

Aus der Augenklinik der Kliniken Essen-Süd

Leitender Arzt: Prof. Dr. med. A. Scheider

**Die Goniotrepanation mit Justiernähten zur
post-operativen Steuerung des Intraokulardruckes**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Maria Mönch

aus

Dorsten

2010

**Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München**

Berichterstatter: Prof. Dr. med. A. Scheider

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Alexander Muacevic

**Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:**

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h. c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 11.11.2010

**Diese Arbeit ist meinen Eltern Maria und Eduard Böckmann und meinem
Mann Lars Mönch in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.**

Inhaltsverzeichnis

I. EINLEITUNG.....	7
II. GRUNDLAGEN.....	9
2.1 Physiologie des Augeninnendrucks	9
2.2 Anatomie der Papille	11
2.3 Visuelle Funktion bei Glaukom	13
2.4 Untersuchungstechniken	14
2.4.1 Tonometrie	14
2.4.2 Perimetrie	14
2.5 Definition und Klassifikation des Glaukoms	16
2.6 Glaukomschäden.....	18
2.6.1 Papillenschäden	18
2.6.2 Gesichtsfeldschäden	20
2.7 Anatomische Grundlagen der Glaukomchirurgie	21
2.8 Prinzip der Goniotrepanation.....	22
2.9 Mitomycin C.....	22
2.10 Justiernähte	23
2.11 Post-operative Komplikationen und deren Management.....	23
2.11.1 Flache Vorderkammer	23
2.11.2 Versagen der Filtration	24
2.11.3 Späte bakterielle Infektionen	25
III. MATERIAL UND METHODEN	26
3.1 Patientenkollektiv.....	26
3.2 Prä-operative Diagnostik.....	27
3.3 Prä-operative Vorbereitung	27
3.4 Intra-operative Daten	27
3.5 Post-operative Daten.....	29
IV. ERGEBNISSE	31
4.1 Altersstruktur zum Operationszeitpunkt	31
4.2 Prä-operativer Glaukomstatus.....	31
4.3 Prä-operative antiglaukomatöse Therapie.....	32

4.4 Anlage und Verbleib der Justiernähte	32
4.5 Tensionslage zum Zeitpunkt der Justiernahtentfernungen.....	34
4.6 Applikation von Mitomycin C.....	35
4.7 Post-operativer Tensionsverlauf	35
4.8 Erfolgsquote 1 Jahr post-operativ und Einsatz von Antiglaukomatosa.....	36
4.9 Post-operative Komplikationsrate	36
4.10 Revisionsarten	37
V. DISKUSSION	39
5.1 Indikationsstellung zur Operation.....	39
5.2 Post-operative Drucksenkung	40
5.3 Wirkung und Nebenwirkung von Mitomycin C.....	40
5.3.1 Komplikationen und Dosierungsempfehlungen für MMC in der Literatur	40
5.3.2 Reduktion der MMC bedingten Komplikationen bei gleichzeitigem Einsatz von JN	41
5.4 Druckregulierung durch Justiernähte.....	41
5.5 Senkung der post-operativen Komplikationsrate.....	43
5.5.1 Hypotonien und hypotoniebedingte Folgeerkrankungen.....	43
5.5.2 Endophthalmitis und Blebitis	44
5.5.3 Keratopathie	44
5.5.4 Versagen der Filtration	45
5.6 Durchführung von Revisionen	46
5.7 Post-operative Erfolgsquote	47
5.8 Konsens	48
VI. ZUSAMMENFASSUNG.....	49
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	50
LITERATURVERZEICHNIS	51
CURRICULUM VITAE.....	58

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Anatomie der Abflusskanäle	10
Abbildung 2: Verlauf der Nervenfasern an der Papille	11
Abbildung 3: Anatomie der retinalen Nervenfasern	12
Abbildung 4: Querschnitt durch die Papille	13
Abbildung 5: Prinzip der Goldmann-Appplanationstonometrie	14
Abbildung 6: Goldmann-Perimetrie	15
Abbildung 7: Humphrey-Perimeter-Ausdruck	16
Abbildung 8: Klassifikation der Glaukome aufgrund ihrer Ätiologie	17
Abbildung 9: Klassifikation der Glaukome nach den Mechanismen der Augendrucksteigerung	18
Abbildung 10: Progression des Glaukomschadens der retinalen Nervenfaserschicht	19
Abbildung 11: Fortschreiten des Glaukomschadens	20
Abbildung 12: Progression des Gesichtsfelddefektes	21
Abbildung 13: Skleraflap bei der Goniotrepanation	22
Abbildung 14: Intra-operative Situation mit Justiernahtanlage	28
Abbildung 15: Entfernung einer Justiernaht	29
Abbildung 16: Verteilung der Therapieschemata prä-operativ	32
Abbildung 17: Tensionslage zum Zeitpunkt der Justiernahtentfernung	34
Abbildung 18: Tensionsverlauf post-operativ	35
Abbildung 19: Erfolgsquote 1 Jahr post-operativ und Einsatz Antiglaukomatosa	36
Abbildung 20: Post-operative Komplikationsrate	37
Abbildung 21: Revisionsarten	38

I. Einleitung

Das Glaukom ist eine der häufigsten Ursachen der Erblindung in der gesamten Welt. Obwohl die Glaukome im höheren Lebensalter überwiegen, tritt die Erkrankung in ihren verschiedenen Erscheinungsformen in allen Teilbereichen der Gesellschaft mit erheblichen gesundheitlichen und ökonomischen Konsequenzen auf [36, 59].

Die chirurgische Therapie des Offenwinkelglaukoms ist indiziert, wenn der Zieldruck nicht erreicht wird oder der glaukomatöse Optikusschaden zunimmt sowie das Gesichtsfeld oder die visuelle Funktion abnehmen trotz maximal tolerierter antiglaukomatöser Therapie.

Der Zieldruck ist definiert als der Intraokulardruck, bei dem der glaukomatöse Optikusschaden nicht voranschreitet. Der Zieldruck muss individuell überprüft und angepasst werden. Aktuelle multizentrische, randomisierte Studien zeigen, dass eine Verminderung des Intraokulardruckes (IOD) sowohl das Risiko, an einem Glaukom zu erkranken, als auch die Progression der Erkrankung vermindern kann. Die Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study (CNTGS) untersucht den Effekt einer 30%-igen Reduktion des IOD auf die Progressionsrate eines Offenwinkelglaukoms mit Tensionswerten unter 24 mmHg. Es wird gezeigt, dass es bei einer 30%-igen Senkung des IOD, beobachtet über ein 5-Jahres-follow-up, nur bei 12% der behandelten Augen im Vergleich zu 35% bei den unbehandelten Augen zu einer Progression der Erkrankung kommt [19]. In der Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS) wird in einem 7-Jahres-follow-up gezeigt, dass es eine Art Dosis-Abhängigkeit zwischen dem IOD und dem Voranschreiten des Gesichtsfelddefektes gibt. In der Gruppe der Patienten mit einem mittleren IOD < 14 mmHg werden signifikant geringere Gesichtsfeldverschlechterungen als in der Gruppe mit einem mittleren IOD < 17,5 mmHg festgestellt [117].

Vor der Entscheidung zu einer operativen Therapie sollten neben dem IOD auch weitere Risikofaktoren für eine mögliche Progression der Erkrankung (Alter, Rasse, Geschlecht, Compliance, Diabetes mellitus) berücksichtigt werden [26, 37, 61, 118, 121]. Eine frühzeitige chirurgische Therapie muss gegebenenfalls erwogen werden, wenn die Compliance bei der medikamentösen Therapie nicht gegeben ist oder in Entwicklungsländern, in denen die Kosten für die medikamentöse Therapie diese nicht zulassen. Ist die Entscheidung einmal gefallen, muss eine sorgfältige prä-operative Diagnostik erfolgen, um das optimale chirurgische Verfahren auszuwählen.

Seit Jahrzehnten nimmt die Goniotrepanation eine führende Rolle in der chirurgischen Therapie des Offenwinkelglaukoms ein [80, 103]. 1909 beschrieben sowohl Elliot als auch Fergus eine antiglaukomatöse Filtrationsoperation, bei der die limbale Vorderkammeröffnung mit einem kleinen Trepan angelegt wird [28, 31]. Diese Technik wird in den darauf folgenden Jahren mehrfach modifiziert, um schwer wiegende post-operative Komplikationen zu minimieren. 1961 schlug Sugar erstmalig eine Deckung der antiglaukomatösen Öffnung im Limbus durch eine lamelläre Sklerapräparation vor [115]. Seit 1968 haben die gedeckten fistulierenden Glaukomoperationen [9, 14, 33, 128] die klassische Elliotsche Trepanation in der Behandlung aller Glaukomformen verdrängt [94]. Chen berichtet 1983 über den ersten Versuch, Mitomycin C als zusätzliches Chemotherapeutikum in der Glaukomchirurgie einzusetzen [12]. Seit Anfang der 90er Jahre wird durch den regelmäßigen Einsatz lokaler Antimetabolite, z.B. des Mitomycin C (MMC), die Fibrosierungsrate gesenkt. Gleichzeitig steigt das Risiko für Wundheilungsstörungen, Filterkisseninfektionen [23, 38, 39, 58, 65] oder einer Überfiltration [81] und damit einhergehender schwerwiegender Komplikationen bis hin zu choroidalen Hämorrhagien.

Als breiteste neue Strömung in der Glaukomchirurgie erweist sich die Viskokanalostomie nach Stegmann [113]. Bei dieser nicht-penetrierenden Technik wird das Trabekelmaschenwerk in seiner Integrität belassen. Aus diesem Grunde ist das Hypotonierisiko gering. In Eu-

ropa ersetzt die Viskokanalostomie die Goniotrepation bislang nicht, weil die bisherigen Studien für kaukasische Patienten eine geringere Effizienz zeigen als für afrikanische Patienten, und die Methode der Goniotrepation insgesamt bessere Ergebnisse zu erzielen scheint. Uns interessiert die Frage, ob die von uns im Rahmen der Goniotrepation mit überwiegend durchgeführter Mitomycin C-Applikation eingesetzten Justiernähte (JN) das Komplikationsrisiko senken, ohne die Effektivität zu reduzieren. Dabei wollen wir im Vergleich zur bisher veröffentlichten Literatur zu diesem Thema eine größere Patientengruppe untersuchen, um anhand eines größeren Patientenkollektivs fundiertere Aussagen bezüglich der kombinierten Wirksamkeit von Justiernähten und Mitomycin C treffen zu können.

Als Erster beschrieb Schaffer 1971 den Einsatz von Justiernähten in der Filtrationschirurgie [92]. Seitdem wurde die Methode vielfach modifiziert. Scherz führte 1996 die Technik in der Augenklinik Essen-Süd ein. Aufgrund hoher post-operativer Fibrosierungsraten ergänzte Scheider 1999 diese Methode durch den gleichzeitigen Einsatz von Mitomycin C, das ohne Justiernähte angewandt, die post-operative Komplikationsrate erhöht. Die Kombination mit Justiernähten soll neben einer einfachen post-operativen Steuerung des IOD die durch das MMC verursachten Komplikationen wieder reduzieren.

Raina und Tuli veröffentlichten 1998 Ergebnisse ihrer randomisierten prospektiven Studie. 15 goniotrepantierte Augen erhalten Justiernähte, 15 weitere permanente Nähte. Sie weisen für die Gruppe mit Justiernähten eine 10-fach geringere Vorderkammerabflachung und eine hoch signifikant geringere Hypotonierate am ersten post-operativen Tag nach. Die mittlere Absenkung des intraokularen Druckes (IOD) unterscheidet sich nicht. Nach einem Jahr ergibt sich eine bessere Erfolgsrate für die Gruppe mit Justiernähten [89].

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut:

- Kapitel II beschäftigt sich mit der Physiologie des Augeninnendrucks, der Anatomie der Papille, den Prinzipien der Glaukomdiagnostik, den Grundlagen der Glaukomerkrankung, dem Prinzip der Glaukomchirurgie und deren Komplikationen.
- Kapitel III gibt einen Einblick in das in der vorliegenden Studie untersuchte Patientenkollektiv, der zur Operation führenden Indikationsstellung, dem prä- und post-operativen Ablauf in der Klinik und der Operationstechnik der Goniotrepation mit MMC und JN.
- Kapitel IV stellt die in der Studie erhobenen Ergebnisse nach Merkmalen des Patientenkollektivs, OP-Besonderheiten, Tensionsverhalten, Erfolgsquote, post-operativen Komplikationen und Revisionsarten dar.
- Kapitel V vergleicht die in der Studie erzielten Ergebnisse mit der bisher zu diesem Thema veröffentlichten Literatur.

II. Grundlagen

Die wichtigste Voraussetzung, um Glaukomschäden zu erkennen und im Verlauf zu beurteilen, ist die Kenntnis über den normalen Aufbau der Papille und der visuellen Funktion des Auges. Weiterhin werden im nachfolgenden Kapitel die der Glaukomdiagnostik spezifisch zugeordneten Untersuchungsmethoden beschrieben. Da verschiedene Glaukomarten in der Studie ausgewertet werden, wird die Definition und Klassifikation des Glaukoms erläutert. Abschließend werden typische Glaukomschäden aufgelistet und das Prinzip der Goniotripanation mit möglichen konsekutiven Komplikationen dargestellt.

2.1 Physiologie des Augeninnendrucks

Der Augeninnendruck wird von der Rate der Kammerwassersekretion und der Rate des Kammerwasserabflusses bestimmt.

Das Kammerwasser wird aktiv vom nicht pigmentierten Epithel der Ziliarkörperprozesse der Pars plicata des Ziliarkörpers sezerniert. Der Ziliarkörper besteht aus der anterioren Pars plicata und der posterioren Pars plana. Die Pars plicata enthält ca. 70 radiär angeordnete Ziliarkörperprozesse, die von einer Pigmentepithelschicht, welche in das retinale Pigmentepithel übergeht, und einer nicht pigmentierten Epithelschicht, die sich in die Neuroretina fortsetzt, gebildet wird. Tight-junctions zwischen den benachbarten, nicht pigmentierten Epithelzellen bilden die Blut-Kammerwasser-Schranke. Die Sezernierung von Kammerwasser ist abhängig von Enzymsystemen, v.a. der Na^+/K^+ -ATPase-Pumpe. Diese sezerniert Na^+ -Ionen in die Hinterkammer. Wasser folgt dem osmotischen Gradienten passiv. Die Karboanhydrase spielt auch eine bisher in ihrem Wirkmechanismus noch nicht geklärte Rolle. Die Kammerwasserproduktion wird von den aktiven Metabolismus hemmenden Faktoren, wie einer Hypoxie oder einer Hypothermie, gehemmt. Sie ist aber unabhängig von der Höhe des Intraokulardruckes (IOD).

Das Kammerwasser fließt von der hinteren Kammer durch die Pupille in die Vorderkammer und verlässt das Auge von dort zu 90% über die trabekuläre (konventionelle) Route und zu 10% über die uveosklerale (unkonventionelle) Route.

Das Trabekelwerk ist eine siebartige Struktur im Kammerwinkel, die aus dem uvealen, dem korneoskleralen und dem endothelialen Maschenwerk besteht. Der uveale Anteil bildet die innerste Schicht, die von der Iriswurzel bis zur Schwalb-Linie reicht. Dieser Anteil bildet aufgrund der relativ großen intertrabekulären Räume der Kammerwasserpassage wenig Widerstand. Der mittlere, korneosklerale Anteil zieht vom Sklerasporn bis zur Schwalb-Linie. Das endotheliale Maschenwerk ist der äußere Anteil und verbindet das korneosklerale Maschenwerk mit dem Endothel, der inneren Wand des Schlemm-Kanals. Der Hauptanteil des Kammerabflusswiderstandes wird hier gebildet.

Der Schlemm-Kanal ist ein Kanal in der perilibalen Sklera und erstreckt sich über die gesamte Hornhautzirkumferenz. Die innere Wand besteht aus unregelmäßigen, spindelförmigen Endothelzellen, die Riesenvakuolen enthalten. Die äußere Wand wird von glatten, flachen Zellen begrenzt und enthält die Öffnungen der Sammelkanäle, die den Kanal verlassen und eine direkte oder indirekte Verbindung zu den episkleralen Venen haben.

In Abbildung 1 ist die Anatomie der Abflusskanäle dargestellt. Folgende Strukturen werden gezeigt:

- a) uveales Maschenwerk,
- b) korneosklerales Maschenwerk,
- c) Schwalb-Linie,
- d) Schlemm-Kanal,
- e) Sammelkanäle,
- f) longitudinaler Muskel des Ziliarkörpers,
- g) Sklerasporn.

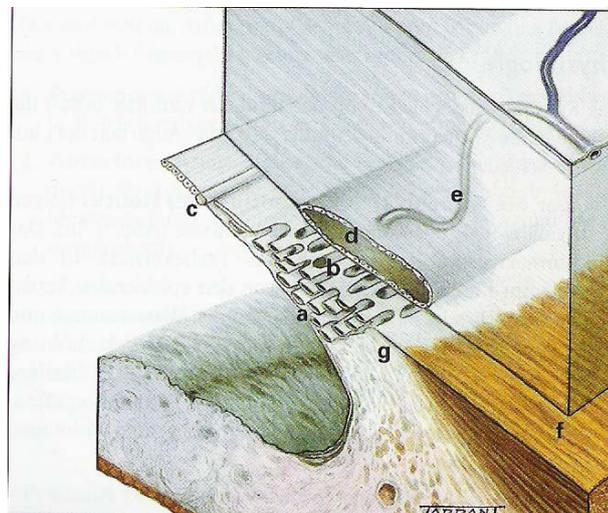
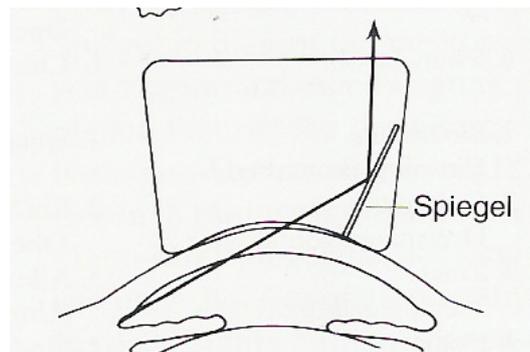


Abbildung 1: Anatomie der Abflusskanäle [49]

Bei der trabekulären Route fließt das Kammerwasser durch das Trabekelwerk in den Schlemm-Kanal und wird dann von den episcleralen Venen drainiert. Diese Route ist abhängig von den Wassermengen und dem ausgeübten Druck, so dass eine Druckerhöhung zu einer Erhöhung des Abflusses führt. Die uveosklerale Route führt über die Ziliarkörpervorderseite in den suprachoroidalen Raum und wird über die venöse Zirkulation in Ziliarkörper, Chorioidea und Sklera drainiert.

Die Rate des Kammerwasserabflusses hängt vom Widerstand in den Abflusskanälen und der Höhe des episcleralen Venendruckes ab. Sie ist proportional der Differenz von Augeninnendruck und episcleralen Venendruck, was folgender Formel entspricht:

$$F = C(P_o - P_e),$$

wobei gilt

- F: Rate des Kammerwasserabflusses (2 μ l/min),
- C: Leichtigkeit des Kammerwasserabflusses (normal 0,2 μ l/min pro mmHg),
- P_o: IOD in mmHg,
- P_e: episkleraler Venendruck (normal 10 mmHg).

Der Augeninnendruck liegt im Allgemeinen zwischen 11-21mmHg. Obwohl es keinen Grenzwert gibt, wird 21 mmHg als obere Grenze des Normalen angesehen. Bei einigen Patienten können aber bereits bei einem Druck < 21 mmHg Glaukomschäden beobachtet werden, während andere Patienten unbeschadet Werte bis 30 mmHg haben können.

Der normale Augeninnendruck ändert sich im Tagesverlauf, mit dem Herzschlag, dem Blutdruck und der Atmung. Tagesdruckkurven sind variabel mit der Tendenz, am Morgen höher zu sein als am Nachmittag oder Abend. Normale Augen haben zirkadiane Schwankungen von fünf mmHg. Augen mit okulärer Hypertension oder Glaukom haben höhere Fluktuationen, wobei die größten Druckspitzen nachts um 24 Uhr im Liegen erreicht werden [129]. Dies ist durch den hydrostatischen Druck bedingt und zeigt eine mangelhafte Regulation des fluid shifts bei Glaukompatienten [55]. Deswegen ist die Durchführung von Tagesdruckprofilen sehr sinnvoll in der Diagnostik des Glaukoms, um den vollen Umfang des erhöhten Augeninnendrucks und die damit verbundene Gefahr der Papillenschädigung zu ermitteln.

2.2 Anatomie der Papille

Die retinalen Nervenfasern aus dem peripheren Fundus verlaufen tief in der Nervenfaserschicht, d.h. näher am Pigmentepithel, und nehmen in der Papille den oberflächlichen Teil ein. Parapapilläre Nervenfasern verlaufen oberflächlich in der Nervenfaserschicht, d.h. näher am Glaskörper, und bilden den zentralen, tiefen Anteil des N. opticus.

Abbildung 2 zeigt den relativen Verlauf der Nervenfasern im Bereich der Papille: (rot) peripher; (blau) äquatorial; (schwarz) zentral.

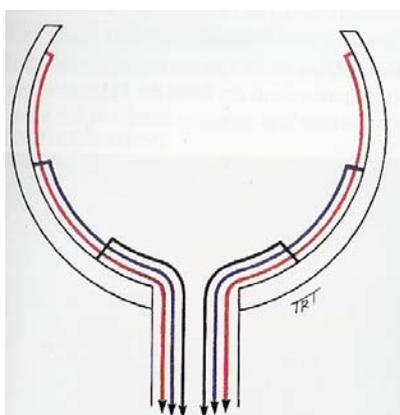


Abbildung 2: Verlauf der Nervenfasern an der Papille [49]

In der Netzhaut ist die Anordnung folgendermaßen: Fasern aus der Macula verlaufen im papillomakulären Bündel gerade zur Papille, Fasern der nasalen Retina verlaufen ebenfalls gerade zur Papille und Fasern aus der temporalen Macula nehmen einen bogenförmigen Verlauf um das papillomakuläre Bündel zur Papille. Die bogenförmigen Fasern sind beim Glaukom am stärksten gefährdet. Die Fasern aus dem papillomakulären Bündel sind am unempfindlichsten.

Die Anatomie der retinalen Fasern stellt Abbildung 3 dar.

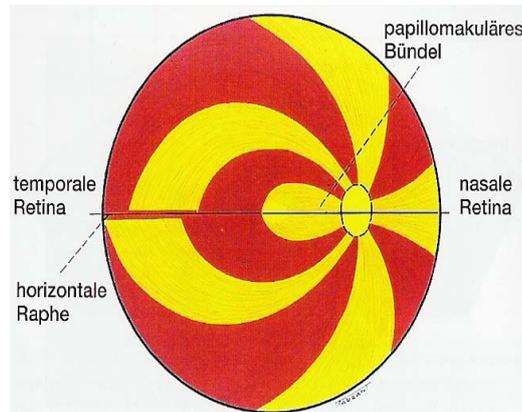


Abbildung 3: Anatomie der retinalen Nervenfasern [49]

Über den Sklerakanal verlassen die Nervenfasern das Auge. Er hat einen durchschnittlichen vertikalen Durchmesser von 1,75 mm, der aber im Verhältnis zur Papillengröße und zur Bulbusgröße steht.

Die Lamina cribrosa besteht aus einer Serie von Platten aus kollagenem Bindegewebe, die über dem hinteren Skleraforamen liegen und 200-400 Öffnungen haben, die Nervenfaserbündel enthalten. Die breitesten Poren sind am oberen und unteren Pol sanduhrartig verteilt. Diese enthalten die breiten Fasern, die bei einem Glaukom am stärksten gefährdet sind. Die oberflächlichen Poren sind als graue Punkte in der Exkavation zu sehen. Das Erscheinungsbild der Poren korreliert mit dem Schweregrad des Glaukomschadens.

Die Exkavation ist eine blasse Grube im Zentrum der Papille, in der sich kein Nervengewebe befindet. Die Blässe der Exkavation basiert auf der Exposition der Lamina cribrosa und dem fehlenden Gliagewebe im Zentrum. Die Größe der Exkavation steht im Verhältnis zur Größe der Papille.

Die Nervenfaserschicht ist die oberflächlichste Schicht und wird von Astrozyten gestützt. Die prälaminiäre Schicht besteht aus Sehnervenfasern, die im Winkel posterior von der Netzhaut kommen und nur in der zentralen Exkavation zu sehen sind. Die laminäre Schicht besteht aus der Lamina cribrosa, durch deren Öffnungen die Nervenfasern passieren. Die postlaminiäre Schicht besteht aus dem Sehnerven hinter der Lamina cribrosa. Die Nervenfasern sind ab hier von Myelinscheiden umgeben.

In Abbildung 4 wird der Querschnitt durch die Papille schematisiert. Die folgenden Bezeichnungen werden zur Abkürzung in Abbildung 4 verwendet:

- (A) kleine, physiologische Exkavation
 - a = prälaminiäre Schicht
 - b = laminäre Schicht
 - c = postlaminiäre Schicht
- (B) große, physiologische Exkavation
- (C) randständige glaukomatöse Exkavation.

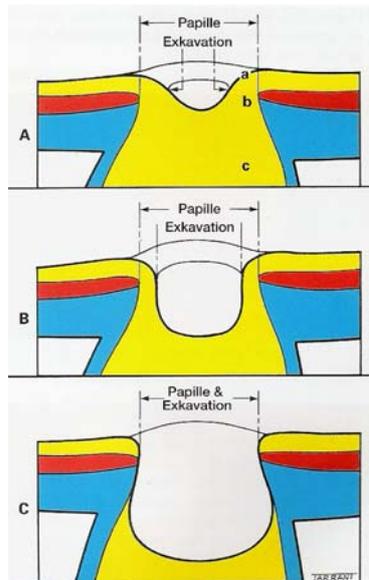


Abbildung 4: Querschnitt durch die Papille [49]

Die Cup-/Disc-Ratio (das Exkavations-/Papillenverhältnis; CDR) gibt den Durchmesser der Exkavation an und wird im horizontalen und vertikalen Meridian bestimmt. Das Verhältnis ist genetisch bedingt und hängt auch von der Papillenfläche ab. Die meisten normalen Augen haben eine CDR von 0,3 oder weniger. Nur 2% haben eine CDR von mehr als 0,7 und sind deshalb verdächtig, obwohl sie nicht notwendigerweise pathologisch sein muss. Eine Asymmetrie von 0,2 gilt solange als verdächtig, bis ein Glaukom ausgeschlossen worden ist.

Der neuroretinale Randsaum ist das Gewebe zwischen dem äußeren Rand der Exkavation und dem Papillenrand. Normalerweise ist er orange- oder rosafarben. Der inferiore Rand ist am breitesten, gefolgt vom superioren, nasalen und temporalen (ISNT-Regel). Eine pathologische Exkavation entsteht durch den irreversiblen Verlust von Nervenfasern, Gliazellen und Blutgefäßen. Aufgrund dieses Verteilungsmusters ist die vertikale CDR (vCDR) diagnostisch aussagekräftiger als die horizontale CDR und zur Früh- und Verlaufsbeurteilung gut geeignet.

Die Blutgefäße im N. opticus treten zentral in die Papille ein und verlaufen dann am Rand der Exkavation nach nasal. Die Zentralarterie liegt meistens nasal der Vene.

2.3 Visuelle Funktion bei Glaukom

Das Gesichtsfeld wird von Tranquair als „Insel des Sehens umgeben von einem Meer der Blindheit“ beschrieben. Es ist eine dreidimensionale Struktur. Diese Struktur kann durch quantitative Bestimmung gleicher Lichtempfindlichkeit entlang von Höhenlinien (Isopteren) auf verschiedenen Ebenen des „Gesichtsfeldberges“ oder durch die Messung der absoluten Höhe des „Gesichtsfeldberges“ an den verschiedenen Punkten (Lichtunterschiedsempfindlichkeit) beschrieben werden. Die Außengrenzen liegen bei folgenden Werten: oben 50°, nasal 60°, inferior 70° und temporal 90°. Die Sehschärfe ist auf der Spitze des Gesichtsfeldberges am besten. Dieses entspricht der Fovea. Zur Peripherie hin nimmt sie kontinuierlich ab, nasal steiler als temporal. Der blinde Fleck, welcher der Stelle des Sehnerveneintrittes in das Auge entspricht, liegt temporal zwischen 10° und 20°.

2.4 Untersuchungstechniken

2.4.1 Tonometrie

Die Tonometrie ist die objektive Messung des Augeninnendrucks, häufig auf Kraft basierend, die erforderlich ist, um die Hornhaut zu applanieren (abzuflachen) oder auf dem Ausmaß der Hornhauteindellung durch feste Kraft. Die Applanationstonometrie beruht auf dem Imbert-Fick-Prinzip, das besagt, dass bei einer idealen, trockenen, dünnwandigen Kugel der Druck in der Kugel (P) der Kraft gleicht, die erforderlich ist, um ihre Oberfläche abzuflachen (F), geteilt durch das abgeflachte Areal (A) ($P=F/A$). Der Augeninnendruck ist proportional zu dem Druck, der auf das Auge ausgeübt wird und der Dicke der Bulbuswände, d.h. der Hornhautdicke, die unterschiedlich sein kann. Das menschliche Auge ist keine ideale Kugel, die Hornhaut ist rigide und die kapilläre Adhäsion des Tränenfilms tendiert dazu, den Messkolben des Tonometers zur Hornhaut zu ziehen. Die kapilläre Adhäsion und die Hornhautrigidität heben sich gegenseitig auf, wenn die applanierte Fläche einen Durchmesser von 3,06 mm hat, wie es bei dem Goldmann-Tonometer der Fall ist. Es ist ein Tonometer mit variabler Kraft und einem Doppelprisma als Messkolben. In Abbildung 5 ist das Prinzip der Applanationstonometrie dargestellt.

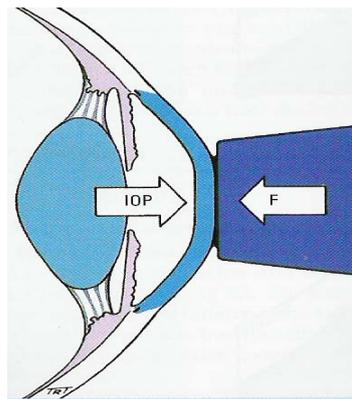


Abbildung 5: Prinzip der Goldmann-Applanationstonometrie [49]

2.4.2 Perimetrie

Die Perimetrie ist die Untersuchung des Gesichtsfeldes. Wenn die Größe und die Leuchtdichte eines Stimulus herabgesetzt werden, ist das Gebiet, in dem er wahrgenommen wird, kleiner, so dass eine Serie immer kleiner werdender Kreislinien entsteht, die man als Isopteren bezeichnet. Diese gleichen den Höhenlinien einer Karte, die ein Gebiet, indem ein Ziel einer bestimmten Größe sichtbar ist, umschließen.

Ein Skotom ist ein Gebiet mit einem Sehverlust, umgeben von einem Gebiet mit erhaltenem Sehvermögen. Bei einem absoluten Skotom besteht ein vollständiger Sehverlust und selbst die größte und hellste Prüfmarke wird nicht wahrgenommen. Bei einem relativen Skotom besteht ein partieller Sehverlust, bei dem hellere und größere Marken gesehen werden können.

Die Leuchtdichte ist die Intensität der Helligkeit eines in Apostilb (asb) gemessenen Lichtstimulus.

Die Lichtunterschiedsempfindlichkeit ist ein Maß für die Sensibilität des Auges, den Unterschied zwischen den Leuchtdichten eines Stimulus und der Hintergrundleuchtdichte zu erkennen.

Die Schwellenleuchtdichte ist die Leuchtdichte eines Stimulus, bei der die Wahrnehmungswahrscheinlichkeit bei 50% liegt. Die individuelle Schwellenleuchtdichte wird bestimmt, indem die Intensität der Prüfmarke schrittweise in 0,1 log Einheiten erhöht wird. Das menschliche Auge benötigt ungefähr eine 10%-ige Änderung der Helligkeit, um den Unterschied zwischen zwei Stimuli wahrnehmen zu können.

Die kinetische Perimetrie ist eine zweidimensionale Beurteilung der Grenzen des Gesichtsfeldbergs. Eine bewegliche Prüfmarke bekannter Leuchtdichte und Größe wird von einem Gebiet aus, in dem nicht gesehen wird, solange dem Gebiet, in dem gesehen wird, angenähert, bis sie wahrgenommen wird. Die Prüfmarke wird mit konstanter Geschwindigkeit in verschiedenen Uhrzeiten bewegt und der Punkt, an dem sie wahrgenommen wird, auf der Karte markiert. Durch die Verbindung der Punkte entlang der Meridiane wird eine Isoptere für diese Stimulusintensität gezeichnet. Mit Prüfmarken unterschiedlicher Intensität kann eine Höhenlinienkarte des Gesichtsfeldes gefertigt werden. Die kinetische Perimetrie ist mit einfacher Konfrontation, dem Tangentenschirm und dem Goldmann-Perimeter durchführbar. Abbildung 6 zeigt ein Beispiel für eine manuelle, kinetische Perimetrie, wobei zwei vollständige Isopteren (I/2 und I/4) und eine dritte partielle Isoptere (V/4) in der nasalen Peripherie dargestellt werden. Der blinde Fleck wird mit der Prüfmarke I/2 bestimmt.

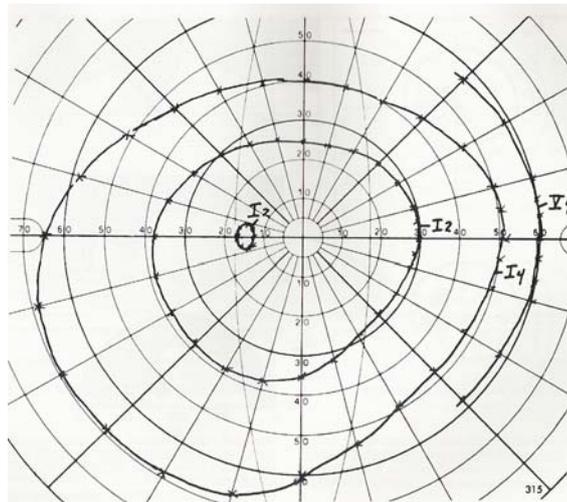


Abbildung 6: Goldmann-Perimetrie [101]

Die statische Perimetrie ist eine dreidimensionale Untersuchung der Höhe (Lichtunterschiedsempfindlichkeit) eines vorher bestimmten Areals des Gesichtsfeldbergs. Bei der statischen Perimetrie wird eine unbewegliche Prüfmarke in derselben Position mit unterschiedlicher Leuchtdichte präsentiert, um eine vertikale Grenze des Gesichtsfeldes zu erhalten. Die überschwellige Perimetrie wird vorwiegend für das Screening eingesetzt. An verschiedenen Orten werden Prüfmarken mit Leuchtdichteleven präsentiert, die über der erwarteten Schwelle liegen. Gesehene Prüfmarken zeigen eine grob normale Sehfunktion an, während nicht gesehene ein Gebiet mit herabgesetzter visueller Empfindlichkeit reflektieren. Die Schwellenperimetrie wird für die detaillierte Beschreibung des Gesichtsfeldbergs verwendet. Die Schwellenleuchtdichte wird an verschiedenen Orten des Gesichtsfeldes ermittelt und mit im Alter passenden „Normalwerten“ verglichen. Das Humphrey-Perimeter zählt hierzu. Abbildung 7 zeigt den Ausdruck eines Humphrey-Perimeters mit einem nicht glaukomspezifischen Gesichtsfelddefekt. In Kapitel 2.6.2 wird ein Gesichtsfeld mit typischen glaukomatösen Defekten dargestellt. Reliabilitätsindizes reflektieren den Grad der Zuverlässigkeit der Patientenergebnisse (a). Die numerische Wiedergabe gibt die Schwellen (dB) aller getesteten Punkte an (b). Die Grauskala bei der eine abnehmende Empfindlichkeit einen dunkleren Ton repräsentiert,

ist am einfachsten zu interpretieren (c). Die totale Deviation repräsentiert die Abweichung der Patientenergebnisse von einer im Alter passenden Kontrollgruppe. Die obere numerische Darstellung (d) illustriert den Unterschied in dB und die untere Darstellung (f) stellt diese Unterschiede als graue Symbole dar. Die Musterabweichung (e und g) gleicht der totalen Abweichung. Die Wahrscheinlichkeitswerte, welche die Signifikanz der Defekte anzeigen, werden mit <5%, <2%, <1% und <0,5% angegeben (h). Globale Indizes (i) summieren die Ergebnisse zu einer einzigen Zahl und werden prinzipiell zur Darstellung der Progression des Glaukomschadens und nicht für die initiale Diagnose verwendet.

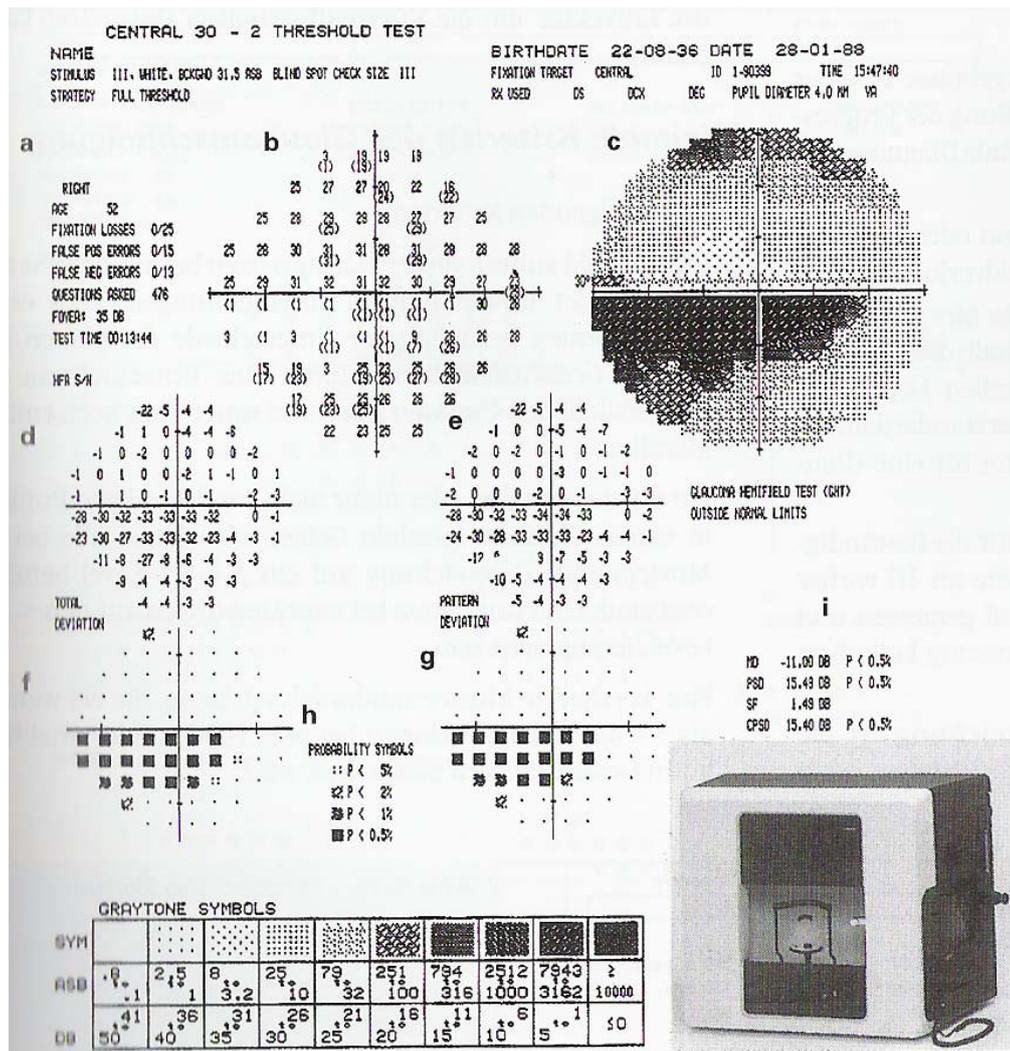


Abbildung 7: Humphrey-Perimeter-Ausdruck [49]

2.5 Definition und Klassifikation des Glaukoms

Das Glaukom ist eine Optikusneuropathie mit einem charakteristischen Papillenbefund und besonderen Mustern von Gesichtsfelddefekten, die häufig, aber nicht ausschließlich, mit einem erhöhten Augeninnendruck einhergeht [49].

Die beiden gebräuchlichsten Klassifikationen orientieren sich an der Ätiologie der zugrunde liegenden Ursachen für die Störung der Kammerwasserdynamik und den Mechanismen, die im Kammerwinkel zu einem Anstieg des Augeninnendrucks führen. Ein Glaukom kann au-

ßerdem primär oder sekundär sein, dies ist abhängig vom Fehlen oder Vorhandensein zum Augeninnendruckanstieg beitragender, assoziierter Faktoren. Primäre Glaukome sind typischerweise beidseitig, und es besteht eine mögliche genetische Abhängigkeit. Es fehlen assoziierte Faktoren, die zum Glaukom führen. Sekundäre Glaukome sind dadurch charakterisiert, dass sie mit anderen Augenerkrankungen oder Allgemeinerkrankungen einhergehen, die zu einer veränderten Kammerwasserdynamik führen. Sie können ein- oder beidseitig auftreten, vererbt oder erworben sein. Eine dritte Gruppe sind die entwicklungsbedingten Glaukome, die zuweilen von primären und sekundären Glaukomformen abgegrenzt werden. Eine Fehlentwicklung im Kammerwinkel führt zu einem erhöhten Abflusswiderstand. Die Einteilung der Glaukome aufgrund ihrer Ätiologie spiegelt Abbildung 8 wieder.

- A. Primäre Glaukome
 - 1. Primäres Offenwinkelglaukom
 - 2. Primäres Winkelblockglaukom
- B. Entwicklungsbedingte Glaukome
 - 1. Primär kongenitales Glaukom
 - 2. Entwicklungsbedingte Glaukome mit weiteren Anomalien
- C. Sekundärglaukome
 - 1. Glaukom bei primären Veränderungen des Hornhautendothels
 - 2. Glaukom bei Veränderungen der Iris
 - 3. Glaukom bei Veränderungen der Linse
 - 4. Glaukom bei Veränderungen von Netzhaut, Glaskörper, Aderhaut
 - 5. Glaukom bei erhöhtem episkleralen Venendruck
 - 6. Glaukom bei intraokularen Tumoren
 - 7. Glaukom bei intraokularen Entzündungen
 - 8. Steroidglaukom
 - 9. Glaukom bei intraokularen Blutungen
 - 10. Glaukom nach Augenverletzungen
 - 11. Glaukom nach operativen Eingriffen

Abbildung 8: Klassifikation der Glaukome aufgrund ihrer Ätiologie

Häufig ist die Erhöhung des Augeninnendrucks bei allen Glaukomformen auf eine Zunahme des Abflusswiderstandes zurückzuführen. Die verschiedenen Mechanismen können in Glaukomformen mit offenem und geschlossenem Kammerwinkel eingeteilt werden [5]. Bei den Offenwinkelglaukomen findet sich, wie der Name bereits vorgibt, ein offener Kammerwinkel. Der erhöhte Abflusswiderstand liegt bei diesen Fällen in einer direkten Veränderung der Abflussstrukturen, deren Ursache entweder primär, sekundär oder entwicklungsbedingt ist. Bei den primären Offenwinkelglaukomen liegt die Veränderung im Trabekelmaschenwerk. Die sekundären Offenwinkelglaukome können je nach Mechanismus der Abflussverlegung aufgeteilt werden. Bei der prätrabekulären Form können Membranen an der vorderkammerwärts gelegenen Seite des Trabekelmaschenwerkes den Abfluss bei sonst offenem Kammerwinkel verlegen. Bei der trabekulären Form liegt die Veränderung innerhalb des Maschenwerkes. Zellen, Pigment oder Fibrin können akkumulieren. Weiterhin kann das Maschenwerk ödematös oder fibrosiert sein. Bei der posttrabekulären Form liegt die Veränderung entweder im Schlemm-Kanal, den intraskleralen Abflusskanälchen oder den episkleralen Venen.

Bei den Winkelblockglaukomen ist die Vorderkammer flach und der Kammerwasserabfluss durch die Iriswurzel blockiert. Eingeteilt werden sie nach der zugrunde liegenden Ätiologie. Die Ursachen für einen primären Winkelblock sind bisher noch nicht im Detail geklärt. Die sekundären Winkelblockglaukome werden in eine anteriore Form, bei der die periphere Iris bis zur Anlagerung an das Trabekelwerk durch Schrumpfungen/Narben nach vorne gezogen

wird, und in eine posteriore Form, bei der das Irisdiaphragma durch erhöhten Druck in der hinteren Augenkammer nach vorne geschoben wird, eingeteilt.

Abbildung 9 zeigt die Einteilung der Glaukome nach den Mechanismen der Augendrucksteigerung.

- I. Offenwinkelglaukome
 - A. Primäre Offenwinkelglaukome
 - B. Sekundäre Offenwinkelglaukome
 - 1. Prätrabekuläre Formen (Membranen)
 - 2. Trabekuläre Formen
 - a) Akkumulation von extrazellulärem Material
 - b) Strukturelle Veränderungen
 - 3. Posttrabekuläre Formen
 - C. Entwicklungsbedingte Offenwinkelglaukome
 - 1. Primär kongenitales Glaukom
 - 2. Entwicklungsbedingte Glaukome mit weiteren Anomalien
- II. Winkelblockglaukome
 - A. Primäres Winkelblockglaukom
 - B. Sekundäres Winkelblockglaukom
 - 1. Anteriore Formen („Zugwirkung“)
 - 2. Posteriore Formen („Schubwirkung“)
 - a) Mit Pupillarblock
 - b) Ohne Pupillarblock
 - c) Entwicklungsbedingte Winkelblockglaukome

Abbildung 9: Klassifikation der Glaukome nach den Mechanismen der Augendrucksteigerung

2.6 Glaukomschäden

2.6.1 Papillenschäden

Ein Glaukom führt zu Schäden an der retinalen Nervenfaserschicht, der Papille und dem papillären Gebiet. Defekte in der retinalen Nervenfaserschicht gehen den feststellbaren Papillen- und Gesichtsfeldveränderungen voraus. Es können sich schlitzförmige oder keilförmige Defekte zeigen. Im Endstadium des Glaukoms besteht eine vollständige Atrophie der Nervenfaserschicht, die durch eine komplette Freilegung der größeren retinalen Blutgefäße gekennzeichnet ist. Die Progression des Glaukomschadens der retinalen Nervenfaserschicht ist in Abbildung 10 dargestellt.

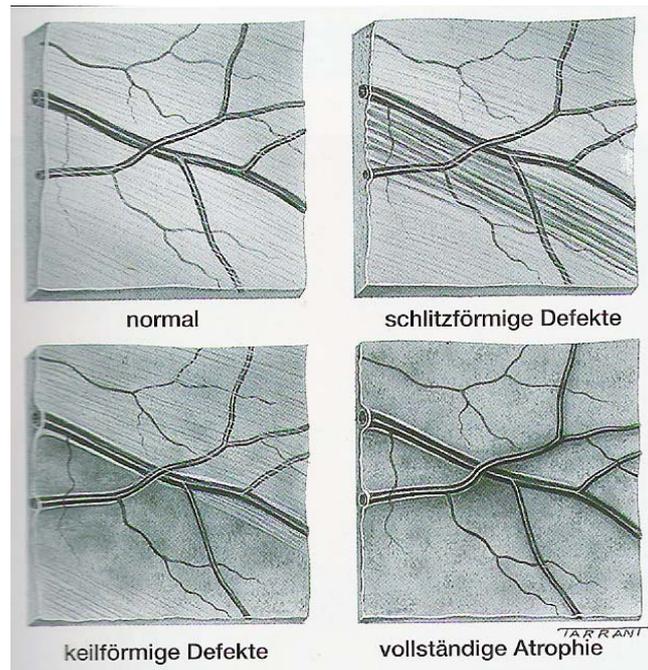


Abbildung 10: Progression des Glaukomschadens der retinalen Nervenfaserschicht [49]

Beim Papillenschaden vergrößert sich die physiologische Exkavation der Papille. Große Exkavationen müssen aber nicht pathologisch sein. Der Papillenbefund kann folgendermaßen klassifiziert werden:

- Eine Typ-I- (fokal ischämische) Papille zeigt einen umschriebenen Gewebeverlust am oberen und/oder unteren Pol (Kerbe).
- Eine Typ-II- (myop-glaukomatöse) Papille ist durch Kerben im Randsaum und einem großen temporalen Halbmond ohne degenerative Myopie charakterisiert.
- Eine Typ-III- (senil-sklerotische) Papille ist durch eine flache, schüsselförmige Exkavation und einem langsam ansteigenden neuroretinalen Randsaum und eine parapapilläre Atrophie gekennzeichnet.
- Eine Typ-IV- (konzentrische Vergrößerung) Papille entsteht durch einen diffusen Nervenfaserverlust. Er führt zu einer gleichmäßig vergrößerten, runden Exkavation ohne umschriebene Verschmälerung des neuroretinalen Randsaums.

Abbildung 11 zeigt das Fortschreiten der Papillenveränderungen:

- a) normale, physiologisch exkavierte Papille,
- b) konzentrische Vergrößerung und Zunahme der CDR auf 0,5,
- c) inferotemporale Vergrößerung der Exkavation, Papillenrandblutung,
- d) Ausdehnung der Exkavation nach oben,
- e) fortgeschrittene Exkavation mit vollständigem Verlust des superioren, inferioren und temporalen Papillengewebes,
- f) randständige Papillenexkavation mit kompletter Zerstörung des neuralen Papillengewebes.

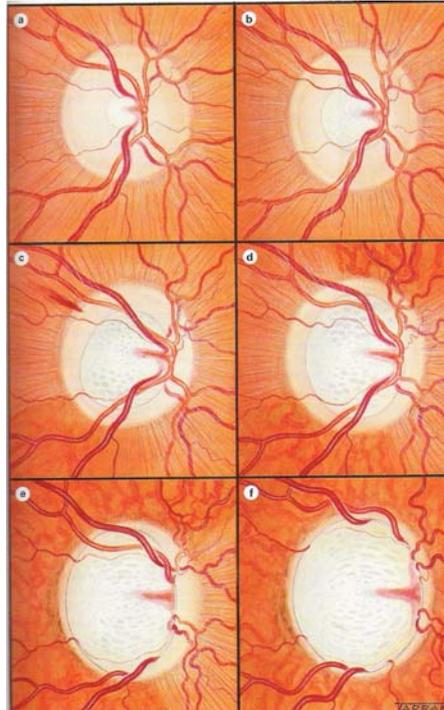


Abbildung 11: Fortschreiten des Glaukomschadens [49]

Zwischen einer parapapillären Atrophie und dem Glaukom besteht eine Korrelation. Die Atrophie kann in zwei Zonen aufgeteilt werden: innere Zone Beta, die an den Papillenrand grenzt und die sie umgebende Zone Alpha. Die Zone Beta stellt eine chorioretinale Atrophie mit Sicht auf die Sklera und die großen Aderhautgefäße dar. Diese Zone ist bei Patienten mit primär chronischem Offenwinkelglaukom größer und häufiger zu beobachten als bei Normalpatienten. Die Zone Alpha tritt bei Patienten mit Offenwinkelglaukom und Normalpatienten gleich häufig auf, ist aber bei Glaukompatienten größer.

2.6.2 Gesichtsfeldschäden

Die frühesten Veränderungen, die für ein Glaukom sprechen, sind eine vermehrte Variabilität der Antworten in Gebieten, die schließlich Defekte entwickeln. 70% aller frühen Gesichtsfelddefekte sind parazentrale, kleine, am häufigsten superonasal gelegene Defekte. Da die Defekte dem Nervenfaserverlauf entsprechen, enden sie an der Horizontalen. Ein bogenförmiger Defekt entwickelt sich aus der Verschmelzung parazentraler Skotome. Typischerweise liegen sie 10° - 20° der Fixation und sind nach unten oder oben gerichtete Ausläufer vom blinden Fleck um die Fixation (Bjerrum-Skotom). Bei Verlängerung nehmen sie den Verlauf der bogenförmigen Nervenfasern (Seidel-Skotom) und können sich schließlich mit dem blinden Fleck verbinden (Bogenskotom). Die Bogenskotome können sich in der oberen und unteren Hälfte verbinden und es entwickelt sich ein Ringskotom. Endstadien sind durch eine kleine zentrale Sehinsel und eine temporale Insel gekennzeichnet. Die folgende Abbildung 12 zeigt eine Progression eines Gesichtsfelddefektes über 1,5 Jahre (Ausgangsbefund 04/99, 08/2000, 10/2001).

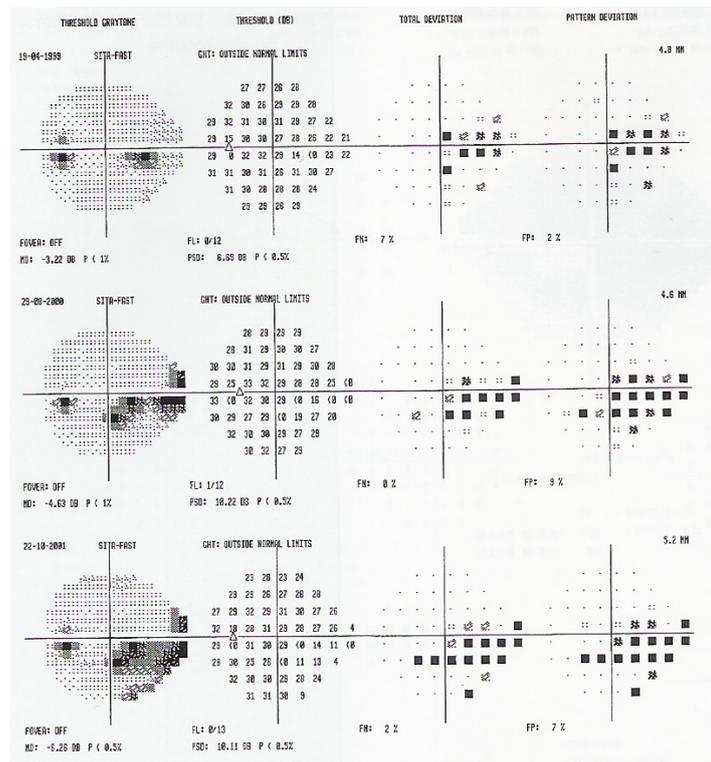


Abbildung 12: Progression des Gesichtsfelddefektes [49]

2.7 Anatomische Grundlagen der Glaukomchirurgie

Die Filtrationschirurgie wird am chirurgischen Limbus durchgeführt [63]. Der anatomische Limbus liegt an der Grenze zwischen dem Ende der Bowman-Membran und der äußeren Skleraschicht. Diese Marke liegt ungefähr 0,5 mm anterior der Insertion von Bindehaut und Tenon-Kapsel. Die Bindehaut und die Tenonkapsel bedecken den Limbus. Bei der operativen Separierung beider Strukturen muss eine scharfe Trennung erfolgen, da beide Strukturen relativ fest miteinander verbunden sind. Die Verbindung zwischen Tenonkapsel und dem darunter liegenden Limbus und der Sklera ist weniger fest.

Beim Zurückklappen von Tenonkapsel und Bindehaut zeigt sich die posteriore Begrenzung der Limbusregion. Hier geht die opake, intransparente, weiße Sklera posterior in die durchscheinende, bläulich-grünliche Limbusregion anterior über. Dieses wird als chirurgischer Limbus bezeichnet. Unmittelbar posterior dieser Marke liegt der Sklerasporn, womit der Schlemm-Kanal gerade anterior dieser Markierung liegt. Liegt die chirurgische Schnittführung zu weit posterior, kann es zu einer massiven Blutung aus dem Ziliarkörper kommen. Die vorderen Ziliararterien gelangen in den Ziliarkörper hinter dem Sklerasporn an den Stellen, die der Lage der sehnigen Ansätze der geraden Augenmuskeln entsprechen. Abbildung 13 stellt eine Zeichnung eines Skleraflaps, der im anterioren Anteil auf die Hornhaut rotiert ist, dar.

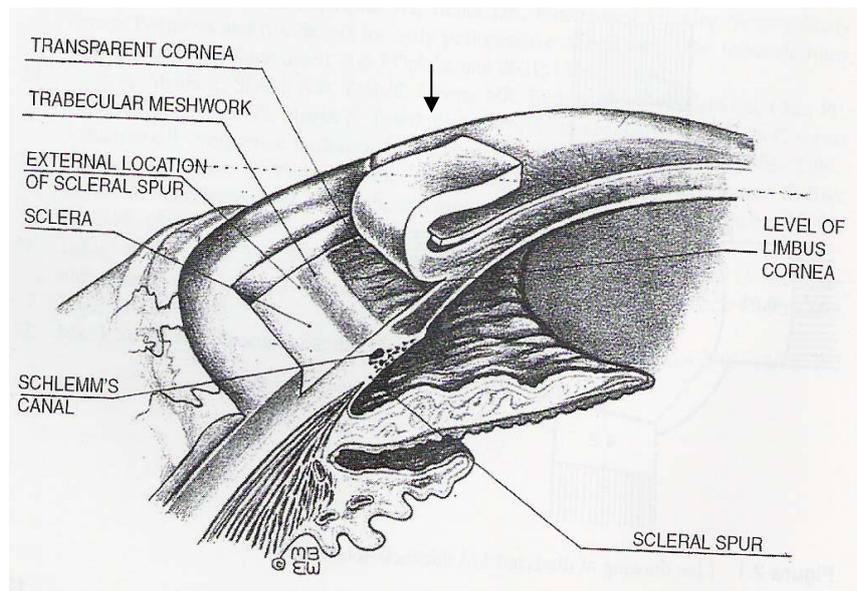


Abbildung 13: Skleraflap bei der Goniotripanation [120]

2.8 Prinzip der Goniotripanation

Bei der Goniotripanation wird der Augeninnendruck durch Anlage einer Fistel, die es dem Kammerwasser erlaubt, aus der Vorderkammer in den Sub-Tenon-Raum abzufließen, gesenkt. Die Fistel wird mit einem oberflächlichen Skleralappen bedeckt. Es gibt verschiedene Durchführungstechniken. Allgemein gilt, dass so wenig Manipulation am Gewebe durchgeführt werden soll wie nötig, so dass die Fibrosierungsrate des Filterkissens so gering wie möglich gehalten werden kann.

Die Pupille sollte während der Operation eng sein. Ein Lappen aus Bindehaut und Tenon wird gebildet. Mit der Basis kann er limbal oder fornixständig liegen. Das episklerale Gewebe wird frei gestrichen. Durch Inzision mit 2/3-Skleradicke entsteht ein „Falltürartiger“ Skleradeckel. Dieser wird bis zur klaren Hornhaut nach vorne präpariert. In der superotemporalen, peripheren, klaren Hornhaut wird eine Parazentese angelegt. Die Vorderkammer wird über den Falltürschnitt eröffnet. Ein Block tiefer Sklera wird mittels einer Schere oder einer Spezialstanze exzidiert. Eine periphere Iridektomie wird zur Verhinderung einer Blockade der inneren Öffnung durch die Iris angelegt. Der oberflächliche Skleralappen erhält an den posterioren Ecken jeweils eine Naht. BSS (Balanced salt solution) wird durch die Parazentese in die Vorderkammer injiziert. Damit wird geprüft, ob eine gute Fistulation vorliegt, und Löcher und Leckagen im Deckel können entdeckt werden. Der Konjunktiva-/Tenon-Lappen wird mittels einer Mäandernaht am Limbus vernäht. Die Spülung mit BSS wird zur Tonisierung des Bulbus und Aufstellung der Vorderkammer und des Filterkissens über die Parazentesen wiederholt.

2.9 Mitomycin C

Der Einsatz von Agenzien, welche die Wundheilung beeinflussen, wie das 5-Fluorouracil (5-FU) oder das Mitomycin C, hat die Glaukomchirurgie revolutioniert [120].

Das Mitomycin C (MMC) ist ein antibiotischer Antimetabolit, der die DNA durch Alkylierung und möglichem Cross-linking schädigt. Freie Radikale werden zusätzlich gebildet und können weitere Aspekte der Zellfunktion wie Mitose und Proteinsynthese negativ beeinflussen. Es hemmt die Proliferation von Fibroblasten und unterdrückt das Einwachsen von Gefä-

Ben. In vitro ist MMC effektiver als 5-FU. Die Konzentration variiert zwischen 0,2-0,5 mg/ml. Die Expositionszeit liegt zwischen einer bis fünf Minuten.

Ein Bindehautlappen wird präpariert. Ein Zelluloseschwamm von 3 x 3 mm wird in der MMC-Lösung getränkt. Der Schwamm wird unter den präparierten Tenonkapsellappen platziert. Dabei dürfen die Ränder des Bindehautschnittes nicht mit dem Medikament in Kontakt kommen. Der Schwamm wird nach festgelegter Expositionsdauer von einer Minute entfernt und der Vorgang wird wiederholt. Abschließend wird der Raum zwischen Konjunktiva und Episklera mit BSS gespült. Danach wird die Goniotripanation zu Ende geführt.

2.10 Justiernähte

Die von Schaffer 1971 erstmalig beschriebenen Justiernähte werden verwendet, um in der frühen post-operativen Phase den Intraokulardruck zu regulieren. Sie werden zusätzlich zu den fixen Ecknähten des Skleradeckels angelegt. Die Nähte fixieren zur weiteren Stabilisierung den Deckel. Die langen Fadenenden werden durch die Konjunktiva nach außen gezogen. Da es sich um Schlauffennähte handelt, können diese post-operativ mittels einer Pinzette zur Druckregulierung über die Konjunktiva gezogen werden. Dies erlaubt eine graduelle Absenkung des Augeninnendrucks. Eine so geringe Feinabstufung ist mittels Filterkissenmassage oder suture lysis (Entfernung der Ecknähte mittels Argon-Laser) nicht zu erzielen [127].

2.11 Post-operative Komplikationen und deren Management

Die Erfolgsrate der Filtrationschirurgie hängt zu einem großen Teil auch von der frühen Erkennung und Behandlung von post-operativen Komplikationen ab.

2.11.1 Flache Vorderkammer

Die flache Vorderkammer ist eine der häufigsten Komplikationen nach Goniotripanation und kann durch folgende in absteigender Häufigkeit vorkommende Gründe verursacht werden:

- überschießende Filtration,
- Pupillarblock,
- choroidale Hämorrhagien,
- malignes Glaukom (Kammerwasserfehlleitung).

Der Grad der Kammerabflachung kann von peripherer Anlagerung der Iris an die Hornhaut bis zur kompletten Linsenberührung der Hornhaut mit konsekutiver Hornhautdekomensation und Kataraktentwicklung gehen.

Eine überschießende Filtration kann durch eine Skleradeckelleckage bei unzureichendem Widerstand des lamellären Deckels gegen den Kammerwasserabfluss erfolgen. Initial kann dieses mit einem festen Verschluss des Skleradeckels verhindert werden mit der Option der Abflusserhöhung in der frühen post-operativen Phase, die durch eine suture lysis oder mit Justiernähten reguliert werden kann. Eine Filterkissenleckage kann durch ein versehentliches Knopfloch oder einen unzureichenden Verschluss der Bindehaut und Tenon erfolgen. Hierbei ist der Augeninnendruck niedrig. Das Filterkissen ist bei einer Skleradeckelleckage gut ausgebildet und bei einer Filterkissenleckage flach. Der Seidel-Test ist bei Erstgenanntem negativ und bei der Filterkissenleckage positiv. Die Hornhaut kann Zeichen einer Hypotonie wie Descemetfalten aufweisen, und es kann eine Aderhautamotio bestehen. Die Therapie hängt von Ursache und Ausmaß der Abflachung ab.

Die Lokalthherapie besteht zunächst in der Gabe von pupillenerweiternden Augentropfen, z.B. Atropin 1%, um einen Pupillarblock zu verhindern. Die Kammerwasserreduktion mit Acetazolamid oral kann zu einer Heilung führen, da der Kammerwasserabfluss durch die Fistel vo-

rübergehend reduziert wird. Punktförmige Leckagen können mit Fibrinkleber verschlossen werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit einer temporären Tamponade der Bindehaut zur Förderung der Spontanheilung. Dazu kann man einen Druckverband oder therapeutische Verbandskontaktlinsen verwenden. Die definitive Therapie für eine progressive Kammerabflachung ist die Eingabe von Substanzen in die Vorderkammer (Luft, Healon, Gas). Die Skleradeckel und die Konjunktiven können neu vernäht werden.

Die Ursache für einen Pupillarblock ist eine teilweise oder komplett verschlossene Iridektomie oder Einklemmung der Iridektomie in den Wundspalt mit gleichzeitiger Abflussbehinderung zwischen Linse und Iris. Der Augeninnendruck ist hoch, das Filterkissen flach, der Seidel-Test ist negativ, und es zeigt sich eine Iris bombata. Die Behandlung erfolgt mittels Argonlaser-Herde, die auf das Pigmentepithel der möglicherweise vorhandenen Irisreste im Bereich der Iridektomie appliziert werden oder Neuanlage einer YAG-Iridotomie.

Durch die Blockade des Kammerwasserabflusses an der Pars plicata des Ziliarkörpers kann das Kammerwasser hinter den Glaskörper und dieser nach vorne gedrängt werden, so dass eine schwerwiegende Komplikation mit malignem Glaukom entstehen kann. Es zeigt sich eine flache Vorderkammer mit hohem Augeninnendruck, einem flachen Filterkissen und einem negativen Seidel-Test. Die initiale Therapie hat konservativ mit lokalen Mydriatika zu erfolgen [11]. Die Zonulafasern spannen sich und ziehen die Linse nach hinten in ihre normale Position. Wenn es unter dieser Therapie zu keiner Besserung des Befundes kommt, kann Mannitol intravenös zur Schrumpfung des Glaskörpers und konsekutiver Verlagerung der Linse nach hinten verabreicht werden [125]. Die Gabe von Diamox zur Kammerwassersuppression ist zusätzlich hilfreich.

Versagt die medikamentöse Therapie, führt man mittels eines Nd:YAG-Lasers eine Ruptur der vorderen Glaskörpergrenzmembran durch die Iridektomie durch, um den Ziliarkörperblock zu durchbrechen. Eine chirurgische Glaskörperentfernung über die pars-plana (pars-plana-Vitrektomie/ppV) wird durchgeführt, wenn die Lasertherapie versagt.

Die Ursache für eine choroidale Hämorrhagie ist die Ruptur von kurzen und langen posterioren Ziliargefäßen aufgrund einer plötzlichen Hypotonie intra- oder post-operativ. Es kommt zu plötzlich auftretenden Schmerzen, einer flachen Vorderkammer, hohem Intraokulardruck und einer hämorrhagischen Aderhautamotio. In diesem Fall empfiehlt es sich, eine pars-plana-Vitrektomie mit Aufstellung der Vorderkammer durchzuführen.

2.11.2 Versagen der Filtration

Eine gute Filtration ist durch einen niedrigen IOD und ein Filterkissen mit folgenden Befunden gekennzeichnet: dünnwandiges und polyzystisches Filterkissen mit transconjunctivalem Kammerwasserabfluss (Typ1) oder flaches, dünnwandiges, diffuses und relativ avaskuläres Filterkissen mit Mikrozysten (Typ2). Bei schlechter Filtration kommt es zu einem ansteigenden Augeninnendruck mit folgenden Filterkissenmerkmalen. Das Kissen ist flach, zeigt keine Mikrozysten, aber gestaute Oberflächengefäße. Die Ursache für das Versagen ist eine episklerale Fibrose (Typ3). Eine intra- oder post-operative Blutung kann das Risiko einer Fibrose erhöhen. Beim Typ 4 zeigt sich ein abgekapseltes Filterkissen (Tenon-Zyste), welches nach zwei bis acht Wochen post-operativ auftritt. Es kommt zu einem Flüssigkeits-gefüllten Hohlraum aus hypertropher Tenonkapsel mit gestauten Oberflächengefäßen. Im Hohlraum ist Kammerwasser eingeschlossen, das die weitere Filtration verhindert.

Weiterhin können zu feste Nähte des Skleradeckels zu einer allmählichen Vernarbung in diesem Bereich führen.

Die Blockade der Sklerotomie durch Glaskörper, Blut, Aderhautgewebe oder verbleibende Membranen bei schlechter Präparation führt ebenfalls zu einem Filtrationsversagen.

Die Therapie dieser post-operativen Komplikation hängt von der Ätiologie ab. Eine okuläre Kompression, die so genannte Filterkissenmassage, kann den Abfluss durch die chirurgische

Fistel forcieren. Eine Nahtmanipulation kann in Abhängigkeit von den gelegten Nähten erfolgen. Justierbare Nähte können einfach über die Bindehaut gezogen werden. Eine suture-lysis der fixen Deckelnähte erfolgt über ein Hoskins-Kontaktglas an einem Argonlaser.

Beim Filterkissenneedling wird subkonjunktival BSS neben das Filterkissen injiziert und mittels einer 27-G-Kanüle die fibröse Zystenwand durchstoßen.

Zur Suppression einer Fibrose kann 5-Fluorouracil subkonjunktival injiziert werden [77]. Dosis und Applikationsfrequenz können in Abhängigkeit vom Erscheinungsbild des Filterkissens angepasst werden [56]. Andere Autoren verwenden ebenfalls Mitomycin C subkonjunktival [6, 43, 130]. Krug hingegen warnt vor möglichen schwerwiegenden Komplikationen bei akzidentiellen intraokularen Injektionen von Mitomycin C [56].

Bei Versagen vorheriger Therapien kann eine Revision der bestehenden Trabekulektomie oder zur Bildung einer weiteren Fistel durchgeführt werden.

2.11.3 Späte bakterielle Infektionen

Bei einer reinen Filterkissenentzündung können geringe Missempfindungen sowie Rötung des Auges auftreten. Das Filterkissen zeigt ein weiß gewordenen, milchiges Sekret. Eine Uveitis anterior kann je nach Fortschreiten der Entzündung bestehen. Der Glaskörper ist zunächst nicht beteiligt. Die Therapie besteht in der Gabe von lokalem Fluoroquinolon.

Die Beteiligung des Glaskörpers beginnt mit einer raschen Sehverschlechterung und Schmerzen. Zusätzlich zu den Befunden bei einer reinen Blebitis kommt es zu einer akuten Uveitis anterior und Vitritis. Die Therapie besteht in einer Glaskörperbiopsie und Eingabe von intravitrealen Antibiotika.

Ein dünnwandiges, zystisches Filterkissen mit einem positiven Seidel und Verwendung von Antimetaboliten intra-operativ hat ein signifikantes Infektionsrisiko [49].

III. Material und Methoden

Im nachfolgenden Kapitel wird der Ablauf der Goniотреpanation von der Indikationsstellung bis zur post-operativen Betreuung, wie er in der Augenklinik der Kliniken Essen-Süd durchgeführt wird, dargestellt.

3.1 Patientenkollektiv

Die erhobenen Daten beziehen sich auf den Zeitraum von Januar 2002 bis Dezember 2004. Sie werden retrospektiv anhand von Anamnesebögen, Operationsberichten, post-operativen Kontrollen der Augenklinik Essen-Süd sowie telefonischen Patientenbefragungen erhoben.

Im Auswertungszeitraum werden insgesamt 203 Augen von 153 Patienten mit der Goniотреpanation und der Anlage von Justiernähten behandelt. In 103 Fällen erfolgt die OP einseitig und bei 50 Patienten beidseitig. 44 Mal wird die Goniотреpanation kombiniert mit einer Phakoemulsifikation und Implantation einer Hinterkammerlinse durchgeführt. 21 Mal wird kein MMC angewendet. Das Patientenkollektiv besteht aus 127 Frauen und 76 Männern. Es werden 101 linke und 102 rechte Augen operiert. In die Arbeit gehen sowohl primäre als auch sekundäre Glaukome sowie Offen- und Engwinkelglaukome mit ein. Bei 192 Augen liegt ein Offenwinkel- und bei elf Augen ein Engwinkelglaukom vor. Eine antiglaukomatöse operative Vorbehandlung wird bei der Auswertung nicht ausgeschlossen.

Die Daten werden in Microsoft Excel archiviert und ausgewertet. Die Berechnung der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit erfolgt mittels der Standardfunktionsberechnung in Microsoft Excel. Tabelle 1 enthält die klinischen Charakteristika des untersuchten Patientenkollektivs.

	Patientenkollektiv
Anzahl (Augen/Patienten)	203/153
Geschlecht	
Frauen (Anzahl)	127
Männer (Anzahl)	76
Diagnose	
Offenwinkelglaukom (Anzahl)	192
Engwinkelglaukom (Anzahl)	11
OP-Auge	
Rechtes Auge (Anzahl)	102
Linkes Auge (Anzahl)	101
MMC	
Applikation intra-operativ (Anzahl)	182
Keine Applikation (Anzahl)	21
Kombinierte Goniотреpanation (Anzahl)	44
OP-Durchführung	
Einseitig (Anzahl)	103
Beidseitig (Anzahl)	50

Tabelle 1: Klinische Merkmale des Patientenkollektivs

3.2 Prä-operative Diagnostik

Die Stellung der OP-Indikation wird in jedem Einzelfall sorgfältig geprüft. Es wird eine umfangreiche Anamnese und Spaltlampenuntersuchung durchgeführt. Die weiterführende Diagnostik mit Hilfe apparativer Methoden (Hornhautpachymetrie, Humphrey- bzw. Goldmann-Gesichtsfeld, optische Kohärenztomographie des Sehnerven/Papillen-OCT inklusive Exkavationsbestimmung und Nervenfaserschichtdickenmessung) schließt sich an. Nach Zusammenstellung aller erhobenen Befunde wird ein individueller Zieldruckbereich festgelegt. In den meisten Fällen wurde die Indikation zu einer antiglaukomatösen Operation nach Durchführung einer stationären Tensionsanalyse bei Nicht-Erreichen des Zieldruckbereiches gestellt. Es wird eine Anamnese bezüglich Patientenalter, Erstdiagnose der Glaukomerkrankung, Art und Häufigkeit der applizierten antiglaukomatösen Therapie, der Höhe bzw. den Schwankungen des Augeninnendrucks ohne und mit Therapie, möglichen Unverträglichkeiten/Allergien auf früher verwendete Augentropfen, bereits durchgeführten Vor-Operationen am Auge und gegebenenfalls Besonderheiten/Auffälligkeiten des OP-Auges erhoben. Bei der Spaltlampenuntersuchung wird der initiale Augeninnendruck bei Aufnahme unter der aktuellen Therapie bzw. ohne Therapie mittels des Goldmann-Appplanationstonometers ermittelt. Im Rahmen des stationären Aufenthaltes werden dann Druckmessungen um acht, elf, vierzehn und siebzehn Uhr durchgeführt. Die in der Arbeit ausgewerteten Augeninnendruckwerte zum Zeitpunkt der Indikationsstellung zur Operation sind die in der Augenklinik maximal gemessenen Druckwerte. Weiterhin wird bei der Aufnahmeuntersuchung die Papillenexkavation/cup-disc-ratio (CDR) bei der Untersuchung des Fundus mit einer 90 dpt- oder 78 dpt-Lupe beurteilt. Mit dem Humphrey- (Programm 30/2), oder bei fortgeschrittenem Befund, Goldmann-Perimeter werden die Gesichtsfeldbefunde erhoben.

Bei der stationären Neuaufnahme der Patienten zur Operation wird erneut der Augeninnendruck nach durchgeführter zehntägiger prä-operativer Vorbereitung ermittelt.

3.3 Prä-operative Vorbereitung

Um die Erfolgchancen der Operation zu verbessern und das Operationsrisiko (Ziliarblockglaukom, Filterkissenvernarbung) zu reduzieren, wird eine spezielle zehntägige prä-operative Vorbereitungsphase durchgeführt.

Zunächst wird am OP-Auge sämtliche zurzeit verwendete lokale antiglaukomatöse Therapie zehn Tage prä-operativ abgesetzt. Die Patienten müssen stattdessen FLOXAL-EDO®-AT drei Mal täglich und DEXASINE-SE®-AT drei Mal täglich applizieren. Zur Verhinderung eines hohen Druckanstieges werden je nach Drucklage oral bis zu zwei Mal eine Tablette DI-AMOX® täglich verabreicht. Dabei kann es zu einer vermehrten Kalium-Ausschwemmung kommen, so dass bei Absinken des Kalium-Spiegels unter die Norm (Normbereich: 3,6 bis 5,0 mmol/l) jeden zweiten Tag eine KALINOR®-Brause-Tablette getrunken werden sollte.

3.4 Intra-operative Daten

Alle Goniotrepationen werden fornixständig und in Vollnarkose durchgeführt.

Nach Anschlingen des Rectus superior wird zunächst eine Parazentese im Quadranten gegenüber der geplanten Goniotrepation gelegt. Dann wird die Bindehaut in der Regel am oberen Limbusbereich eröffnet. Es erfolgt eine sorgfältige Mobilisation dieser nach fornixwärts mit einem Scherchen oder Diamantmesser, bis die Bindehaut soweit zurück geschoben werden kann, dass die Präparation des Deckels möglich ist. Nun werden episklerale Gefäße ggf. vor-

sichtig gekautert. Intra-operativ werden dann in der Regel 3 x 3 mm kleine Schaumstoffschwämmchen, die mit dem Zellgift Mitomycin C getränkt sind, in die präparierte Bindehauttasche gelegt, um die Fibrosierungsrate gering zu halten. Dabei wird jeweils ein Schwämmchen für eine Minute in der Tasche belassen. Dieser Vorgang wird in der Regel fünf Mal wiederholt. Nach ausgiebiger Spülung der Bindehauttasche mit der Infusionslösung (BSS) wird ein drei mal drei mm messender Deckel vorgeritzt und der Deckel mit dem Stahlmesser bis in die klare Hornhaut präpariert. Es wird eine limbusnahe Hornhautlamelle über 1/5 Hornhauttiefe hergestellt, die an den Eckpunkten der Bindehautoffnung halbmondförmig in die Sklera verlängert wird, so dass sich an diesen Eckpunkten zwei corneosklerale Taschen bilden. Mit einem Trepan wird ein 1 x 1 mm kleines inneres Loch gestanzt. Weiterhin legt der Operateur eine basale Iridektomie zur Verhinderung einer Irisinkarzeration in das Trepanloch mit dem Wecker-Scherchen an. Zur Deckeladaptation wird ein 10-0 Nylonfaden verwendet. Zunächst erfolgt eine relativ lockere Fixation mittels zwei Einzelknopfnähten. Anschließend werden in der Regel drei Justiernähte gelegt, deren langes Fadenende durch die Konjunktiva nach außen geführt wird. Die Justiernähte erlauben dem Operateur eine festere Deckeladaptation. Zur wasserdichten Refixation des fornixbasalen Bindehaut-Tenonlappens am Limbus wird eine so genannte Mäandernaht mit 10-0 resorbierbaren Polysorbäden gelegt. Mittels Eingabe von BSS via Parazentese in die Vorderkammer wird die Fistulation geprüft, und es erfolgt eine Tonisierung des Bulbus mit einer guten Vertiefung der Vorderkammer und einer flachen Aufstellung des präparierten Filterkissens. Während des Wundverschlusses werden Cyclopentolat 1%-Augentropfen (AT) getropft. Am Abschluss der Operation werden Atropin-AT, Ultracortenol®-Augensalbe (AS) und Floxal®-AS appliziert. Der Patient erhält einen Monoculus bis zum nächsten Morgen. Ein intra-operativer Status ist in Abbildung 14 dargestellt.

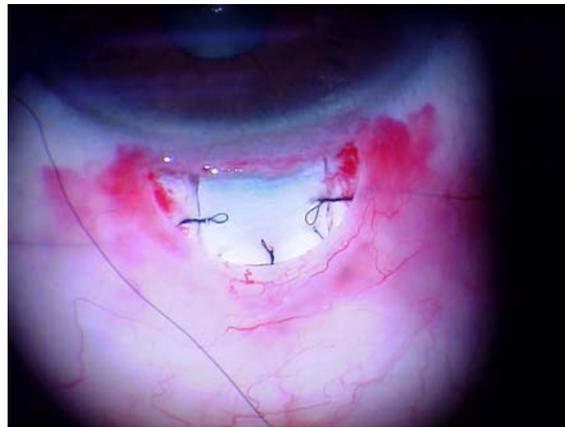


Abbildung 14: Intra-operative Situation mit Justiernahthanlage

Folgende Daten zur Operation werden erhoben:

- Anzahl der gelegten Justiernähte,
- Anzahl der verwendeten MMC-Schwämmchen,
- Dauer der MMC-Applikation pro Schwamm,
- Angaben über eine mögliche mit Phakoemulsifikation kombiniert durchgeführte OP.

3.5 Post-operative Daten

In der Regel bleiben die Patienten vier bis sechs Tage post-operativ stationär in der Klinik. Am ersten post-operativen Tag wird der intra-operativ angelegte Monoculus entfernt. Es wird zunächst die Sehschärfe erhoben. Des Weiteren werden die vorderen Augenabschnitte mit intensiver Beurteilung der Vorderkammertiefe, Pupillenverziehungen, Irisinkarzerationen, des intraokularen Reizzustandes bzw. Blutungen, Aussehens und Prominenz des Filterkissens und der Lage der Justiernähte untersucht. Es finden in der Regel drei Mal täglich Messungen des IOD statt. Funduskopisch wird das Vorhandensein einer Aderhautamotio beurteilt. Am ersten post-operativen Tag wird bei Bedarf eine Frühmodulation des Filterkissens über leichte Bulbusmassage durchgeführt. Die Applikation der Augentropfen erfolgt ab dem ersten post-operativen Morgen. Floxal EDO® wird für zwei weitere post-operative Tage drei Mal täglich appliziert. Dexasine SE® wird auf stündliche Gaben heraufgesetzt. Zusätzlich wird zur Pupillenerweiterung und Ziliarkörperstabilisierung Cyclopentolat EDO 1% angesetzt. Die orale Gabe von Diamox® Tabletten wird nicht fortgeführt. Nach der stationären Entlassung sind die weiteren Kontrollen in der Regel ein Mal wöchentlich in der Klinik bis zur sechsten post-operativen Woche geplant. In dieser Zeit werden je nach Augeninnendruck die Justiernähte mittels einer Pinzette an der Spaltlampe zur Druckregulierung entfernt, wie es in Abbildung 15 dargestellt ist.



Abbildung 15: Entfernung einer Justiernäht

Ist dieses aufgrund einer zufrieden stellenden Tensionslage nicht notwendig, werden sie am Ende der post-operativen Kontrollphase in der Klinik mit einem Vannas-Scherchen gekürzt, so dass das kurze Fadenende unter die Bindehaut zu liegen kommt. In dieser Zeit werden auch die Steroidtherapie und das Cyclopentolat EDO reduziert bzw. abgesetzt. Kommt es in dieser frühen post-operativen Phase zu konservativ nicht beherrschbaren Komplikationen, werden Revisions-Operationen wie Healoneingabe und Justiernäht-/Ecknahtnachlegungen bei Hypotonien oder Filterkissenneedling und Revisionen bei Hypertonien durchgeführt. In der Regel finden auf Wunsch der niedergelassenen Augenärzte auch nach den sechs Wochen regelmäßige monatliche bis jährliche Kontrollen in der Augenklinik statt. Sollte sich im Verlauf zeigen, dass der Zieldruck trotz Goniotrepation bzw. zusätzlicher Gabe lokaler antiglaukomatöser Therapie nicht erreicht wird, werden weitere spätere Revisionen wie Cyclophotokoagulationen oder Re-Goniotrepationen durchgeführt. In der Arbeit werden folgende post-operative Kontrolldaten ausgewertet:

- nach einer Woche,
- nach einem Monat,
- nach drei Monaten,
- nach einem halben Jahr,
- nach einem Jahr.

Hierbei werden der Spaltlampenbefund, die Funduskopie und die Tensionslage erhoben. Weiterhin werden die Zeitpunkte der Justiernahtentfernungen bzw. -kürzungen und die Höhe des Augeninnendrucks bei Durchführung dieser ermittelt. Anzahl und Art möglicher Revisions-Operationen und Applikationen von antiglaukomatösen Augentropfen gehen ebenfalls in die Auswertung mit ein.

IV. Ergebnisse

4.1 Altersstruktur zum Operationszeitpunkt

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der OP liegt bei 69,37/± 11,88 Jahren (32-92 Jahre). Nachfolgende Tabelle 2 stellt die Altersverteilung dar.

	Alter zum Zeitpunkt der Operation (Jahre)						
	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	>90
Anzahl der Augen	8	6	18	76	61	32	2

Tabelle 2: Altersstruktur zum Zeitpunkt der Operation

Bei den Patienten, die zum Zeitpunkt der Operation zwischen 30 und einschließlich 40 Jahren alt sind, beträgt die CDR 1,0. Die Druckwerte liegen bei diesen Patienten zum Zeitpunkt der Indikationsstellung zur Operation zwischen 20 mmHg bis 52 mmHg. Jeweils vier von acht Patienten applizieren zwei bzw. drei Antiglaukomatosa.

Die Gesichtsfelder der Patienten zeigen Defekte im Sinne eines vergrößerten blinden Fleckes/nasalen Sprunges bis hin zu Bjerrum-Skotomen/Quadrantenausfällen. Bei dieser Patientengruppe liegt ein fortgeschrittenes Glaukom mit gravierenden Papillenschäden bzw. Gesichtsfelddefekten unter Maximaltherapie vor, so dass wir uns trotz des geringen Alters zur Durchführung einer Goniotripanation entschlossen haben. Bei Patienten mit noch bestehendem Kinderwunsch führen wir die Operation aufgrund der teratogenen Wirkung von Mitomycin C ohne die Applikation dieses Medikamentes durch.

4.2 Prä-operativer Glaukomstatus

Zum Zeitpunkt der OP-Indikationsstellung liegt der mittlere Intraokulardruck bei 24,71 mmHg/± 7,25 (14-52mmHg) und am Aufnahmetag nach zehntägiger Vorbereitungsphase bei 24,73 mmHg/± 9,04 (6-66 mmHg).

Bei 77,34 % der Fälle zeigt sich ein bereits fortgeschrittener Papillenschaden mit einer CDR zwischen 0,9-1,0 (CDR 0-1,0). Bei drei Patienten, bei denen wir eine Goniotripanation bei noch physiologisch exkavierten Papillen durchführten, besteht eine Benzalkoniumchloridallergie mit unzureichend eingestellter Tensionslage oder es handelt sich bei dem OP-Auge um ein Oculus unicus mit bjerrumartigen Gesichtsfelddefekten. 32,51 % der Augen haben fortgeschrittene Gesichtsfelddefekte.

In Tabelle 3 sind Art und Verteilung der Gesichtsfelddefekte prä-operativ aufgeführt.

	kein GF-Defekt	vergrößerter blinder Fleck/ nasaler Sprung	Bjerrum-Skotom/ Quadrantenausfall	fortgeschrittene GF-Defekte	keine Angaben
Anzahl Augen	23	49	59	66	6

Tabelle 3: Art/Anzahl der Gesichtsfelddefekte prä-operativ

4.3 Prä-operative antiglaukomatöse Therapie

Durchschnittlich werden $2,14 \pm 0,72$ (0-5) antiglaukomatöse Lokalpräparate zum Zeitpunkt der Indikationsstellung zur operativen Therapie verwendet. In sechs Fällen wird keine Lokaltherapie angewendet, sondern systemisch Diamox® Tabletten per os aufgrund einer Benzalkoniumchloridallergie mit massiven Beschwerden zur Drucksenkung appliziert.

Nachfolgende Abbildung 16 zeigt die Verteilung der Therapieschemata.

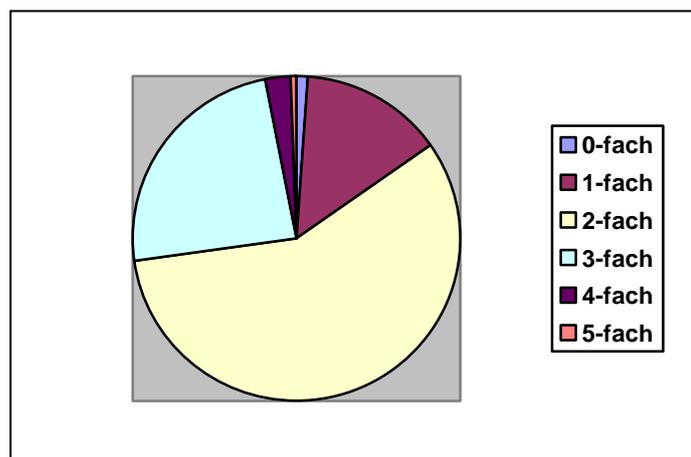


Abbildung 16: Verteilung der Therapieschemata prä-operativ

90 von 203 operierten Augen zeigen allergische Reaktionen auf Benzalkoniumchlorid, diverse Inhaltsstoffe von Antiglaukomatosa oder systemische Carboanhydrasehemmer.

4.4 Anlage und Verbleib der Justiernähte

In einem Fall werden bei einer Patientin mit einseitigem, atypischem Glaukom keine Justiernähte verwendet.

Durchschnittlich werden intra-operativ $3,06 \pm 0,48$ (0-6) Justiernähte gelegt. Bei 17 von 203 Augen legen wir mehr als drei Justiernähte aufgrund sehr derber Tenon, Vor-Operationen mit vernarbter Bindehaut, sehr dünner Bindehaut, intra-operativ starker Blutungsneigung oder schlecht beherrschbarer Abdichtung der Fistulation oder verminderter Compliance seitens des Patienten für die post-operative Schonung des Auges (Vermeidung von vorzeitigem spontanen Verlust aller Justiernähte).

Tabelle 4 stellt den zeitlichen Verlauf der Justiernahtentfernungen bzw. -kürzungen dar.

	1. JN	2. JN	3. JN	4. JN	5. JN	6. JN
spontaner Verlust (Anzahl Augen)	33	23	5	0	0	0
post-operativer Tag JN-Entfernung (Median/SD)	6/±13,9	21/±17,29	21/±33,43	28/±18,8	3/±0	3/±0
post-operativer Tag JN-Kürzungen (Median/SD)	49/±23,37	49/±24,75	49/±25,29	49/±12,28	52,5/±3,5	keine Kürzungen
subkonjunktivale Lage	0	3	7	0	0	0
nicht vorhanden (Anzahl Augen)	1	1	7	186	200	202
keine Angaben (Anzahl Augen)	7	9	16	2	0	0

Tabelle 4: Verbleib der Justiernähte und zeitlicher Verlauf der Entfernungen und -kürzungen

Das Entfernen der Justiernähte führt zu einem Anstieg der Filtration mit Zunahme der Filterkissengröße und Abnahme des Intraokulardrucks. In der ganz frühen post-operativen Phase (bis zum dritten Tag post-OP) versuchen wir zunächst, die Justiernähte bei noch nicht zufrieden stellendem Augeninnendruck zu belassen und den Druck mittels Filterkissenmassage zu senken. Die erste Justiernaht wird im Median am sechsten post-operativen Tag entfernt. Falls es aufgrund persistierender Hypertonien notwendig ist, weitere Justiernähte zu ziehen, geschieht dieses am 21. Tag/± 17,29 post-operativ.

Bei zufrieden steller Tensionslage werden die Justiernähte nicht gezogen, sondern nur soweit herunter gekürzt, dass das kurze Fadenende subkonjunktival zu liegen kommt. Die Kürzungen finden im Rahmen der post-operativen Abschlussuntersuchung in der Klinik am 49. Tag (s. Tabelle 4) statt.

Liegen die Justiernähte in Ausnahmefällen nach der Operation direkt subkonjunktival, findet keine Manipulation bzw. Entfernung statt.

In 16,34% der Fälle erfolgt aufgrund mechanischer Manipulation ein spontaner Verlust der ersten bzw. in 11,39% der Fälle der zweiten Justiernaht. Um diesen unkontrollierten Verlust so gering wie möglich zu halten, werden die Patienten angehalten, 24 Stunden eine Schutzklappe zu tragen, und es erfolgt eine intensive Aufklärung über post-operative Verhaltensregeln.

Eine Patientin, bei der die fünfte und sechste Justiernaht bereits am dritten post-operativen Tag gezogen wurde, entwickelte post-operativ ein Hyphäma mit Druckanstiegen bis auf 48 mmHg.

In 48 von 203 Fällen muss keine Justiernaht gezogen werden, da der IOD im Zieldruckbereich liegt. Es erfolgt die Kürzung der Nähte nach o. g. Beobachtungszeit.

4.5 Tensionslage zum Zeitpunkt der Justiernahtentfernungen

Die Mediane der Augeninnendruckwerte, die die Indikation zu einer Justiernahtentfernung stellen, liegen zwischen 17 und 19 mmHg. In der frühen post-operativen Phase tolerieren wir höhere Tensionslagen, da die Filtration des Kammerwassers in den ersten Tagen teilweise noch nicht voll funktioniert. Um eine überschießende Filtration durch zu frühe Entfernung der Justiernähte zu verhindern, werden zunächst engmaschige Tensionskontrollen durchgeführt. Der Median des Augeninnendrucks bei Entfernung der ersten Justiernaht liegt bei 19 mmHg/± 6,3. Bei Entfernung der vierten Justiernaht liegt er bei 17 mmHg/± 11,1. Im Verlauf der post-operativen Phase werden die zu tolerierenden Druckwerte immer niedriger angesetzt, da in einer späteren Phase nicht mehr mit einer Selbstregulation über das Filterkissen zu rechnen ist, sondern eine Absenkung der Druckwerte nur über ein mechanisches Eingreifen zu erzielen ist. Die Ausreißerwerte für die fünfte und sechste Justiernaht kommen durch die notwendige Entfernung von vier Nähten am dritten post-operativen Tag bei persistierenden Hypertonien bis 48 mmHg aufgrund eines Hyphämas zustande, nachdem die ersten beiden Nähte am ersten post-operativen Tag bereits gezogen worden sind und es zu keiner ausreichenden Drucksenkung kam.

Abbildung 17 stellt die Tensionslage zum Zeitpunkt der Justiernahtentfernung graphisch dar.

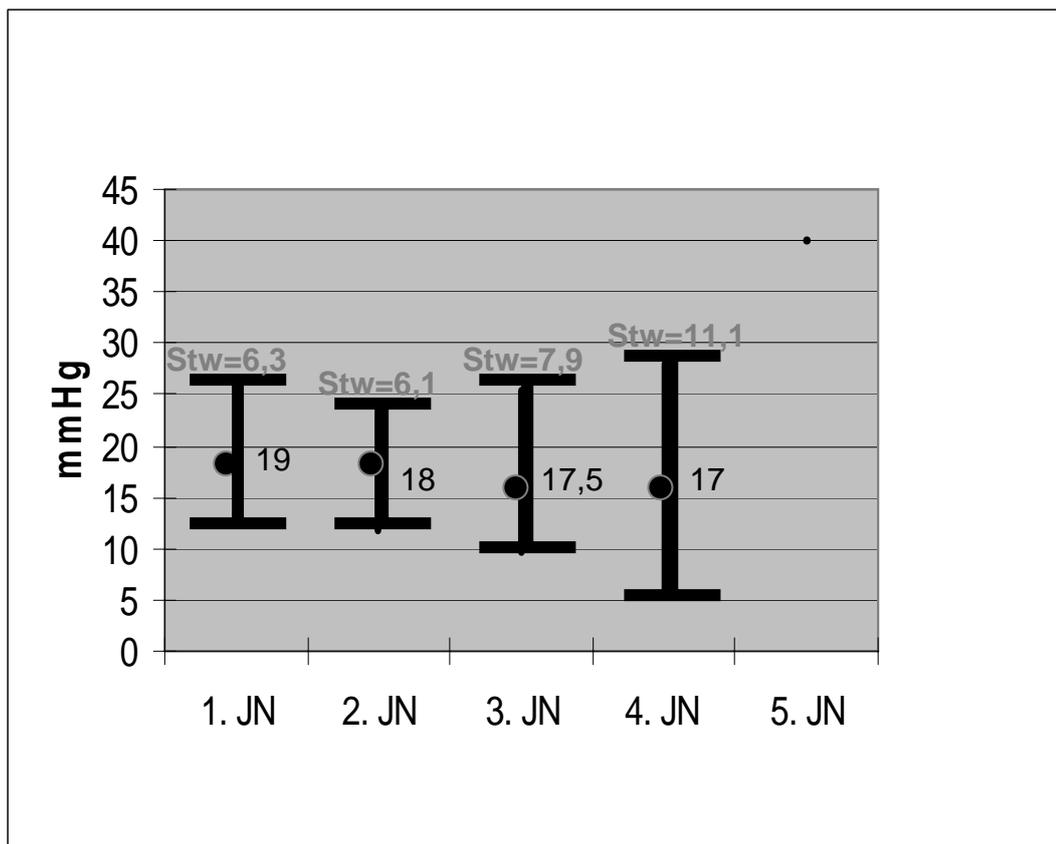


Abbildung 17: Tensionslage zum Zeitpunkt der Justiernahtentfernung

4.6 Applikation von Mitomycin C

Im Durchschnitt verwenden wir $3,58 \pm 1,8$ (0-5) MMC-Schwämmchen in oben beschriebener Größe. Bei 21 von 203 Augen kommt kein MMC zur Anwendung. Diese sind Patienten mit bereits prä-operativ sehr dünner Bindehaut oder junge Patienten mit noch bestehendem Kinderwunsch. Zwischen vier und fünf Schwämmchen setzen wir bei Patienten mit sehr derber Tenon oder Bindehautvernarbungen durch Vor-Operationen ein, um eine frühzeitige Fibrosierung des Filterkissens zu verhindern.

Die durchschnittliche Applikationsdauer pro Schwamm liegt bei $1,08 \text{ min} \pm 0,44$ (1-5 min). O. g. Prinzipien der Applikation für die Anzahl der Schwämmchen gelten auch für die Applikationsdauer.

4.7 Post-operativer Tensionsverlauf

Post-operativ zeigt sich ein stabiler Tensionsverlauf. Von der ersten Woche bis zum sechsten Monat nach Durchführung der Goniotripanation liegt der Median bei elf mmHg (s. Abbildung 18). Ein Jahr nach der OP steigt er auf zwölf mmHg an. Bis zum ersten Monat schwanken die Druckwerte zwischen 0-56 mmHg. Ab dem dritten Monat variiert der Druck zwischen 5-28 mmHg.

Bei fünf von 203 Augen (2,46%) liegt nach einer Woche eine Hypotonie (IOD < 5 mmHg) vor. In drei Fällen resultiert diese aus einer Undichtigkeit des Filterkissens mit Abflachung der Vorderkammer und Auftreten einer Aderhautamotio.

Nach einem Monat treten bei 1,97% der Patientenaugen Hypotonien auf. Diese zeigen alle einen negativen Seidel-Test.

Im dritten und sechsten Monat nach OP zeigt kein Auge persistierende Hypotonien mit Druckwerten < 5 mmHg.

Ein Jahr post-operativ können bei 187 Patientenaugen Druckwerte ermittelt werden. Bei diesen Patienten besteht weiterhin eine stabile Tensionslage ohne Hypotonien. Abbildung 18 zeigt den post-operativen Verlauf der Tensionswerte.

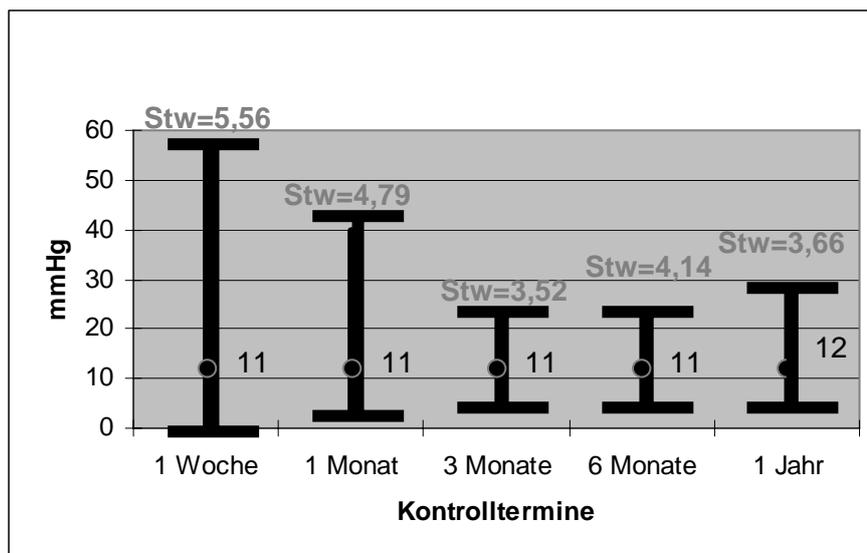


Abbildung 18: Tensionsverlauf post-operativ

4.8 Erfolgsquote 1 Jahr post-operativ und Einsatz von Antiglaukomatosa

92% der Fälle erreichen einen IOD < 21 mmHg (133 Augen ohne Therapie, 53 Augen mit Therapie).

In 75,86% der Fälle liegt der IOD zwischen 5-15 mmHg (125 Fälle ohne Therapie, 29 Fälle mit Therapie).

In 8% der Fälle können keine 1-Jahresergebnisse erhoben werden.

Abbildung 19 stellt die post-operative Erfolgsquote in Abhängigkeit der verwendeten Lokalthherapie dar.

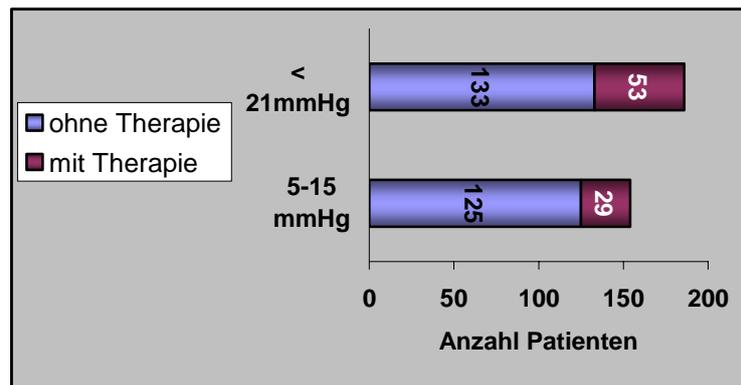


Abbildung 19: Erfolgsquote 1 Jahr post-operativ und Einsatz Antiglaukomatosa

4.9 Post-operative Komplikationsrate

Im Gesamtkollektiv ist die häufigste Frühkomplikation bis zum ersten Monat post-operativ das Auftreten einer Aderhautamotio in 9,36% der Fälle in der ersten Woche und in 2,96% der Fälle im ersten Monat nach Durchführung der Goniotripanation. Die zweithäufigste Komplikation in der frühen post-operativen Phase ist eine Abflachung/Aufhebung der Vorderkammer. Diese liegt bei 4,93% der Patienten nach einer Woche und bei 1,97% der Fälle nach einem Monat vor.

Von den 19 Augen, die eine Woche nach der Operation eine Aderhautamotio zeigen, haben sieben Augen gleichzeitig eine flache Vorderkammer. Von diesen sieben Augen zeigen nur zwei einen positiven Seidel-Test mit Undichtigkeit des Filterkissens.

40% der Vorderkammerabflachungen resultieren aus einer Fistulation nach außen aus dem Filterkissen. Drei von acht Fällen zeigen zwar einen positiven Seidel-Test, aber keine konsekutiven Veränderungen der Vorderkammertiefe oder der Aderhaut.

Nach einem Monat liegt bei Vorliegen einer Aderhautamotio oder einer Vorderkammerabflachung in keinem Fall ein positiver Seidel-Test vor. Aderhautamotio und Vorderkammerabflachung treten in dieser Patientengruppe nicht gleichzeitig auf.

Achtmal kommt es nach einer Woche post-operativ zu einer verstärkten Fibrinreaktion, die aber keinen negativen Einfluss auf die Höhe des Augeninnendrucks hat.

In einem Fall tritt bei verminderter Tropf-Compliance der Patienten eine Blebitis ohne Druckanstiege nach einem Monat auf. Die Entzündung kann mittels antiphlogistischer Lokalthherapie ohne eine weitere Revisionsoperation eingedämmt werden.

Ab dem sechsten Monat ist die einzig auftretende Komplikation die Entwicklung eines Pseudofilterkissens bzw. die Teilfibrosierung des Kissens und somit die häufigste Spätkomplikation.

In 17 von 203 (8,37%) Fällen entwickelt sich nach einem Jahr post-operativ ein abgekapseltes funktionsloses Filterkissen. Dabei liegen die Augeninnendruckwerte zwischen 15 und 28 mmHg. In allen Fällen werden erneut antiglaukomatöse Therapien appliziert. Sieben Mal (41,18%) werden an den betroffenen Augen Revisionsoperationen durchgeführt. Damit kann in drei Fällen der für den Erfolg nach Goniotrepanation international geforderte Zieldruck von < 21 mmHg unter zusätzlicher Applikation von Antiglaukomatosa erreicht werden. Insgesamt wird dieser Druck bei 70,6% der Patientenaugen, die ein abgekapseltes Filterkissen entwickeln, unter dem Einsatz von Antiglaukomatosa erreicht. Abbildung 20 stellt die post-operativen Komplikationen dar.

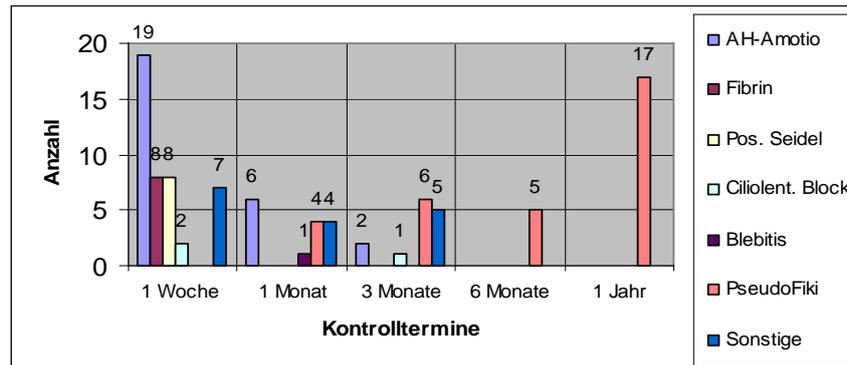


Abbildung 20: Post-operative Komplikationsrate

4.10 Revisionsarten

Insgesamt muss bei 43 von 203 Augen (21,18%) eine erste Revision durchgeführt werden. Eine Zweite wird in 19 Fällen (9,36%), eine Dritte in 7 (3,45%), die Vierte und Fünfte bei jeweils zwei Augen (0,98%) und die sechste Revision in einem Fall (0,49%) durchgeführt. Die häufigste Revision in der Frühphase nach Durchführung einer Goniotrepanation ist die Healoneingabe (zehn von 203 Augen; 4,9%) und das Filterkissenneedling (16 von 203 Augen; 7,8%).

Eine Healoneingabe als erste Revision wird im Mittel nach 14,55 Tagen/± 8,26 post-operativ durchgeführt.

Bei vier Patienten aus dem Studienkollektiv (1,9%) muss diese operative Maßnahme ein zweites Mal durchgeführt werden, da es nach der ersten Operation zu keinem ausreichenden Druckanstieg bzw. keiner suffizienten Vorderkammervertiefung gekommen ist. Bei drei Patienten (1,5%) erfolgt eine komplette Revision der Goniotrepanation.

Nach einem Jahr post-operativ zeigt sich mit Ausnahme eines Patienten ein gut funktionierendes Filterkissen mit Erreichen des Zieldruckes. Bei einem Patienten bildet sich nach zweimaliger Healoneingabe und Revision des Kissens ein Pseudofilterkissen aus. Der Patient appliziert nach einem Jahr drei antiglaukomatöse Präparate und erreicht damit Druckwerte bis 16 mmHg.

Nach durchschnittlich 23,56 Tagen/± 15,73 wird bei den Patienten mit nicht ausreichender Filtrationsleistung des Kissens ein Filterkissenneedling als erste Revision durchgeführt. Die Augeninnendruckwerte liegen zu diesem Zeitpunkt im Mittel bei 24 mmHg/± 2,65. Bei zwei Patienten (0,9%) wird die Operation ein zweites bzw. drittes Mal wiederholt. Ein Jahr nach Durchführung der Goniotrepanation applizieren sieben dieser Patienten (77,78%) zwischen ein bis vier Antiglaukomatosa. Bei vier Patienten (zwei davon ohne Therapie) werden

Druckwerte zwischen elf und 15 mmHg erreicht. Bei allen anderen Patienten dieser Gruppe liegen die Werte zwischen 18-26 mmHg unter Lokalthherapie nach einem Jahr post-operativ. Die häufigste Revision in der Spätphase der post-operativen Zeit ist die Durchführung einer Cyclophotokoagulation (CPK) bei drei von 203 Patienten (1,5%). Hierbei werden Teile des Ziliarkörpers koaguliert, so dass es zu einer verminderten Kammerwasserproduktion und somit zum Absinken des Augeninnendrucks kommt.

Die CPK wird erst nach Versagen anderer Revisionsarten (Needling, Revision) durchgeführt; im beobachteten Patientenkollektiv nach durchschnittlich 10,3 Monaten/± 5,03.

Die Druckwerte liegen nach einem Jahr zwischen 18 und 26 mmHg, wobei zwei von drei Patienten Antiglaukomatosa verwenden müssen. Nachfolgende Abbildung 21 stellt die Aufteilung der Revisionsarten dar.

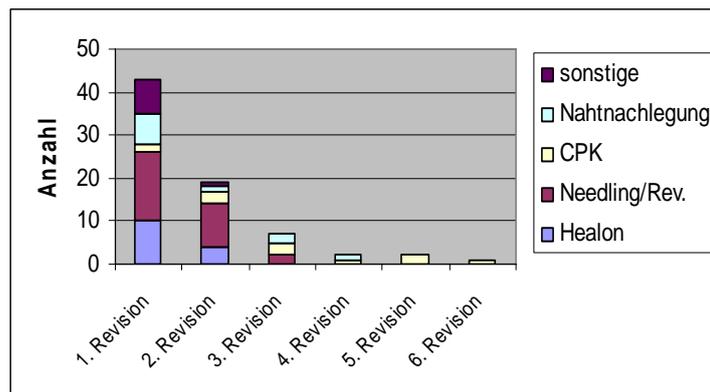


Abbildung 21: Revisionsarten

V. Diskussion

Nachfolgend werden die Ergebnisse der vorliegenden Studie mit Daten aus der Literatur bezüglich Indikationsstellung, operativer Drucksenkung, Einsatz von Justiernähten und Mitomycin C, Komplikationsrate, Revisionsoperationen, Erfolgsrate und post-operativen Druckverlaufs verglichen.

5.1 Indikationsstellung zur Operation

Die Entscheidung zur Durchführung einer Goniotripanation muss wohl überlegt sein. Eine OP-Indikation besteht, wenn der Zieldruck nicht erreicht wird oder die Papillenexkavation bzw. die Gesichtsfelddefekte fortschreiten trotz maximal tolerierter antiglaukomatöser Lokalthherapie [120]. Das Risiko des Fortschreitens der glaukomatösen Schäden muss immer mit den Risiken einer operativen Therapie abgewogen werden. Dabei darf nicht nur der Intraokulardruck als Risikofaktor für das Fortschreiten der glaukomatösen Erkrankung betrachtet werden. Weitere Faktoren wie

- Patientenalter,
- Rasse,
- Geschlecht,
- Begleiterkrankungen

sollten ebenfalls mit in die Bewertung eingehen. Eine fortgeschrittenere Erkrankung und ein Patient mit mehreren Risikofaktoren benötigen einen niedrigeren Zieldruck und eine intensivere Behandlung, inklusive frühzeitiger Operation. Nicht alle Patienten müssen einen Zieldruck zwischen 12-14 mmHg erreichen. Eine 85-jährige Frau mit einer CDR von 0,7 und einem Druck von 18 mmHg hat eine geringere Chance, aufgrund einer Optikusatrophie zu erblinden, als eine 55-jährige Frau mit einer CDR von 0,9 und dem gleichen Drucklevel bei einer noch durchschnittlichen weiteren Lebenserwartung von ca. 20 Jahren [106]. Das Ziel der Behandlung besteht nicht darin, das Fortschreiten der Erkrankung zu stoppen, sondern die Patienten davor zu schützen, dass sie symptomatisch bzw. mehr symptomatisch werden [109]. Ist einmal die Indikation zur Durchführung einer operativen Therapie gefallen, muss eine sorgfältige prä-operative Diagnostik erfolgen, um die optimale OP-Methode für den jeweiligen Patienten auszuwählen und die möglichen Komplikationen zu minimieren.

Jüngere Patienten haben eine verstärkte Wundheilung, so dass das Risiko eines Filtrationsversagens höher ist. Hierbei muss der Einsatz von antifibrotischen Medikamenten erwogen werden. Weiterhin sollte bei diesen Patienten bedacht werden, dass das Risiko von post-operativen Komplikationen wie Blebitis und Endophthalmitis aufgrund ihrer längeren Lebenserwartung ebenfalls erhöht ist. In der Augenklinik der Kliniken Essen-Süd werden jüngere Patienten nur einer operativen Therapie zugeführt, wenn fortgeschrittene glaukomatöse Schäden mit Druckwerten über 20 mmHg trotz Maximaltherapie vorliegen. Hierbei setzen wir Mitomycin C ein, wenn bei dem Patienten kein Kinderwunsch besteht.

Ältere Patienten haben eine verminderte Wundheilung und sind mehr prädisponiert für Komplikationen in der frühen post-operativen Phase. Ebenso besteht bei einigen Patienten eine fehlende bzw. nicht ausreichende post-operative Versorgungssituation. Der Einsatz von Justiernähten verbessert hierbei die post-operative Steuerung des Augeninnendrucks. Weiterhin werden bis zur sechsten Woche häufige Kontrollen in der Klinik durchgeführt, um möglichst schnell auf Veränderungen des IOD reagieren zu können.

5.2 Post-operative Drucksenkung

Anhand der Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study (CNTGS) kann beispielhaft auch für Offenwinkelglaukome gezeigt werden, dass der Intraokulardruck mit der Pathogenese des Normaldruckglaukoms verknüpft ist und dass ein Absenken des IOD's um 30% das Risiko eines Fortschreitens der Erkrankung vermindern kann [19]. Wird der Zieldruck, der nach dieser Regel bei allen Normaldruckglaukomen festgesetzt werden sollte, medikamentös nicht erreicht, so muss versucht werden, diesen operativ zu erzielen.

In vorliegender Studie wird der mittlere Augeninnendruck bei Indikationsstellung zur OP von 24,71 mmHg auf 12,4 mmHg ein Jahr post-operativ abgesenkt. Dies entspricht einer Reduktion von 49,82%. In der dieser Arbeit zugrunde liegendem Patientenkollektiv kann von der ersten Woche bis zum sechsten Monat post-operativ ein stabiler Tensionsverlauf mit einem Median bei 11 mmHg erzielt werden. Nach einem Jahr steigt dieser unwesentlich auf 12 mmHg an. In der ersten Woche kommt es noch zu deutlicheren Druckschwankungen ($SD \pm 5,56$ mmHg), die sich im Verlauf aber gut einpendeln.

Insgesamt zeigt sich, dass die Verwendung von Justiernähten keinen druckerhöhenden Einfluss auf den langfristigen post-operativen Tensionsverlauf hat. Die erzielte durchschnittliche Reduktion des IOD um 49,81% ist vergleichbar mit Literaturwerten beim Einsatz von Justiernähten ohne Verwendung von MMC [54, 89, 104, 122] und liegt sogar im oberen Bereich der in der Literatur beschriebenen Drucksenkungen nach Goniotrepationen mit MMC und ohne Justiernähte. Für diese OP-Technik sind Reduktionen des IOD zwischen 45,49%-50,84% beschrieben [16, 88, 114]. Ohne jeglichen Einsatz von MMC und Justiernähten werden lediglich Reduktionen zwischen 19,2% und 33,88% erreicht [73, 112].

Die höheren Tensionswerte, die von anderen Autoren durch die Anlage von Justiernähten in der frühen post-operativen Phase beschrieben werden [54, 104, 122], haben somit auf den Langzeitverlauf keinen Einfluss. Durch den gleichzeitigen fast regelmäßigen Einsatz von MMC kommt es bei unseren Studienpatienten zu keiner Erhöhung des IOD in der frühen post-operativen Phase, da das MMC direkt seine filtrationssteigernde Wirkung entfaltet. In o. g. Studien wird dieses nicht kombiniert mit Justiernähten eingesetzt. Die höheren Werte in der Literatur resultieren aus einem festeren Wundverschluss, der durch die Anlage von Justiernähten erzielt wird [68]. Ein Vorteil dieses dichteren Wundverschlusses ist die geringere Rate der post-operativen Komplikationen, die durch Wundleckagen mit resultierenden Hypotonien auftreten können. Die Möglichkeit der einfachen Entfernung der JN an der Spaltlampe mittels einer Pinzette bietet sofortige Kontrolle eines möglicherweise erhöhten IOD's.

5.3 Wirkung und Nebenwirkung von Mitomycin C

Der Einsatz von Mitomycin C bei der Goniotrepation wird weiterhin kontrovers diskutiert, da es ein weiterer Risikofaktor für das Auftreten von post-operativen schwerwiegenden Komplikationen ist [20, 74, 110]. Diese können bis zu Visus-bedrohenden Ereignissen wie einer post-operativen Endophthalmitis gehen [38, 39]. Veränderungen in der klinischen Anwendung von Mitomycin C konnten die Sicherheit erhöhen und somit die Rate an Komplikationen vermindern bei gleich bleibender Effektivität [22, 52, 72].

5.3.1 Komplikationen und Dosierungsempfehlungen für MMC in der Literatur

Wells ermittelt eine Blebitis- und Endophthalmitisrate von 20% über einen Zeitraum von drei bis fünf Jahren bei den früheren limbusständigen Goniotrepationen mit kleineren Behandlungsarealen, wohingegen diese Rate bei 0% bei der aktuellen fornixständigen Technik liegt [126]. Alwitry beschreibt bei der limbusständigen Technik und dem Einsatz von MMC ein

erhöhtes Risiko für hypotonie-bedingte Komplikationen [1]. Es wird für das MMC eine Konzentration von 0,2 mg/ml bis 0,5 mg/ml mit einer Applikationsdauer von zwei bis fünf Minuten/Schwamm in der Literatur empfohlen [8, 16, 57, 73, 122]. Bei diesen Konzentrationen und einer vorsichtigen Applikationstechnik werden keine schwerwiegenden toxischen Effekte auf die Morphologie und Physiologie des Endothels und der zentralen Hornhautdicke nachgewiesen [45, 132]. Cohen weist bei einer Konzentration von 0,5 mg/ml zwar eine etwas geringere Endothelzellzahl nach drei Monaten post-operativ nach, die jedoch nicht statistisch signifikant ist (Zellzahlverlust 206,9 vs. 91,3 cells/ mm², p= 0,377).

In der ersten Studie, die zu der Anwendung von Mitomycin C bei der Gonioreparation in einer größeren Fallzahl veröffentlicht wird, fordern die Autoren aufgrund von möglichen Visus-bedrohenden post-operativen Komplikationen einen limitierten Einsatz von MMC nur für Patienten mit schlechter chirurgischer Prognose [20]. Diese These vertreten auch Stark und Soltau aufgrund einer möglich erhöhten Filterkissenleckage und Eintritt von Keimen mit Auftreten einer Endophthalmitis [108, 112].

5.3.2 Reduktion der MMC bedingten Komplikationen bei gleichzeitigem Einsatz von JN

Visusbedrohende Komplikationen können in unserer Studie nicht festgestellt werden. Wir verwenden regelmäßig MMC. Im Durchschnitt gebrauchen wir 3,58 Schwämmchen/Auge bei einer mittleren Applikationsdauer von 1,08 min/Schwämmchen. Die Konzentration von MMC liegt bei 0,2 mg/ml. Bei den 21 Patienten aus dem hier vorliegenden Studienkollektiv, bei denen kein MMC angewendet wird, besteht entweder noch ein Kinderwunsch in naher Zukunft oder es liegt bereits prä-operativ eine sehr dünne Bindehautsituation vor. Die erhobenen Daten zeigen im Vergleich zu Literaturangaben [73, 112], dass der kombinierte Einsatz von Mitomycin C und Justiernähten bei fehlendem Anstieg von Komplikationen durch das MMC zu guten post-operativen Drucksenkungen führt. Justiernähte eignen sich hervorragend, um mögliche Überfiltrationen, die durch MMC verursacht werden können, in der frühen post-operativen Phase durch einen festeren Wundverschluss und besseren Steuerbarkeit des IOD über Manipulation der JN auszugleichen. Wir führen eine fraktionierte Applikation von MMC mit einer Gesamtdauer von durchschnittlich fünf Minuten durch. Wie zuvor genannte Autoren sind wir der Ansicht, dass damit der toxische Effekt auf den Ziliarkörper geringer ist. Verschiedene Studiengruppen weisen keine bzw. nur eine transiente Hypotonie nach Verwendung von MMC unter einer Konzentration von 0,2 mg/ml bei einer Expositionszeit von fünf Minuten nach [53, 81]. Mit dem Anstieg der Konzentration und der Expositionszeit steigt die Komplikationsrate [13, 100, 131]. Wundheilungsstörungen und intraokulare Wirkungen von MMC sind natürlich ohne Elektronenmikroskopie nur schwer nachweisbar. Spaltlampenmikroskopisch wird aber bei keinem Patienten in unserer Studiengruppe eine Schädigung der Hornhaut durch die toxischen Effekte von MMC nachgewiesen. Dies ist möglicherweise dadurch bedingt, dass wir regelmäßig die präparierte konjunktivale Tasche, in der die Schwämmchen eingelegt werden, und die Kornea nach Applikation des MMC ausgiebig mit BSS spülen.

5.4 Druckregulierung durch Justiernähte

Aufgrund einer verzögerten Wundheilung, die durch die Antimetaboliten hervorgerufen wird, kommt es zu einer Verlängerung der post-operativen Zeit, in der die Entfernung der JN einen positiven Effekt auf den IOD hat. Dieses ist ein weiterer Vorteil des kombinierten Einsatzes von MMC und JN.

Im Gegensatz dazu berichtet Kolker, dass eine Entfernung der Justiernähte nach dem zehnten bis 14. Tag nach Gonioreparation ohne MMC keinen bzw. nur noch einen geringen Einfluss

auf die Formation des Filterkissens bzw. den IOD hat [54]. Das gleiche Zeitfenster für das Erzielen eines positiven Effektes auf den IOD wird für die Durchführung der Nahtdurchtrennung mittels Lasers (suture lysis) von verschiedenen Autoren angegeben [62, 69, 91].

Wir legen in der Regel 3 Justiernähte. Zeigt sich prä-operativ bereits eine brüchige oder vernarbte Bindehaut- oder Tenonsituation mit einem möglich erhöhten Filtrationsversagen oder intra-operativ eine erhöhte Fistulationsneigung, wird die Anzahl der JN erhöht, um eine bessere Steuerbarkeit des IOD zu erzielen. Die erste Justiernahrt ziehen wir im Median am sechsten post-operativen Tag bei durchschnittlichen Druckwerten um 19 mmHg. Werden weitere Entfernungen notwendig, geschehen diese in der Regel bis zur dritten Woche nach OP bei Druckwerten bis 17 mmHg. Ähnlich wie andere Studiengruppen, die MMC verwenden, haben wir die Beobachtung gemacht, dass mit der Einführung von MMC wie oben beschrieben eine Zeitverlängerung der erfolgreichen Entfernung von Justiernähten oder Durchführung einer Durchtrennung der Filterkissenecknähte mittels Laser erzielt werden kann. Diese Zeit variiert in der Literatur zwischen drei Wochen bis sechs Monaten post-operativ [3, 44, 50, 82, 116, 122]. Die Studiengruppe um Thomas kann bisher als einzige Gruppe keine Verlängerung der effektiven Periode der JN-Entfernung durch MMC erzielen [119]. Im Gegensatz zu Morinelli, der empfiehlt, die JN-Entfernung wegen möglich auftretender Hypotonien in die zweite bis dritte Woche nach OP zu verlegen [71], versuchen wir nur in der ganz frühen post-operativen Phase bis zum dritten Tag zunächst, die Druckwerte, falls nötig, manuell per Filterkissenmassage zu mindern, um eine überschießende Filtration durch zu frühe JN-Entfernung bei gleichzeitig verminderter Wundheilung durch das MMC zu verhindern. Ab der zweiten und dritten Woche führen wir bereits bei Druckwerten um die 17 mmHg Nahtentfernungen durch, da in dieser Phase mit einer Selbstregulation über das Filterkissen nicht mehr zu rechnen ist und ein mechanisches Eingreifen über eine Lockerung der Deckelspannung notwendig ist. Sind bis zur siebten post-operativen Woche noch JN vorhanden, werden diese so gekürzt, dass das kurze Fadenende unter die Bindehaut zu liegen kommt, damit keine Infektion oder Keratopathie auftreten kann. Eine Keratopathie durch JN wird bei keinem unserer Patienten beobachtet. Unseres Erachtens gibt die Kombination von MMC und Justiernähten dem Operateur eine bessere Kontrolle über die Steuerung des post-operativen IOD's; sowohl in der Früh- als auch in der Spätphase. Eine durch das MMC veränderte Wundheilung erleichtert weiterhin die Entfernung der JN, ohne dass es dabei zu einem Zerreißen der JN durch zu kräftigen Zug kommt. In früheren Artikeln wird beschrieben, dass eine Entfernung nach der zweiten Woche ohne die Entstehung eines Fadenbruches nur sehr schwierig ist [102]. Die Verwendung von Justiernähten ermöglicht, mit minimalem Aufwand an der Spaltlampe und geringen Kosten einen effektiven Einfluss auf die post-operative Steuerung des IOD zu nehmen. Der Einsatz des Lasers zur Nahtdurchtrennung der fixen Deckelecknähte hat dazu im Gegensatz einige limitierende Faktoren. Zum einen haben nicht alle Ophthalmologen einen Zugang zu einem kostenintensiveren Laser. Zum anderen können die Nähte durch Bindehauthämorrhagien oder –ödeme sowie einer dicken Tenonkapsel verdeckt sein, so dass die notwendige Lokalisation der Nähte erschwert bis nicht möglich ist. Mögliche Komplikationen wie eine Filterkissenperforation durch zu hohe Laserenergien mit konsekutiver Vorderkammerabflachung, Irisinkarcerationen und Hyphäma müssen dabei auch immer berücksichtigt werden [25, 35, 46, 66, 96, 105]. Um diesen Problemen zu entgehen, wird die Justiernahrttechnik als Alternative zur Laserdurchtrennung der JN von verschiedenen Autoren angewendet [18, 128]. Gelegentlich kommt es zur subkonjunktivalen Verlagerung des Justiernahntendes und damit einhergehender Unfähigkeit, diese zur Druckregulierung zu ziehen. Da wir in der Regel mehrere JN anlegen, kann bei solcher Lage einzelner Nähte weiterhin eine Druckregulierung erfolgen. Sollte dieses Vorgehen bei z. Bsp. letzter Naht verwehrt sein, besteht immer noch die Möglichkeit einer Ecknahtdurchtrennung durch Laser oder das Wiedervorholen der JN mittels Vannascherchen und Pinzette.

5.5 Senkung der post-operativen Komplikationsrate

Der Erfolg einer Goniotripanation hängt in hohem Maße davon ab, mögliche post-operative Komplikationen früh zu erkennen und zu therapieren.

Verschiedene Autoren entwickelten und beschrieben die Justiernachttechnik, die sowohl die post-operativen Komplikationen der Goniotripanation als auch die negativen Begleiteffekte des MMC minimieren sollten [15, 41, 48, 64].

5.5.1 Hypotonien und hypotoniebedingte Folgeerkrankungen

Hypotonien, flache Vorderkammern, Hornhautödeme, Maculopathien und Visusverlust sind vorkommende und schwerwiegende Komplikationen einer Goniotripanation [2].

Die häufigste in der Literatur beschriebene Komplikation in der Frühphase nach Goniotripanationen mit MMC ist die Aderhautamotio mit einer Inzidenz zwischen 14,1% und 40% und die okuläre Hypotonie mit 21% bis 71,1% bei einer Nachbeobachtungszeit von zwölf Monaten [1, 27, 40, 54, 57, 89, 104], wobei die Hypotonien teilweise bis zum zwölften Monat persistieren [29].

Unsere Auswertungen ermitteln bei 2,46% der Fälle eine Hypotonie nach einer Woche post-operativ und bei 1,97% der Fälle nach einem Monat. Danach treten, teilweise nach Durchführung von Revisionen, zu keinem Zeitpunkt im Beobachtungszeitraum persistierende Hypotonien auf. Im Vergleich ist die Inzidenz also deutlich geringer als bei Durchführung der OP mit MMC und ohne Justiernächte. In Studiengruppen, die lediglich Justiernächte ohne MMC verwenden, wird die Inzidenz zwar weiter auf 9,3% bis 39,7% abgesenkt [54, 60, 89, 104, 112, 124], liegt aber noch über den von uns ermittelten Werten. Ein Grund für die Reduktion der Inzidenz beim kombinierten Einsatz von JN und MMC im Vergleich zur alleinigen Verwendung von MMC kann der parallele Einsatz von permanenten Ecknähten zur Deckelabdichtung und zusätzlichen Justiernächten zur Feinregulation des IOD sein, was ähnliche Werte (1,5%) bei den Studiengruppen um Stalmans und Unlue, die die gleiche Kombination durchführen, zeigen [111, 122].

Konsekutiv kommt es auch zu geringeren Inzidenzen für das Auftreten von hypotoniebedingten Pathologien. Eine Aderhautamotio tritt bei 19 von 203 Augen (9,36%) nach einer Woche und bei sechs von 203 Augen (2,96%) nach einem Monat auf und ist somit die häufigste Frühkomplikation gefolgt von einer Vorderkammerabflachung (4,93% nach einer Woche; 1,97% nach einem Monat) bei unseren Studienpatienten. Vergleicht man diese Werte sowohl mit denen bei alleinigem Einsatz von MMC (zwischen 14,1% bis 40% für Aderhautamotio) als auch mit denen bei Durchführung ohne MMC und mit JN (1,4% bis 32,5% für flache Vorderkammer) [54, 60, 89, 104, 124], zeigt sich eine deutliche Reduktion des Risikos für das Auftreten von visusbedrohenden Folgen wie die Entstehung einer hypotonen Maculopathie. Seit Chen erstmalig MMC in der Glaukomchirurgie einsetzt, kommt es aufgrund unkontrollierter Überfiltrationen zu seltenen, aber schwerwiegenden Komplikationen wie hypotonen Maculopathien mit nachfolgender Visusbedrohung [12]. Der Begriff der hypotonen Maculopathie wurde von Gass geprägt [34], nachdem Dellaporta bereits 1955 Fundusveränderungen nach einer post-operativen Hypotonie beschrieben hat [24]. In der Literatur variiert die Inzidenz der hypotonen Maculopathie nach Goniotripanation mit MMC zwischen < 1% und bis zu 25% [7, 20, 42, 85, 107] und liegt bei kombinierten Einsatz mit JN bei 1,5% [73]. Eine hypotone Maculopathie kann bei keinem unserer Studienpatienten beobachtet werden. Hauptrisikofaktoren für die Entstehung sind jüngeres Alter, Myopie, MMC oder die zu frühe JN-Entfernung. Deswegen sollte bei jüngeren, myopen Patienten der Einsatz von MMC oder frühen JN-Entfernungen immer wohl überlegt sein.

Auch bei größerem Patientenkollektiv (182 Fälle) wie in unserer Studie kommt es zu keinem wesentlichen Anstieg der Komplikationen bei Verwendung von MMC und JN, was der Ver-

gleich mit den Übersichtsstudien von Stalmans (56 Fälle) und Unlue (17 Fälle) zeigt (1,8% bis 5,5% für das Auftreten einer Vorderkammerabflachung; 0% bis 8,9% für die Ausbildung von Aderhautamotiones).

Betrachtet man das Auftreten von Hypotonien und deren Folgen, kann man festhalten, dass die zusätzliche Anlage von JN einen deutlich positiven Effekt im Sinne einer Minimierung der Inzidenz dieser hat. Visusminderung bzw. –verlust durch diese Komplikationen können verringert bzw. verhindert werden.

5.5.2 Endophthalmitis und Blebitis

Cohen und Burchfield berichten über die Entstehung einer Endophthalmitis im Zusammenhang mit Justiernähten [8, 17]. Hierbei wird vermutet, dass die Nähte einen möglichen intraokularen Eintrittsweg für Bakterien darstellen. Es wird empfohlen, die Enden der JN in der Kornea zu versenken und die topischen Antibiotika solange zu applizieren, bis die Nähte entfernt werden. Seit dem Einsatz von MMC steigt auch das Risiko einer in der späten postoperativen Phase auftretenden Filterkissen-assoziierten Endophthalmitis [38, 39, 47]. Die Gesamtinzidenz für das Auftreten einer Endophthalmitis nach Goniotripanation mit MMC und mit bzw. ohne JN liegt bei 1,3% pro Jahr [23]. Wir beobachten in unserem Patientenkollektiv keine Endophthalmitis, was sich mit den Beobachtungen aus der Studiengruppe um Stark deckt [112]. Die Fadenenden werden bei unseren Studienpatienten nicht in die Kornea versenkt. Alle Patienten müssen bis zur sechsten Woche, in der wir in der Regel die Fäden, falls noch vorhanden, soweit herunter kürzen, dass die Fadenenden subkonjunktival zu liegen kommen, lokale Steroide applizieren. Die eine Woche vor der Operation begonnene Antibiotikatherapie wird bis zum dritten postoperativen Tag fortgeführt. Eine Blebitis ohne Endophthalmitis wird bei einer Patientin mit verminderter Tropfcompliance nach einem Monat postoperativ beobachtet. Diese ließ sich aber durch antiphlogistische Lokaltherapie gut eindämmen. Wir empfehlen, die Antibiotika aufgrund möglicher Resistenzentwicklungen nicht bis zur Justiernahtkürzung, wie von Burchfield und Cohen gefordert, zu applizieren.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch Weiterentwicklung der Justiernahttechnik und vorsichtigem Einsatz von MMC die in den früheren Literaturstellen beschriebenen Endophthalmitiden weites gehend zurück gedrängt worden sind. Man kann also auch unter regelmäßiger Kontrolle beide Parameter problemlos zusammen einsetzen.

5.5.3 Keratopathie

Eine weitere Komplikation, die durch die Anlage von Justiernähten auftreten kann, ist eine „windshield wiper keratopathy“ [44] bis hin zu Epitheldefekten. Das Auftreten eines Epitheldefektes wird in der Literatur mit einer Inzidenz zwischen 3,8% bis 8,2% angegeben [54, 119]. In allen Fällen werden postoperative Antimetabolitengaben, die das Epithel zusätzlich angegriffen haben, appliziert. Diese Komplikationen sind bei keinem unserer Studienpatienten aufgetreten. Damit keine Schädigung des Epithels entsteht, lassen wir die Fadenenden der JN deutlich länger, damit nicht, wie bei kürzeren Fäden, die aufgerauten Enden über das Hornhautepithel streifen. Weiterhin applizieren wir bei keinem Patienten postoperativ Antimetaboliten. Intraoperativ wird nach der MMC-Applikation ausgiebig mit Ringer-Lösung gespült, um so Defekte im Epithel zu verhindern, die Ausgang für eine weitere Keratopathie durch mechanische Reibung der Nähte sein können.

5.5.4 Versagen der Filtration

Späte Komplikationen können das Versagen der Filtration mit Ausbildung eines funktionslosen abgekapselten Filterkissens sein. In der Regel ist der IOD in der frühen postoperativen Phase aufgrund einer verminderten Kammerwasserproduktion durch die vorherrschende Entzündung und einem verstärkten Abfluss über die neu angelegte Fistel eher niedriger [84]. Zwischen der zweiten und vierten Woche kann der Druck etwas ansteigen, da die konjunktivale Vernarbung um die Fistel beginnt und den Abflusswiderstand des Kammerwassers erhöht [97]. Während dieser Phase kann sich eine Abkapselung des Filterkissens entwickeln. Bei der Entstehung einer Abkapselung spielen wohl intraokulare [67] und konjunktivale [76, 79] Entzündungen sowie eine erhöhte Prädisposition zur Narbenbildung [70] eine große Rolle.

Die häufigste Spätkomplikation ab dem dritten post-operativen Monat ist in unserer Studie bei 17 von 203 Augen (8,37%) die Entwicklung eines abgekapselten funktionslosen Filterkissens. Hierbei wird zur Definition des Filtrationsversagens der morphologische abgekapselte Aspekt des Filterkissens in Kombination mit dem IOD, der bei unseren Studienpatienten über 15 mmHg liegt, berücksichtigt. Bei zwölf von 17 Augen mit Filtrationsversagen (70,6%) kann dennoch unter dem Einsatz von antiglaukomatöser Lokaltherapie ein IOD von kleiner 21 mmHg erreicht werden.

Die in der Literatur beschriebenen Inzidenzen für die Entwicklung eines funktionslosen Filterkissens nach Filtrationschirurgie zeigen eine große Spannweite zwischen 2,5% bis 29,0% [4, 10, 21, 30, 67, 75, 78, 86, 90, 95, 98, 99]. Differenzen in der chirurgischen Technik bezüglich der Lage des präparierten Bindehautlappens (fornix- oder limbusständig), der Größe und Form des Skleraflaps, der Größe des Trepanlochs, des Verschlusses des präparierten Skleradeckels und der Bindehautwunde, der Anlage von Justiernähten und der Applikation von Antimetaboliten intra-operativ führen zu dieser großen Spannweite. Weitere Verzerrungen können durch die Auswahl der Patienten und die diagnostischen Kriterien zur Definition eines funktionslosen Filterkissens entstehen. Zum Beispiel fordern Richter und Schwartz keine Erhöhung des IOD für die Diagnose eines funktionslosen abgekapselten Filterkissens, wohingegen in der Studie von Ophir und Ticho dieses ein Grundkriterium für die Diagnose ist.

Im Vergleich zur Literatur liegen unsere Daten im unteren Bereich für die Inzidenz eines funktionslosen Filterkissens. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, dass wir Patienten bereits mit Druckwerten über 15 mmHg und unter 21 mmHg, was international als Zieldruck für den Erfolg nach Goniotrepantation festgesetzt wird, in die Gruppe der Filtrationsversager aufgenommen haben. Diese sind in o. g. Studien nicht berücksichtigt, so dass unsere Erfolgsraten bei einem Zieldruck kleiner 21 mmHg noch etwas nach oben zu korrigieren wären, da die Inzidenzen für die Entstehung von funktionslosen Filterkissen nach dieser Definition in den Literaturangaben ansteigen würden.

Der Einsatz von MMC zur Verhinderung einer Abkapselung mit Entstehung eines funktionslosen Filterkissens wird kontrovers diskutiert. Einige Studien berichten von geringeren Raten [4, 107], während andere Autoren [10, 51, 86, 111, 126] ähnliche Ergebnisse ohne bzw. mit Einsatz von MMC erzielen. Diese Unterschiede können durch verschiedene chirurgische Techniken, Dosen des MMC und Definitionen des Filtrationsversagens bedingt sein. Es wäre also sinnvoll, in zukünftigen Studien, die zuvor genannten Parameter zu standardisieren, um eine genauere Vergleichsbasis der Daten zu schaffen.

Dennoch zeigt sich nach dem Vergleich der Literaturdaten mit unseren Studienergebnissen, dass der Einsatz von MMC eine deutlich bessere und langfristige Funktion des Filterkissens bedingt.

Betrachtet man zusammenfassend die post-operativen Komplikationen lässt sich feststellen, dass der Einsatz von Justiernähten die post-operative Komplikationsrate senkt und bei gleichzeitiger Verwendung von MMC die negativen Effekte des Antimetaboliten reduzieren bzw.

verhindern kann, während man die Vorteile des MMC wie Verminderung der Fibrosierungsraten und Verlängerung des post-operativen Zeitfensters, in dem man noch den IOD-Verlauf beeinflussen kann, voll nutzt.

5.6 Durchführung von Revisionen

Insgesamt führen wir bei 43 von 203 (21,18%) operierten Augen eine Revision durch. Die häufigste Revision in der Frühphase bis zum dritten post-operativen Monat ist die Healoneingabe zur Vorderkammeraufstellung und Druckerhöhung (4,9% in der ersten Revision; 1,9% in der Zweiten) und das Filterkissenneedling bei Filtrationsversagen (7,8% als erste Revision; 4,9% in zweiter OP; 0,9% als dritte Maßnahme).

In der Literatur muss nach Durchführung einer Goniotrepanation mit MMC bei 1,78% bis 4,5% eine Revisionsoperation durchgeführt werden [21, 73, 114]. Hierbei handelt es sich um Filterkissenneedlings, komplette Revisionen und andere, aufgrund ihres sehr invasiven Charakters und schlechter Dosierung heute nicht mehr durchgeführten Behandlungen [21, 32, 34, 83, 93, 99].

Kolker, der JN ohne MMC einsetzt, muss bei 6,26% der Augen ohne JN und nur in 0,7% der Fälle mit JN eine Vorderkammeraufstellung durchführen [54]. Ein ähnlicher Zusammenhang besteht im Patientenkollektiv von Simsek (3,13% bei Augen ohne JN, 0% der Augen mit JN) und Stalmans (1,8% der Fälle mit JN) [104, 111]. Die Rate an notwendigen Needlingverfahren des Filterkissens liegt bei 12,5% in der Studiengruppe um Stalmans. Bei 5,4% der Patienten muss aufgrund ausbleibender Funktionsverbesserung diese Operation ein zweites Mal durchgeführt werden [111].

Beim kombinierten Einsatz von MMC und JN müssen in Studien von Aykan und Unlue, die lediglich Vorderkammeraufstellungen als Revisionen untersuchen, diese nicht durchgeführt werden [3, 122].

Vergleicht man unsere Ergebnisse mit den Literaturangaben zur Goniotrepanation mit MMC und JN jeweils alleinig oder kombiniert eingesetzt zeigt sich, dass wir insgesamt eine höhere Revisionsrate trotz einer guten Quote bei den post-operativ auftretenden Komplikationen haben. Dieses kann zum einem an unserem größeren Patientenkollektiv (203 Augen im Vergleich zu 18-156 Augen in den jeweiligen Studien) und an der höheren Anzahl der betrachteten Revisionsarten im Vergleich zu Unlue und Aykan liegen. Zum anderen führen wir im Durchschnitt nach 14,55 Tagen eine Healoneingabe bei flacher Vorderkammer durch. In o. g. Studien wird diese Revision in der Regel erst nach einem Monat bei persistierenden Hypotonien durchgeführt. Wir gehen davon aus, dass einige Fälle, der in unserer Studie aufgetretenen Vorderkammerabflachungen, auch nach einem Monat spontan rückläufig gewesen wären. Den Zeitpunkt von Revisionsoperationen muss man genau abwägen, um unnötige, zu früh durchgeführte Operationen zu verhindern. Komplikationen wie Endotheldekompensationen bei iridocornealem Touch müssen allerdings auch durch nicht zu langes Zuwarten verhindert werden. Weiterhin ziehen wir in der Regel die Ecknähte des präparierten Skleradeckels nicht zu fest, so dass eine etwas geringere Deckelspannung aufgebaut wird und somit zu den etwas höheren Werten für die Vorderkammeraufstellung im Vergleich zu den anderen Studien, die den kombinierten Einsatz von MMC und JN untersuchen, führt. Aufgrund zuvor beschriebenen Vorgehens intra- und post-operativ liegen die Ergebnisse für die Eingabe von Healon im mittleren Bereich der von verschiedenen Autoren beschriebenen Werte.

Die Werte für das Filterkissenneedling liegen deutlich unter den in der Literatur beschriebenen Werten (7,8% vs. 12,5%). Dies liegt am Einsatz von MMC, welches in o. g. Studien nicht gleichzeitig mit JN verwendet wird.

Die häufigste Revisionsoperation (drei von 203 Augen) in der späteren post-operativen Phase ist die Cyclophotokoagulation, welche wir in der Regel erst nach Versagen anderer Therapien (Needling, Revisionen, erneutes Einsetzen von Antiglaukomatosa) einsetzen (im Durchschnitt

nach 10,3 Monaten). Prata beschreibt nach dreimaliger Durchführung einer Cyclophotokoagulation und Voroperation mit Goniотреpanation und MMC das Auftreten eines Sklerastaphyloms im Bereich des nicht funktionierenden Filterkissens [87]. Dieses wird bei keinem unserer Studienpatienten beobachtet. Wir sparen bei der Laserbehandlung generell großzügig den Filterkissenbereich aus. Weiterhin verwenden wir eine geringere Dosierung von MMC im Vergleich zu Pratas Case Report (0,2 mg/ml versus 0,3 mg/ml), so dass die Bulbuswand eventuell weniger geschwächt wird.

Die von Venkatesh beschriebene Panophthalmitis mit Bulbusruptur nach einmaliger CPK und vorhergehender Goniотреpanation mit MMC (0,2 mg/ml) [123], tritt bei unseren Studienpatienten ebenfalls nicht auf.

Nach unseren Erfahrungen ist die Cyclophotokoagulation eine komplikationsarme und sinnvolle Zusatztherapie bei persistierenden hohen IOD-Werten nach Goniотреpanation und Versagen anderer Therapiemaßnahmen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einsatz von JN v. a. die Revisionsnotwendigkeiten in der frühen post-operativen Phase durch Minimierung von Hypotonien und der Folgen senkt. Späte post-operative Revisionen werden durch den Einsatz von MMC minimiert.

5.7 Post-operative Erfolgsquote

In Studien wird in der Regel standardmäßig das Erreichen eines Zieldruckes von < 21 mmHg ein Jahr post-operativ ohne den Einsatz von Antiglaukomatosa als absoluter Erfolg der Operation definiert [3, 54, 89, 122]. Als qualifizierten Erfolg wird das Erreichen des gleichen Zieldruckes unter Verwendung von lokalen drucksenkenden Augentropfen bezeichnet.

In unserer Studie erreichen insgesamt 92% der operierten Augen einen Zieldruck von < 21 mmHg, hierbei liegt die absolute Erfolgsrate bei 65,5% und die qualifizierte Rate bei 26,1%. In der Literatur sind für die Goniотреpanation ohne MMC und Justiernähten Erfolgsquoten nach fünf bis zehn Jahren post-operativ zwischen 88% und 94% mit und ohne Verwendung von antiglaukomatösen Augentropfen beschrieben [80, 103]. Unter Verwendung von Mitomycin C schwanken die absoluten Erfolgsquoten, dass heißt ohne Applikation von drucksenkenden Augentropfen, zwischen 47% und 94% [1, 57, 73] nach einem Jahr. Für den qualifizierten Erfolg können Werte zwischen 17% und 30,3% nach zwölf Monaten ermittelt werden [57, 73]. Kombiniert man die Goniотреpanation neben den JN zusätzlich mit MMC, werden absolute Erfolgsraten zwischen 71% und 88,8% erzielt [3, 122]. Für die qualifizierte Rate liegen die Werte zwischen 11,1% und 19% [3, 122]. Die von uns ermittelte absolute Erfolgsrate liegt etwas unter denen, die in der Literatur für die Goniотреpanation mit kombiniertem Einsatz von JN und MMC sowie alleiniger Verwendung von JN erhoben werden (75% bis 100%) [54, 104, 111, 112]. Zum einen könnte dies an unserem deutlich größeren Patientenkollektiv mit 203 Augen im Vergleich zu anderen Studiengruppen mit Kollektiven zwischen 18 und 146 Patienten liegen. Zum anderen führen wir die Applikation von MMC im Vergleich zu Unlue und Aykan in einer schwächeren Form durch. Man muss hierbei natürlich zwischen Wirkung und Nebenwirkung abwägen. Es zeigt sich nämlich, dass wir für die qualifizierte Erfolgsrate deutlich über den Werten der Studiengruppen, die JN alleinig oder in Kombination mit MMC verwendet haben, liegen und somit für den Gesamterfolg dieser Operation mit 92% Prozent im oberen Bereich der Literaturwerte für jede o. g. OP-Art liegen. Da die meisten Patienten bereits zum Zeitpunkt der Operation eine CDR zwischen 0,9 und 1,0 sowie fortgeschrittene Gesichtsfeldschäden haben, ist ein Zieldruck von < 21 mmHg aber zu hoch. Wir empfehlen die Zieldruckgrenze niedriger bei ca. 15 mmHg anzusetzen. Nach dieser Definition würden die absolute Rate bei 61,6% und die qualifizierte Rate bei 14,3% liegen, was einem vergleichbaren Ergebnis in Stalmans' Studiengruppe, die lediglich die Goniотреpanation mit JN und ohne MMC durchführt, (61,4% < 14 mmHg) entspricht. Insgesamt zeigt sich bis zum zwölften Monat ein konstanter post-operativer Tensionsverlauf mit Medianen

zwischen elf und zwölf mmHg. Dies entspricht dem stabilen IOD-Verhalten mit Werten zwischen neun mmHg bis 13,8 mmHg in allen Studien, in denen Justiernähte angewendet werden [3, 54, 89, 111, 122]. In unserem Patientenkollektiv werden prä-operativ $2\pm 0,72$ und post-operativ $0\pm 0,79$ Präparate angewandt. Insgesamt zeigt sich also im Vergleich zu der Standardgoniotrepanation mit MMC, bei der Ng die durchschnittliche Verwendung von antiglaukomatösen Präparaten von $2,95\pm 0,98$ prä-operativ auf $1,23\pm 1,41$ post-operativ senken kann [73], ein deutlich geringerer post-operativer Bedarf an Lokalthherapie.

Gesamt überblickend lässt sich sagen, dass sich für die post-operativen Erfolgsraten zwischen den verschiedenen OP-Techniken (OP ohne MMC, mit MMC, mit JN/ohne MMC, mit JN und MMC) kein statistisch signifikanter Unterschied ermitteln lässt [3, 54, 104, 122].

5.8 Konsens

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Goniotrepanation mit Justiernähten, bei überwiegendem Einsatz von MMC, eine gute post-operative Steuerung des IOD's ermöglicht. V. a. in der Frühphase, in der es sehr wichtig ist, die Komplikationsrate gering zu halten, um den Erfolg der durchgeführten Operation nicht zu mindern, bieten Justiernähte eine gute Möglichkeit, einfach und schnell auf Druckentgleisungen zu reagieren.

Hierbei wird die absolute Erfolgsquote bei gleichzeitiger deutlicher Minderung der Komplikationsrate durch den Einsatz der JN weiterhin in einem sehr guten Bereich gehalten.

Weiterhin empfehlen wir, den Einsatz von MMC nicht nur auf Hochrisikopatienten zu reduzieren. Unsere Erfahrungen mit dem regelmäßigen Einsatz von MMC zeigen, dass bei kombiniertem Einsatz von MMC und JN die möglichen Komplikationen durch die Wirkung der JN vermindert bzw. im Vergleich zu Operationen ohne JN verhindert werden können, ohne auf den positiven antifibrotischen Effekt des MMC's verzichten zu müssen.

VI. Zusammenfassung

Studienziel: Die Goniotripanation nimmt seit Jahrzehnten eine führende Rolle in der chirurgischen Therapie des Offenwinkelglaukoms ein.

In vorliegender Arbeit wird der Effekt von Justiernähten und überwiegendem Einsatz von Mitomycin C auf die post-operativen Ergebnisse nach Goniotripanation untersucht. Diese werden bezüglich der Effektivität und der post-operativen Komplikationsrate mit Ergebnissen nach Standardgoniotripanation mit bzw. ohne Einsatz von Mitomycin C und/oder Justiernähten verglichen, wobei unsere Studiengruppe aus dem größten untersuchten Kollektiv im Vergleich zur bisher veröffentlichten Literatur besteht. Uns interessiert v. a. die Frage, ob die im Rahmen der Goniotripanation mit überwiegender Verwendung von Mitomycin C eingesetzten Justiernähte das Komplikationsrisiko senken, ohne die Effektivität zu reduzieren.

Methoden: Es erfolgt eine retrospektive Analyse von Patienten, bei denen zwischen Januar 2002 und Dezember 2004 eine Goniotripanation mit Justiernähten und überwiegendem Einsatz von Mitomycin C in der Augenklinik der Kliniken Essen Süd durchgeführt worden ist. Insgesamt werden 203 Augen von 153 Patienten operiert. In 182 Fällen wird Mitomycin C in einer Konzentration von 0,2 mg/ml pro Schwämmchen eingesetzt. In die Auswertung gehen sowohl primäre als auch sekundäre Glaukome sowie Offen- und Engwinkelglaukome mit ein. Die Indikation zur Operation wird gestellt, wenn der Zieldruck nicht erreicht wird oder der glaukomatöse Optikusschaden zunimmt sowie das Gesichtsfeld oder die visuelle Funktion abnehmen trotz Maximaltherapie.

Ergebnisse: Der Median des post-operativen IOD liegt von der ersten Woche ($SD \pm 5,56$ mmHg) bis zum sechsten Monat ($SD \pm 4,14$ mmHg) nach OP bei 11 mmHg. Nach einem Jahr liegt der Median bei 12 mmHg ($SD \pm 3,66$ mmHg).

In 92% der Fälle wird ein IOD < 21 mmHg nach einem Jahr post-operativ erreicht. Die absolute Erfolgsquote (Erreichen eines Zieldruckes < 21 mmHg ohne den Einsatz von lokalen drucksenkenden Augentropfen) liegt bei 65,5% und die qualifizierte Rate (Erreichen des o. g. Zieldruckes unter der Verwendung von lokalen Antiglaukomatosa) bei 26,1%.

Die häufigste Frühkomplikation ist die Entstehung einer Aderhautamotio in 9,36% der Fälle nach der ersten post-operativen Woche, gefolgt von einer Abflachung/Aufhebung der Vorderkammer bei 4,93% der Patienten.

Die Entwicklung eines abgekapselten funktionslosen Filterkissens tritt bei 8,37% der Patienten nach einem Jahr auf. Dieses ist die einzige auftretende Spätkomplikation nach einem Jahr post-operativ.

In 21,18% der Fälle muss eine erste Revision durchgeführt werden.

Konsens: Die Goniotripanation mit Justiernähten ist eine effektive Methode, um den IOD chirurgisch zu senken. Es zeigt sich, dass die absolute Erfolgsquote im Vergleich zur Goniotripanation ohne Justiernähte weiterhin in einem sehr guten Bereich gehalten wird. Die Justiernähte bieten in der post-operativen Phase eine gute Option, den IOD noch einfach und schnell zu steuern und positiv zu beeinflussen. Zusätzlich können Justiernähte die durch den Einsatz von MMC entstehenden post-operativen Komplikationen minimieren bzw. verhindern.

Es müssen weitere Studien die Effektivität von Justiernähten bei der Goniotripanation mit MMC in ähnlich großen Patientenkollektiven wie dem unseren untersuchen. Empfehlenswert ist eine prospektive Studie mit einem homogeneren Kollektiv (ausschließlich primäres Offenwinkelglaukom, einheitliche Verwendung von MMC), was in unserer Studie nicht vorliegt. Weiterhin empfehlen wir, den Studienstandard, die absolute Erfolgsrate mit einem Zieldruck < 21 mmHg anzusetzen, auf Werte < 15 mmHg zu ändern. Ein IOD von 21 mmHg bei fortgeschrittenen Glaukomen, wie sie ja in der Regel zum Zeitpunkt der Durchführung einer Goniotripanation vorliegen, ist zu hoch, um weitere Gesichtsfelddefekte und Papillenschäden zu verhindern.

Abkürzungsverzeichnis

A	abgeflachtes Areal
AH	Aderhaut
AS	Augensalbe
AT	Augentropfen
AGIS	Advanced Glaucoma Intervention Study
asb	Apostilb
BSS	balanced salt solution
C	Leichtigkeit des Kammerwasserabflusses
CDR	Cup-/Disc-Ratio
CNTGS	Collaborative Normal Tension Glaucoma Study
CPK	Cyclophotokoagulation
dB	Dezibel
dpt	Dioptrien
F	Rate des Kammerwasserabflusses
F	Kraft
5-FU	5-Fluorouracil
27-G	27 gauge
GF	Gesichtsfeld
IOD	Intraokulardruck
ISNT-Regel	Inferior-Superior-Nasal-Temporal-Regel
JN	Justiernähte
K ⁺	Kalium-Ionen
MMC	Mitomycin C
Na ⁺	Natrium-Ionen
Nd: YAG	Neodym-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat-Laser
OCT	optische Kohärenztomographie
P	Druck
Pe	episkleraler Venendruck
P0	Intraokulardruck in mmHg
SD	standard deviation
Stw	Standardabweichung
vCDR	vertikale Cup-/Disc-Ratio

Literaturverzeichnis

1. Alwrity A, Patel V, King AW. Fornix vs limbal-based trabeculectomy with mitomycin C. *Eye* 2005; 19: 631-636
2. Aminlari A. Postoperative complications of glaucoma filtering procedures. *Glaucoma* 1990; 12: 101-110
3. Aykan U, Bilge AH, Akin T, Certel I, Bayer A. Laser suture lysis or releasable sutures after trabeculectomy. *J Glaucoma* 16; 2007: 240-245
4. Azuara-Blanco A, Bond JB, Wilson RP, Moster MR, Schmidt CM. Encapsulated filtering blebs after trabeculectomy with mitomycin C. *Ophthalmic Surg Lasers* 1997; 28: 805-809
5. Barkan O. Glaucoma: classification, causes and surgical control. Results of microgonioscopic research. *Am J Ophthalmol* 1938; 21:1099
6. Ben SGJ, Glovinsky Y. Needle revision of failed filtering blebs augmented with subconjunctival injection of mitomycin C. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2003; 34: 94-99
7. Bindlish R, Condon GP, Schlosser JD et al. Efficacy and safety of mitomycin C in primary trabeculectomy: five-year follow-up. *Ophthalmology* 2002; 109: 1336-1341
8. Burchfield JC, Kolker AE, Cook SG. Endophthalmitis following trabeculectomy with releasable sutures. *Arch Ophthalmol* 1996; 114: 766
9. Cairns JE. Trabeculectomy. *Am J Ophthalmol* 1968; 66: 673
10. Campagna JA, Munden PM, Alward WL. Tenon's cyst formation after trabeculectomy with mitomycin C. *Ophthalmic Surg* 1995; 26: 57-60
11. Chandler PA, Grant WM. Mydriatic-cycloplegic treatment in malignant glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1962; 68: 353
12. Chen CW. Enhanced intraocular pressure controlling effectiveness of trabeculectomy by local application of mitomycin C. *Trans Asia-Pacific Acad Ophthalmol* 1983; 9: 172-177
13. Chen CW, Huang HT, Bair JS, Lee CC. Trabeculectomy with simultaneous topical application of mitomycin C in refractory glaucoma. *J Ocul Pharmacol* 1990; 6: 175-182
14. Chilaris G. Elliotsche Trepanation mit Skleradeckel. II. Griech. ophthal. Kongr., Kreta 1968
15. Chora H, Goldenfeld M, Krupin T, Rosenberg LF. Early postoperative titration of bleb function. *J Glaucoma* 1992; 1: 54-57
16. Cohen JS, Greff LJ, Novack GD, Wind BE. A placebo-controlled, double-masked evaluation of mitomycin C in combined glaucoma and cataract procedures. *Ophthalmology* 1996; 103 (11): 1934-1942
17. Cohen JS, Osher RH. Endophthalmitis associated with releasable sutures. *Arch Ophthalmol* 1997; 115: 292
18. Cohen JS, Osher RH. Releasable scleral flap suture. *Ophthalmol Clin North America* 1988; 1: 187-197
19. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group (CNTGS). The effectiveness of intraocular pressure reduction in the treatment of normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1998; 126:498-505
20. Costa VP, Wilson RP, Moster MR, Schmidt CM, Gandham S. Hypotony maculopathy following the use of topical mitomycin C in glaucoma filtration surgery. *Ophthalmic Surg* 1993; 24: 389-394

21. Costa VP, Correa MM, Kara-Jose N. Needling versus medical treatment in encapsulated blebs. A randomized prospective study. *Ophthalmology* 1997; 104: 1215-1220
22. Costa VP, Moster MR, Wilson RP et al. Effects of topical mitomycin C on primary trabeculectomies and combined procedures. *Br J Ophthalmol* 1993; 77: 693-697
23. DeBry PW, Perkins TW, Heatley G, Kaufmann P, Brumback LC. Incidence of late-onset bleb-related complications following trabeculectomy with mitomycin. *Arch Ophthalmol* 2002; 120:297-300
24. Dellaporta A. Fundus changes in postoperative hypotony. *Am J Ophthalmol* 1955; 40: 781-785
25. DiSclafani M, Liebmann JM, Ritch R. Malignant glaucoma following argon laser release of scleral flap sutures after trabeculectomy. *Am J ophthalmol* 1989; 108: 597-598
26. Drance S, Anderson DR, Schulzer M. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. Risk factors for progression of visual field abnormalities in normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2001; 131:699-708
27. Edmunds B, Thompson JR, Salmon JF, Wormald RP. The National Survey of Trabeculectomy. III. Early and late complications. *Eye* 2002; 16: 297-303
28. Elliot RH. A preliminary note on a new operative procedure for the establishment of a filtering cicatrix in the treatment of glaucoma. *Ophthalmoscope* 1909; 7: 804
29. Feiner L, Piltz-Seymour JR. Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: a summary of results to date. *Curr Opin Ophthalmol* 2003; 14: 106-111
30. Feldman RM, Gross RL, Spaeth GL et al. Risk factors for the development of Tenon's capsule cysts after trabeculectomy. *Ophthalmology* 1989; 96(3): 336-341
31. Fergus F. Treatment of glaucoma by trephining. *Br Med J* 1909; 52: 29
32. Fink AJ, Boys-Smith JW, Brear R. Management of large filtering blebs with the argon laser. *Am J Ophthalmol* 1986; 101: 695-699
33. Fronimopoulos J, Lambrou N, Pelekis N, Christakis CH. Elliotsche Trepanation mit Skleradeckel. *Klin. Mbl. Augenheilk.* 1970; 156: 1
34. Gass JDM. Hypotony maculopathy. In: Bellows JG, ed. *Contemporary Ophthalmology: Honoring Sir Stuart Duke Elder*, Baltimore, MD: Williams and Wilkins; 1972; 343-366
35. Geijssen HC, Greve EL. Prevention of hypotony after trabeculectomies with mitomycin. *Doc Ophthalmol* 1993; 85: 45-50
36. Ghafour IM, Allan D, Foulds WS. Common causes of blindness and visual handicap in the west of Scotland. *Br J Ophthalmol* 1983; 67:209
37. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA et al. The Ocular Hypertension Treatment Study. Baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002; 120: 714-720
38. Greenfield DS, Suner IJ, Miller MP, Kangas TA, Palmberg PF, Flynn HW. Endophthalmitis after filtering surgery with mitomycin. *Arch Ophthalmol* 1996; 114(8):943-949
39. Higginbotham EJ, Stevens RK, Musch DC, Karp KO, Lichter PR, Bergstrom TJ et al. Bleb-related endophthalmitis after trabeculectomy with mitomycin C. *Ophthalmology* 1996; 103(4):650-656
40. Hornova J, Novakova D. Immediate and late intraocular pressure levels after trabeculectomy with releasable sutures. *Cesk Slov Oftalmol* 2001; 57: 403-407
41. Hsu CT, Yarnig SS. A modified removable suture in trabeculectomy. *Ophthalmic Surg* 1993; 24: 579-585
42. Hyung SM, Jung MS. Management of hypotony after trabeculectomy with mitomycin C. *Korean J Ophthalmol* 2003; 17: 114-121

43. Iester M, Ravinet E, Mermoud A. Postoperative subconjunctival mitomycin C injection after non-penetrating glaucoma surgery. *J Ocul Pharmacol Ther* 2002; 18: 307-312
44. Jacob P, Thomas R, Mahajan A, Mathai A, Gieser SC, Raju R. Releasable suture technique for trabeculectomy. *Indian Journal Of Ophthalmology* 1993; 41(2): 81-82
45. Jampel HD. Antifibrosis drugs in filtration surgery. In: Bucci M, ed. *Glaucoma: decision making in therapy*. Milano; Springer-Verlag, 1996: 233-237
46. Jampel HD, Pasquale LR, Dibernardo C. Hypotony maculopathy following trabeculectomy with mitomycin C. *Arch Ophthalmol* 1992; 110: 1049-1050
47. Jampel HD, Quigley HA, Kerrigan-Baumrind LA et al. Risk factors for late-onset infection following glaucoma filtration surgery. *Arch Ophthalmol* 2001; 119: 1001-1009
48. Johnstone MA, Wellington DP, Ziel CJ. A releasable scleral flap tamponade suture for guarded filtration surgery. *Arch Ophthalmol* 1993; 111: 398-403
49. Kanski JJ. *Klinische Ophthalmologie*. 2004, 5. Auflage, Urban und Fischer, München, Jena
50. Kasahara N, Smith TJ, Sibayan SA et al. Midterm reversible failure in trabeculectomies with adjunctive mitomycin C. *Ophthalmic Surg Lasers* 1997; 28: 986-991
51. Katz GJ, Higginbotham EJ, Lichter PR et al. Mitomycin C versus 5-fluorouracil in high-risk glaucoma filtering surgery. Extended follow-up. *Ophthalmology* 1995; 102: 1263-1269
52. Khaw PT, Trope GE. Advances in the Modulation of Wound Healing Including Large Treatment Areas and Adjustable Sutures: The Moorfields Safe Surgery System. In Trope GE (eds). *Glaucoma Surgery*. Taylor and Francis Group, 2005, 31-45
53. Kitazwa Y, Suemori-Matsushita H, Yamamoto T, Kawase K. Low dose and high dose mitomycin trabeculectomy as an initial surgery in primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 1993; 100: 1624-1628
54. Kolker AE, Kass MA, Rait JL. Trabeculectomy With Releasable Sutures. *Arch Ophthalmol* 1994; 112: 62-66
55. Kothe AC. The effect of posture on intraocular pressure and pulstile ocular blood flow in normal and glaucomatous eyes. *Surv Ophthalmol* 1994; 38 191-197
56. Krug JH, Melamed S. Adjunctive use of delayed and adjustable low-dose 5-fluorouracil in refractory glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1990; 109: 412-418
57. Laube T, Ritters B, Selbach M, Hudde T. Clinical experiences and results of application of mitomycin C in trabeculectomy. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2003; 220; 618-624
58. Lehmann OJ, Bunce C, Matheson MM, Maurino V, Khaw PT, Wormald R, Barton K. Risk factors for development of post-trabeculectomy endophthalmitis. *Br J Ophthalmol* 200; 84:1349-1353
59. Leske MC. The epidemiology of open-angle glaucoma. A review. *Am J Epidemiol* 1983; 118:166
60. Li L, Xiao Y. A comparison on postoperative shallow anterior chambers with different kinds of glaucoma surgery. *Eye Science* 1999; 15: 111-113
61. Lichter PR, Musch DC, Gillespie BW, Guire KE, Janz NK, Wren PA et al. Interim clinical outcomes in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study comparing initial treatment randomized to medications or surgery. *Ophthalmology* 2001; 108:1943-1953
62. Lieberman MF. Suture lysis by laser and gonioscopy. *Am J Ophthalmol* 1983; 95: 257-258
63. Luntz MH, Trope GE. *Glaucoma: Surgical Anatomy*. In Trope GE (eds). *Glaucoma Surgery*. Taylor and Francis Group, 2005, 13-17

64. Maberley D, Apel D, Rootman DS. Releasable "U"-Suture for Trabeculectomy Surgery. *Ophthalmic Surg* 1994; 25: 251-255
65. Mac I, Soltau JB. Glaucoma-filtering bleb infections. *Curr Opin Ophthalmol* 2003; 14:91-94
66. Macken P, Buys Y, Trope GE. Glaucoma laser suture lysis. *Br J Ophthalmol* 1996; 80: 398-401
67. Mandal AK. Results of medical management and mitomycin C-augmented excisional bleb revision for encapsulated filtering blebs. *Ophthalmic Surg Lasers* 1999; 30: 276-284
68. Mehta JS, Maurino V, Patel H Kirwin J, Murdoch IE. Immediate postoperative intraocular pressure measurements after trabeculectomy with releasable sutures. *Clinical and Experimental Ophthalmology* 2006; 34: 778-782
69. Melamed S, Askhenazi I, Glovinski J, Mlumenthal M. Tight scleral flap trabeculectomy with postoperative laser suture lysis. *Am J Ophthalmol* 1990; 109: 303-309
70. Mietz H, Jacobi PC, Welsandt G, Krieglstein GK. Trabeculectomies in fellow eyes have an increased risk of tenon's capsule cysts. *Ophthalmology* 2002; 109: 992-997
71. Morinelli EN, Sidoti PA, Hever DK et al. Laser suture lysis after mitomycin C trabeculectomy. *Ophthalmology* 1996; 2: 306-314
72. Morrow GL, Stein RM, Heathcote JG et al. Ocular toxicity of mitomycin C and 5-fluorouracil in the rabbit. *Can J Ophthalmol* 1994; 29: 268-273
73. Ng PW, Yeung BY, Yick DW, Tsang CW, Lam DS. Fornix-based trabeculectomy using the 'anchoring' corneal suture technique. *Clin Experiment Ophthalmol* 2003; 31 (2): 133-137
74. Njuits RMMA, Vernimmen RCJ, Webers CA. Mitomycin C primary trabeculectomy in primary glaucoma of white patients. *J Glaucoma* 1997; 6: 293-297
75. Oh Y, Katz LJ, Spaeth GL, Wilson RP. Risk factors for the development of encapsulated blebs. The role of surgical glove powder and 5-fluorouracil. *Ophthalmology* 1994; 101: 629-634
76. Ophir A. Encapsulated filtering bleb. A selective review new deductions. *Eye* 1992; 6: 348-352
77. Ophir A, Ticho U. A randomized study of trabeculectomy and subconjunctival administration of fluorouracil in primary glaucomas. *Arch Ophthalmol* 1992; 110: 1072-1075
78. Ophir A, Ticho U. Delayed filtering bleb encapsulation. *Ophthalmic Surg* 1992; 23: 38-39
79. Ophir A, Ticho U. Encapsulated filtering bleb and subconjunctival 5-fluorouracil. *Ophthalmic Surg* 1992; 23: 339-341
80. Palenga-Pydyn D, Grymin H, Kowalska G, Langner P, Omulecki W. Long-term results in patients with open angle and angle-closure glaucoma. *Klin Oczna* 2004; 106: 176-178
81. Palmer SS. Mitomycin as adjunct chemotherapy with trabeculectomy. *Ophthalmology* 1991; 98: 317-321
82. Pappa KS, Derick RJ, Weber PA et al. Late argon laser suture lysis after mitomycin C trabeculectomy. *Ophthalmology* 1993; 100: 1268-1271
83. Pasquale LR, Thibault D, Dorman-Pease ME, Quigley HA, Jampel HD. Effect of topical mitomycin C on glaucoma filtration surgery in monkeys. *Ophthalmology* 1992; 99: 14-18
84. Pederson JE, Smith SG. Surgical management of encapsulated filtering blebs. *Ophthalmology* 1985; 92: 955-958
85. Perkins TW, Gangnon R, Ladd W et al. Trabeculectomy with mitomycin C: intermediate-term results. *J Glaucoma* 1998; 7: 230-236

86. Prata JA, Minckler DS, Baerveldt G, Lee PP, LaBree L, Heuer DK. Trabeculectomy in pseudophakic patients: postoperative 5-fluorouracil versus intraoperative mitomycin C. *Ophthalmic Surg* 1995; 26: 73-77
87. Prata TS, Lima VC, Pinto LM, Costa EF, Melo LA Jr. Diode laser transscleral cyclophotocoagulation-induced staphyloma following trabeculectomy with mitomycin C. *Ophthalmic surgery, lasers and imaging: the official journal of the International Society for Imaging in the Eye* 2008; 39: 343-345
88. Quigley HA, Burhmann RR, West SK, Isseme I, Scudder M, Oliva MS. Long term results of glaucoma surgery among participants in an east African population survey. *The British Journal of Ophthalmology* 2000; 84 (8): 860-864
89. Raina UK, Tuli D. Trabeculectomy with releasable sutures: a prospective, randomized pilot study. *Arch Ophthalmol* 1998; 116:1288-1293
90. results of trabeculectomy in patients with open angle and angle-closure glaucoma. *Klin Ozná* 2004; 106: 176-178
91. Richter CU, Shingleton BJ, Bellows AR, Hutchinson BT, O' Connor T, Brill I. The development of encapsulated filtering blebs. *Ophthalmology* 1988; 95: 1163-1168
92. Savage JA, Condon GP, Lytle RA et al. Laser suture lysis after trabeculectomy. *Ophthalmology* 1988; 95: 1631-1638
93. Schaffer RN, Hetherington J, Hoskins HD. Guarded thermal sclerostomy. *Am J Ophthalmol* 1971; 72: 769-772
94. Scheie HG, Guehl JJ. Surgical management of overhanging blebs after filtering procedures. *Arch Ophthalmol* 1979; 97: 325-326
95. Schnaudigel OE. Langzeitergebnisse nach gedeckter Goniotripanation (Elliot-Fronimopoulos). *Klin Mbl. Augenheilk.* 1984; 184: 202-203
96. Schwartz AL, Van Veldhuisen PC, Gaasterland DE, Ederer F, Sullivan EK, Cyrlin MN. The advanced glaucoma intervention study (AGIS): 5. Encapsulated bleb after initial trabeculectomy. *Am J Ophthalmol* 1999; 127: 8-19
97. Schwartz AL, Weiss HS. Bleb leak with hypotony after laser suture lysis and trabeculectomy with mitomycin C. *Arch Ophthalmol* 1992; 110: 1049
98. Scott DR, Quigley HA. Medical management of a high bleb phase after trabeculectomies. *Ophthalmology* 1988; 95: 1169-1173
99. Sherwood MB. Complications and management of large, cystic blebs. In: Sherwood MB, Spaeth GL, eds. *Complications of Glaucoma Therapy*. Thorofare, NJ: Slack, Inc; 1990: 283-287
100. Sherwood MB, Spaeth GL, Simmons ST et al. Cysts of Tenon's capsule following filtration surgery. Medical management. *Arch Ophthalmol* 1987; 105: 1517-1521
101. Shields MB, Scroggs MW, Sloop CM, Simmons RB. Clinical and histopathologic observations concerning hypotony after trabeculectomy with adjunctive mitomycin C. *Am J Ophthalmol* 1993; 116: 673-683
102. Shields MB, Krieglstein GK. *Glaukom*. 1993, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
103. Shin DH. Removable-suture closure of the lamellar scleral flap in trabeculectomy. *Ann Ophthalmol* 1987; 19: 51-55
104. Sihota R, Gupta V, Agarwal HC. Long-term evaluation of trabeculectomy in primary open angle glaucoma and chronic primary angle closure glaucoma in an Asian population. *Clin Experiment Ophthalmol* 2004; 32: 23-28
105. Simsek T, Citirik M, Batman A, Mutvelli S, Zilelioglu O. Efficacy and complications of releasable suture trabeculectomy and standard trabeculectomy. *International Ophthalmology* 2005; 26: 9-14
106. Singh J, Bell RWD, Adams A, O'Brien C. Enhancement of post trabeculectomy bleb formation by laser suture lysis. *Br J Ophthalmol* 1996; 80: 624-627

107. Sit AJ, Trope GE. Surgical Techniques. Indications, Pre-operative Evaluation and Outcomes of Filtering Surgery. In Trope GE (eds). *Glaucoma Surgery*. Taylor and Francis Group, 2005, 3-13
108. Skuta GL, Beeson CC, Higginbotham EJ et al. Intraoperative mitomycin versus 5-fluorouracil in high-risk glaucoma filtering surgery. *Ophthalmology* 1992; 99: 438-444
109. Soltau JB, Rothman RF, Budenz DL, Greenfield DS, Feuer W, Liebmann JM, Ritch R. Risk factors for glaucoma filtering bleb infections. *Arch Ophthalmol* 2000; 118: 338-342
110. Spaeth GL. Antifibrosis agents, musicians and the purposes of medical care. *Ophthalmic Surg* 1993; 24: 149-151
111. Spaeth GL. OHTS one year later: has it reduced my threshold for treatment? American Academy of Ophthalmology Subspecialty Day Glaucoma Meeting. Anaheim, CA, Nov 15, 2003
112. Stalmans I, Gilis A, Lafout AS, Zeyen T. Safe trabeculectomy technique: long term outcome. *Br J Ophthalmol* 2006; 90: 44-47
113. Stark WJ, Goyal RK, Awad O, Vito E, Kouzis AC. The safety and efficacy of combined phacoemulsification and trabeculectomy with releasable sutures. *Br J Ophthalmol* 2006; 146-149
114. Stegmann R, Pienaar A, Miller D. Viscocanalostomy for open-angle glaucoma in black African patients. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25:316-322
115. Stürmer J, Meier F, Sarra GM. Ambulante filtrierende Glaukomoperationen. Filtering glaucoma surgery as outpatient procedure. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 2004; 221(5): 334-338
116. Sugar HS. Experimental trabeculectomy in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1961; 51: 623
117. Tezel G, Kolker AE, Kass MA et al. Late removal of releasable sutures after trabeculectomy or combined trabeculectomy with cataract extraction supplemented with antifibrotics. *J Glaucoma* 1998; 7: 75-81
118. The AGIS Investigators. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 7. The relationship between control of intraocular pressure and visual field deterioration. *Am J Ophthalmol* 2000; 130:429-440
119. The AGIS Investigators. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 12. Baseline risk factors for sustained loss of visual and visual acuity in patients with advanced glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2002; 134:499-512
120. Thomas R, Jacob P, Braganza A, Mermoud A, Multiyil J. Releasable suture technique for trabeculectomy. *Indian J Ophthalmol* 1997; 45: 37-41
121. Trope GE (eds). *Glaucoma Surgery*. 2005, Taylor and Francis Group, Boca Raton, London, New York, Singapore
122. Tsai JC, McClure CA, Ramos SE, Schlundt DG, Pichert JW. Compliance barriers in glaucoma: a systematic classification. *J Glaucoma* 2003; 12:393-398
123. Unlue K, Aksuenger A, Soeker S, Ertem M. Mitomycin C primary trabeculectomy with releasable sutures in primary glaucoma. *Japanese Journal of Ophthalmology* 2000; 44: 524-529
124. Venkatesh P, Gogoi M, Sihota R, Agarwal H. Panophthalmitis following contact diode laser cyclophotocoagulation in a patient with failed trabeculectomy and trabeculotomy for congenital glaucoma. *Brit J Ophthalmol* 2003; 87: 508
125. Vuori ML, Vitanen T. "Scleral tunnel incision"- trabeculectomy with one releasable suture. *Acta Ophthalmol Scand* 2001; 79: 301-304
126. Weiss DI, Shaffer RN, Harrington DO. Treatment of malignant glaucoma with intravenous mannitol infusion. Medical reformation of the anterior chamber by means of an osmotic agent: a preliminary report. *Arch Ophthalmol* 1963; 69: 154

127. Wells AP, Cordeiro MF, Bunce C, Khaw PT. Cystic bleb formation and related complications in limbus versus fornix based conjunctival flaps in paediatric and young adult trabeculectomy with mitomycin C. *Ophthalmology* 2003; 110:2192-2197
128. Wells AP, Bunce C, Khaw PT. Flap and suture manipulation after trabeculectomy with adjustable sutures: titration of flow intraocular pressure in guarded filtration surgery. *J Glaucoma* 2004; 13:400-406
129. Wilson RP. Technical advances in filtration surgery. In McAllister JA, Wilson RP (eds). *Glaucoma*. Butterworths, 1986, 243-250
130. Wozniak K, Köller AU, Spörl E, Böhm AG, Pillunat LE. Augeninnendruckmessungen im Tages- und Nachtverlauf bei Glaukompatienten und Normalprobanden mittels Goldmann- und Perkins-Appanationstonometrie. *Ophthalmologie* 2006; 103: 1027-1031
131. You YA, Gu YS, Fang CT, MA XQ. Long-term effects of simultaneous subconjunctival and subscleral mitomycin C application in repeat trabeculectomy. *J Glaucoma* 2002; 11: 110-118
132. Zacharia PT, Deppermann SR, Schumann JS: Ocular hypotony after trabeculectomy with mitomycin C. *Am J Ophthalmol* 1993; 116: 314-326
133. Zaleska-Zmijewska A, Szaflik J. Intraoperative use of mitomycin C in glaucoma filtering surgery-indications, results and complications. *Klin Ozn* 2001; 106: 164-167

Curriculum vitae

Maria Mönch, geborene Böckmann

Persönliche Daten

Geburtsdatum 31.10.1975
Geburtsort Dorsten
Familienstand verheiratet

Schulbildung

1982-1986 Maximilian-Kolbe-Grundschule in Schermbeck
1986-1995 St. Ursula Gymnasium in Dorsten
Abschluß: Abitur

Hochschulbildung

10/1995-05/2002 Studium der Humanmedizin an der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster

Famulaturen

04/1998 Praxis Dr. med. B. Frye in Münster; Innere Medizin und Nephrologie
03/1999 Zentrum für Frauenheilkunde der Universitätsklinik Münster
09/1999 1. Medizinische Abteilung des Kaiser-Franz-Josef-Spitals in Wien; Innere Medizin
03/2000 Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde der Universitätsklinik Münster
04/2000 Praxis Dres. med. Leßmann in Schermbeck; Allgemeinmedizin

Praktisches Jahr

04/2001-08/2001 Medizinische Klinik und Poliklinik D der Universitätsklinik Münster; Allgemeine Innere Medizin und Nephrologie
08/2001-12/2001 Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde der Universitätsklinik Münster
12/2001-03/2002 Klinik und Poliklinik für Allgemein- und Unfallchirurgie der Universitätsklinik Münster

Examina

09/1998 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
09/2000 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung; mündliche Prüfung in Augenheilkunde und Pharmakologie
05/2002 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Beruflicher Werdegang

<i>06/2002</i>	Erlangung der Erlaubnis zur vorübergehenden Ausübung des ärztlichen Berufs
<i>07/2002-09/2003</i>	Ärztin im Praktikum an der Universitätsaugenklinik in Essen
<i>10/2003-03/2004</i>	Ärztin im Praktikum in der Augenarztpraxis Dr. W. Storms in Essen
<i>03/2004</i>	Approbation als Ärztin
<i>04/2004-06/2004</i>	Weiterbildungsassistentin in der Augenarztpraxis Dr. W. Storms in Essen
<i>07/2004-12/2007</i>	Weiterbildungsassistentin in der Augenklinik Essen-Süd
<i>12/2007</i>	Anerkennung als Fachärztin für Augenheilkunde
<i>seit 12/2007</i>	Fachärztin in der Augenklinik Essen-Süd

Berufliche Nebentätigkeit

<i>04/1996-12/2001</i>	studentische Mitarbeiterin der internistischen Notaufnahme in Marien-Hospital, Marl
<i>1997</i>	studentische Mitarbeiterin im Anatomischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität; Kursus der makroskopischen Anatomie
<i>09/2001-05/2002</i>	Nachtwache, Dialysepraxis Dres. med. B. Frye und F. Matzkies in Münster

Vorträge

<i>09/2003</i>	101. Tagung der DOG vom 25.-28.09.2003 in Berlin, Thema: Die Kataraktchirurgie im Kindes- und Jugendalter
<i>12/2005</i>	Weihnachtstagung 2005 der Augenklinik Essen-Süd am 03.12.2005 in Essen, Thema: Die Goniotrepanation mit MMC und Justiernähten - Update 2005
<i>12/2006</i>	Weihnachtstagung 2006 der Augenklinik Essen-Süd am 09.12.2006 in Essen, Thema: Akanthamöbenkeratitis
<i>02/2007</i>	169. Versammlung des Vereins Rheinisch-Westfälischer Augenärzte vom 02.-03.02.2007 in Mühlheim/Ruhr, Thema: Die Goniotrepanation mit MMC und Justiernähten zur postoperativen Steuerung des Intraokulardruckes
<i>02/2008</i>	170. Versammlung des Vereins Rheinisch-Westfälischer Augenärzte vom 08.-09.02.2008 in Wuppertal, Thema: Presbyopiekorrektur mit custom match, blended vision und monovision: Vergleich der postoperativen Ergebnisse
<i>12/2008</i>	Weihnachtstagung 2008 der Augenklinik Essen-Süd am 03.12.2008 in Essen, Thema: Presbyopiekorrektur: Ergebnisse einer europäischen Multicenterstudie

Dortmund, 19.03.2010