach alleiniger Pars plana Vitrektomie zu einer stärkeren Verformung der Hornhaut im Vergleich zur kombinierten Operation. Der induzierte Zylinder war nach kombinierter Operation in ihrer Studie höher als nach PPV. Nach 3 Monaten war jedoch kein signifikanter Unterschied zu den präoperativen Astigmatismuswerten mehr feststellbar. Bei vergleichbaren topographisch ermittelten Ausgangswerten beider Gruppen von $-1 \pm 0,9$ dpt bei kombinierter Operation und $-1,03 \pm 0,5$ dpt bei alleiniger

Vitrektomie kam es in unserer Studie wie auch bei [ECKERT et al. 1996] nach kombinierter Operation zu einer höheren Astigmatismusinduktion. Der Astigmatismus 5-7 Tage postoperativ lag nach kombinierter Operation bei $-2,2 \pm 0,6$ dpt und nach PPV bei $-1,8 \pm 0,8$ dpt. 5-6 Wochen nach dem Eingriff zeigte sich ein ähnliches Bild ($-1,6 \pm 1$ dpt nach kombinierter Operation und $-1,1 \pm 0,5$ dpt nach Vitrektomie), wobei jedoch der Astigmatismus nach PPV bereits fast wieder den Ausgangswert erreicht hatte. Bei Betrachtung der unterschiedlichen Schnittführungen fiel auf, dass bei kombinierter Operation mit senkrechter Schnittführung der postoperative Astigmatismus nach 5-7 Tagen ($-2,33 \pm 0,6$ dpt bei paralleler Schnittführung und $-2 \pm 0,7$ dpt nach senkrechter Schnittführung) und 5-6 Wochen ($-1,93 \pm 1,2$ dpt bei paralleler Schnittführung und $-1,25 \pm 0,6$ dpt nach senkrechter Schnittführung) etwas geringer ausfiel als bei paralleler Schnittführung.

Eine mit Kataraktoperation in „No-stitch“-Technik kombinierte Vitrektomie führt nach den Ergebnissen von [ECKERT et al. 1996] nur zu einer geringen Astigmatismusinduktion gegen die Regel. Diese geringe Astigmatismusinduktion in den ersten postoperativen Tagen nach kombinierter Operation spricht für eine gegenseitige Beeinflussung des nahtlosen Tunnelschnittes und der Sklerotomien. Die selbstschließende Tunnelinzision der Kataraktoperation kann den Zug der Sklerotomiennähte etwas abfangen und führt somit zu einer geringeren Astigmatismusinduktion [ECKERT et al. 1996].

Nach unseren Ergebnissen bleibt fraglich, ob der Einfluss des Tunnels auf die Sklerotomiennähte als signifikant angenommen werden kann. In unserer Studie war der induzierte Astigmatismus, wie bereits oben beschrieben, nach kombinierter Operation (Kataraktoperation in „No-stitch“-Technik mit gleichzeitiger Vitrektomie) höher als nach alleiniger Pars plana Vitrektomie. Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant, wie sich bei Berechnung der Werte mit dem Levene-Test herausstellte.

Auch [SENN et al. 1995] führten eine Studie zum Vergleich von kombinierter Operation (Pars plana Vitrektomie und Kataraktextraktion in einer Operation) und getrennten Eingriffen durch. Der operativ induzierte Astigmatismus war in der ersten postoperativen Woche in der Gruppe der getrennt operierten Patienten mit $-4,13$ dpt deutlich höher als bei kombinierter Operation mit $-1,66$ dpt. Drei Monate nach der Operation war allerdings dann der Astigmatismus nach kombiniertem Eingriff etwas

höher als bei getrennten Eingriffen ($-1,04 \pm 0,9$ dpt und $-0,45 \pm 0,8$ dpt). Auch noch drei Monate postoperativ war der Astigmatismus noch nicht stabil. Bei der letzten Kontrolle lag der Astigmatismus nach kombinierter Operation bei $-0,75 \pm 0,7$ dpt und nach getrennten Eingriffen bei $-0,32 \pm 0,4$ dpt.

In unserer Studie verhielt es sich anders. In der ersten postoperativen Woche war der Astigmatismus nach kombiniertem Eingriff mit $-2,2 \pm 0,6$ dpt höher als nach Vitrektomie mit $-1,8 \pm 0,8$ dpt. Auch nach 6 Wochen verhielten sich die Astigmatismuswerte ähnlich. Nach kombinierter Operation lag ein Astigmatismus von $-1,6 \pm 1$ dpt vor und nach Vitrektomie $-1,1 \pm 0,5$ dpt. Nach 3 Monaten waren die Werte in beiden Gruppen mit $-1,3 \pm 0,6$ dpt und $-1 \pm 0,6$ dpt vergleichbar. Der Astigmatismus nach 3 Monaten ist auch unabhängig von der Schnittführung und der Art der durchgeführten Operation. Die Astigmatismuswerte nach PPV und nach kombinierter Operation sind vergleichbar (-1 dpt nach PPV und $-1,3$ dpt nach kombinierter Operation). Bei kombinierter Operation sind die Astigmatismuswerte bei senkrechter und paralleler Schnittführung nach 3 Monaten ebenfalls vergleichbar ($-1,28 \pm 0,6$ dpt bei paralleler Schnittführung und $-1,29 \pm 0,6$ dpt bei senkrechter Schnittführung). Bei PPV ist der Astigmatismus nach 3 Monaten bei senkrechter Schnittführung nur geringfügig niedriger als bei paralleler Schnittführung ($-0,87 \pm 0,4$ dpt bei senkrechter Schnittführung und $-1,09 \pm 0,6$ dpt bei paralleler Schnittführung).

Auch die postoperative Entwicklung der Refraktion wurde beobachtet. Die mittlere Refraktion unterschied sich zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten in den beiden Gruppen nicht wesentlich voneinander. Bei den allein vitrektomierten Patienten konnte nach 3 Monaten eine Myopisierung festgestellt werden, welche auf die Entwicklung einer postoperativen Katarakt zurückgeführt werden könnte. Nach kombinierter Operation kam es im Verlauf nach 3 Monaten zu einer Emmetropisierung, da bei der Operation eine Zielrefraktion von 0 bis -1 dpt angestrebt wird. Die Schnittführung bei kombinierter Operation hat dabei keinen Einfluss auf den Zeitpunkt einer stabilen Refraktion. Bei senkrechter wie auch bei paralleler Schnittführung sind nach 5-7 Tagen und nach 5-6 Wochen die Mehrzahl der Patienten myop, erst nach 3 Monaten stellt sich unabhängig von der Schnittführung die Emmetropisierung der operierten Augen ein.

5. Zusammenfassung

Der postoperative Astigmatismus nach Augenoperationen beeinflusst in den ersten postoperativen Monaten die visuellen Fähigkeiten des Patienten ganz erheblich.

Deshalb wurde in dieser prospektiven Studie untersucht, in wie fern sich die Ausrichtung der Sklerotomien auf den postoperativen Astigmatismus auswirkt und ob eine gleichzeitig zur Pars plana Vitrektomie durchgeführte Kataraktoperation eine Auswirkung auf das Ausmaß des operationsinduzierten Astigmatismus, die postoperative Visusentwicklung und die Zeitdauer bis zur Entwicklung einer endgültigen Refraktion hat.

Die Ergebnisse von 86 Patienten (50 Frauen und 36 Männer) wurden ausgewertet.

Die Patienten wurden dazu in 2 Gruppen eingeteilt. Gruppe I erhielt lediglich eine Pars plana Vitrektomie, die Patienten der Gruppe II wurden kombiniert operiert (Pars plana Vitrektomie mit gleichzeitiger Kataraktoperation über einen Tunnelschnitt ohne Naht). In der Gruppe I befanden sich 61 Patienten, die Gruppe II bestand aus 25 Patienten. Die Altersverteilung in beiden Gruppen unterschied sich nicht. Die Patienten beider Gruppen wurden randomisiert für entweder parallele oder senkrecht zum Limbus angelegte Sklerotomien. Die funktionellen Ergebnisse, die Hornhauttopographie und die Refraktionsentwicklung wurden über drei Monate hinweg verfolgt.

Durch die Sklerotomien wurde ein mit zwei topographischen Messverfahren nachweisbar verstärkter Astigmatismus vorübergehend induziert. Eine gleichzeitig durchgeführte Kataraktoperation verstärkt diese Astigmatismusinduktion. Drei Monate postoperativ fielen die Astigmatismuswerte wieder auf das Ausgangsniveau zurück.

Nach 3 Monaten führt eine gleichzeitig zur Vitrektomie durchgeführte Kataraktoperation also nicht mehr zu einem verstärkten Astigmatismus.

Die Achsenlage war zu jedem Zeitpunkt, unabhängig von der Art der durchgeführten Operation, gegen die Regel.

Wenn man die unterschiedliche Schnittführung betrachtet, fällt auf, dass das Ausmaß des operativ induzierten Astigmatismus bei paralleler Ausrichtung der Sklerotomien zu jedem Untersuchungszeitpunkt in der Gruppe der kombiniert operierten Augen höher ist als in der Gruppe der nur vitrektomierten Augen.

Bei reiner Vitrektomie ist der postoperative Astigmatismus im Vergleich zum

Ausgangswert bei paralleler Schnitfführung nach 5 Tagen und 6 Wochen höher als bei senkrechter Schnitfführung.

In der Gruppe der vitrektomierten Augen mit senkrechter Ausrichtung der Sklerotomien ging der Astigmatismus bereits nach 6 Wochen leicht unter den Ausgangswert zurück und lag nach 3 Monaten dann bereits deutlich unter dem präoperativ ermittelten Wert.

Bei paralleler Schnitfführung ging der Astigmatismus innerhalb von 3 Monaten nicht ganz auf den präoperativen Wert zurück. Eine senkrechte Ausrichtung der Sklerotomien bei Pars plana Vitrektomie mit oder ohne gleichzeitige Kataraktoperation führt initial also zu einem geringeren Maß an operativ induzierten Astigmatismus und führt außerdem zu besseren Langzeitergebnissen.

In dieser Studie konnte also gezeigt werden, dass der operativ induzierte Astigmatismus sowohl bei Vitrektomie als auch bei kombinierter Operation mit senkrechter Schnitfführung geringer ausfällt.

Der Visus war 5-7 Tage postoperativ nach kombinierter Operation besser als nach Vitrektomie. Nach 3 Monaten unterschied sich der Visus in den beiden Gruppen nicht mehr voneinander.

Nach kombinierter Operation mit senkrechter Schnitfführung wurden 5-6 Wochen nach dem Eingriff geringfügig schlechtere Visuswerte erreicht als bei paralleler Schnitfführung. Nach 3 Monaten war kein Unterschied mehr hinsichtlich der visuellen Fähigkeiten zwischen senkrechter und paralleler Schnitfführung in der Gruppe der kombiniert operierten Patienten festzustellen.

Nach Vitrektomie mit senkrechter Schnitfführung konnte bei allen Nachuntersuchungen eine Visusverbesserung festgestellt werden. Nach 3 Monaten lag der Visus deutlich über dem Ausgangswert.

Bei paralleler Schnitfführung kam es 5-7 Tage postoperativ zu einer Verbesserung und 5-6 Wochen nach der Operation zu einer vorübergehenden Verschlechterung. 3 Monate postoperativ wurde ein besserer Visus erreicht als vor der Operation.

Bessere visuelle Ergebnisse werden also bei der Vitrektomie mit paralleler Schnitfführung erreicht. Die gemessenen Werte waren jedoch nicht signifikant besser, wie wir bei der Berechnung mit dem Wilcoxon-Test, auf einem Signifikanzniveau von 5%, feststellen konnten.

Eine sekundäre Operation war bei 9 Patienten erforderlich, bei einem Patienten musste

2 Monate später noch eine dritte Operation vorgenommen werden. In 3 Fällen lag eine Katarakt als Zustand nach Pars plana Vitrektomie vor, bei 3 Patienten eine Ablatio Retinae, in einem Fall eine Reablatio und ein Patient musste wegen einer persistierenden Erosio Corneae nachoperiert werden.

Die Ausrichtung der Sklerotomien bei der Pars plana Vitrektomie scheint langfristig auf die postoperative Astigmatismusentwicklung keinen Einfluss auszuüben. Der operativ induzierte Astigmatismus ist nach senkrechter Schnittführung nur initial vorübergehend geringer als bei paralleler Anlage der Sklerotomien. Eine gleichzeitig durchgeführte Kataraktoperation führt nur initial zu einer verstärkten Astigmatismusentwicklung, unabhängig von der Ausrichtung der Sklerotomien.

Da der Astigmatismus bereits nach 3 Monaten wieder auf den Ausgangswert zurück geht und der durch die Sklerotomien induzierte Astigmatismus sehr gering scheint, ist es nicht notwendig von der herkömmlichen Operationstechnik (parallele Ausrichtung der Sklerotomien) abzuweichen.

6. Literaturverzeichnis

AMSLER M (1930)

Über Photokeratoskopie.

Bericht Dtsch. Ophthalmol. Ges. 48 (1930) 202

ANDERS N, PHAM DT, WOLLENSAK J (1997)

Long-term prospective study of the development of corneal astigmatism in no-stitch cataract surgery

Ophthalmologie 94 : 506-508

ARCINIEGAS A, AMAYA LE (1984)

Experimental modification of the corneal curvature by means of scleral surgery

Ann. Ophthalmol. 16 : 1155-1166

BATMAN C, CEKIC O, TOTAN Y, et al. (2000)

Combined phacoemulsification, vitrectomy, foreign-body extraction and intraocular lens implantation

J. Cataract. Refract. Surg. 26 : 254-259

BENSON WE, BROWN GC, TASMAN W, MC NAMARA JA (1990)

Extracapsular cataract extraction, posterior chamber lens insertion and pars plana vitrectomy in one operation

Ophthalmology 97 : 918-921

BERGMANN MT, KOCH DD, ZEITER JH (1988)

The effect of scleral cautery on corneal astigmatism in cadaver eyes

Ophthalmic. Surg. 19 : 259-262

BLANKENSHIP GW, FLYNN HW, Jr., KOKAME GT (1989)

Posterior chamber intraocular lens insertion during pars plana lensectomy and vitrectomy for complications of proliferative diabetic retinopathy

Am. J. Ophthalmol. 108 : 1-5

BUSIN M, UWEIS M, SCHMIDT J, KOCH J, SPITZNAS M (1993)

Phakoemulsifikation ohne Nahtverschluss. Ergebnisse bei Implantation einer PMMA-Linse mit großer Optik.

Ophthalmologe 90 : 329-335

BUZARD KA, SHEARING SP (1991)

Comparison of postoperative astigmatism with incisions of varying length closed with horizontal sutures and with no sutures

J. Cataract. Refract. Surg. 17 Suppl. : 734-739

CHEN JC (1996)

Sutureless pars plana vitrectomy through self-sealing sclerotomies

Arch. Ophthalmol. 114 : 1273-1275

CRAVY TV (1989)

Long-term corneal astigmatism related to selected elastic, monofilament, nonabsorbable sutures

J. Cataract. Refract. Surg. 15 : 61-69

D`AMICO DJ (1994)

Vitreoretinal Surgery Principles and Applications. In: Albert DM and Jakobiec FA, ed. *Principles and Practice of Ophthalmology*. Vol. 2.

Philadelphia: WB Sanders Co;1994 : 1133-1138

DEKKING HM (1930)

Graefes Archiv Bd. 124, 708

DROSCH S, PHAM DT, WOLLENSAK J (1994)

1-year follow-up of astigmatism after cataract operation. Wound closure with cross-stitch suture vs. No-stitch suture technique

Ophthalmologe 91 : 434-438

DUNLAP WA, PURNELL WD, MC PHERSON SD, Jr. (1976)

Laboratory and clinical evaluation of a new synthetic absorbable suture for ophthalmic surgery

Adv. Ophthalmol. 33 : 49-61

ECKERT T, ECKARDT C (1996)

Outcome of corneal astigmatism after pars plana vitrectomy with or without simultaneous cataract extraction

Ophthalmologe 93 : 38-44

FINCHAM (1935)

Zitat aus Ophthalmologisch optische Untersuchungsgeräte, Haugwitz

S. 76

FRIELING E, STEINERT RF (1993)

Intrinsic stability of self-sealing unsutured cataract wounds

Arch. Ophthalmol. 111 : 381-383

GIMBEL HV, RAANAN MG, DE LUCA M (1992)

Effect of suture material on postoperative astigmatism

J. Cataract. Refract. Surg. 18 : 42-50

GIRARD LJ, RODRIGUEZ J, MAILMAN ML (1984)

Reducing surgically induced astigmatism by using a scleral tunnel
Am. J. Ophthalmol. 97 : 450-456

GORMLY DJ, GERSTEN M, KOPLIN RS, LUBKIN V (1988)

Corneal modeling
Cornea 7 (1) (1988): 30-35

GRABOW HB (1991)

Early results of 500 cases of no-stitch cataract surgery
J. Cataract. Refract. Surg. 17 Suppl. : 726-730

GULLSTRAND A (1911)

Die reflexlose Ophthalmoskopie
Knapp Arch. Augenheilk. 101, 1911 – Ber. 36. Vers. DOG. S. 51 und 374. – Zit. In
Helmholtz: Physiologische Optik, 3. Aufl., Bd. 1, S. 267

HÄBERLE H, ANDERS N, PHAM DT, WOLLENSAK J (1995)

Induced astigmatism in extracapsular cataract extraction with tunnel incision and
various wound closures
Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 207 : 176-179

HANSEN L (1997)

Augenheilkunde systematisch
Uni-Med Verlag

HARMS H, MACKENSEN G (1966)

Augenoperationen unter dem Mikroskop
Thieme Verlag, Stuttgart 1966

HARTINGER (1930)

Ein neues Photo-Keratoskop

Bericht Dtsch. Ophthalmol. Ges. 48. Zusammenkunft 1930, S. 360-364

HURLEY C, BARRY P (1996)

Combined endocapsular phacoemulsification, pars plana vitrectomy and intraocular lens implantation

J. Cataract. Refract. Surg. 22 : 462-466

JAMPEL HD, THOMPSON JT, NUNEZ M, MICHELS RG (1987)

Corneal astigmatic changes after pars plana vitrectomy

Retina 7 : 223-226

KELLY NE, WENDEL RT (1991)

Vitreous surgery for idiopathic macular holes: results of a pilot study

Arch. Ophthalmol. 109 : 654- 659

KNOLL H (1961)

Corneal contours in the general population as revealed by the photokeratoscope

Amer. J. Ophthalmol. 51 (1961) 113-140

KOENIG SB, MIELER WF, HAN DP, ABRAMS GW (1992)

Combined phacoemulsification, pars plana vitrectomy and posterior chamber lens insertion

Arch. Ophthalmol. 110 :1101-1104

LEYLAND MD, SCHULENBURG WE (1999)

Combined phacoemulsification-vitrectomy surgery: technique, indications and outcomes

Clin. Experiment. Ophthalmol. 13 (Pt 3a) : 348-352

LUCKE K, BOPP S (2001)

Erfahrungen nach über 2000 kombinierten IOL-Implantationen bei Vitrektomien
Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 218 (S1) : 11

MASSELON J, DE WECKER L (1882)

Centralbl. Prakt. Ärzte Bd. VI, 44

MC ELVANNEY AM, TALBOT EM (1997)

Posterior chamber lens implantation combined with pars plana vitrectomy
J. Cataract. Refract. Surg. 23 : 106-110

MORRIS (1935)

Zitat aus Ophthalmologisch optische Untersuchungsgeräte, Haugwitz
S. 76

PHAM DT, WOLLENSAK J (1992)

“No-stitch” cataract surgery as a routine procedure. Technique and experiences.
Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 200 : 639-643

PLACIDO A (1880)

Neue Instrumente
Zbl. Prakt. Augenheilk. 6 (1882) 30

ROTH A (1905)

Klin. Mbl. Augenheilk. 32 (1894)
256. – Dtsch. Militärärztl. Z. 1891
Centralbl. Prakt. Augenheilk. Bd. 29, 213

ROWSEY et al. (1991)

Corneal topography-Corneascope
Arch. Ophthalmol. 99 (1991) 1093-1100

ROWSEY JJ (1983)

Ten caveats in keratorefractive surgery

Ophthalmology 90 : 148-155

RUBY AJ, WILLIAMS DF, GRAND MG, et al. (1994)

Pars plana vitrectomy for treatment of stage 2 macular holes

Arch. Ophthalmol. 112 : 359- 364

SCHACHAT AP, OYAKAWA RT, MICHELS RG, RICE TA (1983)

Complications of vitreous surgery for diabetic retinopathy. II. Postoperative complications.

Ophthalmology 90 : 522-530

SCHARWEY K, PAVLOVIC S, JACOBI KW (1999)

Combined clear corneal phacoemulsification, vitreoretinal surgery and intraocular lens implantation

J. Cataract. Refract. Surg. 25 : 693-698

SCHMIDT J, NIETGEN GW, BRIEDEN S (1999)

Self-sealing, sutureless sclerotomy in pars plana vitrectomy

Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 215 : 247-251

SCHMIDT J, HÖRLE S (2001)

Skleratunnel versus Clear Cornea-Inzision bei kombinierter Phakoemulsifikation und Pars plana Vitrektomie

Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 218 (S1) : 12

SCHRADER WF, HAUPTMANN S, HAMBURGER G (1999)

Automobile driving capacity after retinal detachment surgery

Ophthalmologie 96 : 102-107

SENN P, SCHIPPER I, PERREN B (1995)

Combined pars plana vitrectomy, phacoemulsification and intraocular lens implantation in the capsular bag: a comparison to vitrectomy and subsequent cataract surgery as a two-step procedure

Ophthalmic. Surg. Lasers. 26 : 420-428

Uthoff W (1896)

Klin. Mbl. Augenheilk. Bd. 19, 404; Bd. 34, 219

VAN RIJ G, WARING GO (1984)

Changes in corneal curvature induced by sutures and incisions

Am. J. Ophthalmol. 98 : 773-783

WIRBELAUER C, HOERAUF H, ROIDER J, LAQUA H (1998)

Corneal shape changes after pars plana vitrectomy

Graefes. Arch. Clin. Ophthalmol. 236 : 822-828

7. Anhang

Patientenaufkleber

Patienteneinverständniserklärung

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient!

Bei Ihnen ist eine Vitrektomie geplant. Dabei wird bei Ihnen das Auge mit drei kleinsten Schnitten eröffnet, um die für die Operation notwendigen Instrumente in das Auge einführen zu können. Die drei kleinen Schnitte werden am Ende der Operation mit Nähten vernäht, welche sich innerhalb von drei Monaten von selbst wieder auflösen. Die Nähte führen zu einer vorübergehenden Stabsichtigkeit (Astigmatismus). Die kleinen Schnitte können parallel oder senkrecht zum Hornhautrand angeordnet sein. In einer Studie soll ermittelt werden, ob es zwischen parallel oder senkrecht verlaufendem Schnitt einen Unterschied im Ausmaß und in der Dauer der Stabsichtigkeit gibt. Vor Beginn der Operation wird per Los bestimmt, in welcher Richtung die Schnitte verlaufen sollen.

Zur Überprüfung des Ausmaßes der vorübergehenden Stabsichtigkeit und zur Ermittlung der Sehschärfe werden vor der Operation, 5 Tage nach der Operation, sowie 6 und 12 Wochen nach der Operation Nachuntersuchungen durchgeführt.

Hiermit erkläre ich mich bereit, dass bei mir die Schnitt- und Nahttechnik nach dem oben genannten Verfahren durchgeführt wird. Zu den Nachuntersuchungen stehe ich zur Verfügung. Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Es ist mir jederzeit möglich, mein Einverständnis ohne Nennung von Gründen zurückzuziehen, ohne dass mir dadurch ein Nachteil entsteht. Ich habe keine weiteren Fragen mehr.

Bemerkungen:

Datum:

Unterschrift des Patienten:

Datum:

Unterschrift des Arztes:

Herrn Priv.Doz. Dr. W. Schrader
danke ich für die Überlassung des Themas,
seine freundliche Unterstützung und Betreuung
der Arbeit sowie die Übernahme des Referates.

Bei Herrn Professor Dr. W. Waller bedanke ich
mich für die Übernahme des Korreferates.

Herrn A. Spahn vom Rechenzentrum
der Universität Würzburg danke ich für die Hilfe
bei der statistischen Auswertung der Daten.

CURRICULUM VITAE

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Bohnert
Vorname: Jennifer Annika
Geburtsdatum: 23. April 1976
Geburtsort: Heilbronn
Anschrift: Bahnhofstraße 24
97070 Würzburg
Familienstand: ledig

SCHULBILDUNG

1982 – 1984 Moorwegschule Wedel, Hamburg
1984 – 1986 Grundschule Isselhorst, Gütersloh
1986 – 1995 Evangelisch Stiftisches Gymnasium, Gütersloh
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

PRAKTIKA

10/2001 – 12/2001 Famulatur in der Klinik und Poliklinik für Mund-,
Kiefer-, Gesichtschirurgie der Universität Würzburg
12/2001 – 03/2002 Zahnärztlich-/ Chirurgische Famulatur in
Recife/ Brasilien

HOCHSCHULBILDUNG

05/1996 - ... Studium der Zahnmedizin an der Julius-Maximilians-
Universität Würzburg
04/1997 Naturwissenschaftliche Vorprüfung
09/1998 Zahnärztliche Vorprüfung
06/2001 Zahnärztliche Prüfung

ASSISTENZSTELLEN

05/2002 – 04/2003 Assistenz Zahnärztin in einer niedergelassenen
zahnärztlichen Praxis
05/2003 - ... Weiterbildungsassistentin Oralchirurgie

A. Bohnert