

Aus der Augenklinik
(Prof. Dr. H. Hoerauf)
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

**Die bakterielle Endophthalmitis
- Retrospektive Analyse über 10 Jahre an der
UMG-Augenklinik**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
für Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der
Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Christoph Robert Polly

aus

Göttingen

Göttingen 2023

Dekan: Prof. Dr. W. Brück

Betreuungsausschuss

Betreuer*in: Prof. Dr. N. Feltgen

Ko-Betreuer*in: PD Dr. C. Welz

Prüfungskommission

Referent*in: Prof. Dr. Nicolas Feltgen

Ko-Referent*in: Prof. Dr. Micheal Weig

Drittreferent*in: PD Dr. Sabine Sennhenn-Kirchner

Datum der mündlichen Prüfung: 05.07.2023

Hiermit erkläre ich, die Dissertation mit dem Titel „Die bakterielle Endophthalmitis - Retrospektive Analyse über 10 Jahre an der UMG-Augenklinik“ eigenständig angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

Göttingen, den

.....

(Unterschrift)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung.....	1
1.1 Exogene Endophthalmitis.....	2
1.1.1 Nicht-infektiöse Endophthalmitis.....	2
1.1.2 Infektiöse Endophthalmitis	3
1.2 Endogene Endophthalmitis	8
1.3 Differentialdiagnosen	8
1.4 Prophylaxe	9
1.5 Erregernachweis	10
1.6 Risikofaktoren.....	11
1.7 Therapie.....	12
1.8 Ziel dieser Arbeit.....	14
2 Methoden	15
2.1 Einschlusskriterien.....	15
2.2 Daten	15
3 Ergebnisse.....	18
3.1 Allgemeine Ergebnisse	18
3.1.1 Datensätze.....	18
3.1.2 Verteilung der Endophthalmitis.....	18
3.2 Inzidenz einer exogenen Endophthalmitis.....	19
3.2.1 Inzidenz einer postoperativen Endophthalmitis nach Kataraktoperation	19
3.2.2 Inzidenz einer Endophthalmitis nach IVOM	21
3.2.3 Inzidenz einer posttraumatischen Endophthalmitis.....	22
3.2.4 Inzidenz einer endogenen Endophthalmitis	22
3.2.5 Inzidenz einer Endophthalmitis „per continuitatem“	22
3.3 Geschlechterverteilung.....	23
3.4 Alter.....	23
3.5 Grunderkrankungen	24
3.6 Zeitlicher Verlauf	25
3.6.1 Zeitraum von ursächlichem Ereignis oder Trauma bis operativen Eingriff.....	25
3.6.2 Zeitraum von Operation an der UMG-Augenklinik und Folgeeingriff.....	26
3.7 Klinische Befunde.....	27
3.7.1 Subjektive Beschwerden.....	28
3.7.2 Objektive klinische Befunde.....	28
3.8 Erregernachweis	35

3.8.1	Häufigkeitsverteilung der Erreger	35
3.9	Therapeutische Maßnahmen	37
3.9.1	Therapeutische Maßnahmen: Operativer Eingriff	37
3.9.2	Therapeutische Maßnahmen: Folgeeingriff	38
3.9.3	Therapeutische Maßnahmen: Präoperative Antibiose	38
3.9.4	Therapeutische Maßnahmen: Intraoperative Therapie	39
3.9.5	Therapeutische Maßnahmen: Postoperative Antibiose auf Station	39
3.9.6	Therapeutische Maßnahmen: Entlassungsmedikation	39
4	Diskussion	40
4.1	Patientenkollektiv	40
4.1.1	Häufigkeit der postoperativen Endophthalmitis	40
4.1.2	Häufigkeit der endogenen Endophthalmitis	41
4.1.3	Häufigkeit der posttraumatischen Endophthalmitis	42
4.2	Befunde	43
4.3	Mikrobieller Nachweis	44
4.4	Erregerspektrum	45
4.5	Therapie	46
4.5.1	Antibiose	46
4.5.2	Operativer Eingriff	47
4.6	Visusentwicklung	48
5	Zusammenfassung	49
6	Anhang	51
7	Literaturverzeichnis	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Endophthalmitis nach Kataraktoperation.....	2
Abbildung 2: Endophthalmitis nach IVOM.....	4
Abbildung 3: Funduskopie bei Endophthalmitis nach IVOM	5
Abbildung 4: Verteilung der untersuchten Endophthalmitisfälle in den Jahren 2010 bis 2019	19
Abbildung 5: Inzidenz der postoperativen Endophthalmitisfälle in den Jahren 2010 bis 2019 nach Phakoemulsifikation ohne Pars plana Vitrektomie an der UMG.....	20
Abbildung 6: Inzidenz der postoperativen Endophthalmitisfälle in den Jahren 2010 bis 2019 nach Phakoemulsifikation mit Pars plana Vitrektomie an der UMG.....	20
Abbildung 7: Inzidenz der postoperativen Endophthalmitisfälle in den Jahren 2010 bis 2019 nach intravitreale Medikamentenapplikation (IVOM) an der UMG.....	22
Abbildung 8: Visusentwicklung im Allgemeinen.....	33
Abbildung 9: Entwicklung des Augeninnendruckes.....	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der erhobenen Parameter	16
Tabelle 2: Geschlecht nach Ätiologie	23
Tabelle 3: Alter nach Ätiologie.....	24
Tabelle 4: Zeitraum zwischen ursächlichem Ereignis und Operation.....	26
Tabelle 5: Zeitraum von Operation an der UMG und Folgeeingriff.....	27
Tabelle 6: Schmerzen nach Ätiologie	28
Tabelle 7: Betroffene Seite nach Ätiologie	29
Tabelle 8: Injizierte Bindehaut nach Ätiologie	30
Tabelle 9: Tyndall-Phänomen nach Ätiologie	30
Tabelle 10: Hypopyon nach Ätiologie	31
Tabelle 11: Fundusbeurteilung nach Ätiologie	32
Tabelle 12: Visus prä-/ postoperativ	33
Tabelle 13: Augeninnendruck prä-/ postoperativ.....	35
Tabelle 14: Häufigkeitsverteilung der Erreger nach Ätiologie	37
Tabelle A.1: Grunderkrankungen.....	51
Tabelle A.2: Häufigkeitsverteilung der Erreger.....	51
Tabelle A.3: Therapeutische Maßnahmen: Operativer Eingriff.....	52
Tabelle A.4: Therapeutische Maßnahmen: Folgeeingriff	53
Tabelle A.5: Therapeutische Maßnahmen: Präoperative Antibiose.....	54
Tabelle A.6: Therapeutische Maßnahmen: Intraoperative Spülflüssigkeit	55
Tabelle A.7: Therapeutische Maßnahmen: Postoperative Antibiose auf Station.....	55
Tabelle A.8: Therapeutische Maßnahmen: Entlassungsmedikation	55
Tabelle A.9: Visustabellen in logarithmischer Abstufung von einer Stufe.....	57
Tabelle A.10: Magdeburger Dreistufenplan	58

Abkürzungsverzeichnis

AMD	altersabhängige Makuladegeneration
CNV	Choroidale Neovaskularisation
CPE	chronic postoperative Endophthalmitis
DGII	Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie
DMEK	Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty
ESCRS	European Society of Cataract and Refractive Surgeons
EVS	Endophthalmitis-Vitrektomie-Studie
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
IOL	Intraokularlinse
IVOM	Intravitreale operative Medikamentenapplikation
lorMar	Logarithmus des “minimum angle of resolution”
nAMD	neovaskulären altersabhängigen Makuladegeneration
PCR	Polymerase-Ketten-Reaktion
ppV	Pars plana Vitrektomie
PVP	Polyvinylpyrrolidin
Spp.	Species
UMG	Universitätsmedizin Göttingen
VEGF	Anti-Vascular Endothelial Growth Factor

1 Einleitung

Die bakterielle Endophthalmitis beschreibt einen selten auftretenden intraokularen Entzündungsprozess, der gleichzeitig eine der schwerwiegendsten Komplikationen der Augenheilkunde darstellt (McCannel 2011; Dar et al. 2020).

Der Entzündungsvorgang kann sowohl die vordere als auch die hintere Augenkammer betreffen. Infektionen im hinteren Augenabschnitt sind besonders bedrohlich, weil sie sich an der Netzhaut abspielt und von Patienten später bemerkt werden. Hierbei spielt der Glaskörper eine entscheidende Rolle. Der Glaskörper besteht aus einer wasserbasierten gelatinartigen Substanz, die hauptsächlich aus Hyaluronsäure und Kollagen besteht und nicht vaskularisiert ist. Aufgrund der dadurch reduzierten Abwehr wird die Proliferation von eingedrungenen Mikroorganismen begünstigt (Luaces-Rodríguez et al. 2018).

Symptomatisch führt eine Endophthalmitis bei den betroffenen Patienten zu einer schmerzhaften Visusreduktion bei einem deutlich geröteten Auge (Neß 2018). Klinisch zeigt sich bei über 80% der Patienten ein Eiterspiegel in der Vorderkammer (sog. Hypopyon), der zusammen mit Fibrinansammlungen in der Vorderkammer zu einem abgeschwächten oder fehlenden Fundus-Lichtreflex führen kann. Der Funduseinblick ist beeinträchtigt oder nicht mehr möglich (Neß 2018). Unbehandelt besteht Erblindungsgefahr und in seltenen Fällen kann es sogar zum Verlust des betroffenen Auges kommen (Neß 2018). Findet eine fortschreitende Ausbreitung der Entzündung über die Retina und die Choroidea des Auges hinaus statt, spricht man von einer Panophthalmie (Meier und Wiedemann 2008). Diese kann in Begleitung mit einer durch die Endophthalmitis ausgelösten Sinus-Cavernosus-Thrombose letal enden.

Die infektiöse Endophthalmitis wird nach ihrer Entstehung in eine exogene und eine weit seltenere endogene Form unterteilt (Cunningham et al. 2018). Beide Formen entstehen in Folge einer Kolonisation des Augeninneren durch Bakterien, Pilze oder selten durch Parasiten (DGII 2005). Von einer exogenen Endophthalmitis wird gesprochen, wenn die mikrobiellen Erreger von außen die mechanische Barriere des Auges durchdringen und in den Bulbus gelangen. Die Erkrankung wird nach ihren exogenen Ursachen in eine postoperative (iatrogene), posttraumatische oder eine „per continuitatem“ Form unterteilt (DGII 2005). Der postoperativen Endophthalmitis geht stets ein operativer Eingriff voraus, bei dem es zu einer Keimverschleppung in das Augeninnere kommt. Im Falle

einer posttraumatischen Entzündung erfolgt die Keimübertragung in das Auge durch das perforierende Objekt und bei der per continuitatem Form dringen die Bakterien unter anderem durch ein perforierendes Hornhautulcus in das Auge ein. Bei der endogenen Variante erreichen die Erreger das Auge durch eine hämatogene Erregeraussaat von einer entfernt im Körper liegenden Infektion, zum Beispiel im Rahmen einer Sepsis (Pleyer und Geldsetzer 2008; Kernt und Kampik 2010). Innerhalb der postoperativen Formen kann zwischen einer akuten und verzögerten Endophthalmitis differenziert werden, die nach einer zeitlichen Komponente unterteilt werden.

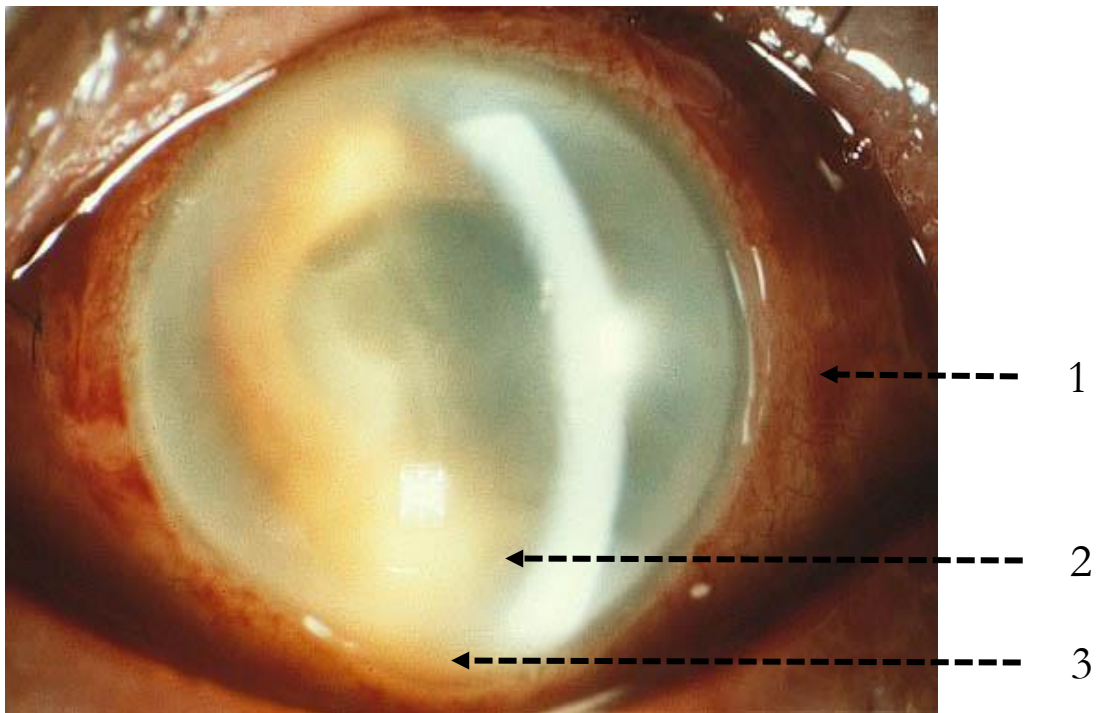


Abbildung 1: Endophthalmitis nach Kataraktoperation: Deutliche Rötung der Hornhaut (1), mit Fibrin (2) und geringem Hypopyon (3) in der Vorderkammer; Quelle UMG-Augenklinik

1.1 Exogene Endophthalmitis

1.1.1 Nicht-infektiöse Endophthalmitis

Die nicht-infektiöse Endophthalmitis ist eine postoperative Entzündungsreaktion, die durch toxische Substanzen in der Vorderkammer entstehen kann. Sie wird auch als „sterile Endophthalmitis“ bezeichnet und im englischsprachigen Raum wird von dem „toxic anterior segment syndrome“ (TASS) gesprochen, wenn die Infektion im vorderen Augenabschnitt stattfindet (Erb und Schlote 2011). Diese sterile Entzündung wird meist nach Kataraktoperationen beobachtet, kann aber auch im Verlauf einer Uveitis auftreten (Taneri und Heiligenhaus 2012; Hernandez-Bogantes et al. 2019). Als Auslöser werden

Reste von Reinigungs- und Sterilisationsmittel an den chirurgischen Instrumenten vermutet (Taneri und Heiligenhaus 2012). Die sterile Endophthalmitis ist auf die Vorderkammer beschränkt und greift seltener auf die Hinterkammer über als eine bakterielle Endophthalmitis. Beim primären Befall der Hinterkammer spricht man von einer „Toxic vitritis“ (TOVI). Eine TOVI wird selten nach einer intravitrealen operativen Medikamentenapplikation (IVOM) beschrieben (Ness et al. 2010; Melo et al. 2021). Im Unterschied zur bakteriellen Endophthalmitis präsentiert sich sowohl TASS als auch TOVI zu einem sehr frühen postoperativen Zeitpunkt. Bereits 12 – 24 Stunden nach der Operation sind Symptome zu erkennen (Cetinkaya et al. 2014). Hauptsymptom für den Patienten ist der Visusverlust. Klinisch kann auch ein Hypopyon, welches infolge der fibrinösen Entzündungsreaktion entsteht, ein diffuses Hornhautödem und eine erweiterte Pupille gesehen werden. Typischerweise gelingt kein Erregernachweis.

1.1.2 Infektiöse Endophthalmitis

1.1.2.1 Postoperative Endophthalmitis

Unter einer infektiösen postoperativen Endophthalmitis versteht man einen Erreger-assoziierten Entzündungsprozess im Auge, der nach einem intraokularen Eingriff auftritt. Die Inzidenzen sind abhängig von der Häufigkeit der Eingriffe. Zu den häufigsten intraokularen Eingriffen gehört die IVOM, gefolgt von der Kataraktoperation, weshalb bei diesen Eingriffen auch am häufigsten eine postoperative Endophthalmitis zu beobachten ist. Es handelt sich zumeist um eine akute postoperative Endophthalmitis (Luther und Bartz-Schmidt 1999; Ciulla et al. 2002).

1.1.2.2 Endophthalmitis nach intravitrealer operativer Medikamenteneingabe (IVOM)

Die Möglichkeit einer Keimverschleppung in das Auge bestehen am häufigsten bei einer intravitrealen operativen Medikamentenapplikation, bei der Medikamente über die Pars plana des Auges in den Glaskörper injiziert werden. Intravitreale Injektionen mit Inhibitoren des Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) oder Steroiden finden unter anderem Anwendung bei Netzhauterkrankungen wie der neovaskulären Form der altersabhängigen Makuladegeneration (nAMD), bei einem Makulaödem durch venösen Gefäßverschluss und bei diabetischen Netzhauterkrankungen (Bande et al. 2017; Lau et al. 2018; Trivizki et al. 2018). Ferner wird die IVOM mit VEGF-Inhibitoren bei einer choroidalen Neovaskularisation (CNV) ohne AMD (sog. sekundäre CNV) und bei der Frühgeborenenretinopathie eingesetzt (Gines et al. 2012). Im Unterschied zur

postoperativen Endophthalmitis nach Kataraktoperation gelangen die Keime durch den Einstich der Nadel direkt in die Tiefe des Auges, der Glaskörpers wird im Grunde „beimpft“.

Die Rate einer Endophthalmitis nach IVOM lag nach Nentwich et al. 2014 im Zeitraum von 2005 – 2012 bei 0,009% – 0,023 % (Nentwich et al. 2014).

Die Erreger können bei intravitrealen Injektionen sowohl durch Verschleppung der Oberflächenflora des Auges, als auch durch verunreinigte Applikationsnadeln mit dem Medikament direkt in das Augeninnere gelangen. Eine Untersuchung von Gines et al.-2012 befasste sich mit den Kontaminationen in den Kanülen nach IVOM und zeigte, dass sich in 8 von 549 Kanülen bakteriell Rückstände befanden. Bei den identifizierten Bakterien handelte es sich hauptsächlich um *Propionibacterium acnes* und in einem Fall um *Klebsiella pneumoniae* (Gines et al. 2012).

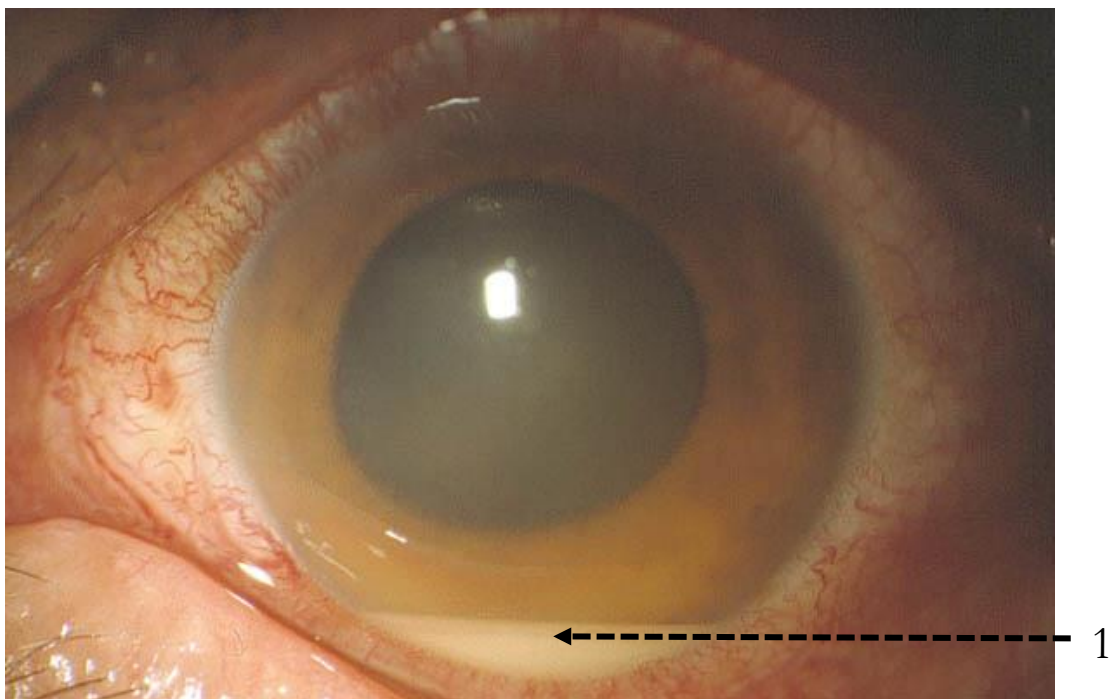


Abbildung 2: Endophthalmitis nach IVOM: Mäßig gerötetes Auge mit Hypopyon (1), Vorderkammer- und Glaskörperreiz; Quelle UMG-Augenklinik

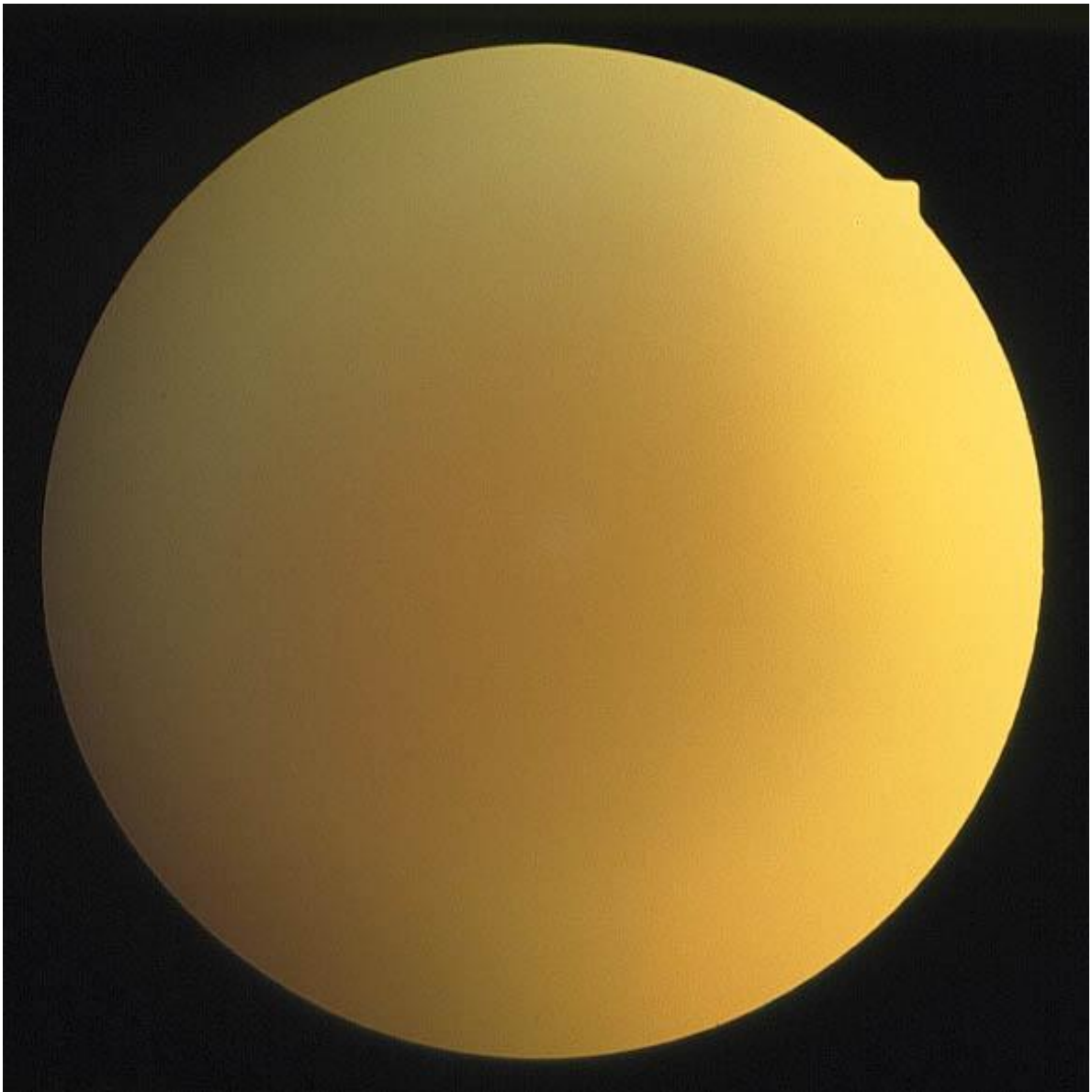


Abbildung 3: Funduskopie bei Endophthalmitis nach IVOM: Der Glaskörper ist dicht infiltriert, keine Details zu erkennen; Quelle UMG-Augenklinik

1.1.2.3 Endophthalmitis nach Kataraktoperation

Trotz steigender Zahl der Behandlungen sank laut Literatur die Inzidenz der Endophthalmitis nach einer Linsenoperation im Zeitraum von 1970 mit 0,327% auf einen Wert von 0,087% in den Jahren 2000 – 2003 (Taban 2005; Cao et al. 2013). Auch in den Folgejahren 2005 – 2015 kam es zu einer weiteren Abnahme der Wahrscheinlichkeit für eine akute Endophthalmitis nach Phakoemulsifikation (Creuzot-Garcher et al. 2016). In der aktuellen Literatur wird die von Einrichtung zu Einrichtung schwankende Inzidenz mit einem Wert von 0,03% – 0,2% angegeben (Floney et al. 2018). Grund für die reduzierten Komplikationsraten sind das verbesserte Verständnis für die Desinfektionsregeln und die kleineren Zugangsöffnungen.

Die auslösenden Erreger stammen hauptsächlich vom Patienten selbst. Eine Hauptquelle ist die periokuläre Haut- und Bindehautflora. Weitere Infektionsquellen stellen Keime an den Wimpern, sowie kontaminierte Spülflüssigkeit, Instrumente oder Medikamente dar. Weiter können die Erreger über den Atem und Hautflora der Chirurgen in das Augen des Patienten gelangen (Ciulla et al. 2002). Auch deshalb sehen aktuelle Empfehlungen vor möglichst wenig zu sprechen, bis der Operationsbereich steril abgedeckt ist.

Nach Analyse der deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie (DGII) sind in bis zu 33% – 77% der Fälle Koagulase-negative Staphylokokken die Haupterreger der postoperativen Katarakt Endophthalmitis. In 10% – 21% war *Staphylokokkus aureus*, in 9% – 19% *Streptokokkus viridans* und in 6% – 22% gramnegative Keime nachzuweisen (DGII 2005).

1.1.2.4 Verzögerte postoperative Endophthalmitis

Die verzögerte postoperative oder auch protrahierte Endophthalmitis ist sehr selten und tritt definitionsgemäß ab 6 Wochen nach dem operativen Eingriff auf. Der Begriff wurde das erste Mal 1987 im Englischen als „chronic postoperative Endophthalmitis“ (CPE) von Meisler et al. verwendet (Meisler et al. 1987). Sie bleibt meist lange Zeit unerkannt und wird meist als Uveitis fehldiagnostiziert (Durand 2017).

Die Daten zur Inzidenz von einer verzögerten postoperativen Endophthalmitis sind lückenhaft, doch diese Form der Endophthalmitis ist deutlich seltener als die akute Form (Samson und Foster 2000). Die Schwierigkeit besteht auch darin, dass ein Reizzustand durch falsch applizierte Augentropfen im Grunde nicht von einer protrahierten Endophthalmitis unterschieden werden kann. Es wird angenommen, dass das Verhältnis von akuter zur verzögerten postoperativen Endophthalmitis zwischen 5:1 und 2:1 liegt (Rogers et al. 1994).

Häufige Erreger der verzögerten postoperativen Endophthalmitis sind *Propionibacterium acnes*, *Streptokokkus* spp. und gramnegative Bakterien insbesondere *Haemophilus influenza* (DGII 2005).

Die Entzündung ist im Verlauf für den Patienten gewöhnlich schmerzarm bis schmerzlos und kann mehrere Monate andauern. Besteht eine Infektion mit *Propionibacterium acnes* ist neben der Visusminderung als Symptom häufig eine Trübung der Vorderkammer durch kondensiertes Fibrin zu erkennen (Maalouf et al. 2012).

1.1.2.5 Posttraumatische Endophthalmitis

Von einer posttraumatischen Endophthalmitis wird nach perforierenden Verletzungen des Bulbus mit anschließender Entzündung gesprochen. Diese Entzündung kann mit oder ohne intraokular verbleibenden Fremdkörper einhergehen.

Laut Literatur erleiden 4% – 7% der Patienten mit einer offenen Bulbusverletzung eine Endophthalmitis (Verbraeken und Ryselaere 1994; Pleyer und Geldsetzer 2008). Mit einem intraokular verbliebenen Fremdkörper beträgt das Risiko 11% (Brinton et al. 1984). Durch die Kontamination der Verletzungsinstrumente mit Bodenkeimen ist das Risiko in ländlichen Gegenden noch erhöht (Thompson et al. 1995). Hauptverursachender Erreger der postoperativen Endophthalmitis ist mit 24% – 36% *Bacillus cereus* (Thompson et al. 1993; Thompson et al. 1995).

Symptomatisch finden sich bei einer posttraumatischen Endophthalmitis eine Visusminderung und Schmerzen am betroffenen Auge (Durand 2017). Die Visusprognose hängt entscheidend vom Schweregrad des vorausgehenden Traumas, dem Erreger und vom Umfang der Entzündungsreaktion ab.

Allgemein ist die Prognose schlechter als bei der alleinigen postoperativen Endophthalmitis, da die Eröffnung des Auges nicht in einer sterilen Umgebung mit einem sterilen Gegenstand wie bei einer Operation geschieht und somit eine größere Menge an Keimen in die Wunde und das Auge gelangen kann (Essex et al. 2004; Al-Omran et al. 2007).

1.1.2.6 Durchwanderungs-Endophthalmitis

Bei einer Durchwanderungs-Endophthalmitis dringen die Erreger in der Regel durch die Hornhaut in die Vorderkammer ein. Sie wird entsprechend als „per continuitatem“ bezeichnet und ist selten (DGII 2005). Ursache ist in den meisten Fällen ein Hornhautulkus. Risikofaktoren sind Benetzungsstörungen, vorangegangene Traumata, ein Lagophthalmus nach Fazialisparese oder vorangegangene Operationen (Henry et al. 2012). Selten kann es auch nach einer Augenmuskeloperation, einer eindellenden Netzhautoperation mit einer Infektion am Muskelansatz oder im Bereich der Plombe beziehungsweise Cerclage zu einer Durchwanderungs-Endophthalmitis kommen.

1.2 Endogene Endophthalmitis

Die endogene Endophthalmitis stellt eine seltene Variante der intraokularen Entzündung dar. Sie tritt am häufigsten bei vorerkrankten und immunsupprimierten Patienten auf. Prädisponiert sind Patienten, die aufgrund einer Immunschwäche wie z.B. Leukämie oder AIDS einen deutlich reduzierteren Allgemeinzustand aufweisen. Zudem können Patienten betroffen sein, die Herzklappenerkrankungen oder eine Portimplantation in ihrer Krankengeschichte aufführen. Der intravenöse Drogenkonsum stellt durch verunreinigte Nadeln ebenfalls ein Risiko dar, da Erreger auf diesem Wege in die Blutbahn gelangen können (Chee und Jap 2001; Buettner et al. 2007).

Bei einer endogenen Endophthalmitis liegt der Infektionsherd im Gegensatz zu den exogenen Formen außerhalb des Auges. Die Erreger gelangt durch eine Durchbrechung der „Blut-Kammerwasser-“ beziehungsweise der „Blut-Retina-Schranke“ in den Glaskörper. Definitionsgemäß verläuft die intraokulare Entzündung zunächst ohne Ziliarkörper- und Sklerabeteiligung, weshalb die Patienten auch weniger Schmerzen haben (Buettner et al. 2007).

Ihr Anteil gegenüber der exogenen Endophthalmitis wird mit 2% – 8% angegeben (Bohigian und Olk 1986; Okada et al. 1994). In anderen Quellen liegt die Spanne bei 2% – 41% abhängig von Geographie, Genetik und Ernährungseinflüssen (Chee und Jap 2001; Krause et al. 2009).

Die systemischen Symptome sind häufig unspezifisch und umfassen Unwohlsein, Übelkeit, Appetit- und Gewichtsverlust, Abdominalschmerzen und Fieber (Novosad und Callegan 2010). Die verzögerte Diagnose wegen unspezifischer Symptome und folglich einer verzögerten Behandlung kann zu schweren Sehstörungen bis zum Verlust des Auges führen (Sheu 2017).

1.3 Differentialdiagnosen

Die Diagnose einer Endophthalmitis wird klinisch gestellt und durch Labortests unterstützt (Flynn et al. 2018). Differentialdiagnostisch muss eine sterile intraokulare Entzündung, wie zum Beispiel eine Uveitis oder Chorioretinitis, in manchen Fällen aber auch ein intraokulares Lymphom ausgeschlossen werden, da diese vergleichbare klinische Symptome aufweisen.

1.4 Prophylaxe

Grundsätzlich wird versucht einer exogenen, iatrogenen Endophthalmitis vorzubeugen, indem die Keimzahl auf der Augenoberfläche vor dem operativen Eingriff reduziert wird, um eine Verschleppung in das Auge und eine möglicherweise daraus folgende Infektion zu verhindern. Dies ist aus gegebenem Anlass nur bei operativen Eingriffen möglich. Einen großen Schritt in der Keimreduktion wurde durch die Publikation von Speaker und Menikoff im Jahre 1991 getan. Diese beschrieb die signifikante Reduzierung des Endophthalmitisrisikos durch Auftragen von Polyvinylpyrrolidin-Iod vor der Operation auf die Augenoberfläche (Speaker und Menikoff 1991). Jod wird flächendeckend eingesetzt und wird von der ophthalmologischen Gesellschaft als Standard für intraokulare Eingriffe empfohlen (Berkelman et al. 1982; Krohne et al. 2016). Der Grund hierfür liegt im breiten antimikrobiellen Spektrum des Iods und in der kurzen Zeit bis zum Eintreten der bakteriziden Wirkung (Tanaka et al. 2019). Die Konzentration der aufzutragenden Providon-Iod Lösung für die präoperative Antiseptik, der Zeitpunkt des Auftragens während der Operation und die Verweildauer wurden in mehreren Arbeiten thematisiert und diskutiert (Hosseini et al. 2012; Levinson et al. 2018; Peden et al. 2019; Stem et al. 2019). Als Alternative zum PVP wurde 2011 Chlorhexidin von Wykoff et. al. beschrieben. Zudem kann anstelle von PVP-Jod oder Chlorhexidin auf die Präparate Polihexidin oder Octenidin zur Hautantiseptik zurückgegriffen werden, wobei auf die unterschiedlichen Einwirkzeiten geachtet werden muss (Wykoff et al. 2011; Hoerauf et al. 2013; Ristau et al. 2014).

Bei der Frage, ob eine prophylaktische Gabe eines Antibiotikums sinnvoll ist und zu welchem Zeitpunkt diese Antibiotikagabe erfolgen sollte, herrschte lange kein Konsens. Über die prä-, intra-, und postoperative Antibiotikagabe wurde in den vergangenen Jahren viel publiziert. Der intraoperativen Gabe wird hierbei das größte Gewicht beigemessen, während der Effekt der prä- und postoperativen Anwendung weiterhin nicht nachgewiesen ist. In einer Arbeit von Cheung et al. (2012) mit 15.895 IVOM wurde gezeigt, dass die Gabe von postoperativ gegebenen antibiotischen Augentropfen keinen Einfluss auf die Entstehung einer Endophthalmitis hat. Im Vergleich zu den Gruppen mit postoperativer Antibiotikagabe in denen sich zu 0,084% ($n = 2/2370$) und 0,061% ($n = 5/8259$) eine Endophthalmitis auftrat, entstand in der Gruppe ohne Antibiose zu 0,038% ($n = 2/5266$) eine Endophthalmitis (Cheung et al. 2012). Die Studie von Storey et al. aus dem Jahr 2014 lieferte ähnliche Ergebnisse. Die Inzidenz einer Endophthalmitis betrug 0,049% ($n = 28/57.654$) bei den Injektionen mit topischer Antibiotikagabe und 0,032%

(n = 11/34.900) bei den ohne postoperative Antibiose durchgeführten Injektionen (Storey et al. 2014). Ähnliche Ergebnisse finden sich in aktuelleren Studien (Sigford et al. 2015; Reibaldi et al. 2018).

Zu den prophylaktischen Maßnahmen gehört auch ein aseptischer Operationsraum, umfangreiche Hygienevorschriften und Maßnahmen, wie das Tragen von Handschuhen, das Verwenden eines Augenlidspekulums und das Tragen einer Maske während der Zeit des Eingriffs. Zusätzlich sollte man möglichst wenig Aerosole erzeugen, also nicht sprechen, husten, oder gar niesen (Green-Simms et al. 2011; McCannel 2011; Reibaldi et al. 2018). Für das noch immer propagierte Wimpernschneiden als prophylaktische Maßnahme gibt es keinen überzeugenden Hinweis der Wirksamkeit (Ciulla et al. 2002).

1.5 Erregernachweis

Bei einer infektiösen Endophthalmitis ist unbedingt ein Erregernachweis anzustreben, um die antibiotische Behandlung auf den spezifischen Erreger abzustimmen. Die für den Erregernachweis erforderliche Probe kann bei einer exogenen und endogenen Endophthalmitis aus dem Vorderkammerwasser oder aus dem Glaskörper entnommen werden. Bei einer endogenen Endophthalmitis ist durch die hämatogene Aussaat darüber hinaus ein Nachweis mittels Blutkultur möglich (Neß 2018). Bei der intraokularen Keimbestimmung ist die Entnahme von Vorderkammerflüssigkeit mit einer dünnlumigen Kanüle technisch am einfachsten (z.B. 30 Gauge). Dies ist im Vergleich zur Glaskörperprobe bei Glaskörperinfiltration jedoch nicht so aussagekräftig und führt häufiger zu falsch-negativen Ergebnissen (Nogueira 2001). Aufwändiger, aber aussagekräftiger, ist der Nachweis direkt im Glaskörper mittels diagnostischer Vitrektomie. Bei diesem Eingriff wird der unverdünnte Glaskörper im Rahmen einer Vitrektomie aspiriert (Erb und Schlote 2011). Diese unverdünnten Proben sollten im Optimalfall bereits im Operationssaal auf ein auf 37°C vorgewärmtes Medium übertragen werden und dann ohne auszukühlen in die mikrobiologische Analyse zur Untersuchung gebracht werden (Thurau 2003). Als Nährmedium stehen Kulturmedien wie Columbia-, Hämatin-, Endo- oder Hefe-Zystein-Blutagar zum Anaerobiernachweis zur Verfügung. Sollte ein Verdacht auf eine Pilzinfektion vorliegen, sollte Sabouraud-Agar Verwendung finden. Wattetupfer sollten nicht als Transportmedium verwendet werden, da diese zu einem Verlust des Erregers führen und die Nachweisrate hierdurch reduziert wird. Zudem kann es während des Transports zu einer Beschädigung der Bakterien kommen, sodass

ein Nachweis nicht mehr möglich ist. Vor der Untersuchung sollten die Platten 24 Stunden bebrütet werden. In der mikrobiellen Analyse ist durch eine klassische mikroskopische Untersuchung und verschiedenen Färbungen, wie z.B. einer Gram-Färbung, eine erste Erregereinordnung möglich (Neß und Pelz 2000). Molekularbiologische Verfahren, wie die Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR), können besonders bei geringen Keimzahlen oder bei langsam wachsenden Keimen hilfreich sein. Beide Verfahren können parallel verwendet werden und sich gegenseitig ergänzen (Neß 2018).

Die Spanne der Erfolgswahrscheinlichkeit für einen positiven Keimnachweis liegt im Falle einer Endophthalmitis bei 29% – 85%. In vielen Studien wird von einer Erfolgsquote von um die 50% berichtet (Aaberg et al. 1998; Kunimoto et al. 1999; Neß und Pelz 2000; Bhoomibunchoo et al. 2013; Cao et al. 2013). Der erfolgreiche Erregernachweis ist daher so wichtig, um die Antibiose entsprechend auf das Antibiogramm anpassen zu können.

Im Moment werden die an der UMG-Augenklinik entnommenen Proben in einer Flüssigkeit ohne speziellem Medium für den Transport in die mikrobiologische Analyse geschickt. Dort werden sie tagsüber gleich bearbeitet, nachts aber in eine Probeneingangsablage gelegt und erst am Folgetag analysiert (Stand Mitte 2020).

1.6 Risikofaktoren

Prädisponierende oder präoperative Risikofaktoren für eine Entwicklung einer postoperativen Endophthalmitis betreffen Patienten, die entweder einen Diabetes mellitus, Dermatosen, wie eine Psoriasis oder eine Neurodermitis, ein reduziertes Immunsystem, eine chronische oder akute bakterielle Blepharitis oder eine entzündliche Bindehauterkrankung in ihrer Krankengeschichte angegeben haben. Ein erhöhtes Risiko findet sich bei älteren Menschen im Alter über 85 Jahren. Eine Endophthalmitis tritt besonders bei Männern auf. Das Risiko ist bei ihnen um den Faktor 2,7 erhöht (Simunovic et al. 2012; Barry et al. 2013; Cao et al. 2013).

Eine verlängerte Operationszeit über 45 Minuten, ein Hornhaut-naher Zugang (Clear Cornea Inzision), kontaminierte Spülflüssigkeit, im Auge entstehende und verbleibende Luftblasen oder silikonhaltige Materialien der Kunstlinse können ebenso zu einem erhöhten Endophthalmitisrisiko für den Patienten führen (Rahmani und Elliott 2018). Als weitere intraoperative Risikofaktoren bei Kataraktoperationen nennt die ESCRS-Studie,

eine große prospektive Studie aus mehreren europäischen Zentren: intraoperative Komplikationen (4,95fach erhöhtes Risiko), die fehlende intrakamerale Cefuroxim-Injektion am Ende der Operation (4,92fach erhöhtes Risiko) und die Verwendung von Silikonlinsen im Vergleich zu Acryllinsen (3,13fach erhöhtes Risiko) (Barry et al. 2013). Risikofaktoren, die nach dem operativen Eingriff die Gefahr einer Endophthalmitis bergen, sind Wundheilungsstörungen und kontaminierte Augentropfen, weshalb die Patienten grundsätzlich dazu angehalten werden soll, angebrochene konservierte Augentropfen niemals länger als 4 Wochen zu verwenden. Konservierungsmittelfreie Augentropfen stellen in der Regel ohnehin nur eine Tagesration dar und werden abends verworfen.

Bei einem Trauma des Auges besteht ein erhöhtes Risiko für eine posttraumatische Endophthalmitis, wenn ein intraokularer Fremdkörper nach der Verletzung verbleibt. Die Entfernung dessen und die Dauer bis zur Versorgung der Wunde sollten in den ersten 24 Stunden stattfinden. Eine Verunreinigung der Wunde kann zu einem erhöhten Infektionsrisiko führen. Diese ist zudem durch die Verletzung der Linse während des Traumas gegeben. Auch der Schweregrad der Verletzung spielt eine Rolle. Das Risiko der Endophthalmitis ist nach einer offenen Bulbusverletzung gegenüber nichteröffnenden Verletzungen erhöht. Je nach Wundgröße und Zerstörungsgrad ist eine unterschiedliche Risikoeinordnung zu treffen (Essex et al. 2004; Bhagat et al. 2011).

1.7 Therapie

Die Therapie ist abhängig vom Entzündungsort, besteht aber zumeist aus einer Glaskörperoperation mit lokaler und intravenöser Antibiotikagabe. Die 1995 veröffentlichte Endophthalmitis-Vitrektomie-Studie (EVS) zeigte, dass Patienten mit einem initialen Visus von maximal Lichtschein nach einer Behandlung aus einer Kombination von Vitrektomie und intravitrealer Antibiotikagabe abschließend bessere funktionelle Ergebnisse erzielten als Patienten nach reiner intravitrealer Antibiotikagabe (EVS 1995). Folglich sollte das betroffene Auge noch am gleichen Tag mittels Pars plana Vitrektomie (ppV) versorgt werden, da sich dadurch die Erfolgchancen verbessern lassen (Mayer und Loos 2016). Bei der posttraumatischen Form gehört hierzu auch die Entfernung eines möglichen intraokularen Fremdkörpers.

Durch eine ppV kann die Keimzahl reduziert und das Antibiotikum an den Infektionsort gebracht werden (Kain 1997). Hierbei wird heute das sog. Magdeburger Schema nach

Prof. Behrens-Baumann empfohlen (Anhang Tabelle A.10, Seite 58). Dabei werden initial 1mg Vancomycin und 2 mg Ceftazidim in den Bulbus injiziert, beziehungsweise in die Infusionslösung appliziert. Vancomycin ist ein Glykopeptid-Antibiotikum und deckt den grampositiven Bereich ab. Es wirkt besonders gegen multiresistente Staphylokokken. Ceftazidim als Pseudomonas-Cephalosporin hat seinen Wirkungsbereich bei den gramnegativen Erregern. Somit ist ein breites Spektrum an Erregern abgedeckt. Sollte ein Verdacht auf eine Pilzinfektion vorliegen wird bis zum Keimnachweis Voriconazol als intravitreales und systemisches Antimykotikum verwendet.

Erfolgt eine Probeentnahme des Glaskörpers und die Medikamenteneinbringung in den Bulbus ohne nachfolgende Operation, spricht man von dem sogenannten „Tap-and-Inject“-Verfahren. Das Verfahren wird bei Verdacht auf eine Postinjektions-Endophthalmitis oder als Sofortmaßnahme in der ersten Stunde der Entzündung angewendet (Niyadurupola 2018). Diese Methode kann aber in einem entzündeten Auge unangenehm und schmerzhaft für den Patienten sein, da ein entzündetes Auge häufig nicht gut auf topische anästhesierende Augentropfen anspricht und der beim Abziehen der Glaskörperflüssigkeit entstehende Unterdruck den Ziliarkörper beeinträchtigt, der nicht durch topische Anästhesieverfahren zu betäuben ist (Chan et al. 2012). Bei der Injektion ist darauf zu achten, dass diese langsam und nicht in Richtung der Makula erfolgt, um die möglicherweise aufgeweichte Netzhaut nicht einzureißen. Zudem rufen Vancomycin und Cefuroxim je nach Dosierung selbst auch Entzündungszeichen am Auge hervor (Miyake et al. 2019).

Bei der Pars plana Vitrektomie werden Teile des zentralen oder mittleren Glaskörpers entfernt und durch ein Gasgemisch oder Silikonöl ersetzt. Die Pars plana ist ein Bereich zwischen dem äußeren Rand der Netzhaut und dem Ziliarkörper und enthält keine für die Sehfunktion notwendigen Strukturen. Im Rahmen einer ppV werden in einem 3,5 – 4mm Abstand vom Limbus 3 Trokarzugänge gesetzt (Behrens-Baumann 2008). Der erste stellt den Zugang für die Infusionslösung, der zweite den Einlass der Lichtquelle und durch den dritten Arbeitskanal können Operationsinstrumente, wie zum Beispiel das Vitrektom eingeführt werden. Die Durchführung einer ppV hat viele Vorteile. Zum einen kann durch den Vorgang Probenmaterial für die mikrobiologische Untersuchung gesammelt und ein Antibiotikum in das Augen appliziert werden. Durch die Entfernung des Glaskörpers werden zudem die Erreger und körpereigene immunaktive Enzyme mechanisch reduziert (Behrens-Baumann 2008).

Parallel zu der intravitrealen Antibiose ist postoperativ eine intravenöse Gabe der Medikamente möglich. Die Wirksamkeit der systemischen Antibiose wird seit der Endophthalmitis-Vitrektomie-Studie diskutiert (EVS 1995). In Deutschland erfolgt bei noch nicht bekanntem Erreger und je nach Schwere der Erkrankung die Behandlung nach dem Magdeburger Dreistufenschemas (Anhang Tabelle A.10 S. 58). Bei einer Endophthalmitis wird entsprechend Stufe 3 mit der Medikation von 2- mal 1 g Vancomycin und 3- mal 2 g Ceftazidim angewendet. Sollten Kontraindikationen gegen die Substanzen vorliegen, kann auf Stufe 2 ausgewichen werden.

Postoperativ erhalten viele Patienten antibiotische und steroidale Augentropfen. Die topische Applikation ist nach den Leitlinien der DGII nur sinnvoll, wenn die Endophthalmitis von der Vorderkammer ausgeht (DGII 2005).

Durch die vermehrte perioperative Gabe von Antibiotika kam es in den vergangenen Jahren zu einer ansteigenden Resistenz von koagulase-negativen Staphylokokken auf Flourchinolone und Cephalosporine (Schwartz et al. 2016). Weiter wurde die Penetration der Antibiotika durch die Kornea untersucht. Moxifloxacin und Gatifloxain können diese durchdringen, die Konzentration im Auge ist allerdings zu gering und erreicht nicht 90% der maximalen Hemmkonzentration (Costello et al. 2006). Die Gabe steroidaler Präparate als antiinflammatorische Therapie ist nach der DGII sinnvoll, da Steroide die Gewebedestruktion durch infiltrierende Leukozyten eingrenzen und die toxischen Effekte intraokularer Zytokine abschwächen (DGII 2005).

1.8 Ziel dieser Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, die Anzahl der Endophthalmitisfälle zu analysieren, die an der Augenklinik der UMG und in deren Einzugsgebiet in den Jahren 2010 bis 2019 aufgetreten sind. Gleichzeitig interessierte die Art und die Anzahl des Erregernachweises, um die Daten mit der Literatur vergleichen zu können. Langfristig ist eine Umstellung der postoperativen Tropftherapie an der UMG geplant, bei der auf eine antibiotische Komponente verzichtet werden soll. Es sollen daher vor der Umstellung die Zahlen eines längeren Beobachtungszeitraums in einer retrospektiven Analyse erhoben werden um diese mit den in kommenden Jahren entstehenden Zahlen vergleichen und Schlüsse über den Behandlungserfolg ziehen zu können.

2 Methoden

Aus der Datenbank der Augenklinik der Universitätsmedizin Göttingen (UMG) wurde eine Patientenliste generiert, die Patienten mit der ICD-Coderungen ICD-10 H44.0 (purulente Endophthalmitis) und ICD-10 H44.1 (sonstige Endophthalmitis) von 2010 bis 2019 eingeschlossen hat. Die Abkürzung ICD steht für "International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems".

Die retrospektive Erhebung der patientenbezogenen Daten erfolgte zum Teil händisch im Zentralarchiv der UMG aus den papiergestützten Akten. Akten von Patienten, die nach dem 01.01.2017 an der UMG behandelt worden waren, lagen in digitaler Form in den elektronischen Patientenakten der IFA-Software der UMG-Augenklinik vor.

Das entsprechende Ethikvotum mit der Antragsnummer 37/1/20 wurde am 15.01.2020 genehmigt.

2.1 Einschlusskriterien

Es wurden jeweils Patientendaten in der Studie berücksichtigt, die in dem Zeitraum zwischen 2010 und 2019 in der Augenklinik der UMG aufgrund einer Endophthalmitis behandelt wurden.

2.2 Daten

Aus den Akten wurden patientengebundene Daten wie Name, Geburtsdatum und Geschlecht entnommen. Anschließend wurden anamnestische Angaben zu Vorerkrankungen der Augen und Vorerkrankungen der Patienten, wie Adipositas, Diabetes mellitus, Krebsleiden, Immunerkrankungen, Hypertonus, Herz-, Leber-, Lungen- und Nierenleiden protokolliert.

Ophthalmologische Daten beinhalteten: Schmerzen des Auges, Bindehautinjektion, Hypopyon, Grad des Funduseinblicks, Tyndall-Zeichen, initialer und abschließender Visus, Augeninnendruck und die betroffene Seite. War der Patient beidseits betroffen, wurden jeweils die Daten des Auges mit dem besseren Endvisus ausgewählt. Die Einsehbarkeit des Fundus wurde, angelehnt an die Einteilung von Haze und Nussenblatt, in: „Guter Einblick“, „Schemenhafter Einblick“ und „Kein Einblick“ unterteilt. Die angegebene Sehschärfe wurde mit Hilfe der Tabelle „Für Studien: Visustabellen in logarithmischer Abstufung von einer Stufe“ in LogMar umgerechnet (Anhang Tabelle

A.9 S. 57). Dieser dekadische Logarithmus der Sehschärfe, der im Englischen als „minimum angle of resolution“ (Mar) bezeichnet wird, wird oft in wissenschaftlichen Arbeiten verwendet, da nur durch ihn Mittelwerte berechnet werden können (Bühren 2018).

Entsprechend der Einteilung der DGII-Leitlinien wurde die Endophthalmitis in „postoperativ“, „per continuitatem“, „traumatisch“ und die „endogene“ Variante unterteilt. Da uns insbesondere die postoperative Entzündung nach Phakoemulsifikation, IVOM und eindellender Netzhautoperationen (Cerclage, Plombe) interessierten, wurden diese Kategorien zusätzlich zu der postoperativen Form eingeführt.

Aus den Operationsberichten wurde die Art und der Umfang des therapeutischen Eingriffes an der UMG notiert. In den Operationsberichten war jeweils vermerkt, ob eine Probeentnahme für einen Keimnachweis stattfand. Entsprechende Informationen wurden übernommen und das Resultat des Keimnachweises dokumentiert. War ein Folgeeingriff nötig, wurden die Details des Eingriffes aus dem Patientenblatt entnommen. Als weiterer wichtiger Aspekt wurde die antibiotische Behandlung des Patienten dokumentiert. Hierzu wurden die prä-, intra-, und postoperative gegebenen Wirkstoffe aus der Anamnese, dem Operationsbericht, dem Stationsbericht und dem Entlassungsbericht in die Tabelle eingetragen.

Der abschließende Augeninnendruck wurde dem Entlassungsbericht entnommen und für den abschließenden Visuswert wurde ein Wert gewählt, der bei einer Kontrolluntersuchung nach mindestens einem Monat erhoben wurde. Dieser Abstand wurde gewählt, da alle Patienten mit einer Endophthalmitis-Behandlung nach 4 Wochen routinemäßig in der Ambulanz der UMG-Augenklinik kontrolliert werden. Gab es mehrere Werte in diesem Zeitraum, wurden diese gemittelt. Gab es keine Angabe zu einem Wert, der in diesem Abstand ermittelt wurde, wurden die Hausärzte kontaktiert. Konnten keine aktuellen Daten erhoben werden, wurde der Entlassungswert des Patienten eingetragen.

Tabelle 1: Übersicht der erhobenen Parameter nach Aktenlage

Überbegriffe	Parameter
Patientengebundene Daten	Name
	Geschlecht
	Alter

Überbegriffe	Parameter
	Vorerkrankungen
Ophthalmologische Daten	Schmerzen
	Bindehautinjektion
	Hypopyon
	Funduseinblick
	Tyndall-Zeichen
	Initialer und abschließender Visus
	Initialer und abschließender Augeninnendruck
	Betroffene Seite
Operative Therapie	Art und Umfang des Ersteingriffes
	Zeitlicher Abstand zum ursächlichen Eingriff (bei postoperativer Endophthalmitis)
	Notwendigkeit eines Folgeeingriffes
	Art und Umfang des Folgeeingriffes
	Zeitlicher Abstand der Eingriffe
Antibiose	Präoperative Antibiose
	Intraoperative Spülflüssigkeit
	Postoperative Antibiose auf Station
	Entlassungsmedikation
Erregernachweis	Erfolg des Nachweises
	Ergebnis des Nachweises

3 Ergebnisse

3.1 Allgemeine Ergebnisse

3.1.1 Datensätze

Insgesamt wurden in dem 10-Jahreszeitraum 250 Datensätze identifiziert. Nach der Bereinigung der entstandenen Patientenliste von Doppelungen bei Patientennamen konnte ein Datensatz von 238 Personen ausgewertet werden. Aus diesem wurden nach erster Durchsicht 51 weitere Patienten ausgeschlossen, da sie aufgrund einer anderen Erkrankung behandelt worden waren und bei ihnen eine Endophthalmitis nur als Differentialdiagnose erwähnt worden war. Bei fünf weiteren Patienten waren die Behandlungsunterlagen nicht auffindbar, weshalb sie nicht eingeschlossen werden konnten. Der abschließende Datensatz bestand aus den Daten von 182 Patienten.

3.1.2 Verteilung der Endophthalmitis

In dem Zeitraum von 2010 – 2019 wurden in der Augenklinik der UMG insgesamt 193 Augen von 182 Patienten aufgrund einer Endophthalmitis behandelt. In der folgenden Analyse wird pro Patient nur ein Auge eingeschlossen.

Bei 81,3% ($n = 148/182$) der behandelten Augen war die Endophthalmitis Folge eines operativen Eingriffes. 98 dieser 148 Patienten (66,2%) waren extern operiert worden. Bei 46 Patienten (31,1%) wurde der Ersteingriff an der UMG-Augenklinik durchgeführt. Bei 4 (2,7%) Patienten konnten die vorbehandelnden Ärzte nicht ermittelt werden und bei den übrigen 34 Patienten war die Ursache der Endophthalmitis kein operativer Eingriff. Insgesamt hatten 37,9% ($n = 69/182$) der Patienten zuvor eine Kataraktoperation erhalten, bei 24,7% ($n = 45/182$) war eine IVOM vorgenommen worden und bei 14,8% ($n = 27/182$) war es im Rahmen einer Vitrektomie zu einer Endophthalmitis gekommen. 13,7% ($n = 25/182$) der Erkrankungen entfallen auf eine endogene Ursache, wie zum Beispiel eine Pilzinfektion und 2,7% ($n = 5/182$) wurden aufgrund einer traumatischen Endophthalmitis behandelt. Eine Endophthalmitis nach einer Durchwanderung der Hornhaut wurde in 2,2% ($n = 4/182$) und in Folge einer Cerclage-Infektion in 3,8% ($n = 7/182$) diagnostiziert.

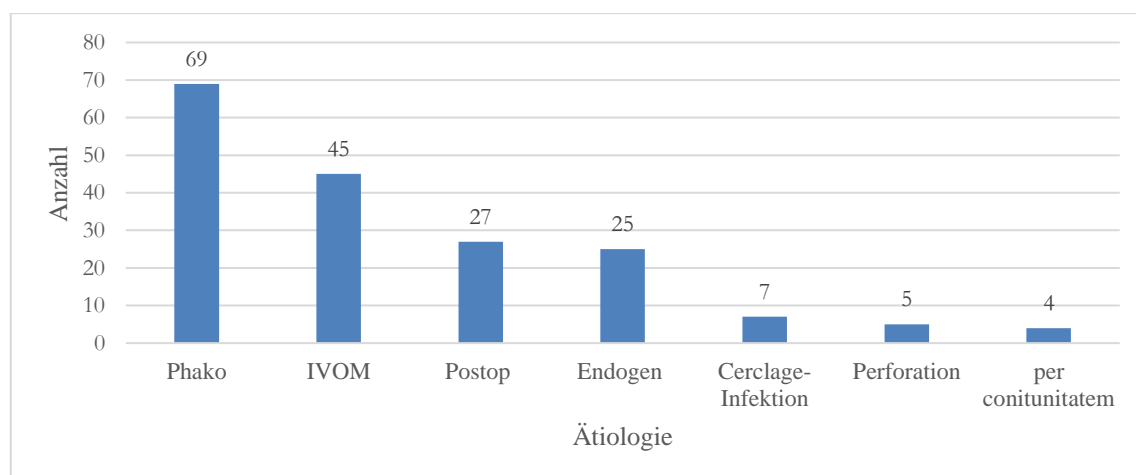


Abbildung 4: Verteilung der untersuchten Endophthalmitisfälle in den Jahren 2010 bis 2019 (Anzahl) (n = 182)

3.2 Inzidenz einer exogenen Endophthalmitis

148 der 182 Fälle war eine Augenoperation vorausgegangen. Am häufigsten kam es nach einer Linsenoperation zu einer Endophthalmitis (n = 69). 45 der Endophthalmitisfälle traten nach IVOM und 27 nach anderen operativen Eingriffen auf. 7 Patienten hatte eine Endophthalmitis nach einer Cerclage-Infektion.

3.2.1 Inzidenz einer postoperativen Endophthalmitis nach Kataraktoperation

Von den 69 Endophthalmitisfällen nach Phakoemulsifikation wurden 56 Patienten außerhalb der UMG-Augenklinik voroperiert. 13 Endophthalmitisfälle nach Linsenoperation waren hausintern entstanden. Hiervon entfallen 8 Fälle auf alleinige Phakoemulsifikation, die restlichen 5 auf kombinierte Operationen.

An der UMG-Augenklinik wurden in den Jahren 2010 – 2019 insgesamt 13.939 Patienten mit einer Phakoemulsifikation versorgt. 12.242 dieser Linsenoperationen fanden ohne einen weiteren operativen Eingriff statt. Die Verteilung der postoperativen Endophthalmitisfälle nach einfacher Linsenoperation ist in Abbildung 5 dargestellt. Es kam insgesamt zu 8 Fällen einer Endophthalmitis nach primärer Phakoemulsifikation. Über den Zeitraum von 10 Jahren beträgt das Risiko im Rahmen einer alleinigen, an der Augenklinik der UMG durchgeführten, Kataraktoperation eine Endophthalmitis zu erleiden 0,0653% (n = 8/12.242). Für das Einzugsgebiet der UMG lässt sich kein Wert nennen, da die Gesamtanzahl der externen Eingriffe unklar ist.

Abbildung 6 zeigt die Verteilung der 1697 Patienten, die im Untersuchungszeitraum eine Linsenoperation in Kombination mit einer ppV erhalten haben. Insgesamt erlitten bei

dieser Operation 0,236% (n = 4/1697) über den Beobachtungszeitraum von 10 Jahren eine Endophthalmitis.

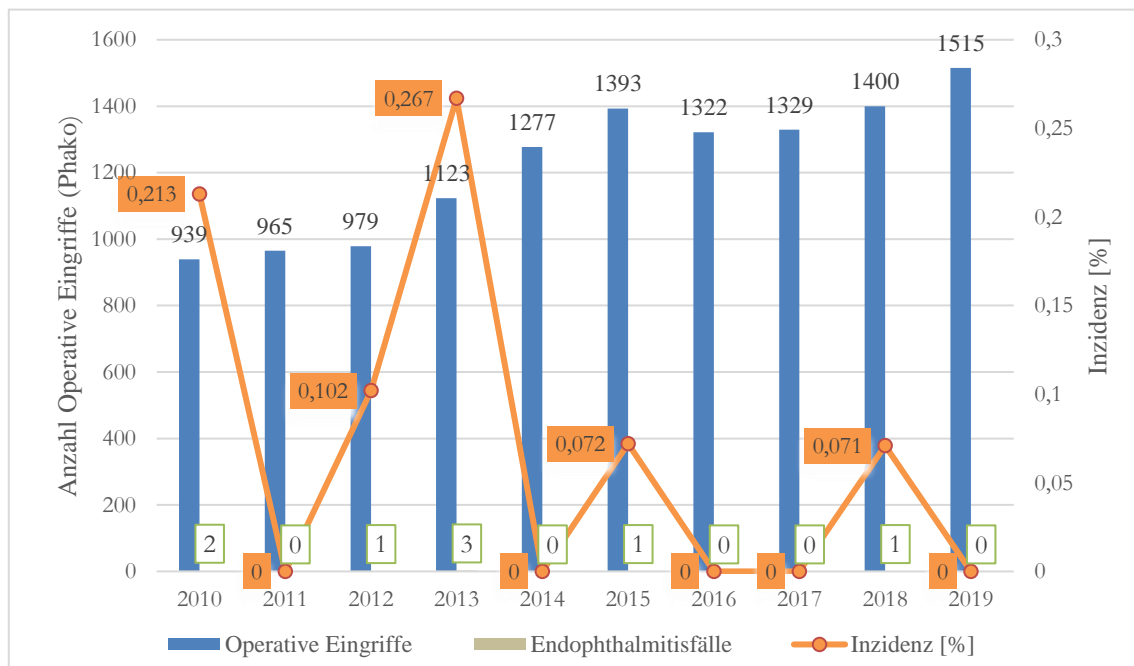


Abbildung 5: Inzidenz der postoperativen Endophthalmitisfälle in den Jahren 2010 bis 2019 nach Phakoemulsifikation ohne Pars plana Vitrektomie (ppV) an der UMG (Anzahl und Prozentzahl)

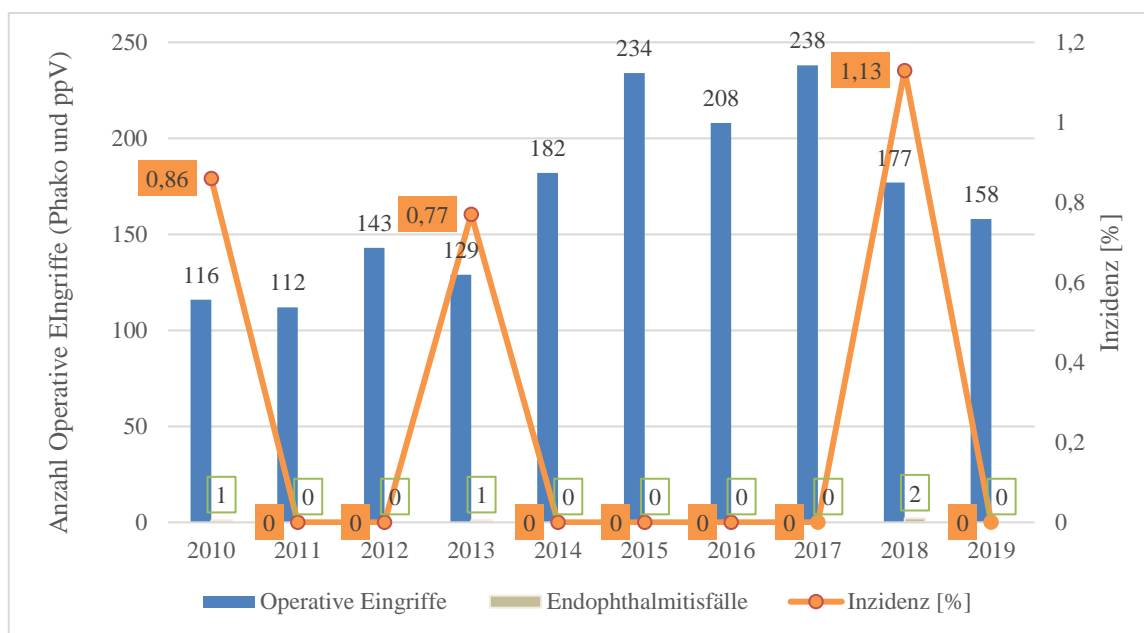


Abbildung 6: Inzidenz der postoperativen Endophthalmitisfälle in den Jahren 2010 bis 2019 nach Phakoemulsifikation mit Pars plana Vitrektomie (ppV) an der UMG (Anzahl und Prozentzahl)

Darüber hinaus kam es an der UMG zu einem weiteren Fall nach einem „kombinierten Eingriff“. Hierbei war der operative Eingriff eine Phakoemulsifikation mit einer Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty (DMEK).

Neben den 13 Endophthalmitis-Fällen in Folge von Phakoemulsifikation mit und ohne ppV kam es noch bei 24 weiteren hausinternen Operationen zu einer postoperativen Entzündung. 8 dieser 24 (33,3%) operativen Eingriffe waren eine ppV mit Peeling bei Gliose. Zudem kam es nach 7 (29,2%) Cerclage-Operation zu einer Endophthalmitis. Weitere 4 (16,7%) Entzündungen entstanden nach alleiniger ppV, und bei weiteren 4 (16,7%) Patienten trat eine Endophthalmitis nach der Behandlung einer Glaskörperblutung auf. Ein Fall (4,2%) einer Endophthalmitis trat nach filtrierender Glaukomoperation (Trabekulektomie) auf.

3.2.2 Inzidenz einer Endophthalmitis nach IVOM

Im Zeitraum 2010 – 2019 erfolgte bei 42.977 Patienten eine IVOM an der UMG-Augenklinik. Bei den IVOM-Eingriffen ist eine deutliche Fallzahlsteigerung über die Jahre zu erkennen. Im Vergleich zum Anfangsjahr 2010 steigerte sich die Anzahl der Eingriffe bis 2019 um das 4,08-fache. Insgesamt gab es 7 Endophthalmitis-Fälle nach IVOM an der UMG. Über den Zeitraum von 2010 bis 2019 gesehen, ergibt das eine Häufigkeit von 0,016% ($n = 7/42.977$). Der prozentual höchste Wert ist mit 0,05% ($n = 2/3977$) im Jahr 2015 zu finden. In dem Einzugsgebiet der UMG entstanden im selben Zeitraum 38 weitere Endophthalmitis-Fälle, sodass die Anzahl der behandelten Endophthalmitis nach IVOM 45 Patienten beträgt. Über die Inzidenz der Endophthalmitis im Einzugsgebiet ist keine Aussage zu treffen, da die Gesamtzahl der Eingriffe nicht bekannt ist. Abbildung 7 zeigt die Verteilung der Endophthalmitisfälle nach IVOM in den Jahren 2010 bis 2019 im Verhältnis zu den an der UMG durchgeführten Eingriffen.

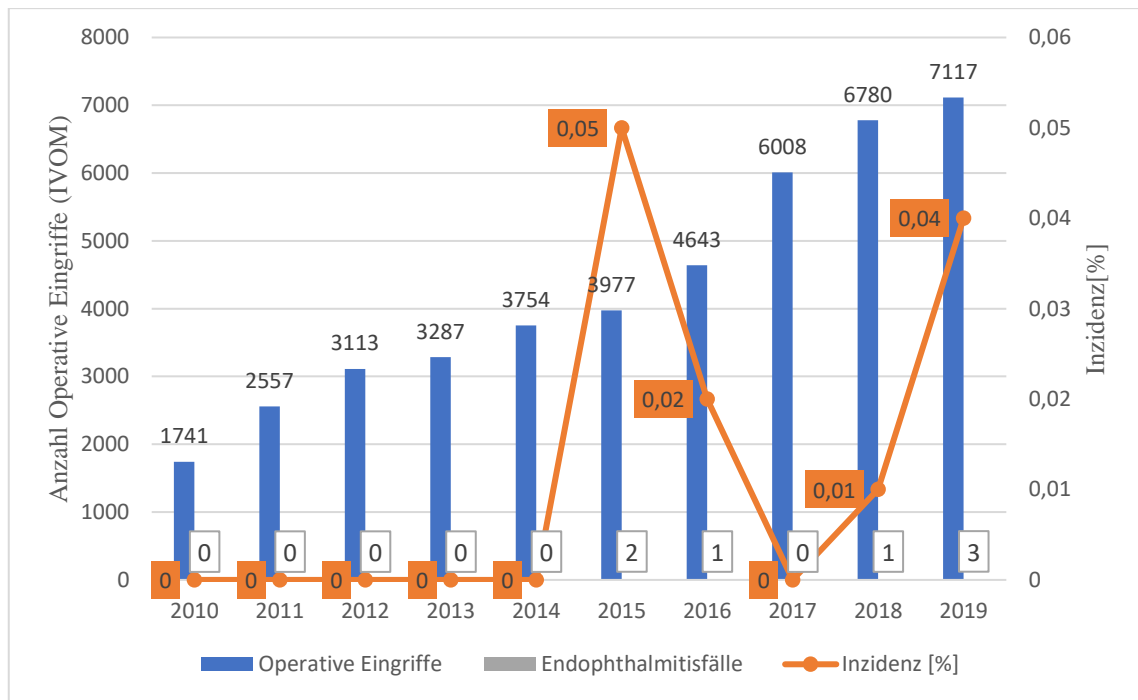


Abbildung 7: Inzidenz der postoperativen Endophthalmitisfälle in den Jahren 2010 bis 2019 nach intravitreale Medikamentenapplikation (IVOM) an der UMG (Anzahl und Prozentzahl)

3.2.3 Inzidenz einer posttraumatischen Endophthalmitis

Eine Endophthalmitis nach Perforation der Hornhaut trat in 5 Fällen auf. Die Verletzungen erfolgten bei zwei Patienten bei Holzarbeiten und bei 2 weiteren wurden Hammer-Meißel-Verletzungen durch Metallarbeiten diagnostiziert. Bei dem fünften Patienten war keine Angabe über die Unfallumstände zu finden. Bei 3 Patienten war ein intraokularer Fremdkörper nachzuweisen, zwei waren aus Holz und einer aus Metall. Die Gesamtzahl der perforierenden Verletzungen konnte anhand der Verschlüsselung nicht extrahiert werden.

3.2.4 Inzidenz einer endogenen Endophthalmitis

Die Gruppe der endogenen Ursachen umfasste 13,7% ($n = 25/182$) der Patienten. Bei 4 Patienten erfolgte die Infektion aufgrund von malignen Erkrankungen oder im Rahmen einer Chemotherapie. 1 Patient gab anamnestisch einen intravenösen Drogenabusus an. Bei 40% ($n = 10/25$) der Patienten war die Ursache eine Pilzinfektion.

3.2.5 Inzidenz einer Endophthalmitis „per continuitatem“

Insgesamt waren 4 Patienten wegen einer Durchwanderungs-Endophthalmitis in den Jahren 2010 bis 2019 in Behandlung.

3.3 Geschlechterverteilung

Unter den 182 behandelten Patienten waren 99 Frauen (54,4%) und 83 Männer (45,6%).

Die Verteilung der Geschlechter auf die einzelnen Ursachen ergibt sich wie folgt: Bei einer Endophthalmitis infolge einer IVOM waren Frauen mit 55,5% (n = 25/45) minimal häufiger betroffen. Bei endogenen Ursachen waren Männer mit 52% (n = 13/25) geringfügig häufiger vertreten. Frauen entwickelten mit 56,5% (n = 39/69) häufiger eine Endophthalmitis nach Phakoemulsifikation als Männer. Eine Durchwanderungs-Endophthalmitis war bei beiden Geschlechtern mit jeweils 2 Fällen gleich häufig. Eine „andere postoperative Endophthalmitis“ zeigte sich mit 59,3% (n = 16/27) häufiger bei weiblichen Patienten. 100% (n = 5/5) der traumatischen Endophthalmitisform trat bei Männern ein und eine Endophthalmitis nach Cerclage-Infektion betraf mit 71,43% (n = 5/7) häufiger Patientinnen.

Tabelle 2: Geschlecht nach Ätiologie

Ätiologie	Weiblich	Männlich	Gesamt
Post-IVOM	25 (55,5%)	20 (44,5%)	45
Endogen	12 (48%)	13 (52%)	25
Post-Kataraktoperation	39 (56,5%)	30 (43,5%)	69
Durchwanderungs- Endophthalmitis	2 (50%)	2 (50%)	4
Postoperativ	16 (59,3%)	11 (40,7%)	27
Posttraumatisch	0 (0%)	5 (100%)	5
Cerclage-Infektion	5 (71,4%)	2 (28,9%)	7
Insgesamt	99 (54,4%)	83 (45,6%)	182

Anzahl und Prozent

3.4 Alter

Der Altersmedian betrug bei den Frauen 74 Jahre (Minimum 1 Jahr; Maximum 98 Jahre).

Bei den Männern lag der Median bei 71 Jahren (Minimum 15 Jahre; Maximum 89 Jahre).

Patienten mit einer Endophthalmitis nach IVOM waren im Median 76 Jahre (min.: 17 Jahre; max.: 98 Jahre) alt und Patienten mit einer endogenen Endophthalmitis hatten

einen Altersmedian von 67 Jahren (min.: 13 Jahre; max.: 88 Jahre). Der Median von Patienten mit einer Endophthalmitis nach Linsenoperation lag bei 72 Jahren, das minimale Alter betrug 43, das maximale 92 Jahre. Etwas älter waren Patienten mit einer Durchwanderungs-Endophthalmitis, die im Median 82,5 Jahre alt waren (min.: 49 Jahre; max.: 91 Jahre). Bei weiteren postoperativen Entzündungen waren die Patienten im Median 72 Jahre alt (min.: 0 Jahre; max.: 89 Jahre) und eine posttraumatische Endophthalmitis betraf Menschen im Median von 46 Jahren (min.: 41 Jahre; max.: 49 Jahre). Bei einer Cerclage-Infektion waren die Patienten im Median 59 Jahre alt (min.: 47 Jahre; max.: 72 Jahre).

Tabelle 3: Alter nach Ätiologie

Ätiologie	Median	Min.	Max.
Post-IVOM	76	17	98
Endogen	67	13	88
Post-Kataraktoperation	72	43	92
Durchwanderungs- Endophthalmitis	82,5	49	91
Postoperativ	72	0	89
Posttraumatisch	46	41	49
Cerclage-Infektion	59	47	72

Median, min., max.; in Jahren

3.5 Grunderkrankungen

74 der 182 (40,7%) Patienten gaben anamnestisch einen arteriellen Hypertonus, 41 (22,5%) einen Diabetes mellitus und 14 (7,7%) eine Schilddrüsenunterfunktion an. 12 (6,6%) wiesen eine Herzerkrankung wie eine Myokarditis, eine Angina Pectoris, Vorhofflimmer, einen Herzklappenersatz, einen Bypass oder eine Herzinsuffizienz auf. Weitere 12 (6,6%) Patienten litten an einer Lungenerkrankung. An Adipositas waren 8 (4,4%) Patienten erkrankt und 7 (3,9%) hatten eine Nierenerkrankung. Von einem soliden Krebsleiden waren 6 (3,3%) der Patienten betroffen, 3 (1,7%) weitere von einer Leukämie. Insgesamt gaben 27 (14,8%) Patienten der 182 an gesund zu sein, bei 23 (12,6%) war keine Angabe zum Gesundheitszustand des Patienten zu finden. Eine vollständige Tabelle der Grunderkrankungen befindet sich im Anhang. (Seite 51)

Da besonders bei einer endogenen Endophthalmitis Grunderkrankungen eine wichtige Rolle einnehmen, werden im Folgenden die Erkrankungen der Patienten, die eine endogene Endophthalmitis erlitten haben aufgeführt:

44% (n=11/25) gaben einen arteriellen Hypertonus, 28% (n = 7/25) einen Diabetes mellitus und 21,7% (n = 5/25) eine Lungenerkrankung an. Bei jeweils 17,4% (n = 4/25) bestand ein Krebsleiden, eine Schilddrüsenunterfunktion oder eine Herzerkrankung. Eine Lebererkrankung und eine Adipositas gaben je 8,7% (n = 2/25) der Erkrankten an. Hierbei konnten auch mehrere Erkrankungen auf einen Patienten entfallen. 8% (n = 2/25) der betroffenen Patienten gaben an gesund zu sein. Ein Patient erlitt im Vorfeld ein Polytrauma.

3.6 Zeitlicher Verlauf

Im Falle von einer postoperativen und traumatischen Endophthalmitis wurde der Zeitraum zwischen der ursächlichen Operation oder des Unfalls bis zur operativen Intervention erfasst. Anhand dieses Zeitraums kann man die Endophthalmitis in eine akute und eine verzögerte Form einteilen. Die verzögerte Endophthalmitis tritt definitionsgemäß 6 Wochen nach einem operativen Eingriff auf. War daraufhin ein Zweiteingriff erforderlich, wurde auch hier das Zeitintervall der beiden Eingriffe berechnet. War der Patienten an einer endogenen oder einer Durchwanderungs-Endophthalmitis erkrankt, lagen keine Daten zu einem gesicherten zeitlichen Beginn vor. Daher konnte bei diesen Diagnosen kein zeitliches Intervall bestimmt werden.

3.6.1 Zeitraum von ursächlichem Ereignis oder Trauma bis operativen Eingriff

Nach einer IVOM betrug der Zeitraum zwischen Injektion und der Behandlung der entstandenen Endophthalmitis im Median 5 Tage (min.: 1 Tag; max.: 68 Tage). 44 der 45 Fälle (97,8%) konnten einer akuten Endophthalmitis zugeordnet werden, ein Fall der verzögerten Form.

Nach einer Phakoemulsifikation mit Kunstlinsenimplantation betrug die Zeit zwischen den beiden Operationen im Median 6 Tage (min.: 1 Tag; max.: 191 Tage). Als akute Endophthalmitis wurden 94,2% (n = 65/69) der Fälle eingestuft, als verzögert 4 (5,8%).

War ein anderer operativer Eingriff verantwortlich für die Entstehung der Entzündung, wurde im Median nach 3 Tagen (min.: 1 Tag; max.: 365 Tage) ein kurativer Eingriff

vorgenommen. Bei 77,8% (n = 21/27) lag definitionsgemäß eine akute Endophthalmitis vor, bei 22,2% (n = 6/27) konnte eine verzögerte Endophthalmitis erfasst werden.

Ein Bulbustrauma führte im Median nach 2,5 Tagen (min.: 1 Tag; max.: 14 Tage) zu einer operativen Behandlung der entstandenen Endophthalmitis. Hierbei kam es ausschließlich zu einer akuten Verlaufsform.

Bei einer Cerclage-Infektion erfolgte die Behandlung der Endophthalmitis im Median 21 Tagen (min.: 1 Tag; max.: 117 Tage) nach Cerclage-Operation. 4 der 7 Patienten hatten eine akute Endophthalmitis.

Tabelle 4: Zeitraum zwischen ursächlichem Ereignis und Operation nach Ätiologie

Ätiologie	Median	Min.	Max.	Akute
Post-IVOM	5	1	68	98% (44/45)
Endogen	-	-	-	-
Post-Kataraktoperation	6	1	191	94% (65/69)
Durchwanderungs- Endophthalmitis	-	-	-	-
Postoperativ	3	1	365	77,8% (21/27)
Posttraumatisch	2,5	1	14	100% (4/4)
Cerclage-Infektion	21	1	117	57,1% (4/7)

Median, min., max.; in Tagen; Anzahl und Prozentzahl. Keine gesicherten Angaben von Daten bei endogener Endophthalmitis und Durchwanderungs-Endophthalmitis, da der Beginn der Erkrankung nicht gesichert ermittelt werden konnte.

3.6.2 Zeitraum von Operation an der UMG-Augenklinik und Folgeeingriff

Bei 26,9% (n = 49/182) der wegen einer Endophthalmitis behandelten Patienten erfolgte ein Folgeeingriff. Dieser fand im Median nach 5 Tagen statt (min.: 1 Tag; max.: 94 Tage).

Von den post-IVOM Patienten mussten 22,2% (n = 10/45) nochmals operiert werden. Der Zweiteingriff erfolgte im Median nach 3 Tagen (min.: 1 Tag; max.: 14 Tage).

Bei Patienten mit einer endogenen Endophthalmitis mussten 36% (n = 9/25) erneut operiert werden, im Median nach 9 Tagen (min.: 1 Tag; max.: 31 Tage).

Nach einer Kataraktoperation war ein weiterer Eingriff bei 21,7% (n = 15/69) erforderlich. Hier lag der Median der Tage bis zum Folgeeingriff bei 5 Tagen (min.: 1 Tag; max.: 39 Tage).

Bei einer Durchwanderungs-Endophthalmitis war ein Folgeeingriff bei 75% (n = 3/4) der Patienten notwendig und wurde im Median nach 7 Tagen (min.: 2 Tage; max.: 17 Tage) vorgenommen.

In der Rubrik „sonstige postoperative Endophthalmitis“ mussten 37% (n = 10/27) der Patienten nochmals operiert werden. Im Median geschah dies nach 6 Tagen (min.: 1 Tag; max.: 94 Tage).

Auch bei den posttraumatischen Fällen musste bei 40% (n = 2/5) der Patienten ein weiterer Eingriff durchgeführt werden. Der Zeitraum betrug im Median 3,5 Tage (min.: 3 Tage; max.: 4 Tage).

Bei Endophthalmitis nach Cerclage-Infektion war kein Folgeeingriff indiziert.

Tabelle 5: Zeitraum von Operation an der UMG und Folgeeingriff

Ätiologie	Median.	Min.	Max.	Anteil von Fällen
Post-IVOM	3	1	14	22,2% (10/45)
Endogen	9	1	31	36% (9/25)
Post-Kataraktoperation	5	1	39	21,7% (15/69)
Durchwanderungs-Endophthalmitis	7	2	17	75% (3/4)
Postoperativ	6	1	94	37% (10/27)
Posttraumatisch	3,5	3	4	20% (2/5)
Cerclage-Infektion	0	0	0	0

Median, min., max.; in Tagen; Anzahl und Prozentzahl

3.7 Klinische Befunde

Klinische Befunde wurden in Subjektive Beschwerden und Objektive Befunde aufgeteilt und nach Ätiologie ausgewertet.

3.7.1 Subjektive Beschwerden

3.7.1.1 Schmerzen

Schmerzen gaben 41,8% (n = 76/182) der Patienten an. Weitere 52,2% (n = 95/182) hatten anamnestisch keine Schmerzen und bei 6% (n=11/182) der Patienten fehlten die Angaben in den Akten.

Bei einer Infektion nach IVOM hatten 66,7% (n = 30/45) der Patienten Schmerzen, bei endogenen Ursachen 28% (n = 7/25), nach einer Kataraktoperation 36,2% (n = 25/69) und 50% (n=2/4) bei einer Durchwanderungs-Endophthalmitis. 22,2% (n = 6/27) der Patienten mit klinisch relevanten Schmerzen hatten vorher einen anderen operativen Eingriff erhalten. Im Rahmen einer posttraumatischen Endophthalmitis gaben 40% (n = 2/5) Schmerzen an, bei einer Cerclage-Infektion 57,1% (n = 4/7).

Tabelle 6: Schmerzen nach Ätiologie

Ätiologie	Schmerzen	Keine Schmerzen	Keine Angabe
Post-IVOM	30	14	1
Endogen	7	17	1
Post-Kataraktoperation	25	39	5
Durchwanderungs- Endophthalmitis	2	2	0
Postoperativ	6	17	4
Posttraumatisch	2	3	0
Cerclage-Infektion	4	3	0
Insgesamt	76	95	11

Anzahl

3.7.2 Objektive klinische Befunde

Das rechte Auge war in 46,2 % (n = 84/182) betroffen. Ein rotes Auge wurde bei 76,9% (n = 140/182), ein Tyndall-Phänomen in 26,9% (n = 49/182) und ein Hypopyon bei 47,3% (n = 86/182) dokumentiert. Ein guter Funduseinblick hingegen wurde bei 31,9% (n = 58/182) der Patienten beschrieben.

3.7.2.1 Betroffene Seite

Das linke Auge war mit 47,8 % (n = 87/182) geringfügig häufiger betroffen als das rechte Auge mit 46,2% (n = 84/182), in 11 Fällen (6,0%) waren beide Augen betroffen.

Bei einer Endophthalmitis nach IVOM war zu 51,1% (n = 23/45) das linke Auge betroffen, bei einer endogenen Ursache zu 28% (n = 7/28). In 44% (n = 11/25) der endogenen Fälle waren beide Augen betroffen. Bei einer Endophthalmitis nach Phakoemulsifikation erkrankten 53,6% (n = 37/69) auf der linken Seite und eine Endophthalmitis „per continuitatem“ trat in 25% (n = 1/4) linksseitig auf. Im Rahmen von einer anderen postoperativen Endophthalmitis war das linke Auge in 40,7% (n = 11/27) betroffen und mit 60% (n = 3/5) bei Traumata. Im Falle einer Cerclage-Infektion waren es 71,4% (n = 5/7) die auf der linken Seite erkrankten.

Tabelle 7: Betroffene Seite nach Ätiologie

Ätiologie	Linkes Auge	Rechtes Auge	Beide Augen
Post-IVOM	23	22	0
Endogen	7	7	11
Post-Kataraktoperation	37	32	0
Durchwanderungs- Endophthalmitis	1	3	0
Postoperativ	11	16	0
Posttraumatisch	3	2	0
Cerclage-Infektion	5	2	0
Insgesamt	87	84	11

Anzahl

3.7.2.2 Rotes Auge

Insgesamt hatten 76,9% (n = 140/182) der Patienten ein gerötetes Auge.

Eine injizierte Bindehaut wurde bei 91,1% (n = 41/45) der Infektionen nach IVOM, bei 64% (n = 16/25) der endogenen Entzündungen, bei 84% (n = 58/69) der post-Kataraktinfektionen und bei 50% (n = 2/4) der „per continuitatem“ erkrankten Patienten dokumentiert. Bei einer Endophthalmitis nach anderen operativen Eingriffen zeigten 51,9% (n = 14/27) der Fälle ein gerötetes Auge. 80% (n = 4/5) der Augen waren nach Trauma gerötet und weitere 71,4% (n = 5/7) nach Cerclage-Infektion.

Tabelle 8: Injizierte Bindehaut nach Ätiologie

Ätiologie	Injizierte Bindehaut	Nicht injizierte Bindehaut	Keine Angabe
Post-IVOM	41	3	1
Endogen	16	8	1
Post-Kataraktoperation	58	10	1
Durchwanderungs- Endophthalmitis	2	2	0
Postoperativ	14	12	1
Posttraumatisch	4	1	0
Cerclage-Infektion	5	2	0
Insgesamt	140	38	4

Anzahl

3.7.2.3 Tyndall-Phänomen

Bei 26,9% (n = 49/182) der Patienten waren Zellen und optisch auch Proteine in der Vorderkammer zu finden.

Bei einer Infektion nach IVOM war in 28,9% (n = 13/45) ein Tyndall-Phänomen zu finden, bei endogenen Ursachen war es bei 24% (n = 6/25) beschrieben und nach einer Kataraktoperation bei 36,2% (n = 25/69). Im Falle einer Endophthalmitis „per continuitatem“ war das Tyndall-Phänomen bei 25% (n = 1/4) zu erkennen und bei den übrigen postoperativen Entzündungen bei 11,1% (n = 3/27). Nach Perforationen war das diagnostische Phänomen nicht vorhanden, bei Cerclage-Infektion wurde es lediglich einmal dokumentiert (14,3%; n = 1/7).

Tabelle 9: Tyndall-Phänomen nach Ätiologie

Ätiologie	Tyndall positiv	Tyndall negativ	Keine Angabe
Post-IVOM	13	32	0
Endogen	6	19	0
Post-Kataraktoperation	25	44	0
Durchwanderungs- Endophthalmitis	1	3	0

Ätiologie	Tyndall positiv	Tyndall negativ	Keine Angabe
Postoperativ	3	24	0
Posttraumatisch	0	5	0
Cerclage-Infektion	1	6	0
Insgesamt	49	133	0

Anzahl

3.7.2.4 Hypopyon

Ein Hypopyon wurde in 47,3% (n = 86/182) der Fälle beschrieben.

Bei 60% (n = 27/45) der Fälle einer Endophthalmitis nach IVOM, bei 20% (n = 5/25) der endogenen Entzündungen, bei 55,1% (n = 38/69) der Infektion nach Phakoemulsifikation und bei 100% (n = 4/4) einer Durchwanderungs-Endophthalmitis trat ein Hypopyon auf. Bei den übrigen postoperativen Endophthalmitisfällen wiesen die Patienten in 40,7% (n = 11/27) eine Eiteransammlung in der Vorderkammer auf und bei traumatisch bedingter Entzündung hatten 80% (n = 4/5) eine solche Veränderung. Führte eine Cerclage-Infektion zu der Endophthalmitis war in keinem Fall ein Hypopyon zu finden.

Im Median betrug die Höhe der dokumentierten Hypopyons 1mm (min.: 0,2mm; max.: 4mm).

Tabelle 10: Hypopyon nach Ätiologie

Ätiologie	Hypopyon	Kein Hypopyon	Keine Angabe
Post-IVOM	27	17	1
Endogen	5	19	1
Post-Kataraktoperation	38	31	0
Durchwanderungs- Endophthalmitis	4	0	0
Postoperativ	11	15	1
Posttraumatisch	1	4	0
Cerclage-Infektion	0	7	0
Insgesamt	86	93	3

Anzahl

3.7.2.5 Fundusbeurteilung

Ein guter Einblick des Fundus war in 31,9% (n = 58/182) der Fälle gegeben, in 34,6% (n = 63/182) der Fälle war kein Einblick möglich. Bei 30,8% (n = 56/182) der Patienten wurde der Einblick als „schemenhaft“ dokumentiert.

War der Behandlungsgrund eine Endophthalmitis nach IVOM, so wurde anamnestisch bei 11,1% (n = 5/45) der Patienten ein guter Fundusreflex beschrieben. Bei einer endogenen Ursache wiesen 28% (n = 7/25) einen guten Einblick auf und nach Phakoemulsifikation waren bei 43,5% (n = 30/69) Details zu erkennen. Eine Durchwanderungs-Endophthalmitis wirkten sich bei 25% (n = 1/4) nicht auf den Einblick aus, bei den „sonstigen postoperativen Entzündungen“ waren es 51,9% (n = 14/27). Bei den Patienten, die traumatisch betroffen waren, hatten 80% (n = 4/5) einen guten Einblick und 100% der Fälle (n = 7/7) bei Cerclage-Infektion.

Tabelle 11: Fundusbeurteilung nach Ätiologie

Ätiologie	Guter Einblick	Schemenhafter Einblick	Kein Einblick	Keine Angabe
Post-IVOM	5	22	17	1
Endogen	7	8	9	1
Post-Kataraktoperation	20	18	29	2
Durchwanderungs-Endophthalmitis	1	1	1	1
Postoperativ	14	6	7	0
Posttraumatisch	4	1	0	0
Cerclage-Infektion	7	0	0	0
Insgesamt	58	56	63	5

Anzahl

3.7.2.6 Visusentwicklung und Visusdifferenz

Die Visusentwicklung dokumentiert den Verlauf der Sehschärfe der Patienten vom initialen Befund bis zum Befund nach mindestens einem Monat. Zudem wurde die Visusdifferenz der beiden Daten aufgetragen. Da die Messwerte jeweils in logMar dargestellt werden, entsprechen kleiner werdende Zahlen einer Verbesserung der Sehschärfe.

Der initiale Visus lag bei den Patienten im Median bei logMar 2,3 (n = 175/182; min.: 0,1; max.: 3,0; Q1: 1; Q3: 2,3). Bei der Folgeuntersuchung nach mindestens einem Monat lag die Sehschärfe im Median bei logMar 1 (n = 161/182; min.: 0,1; max.: 3,0; Q1: 0,5; Q3: 2,3) Die Differenz der Visuswerte lag im Median bei logMar -0,5 (p = 0,01).

Tabelle 12: Visus prä-/ postoperativ

Messung	n	nMiss	Mean	STD	SEM	Min	Q1	Median	Q3	Max	Mean (95%LCL)	Mean (95%UCL)
Prä-Op	175	7	1.8	0.8	0.1	0.1	1.0	2.3	2.3	3.0	1.7	1.9
Post-Op	161	21	1.3	0.9	0.1	0.1	0.5	1.0	2.3	3.0	1.1	1.4
Differenz	158	24	-0.6	0.9	0.1	-2.4	-1.3	-0.5	0.0	1.9	-0.7	-0.4

Anzahl, Durchschnitt, Standardabweichung, Standardfehler, min., Quartil 1, Median, Quartil 3, max., unterem- und oberem Kontroll-Limit

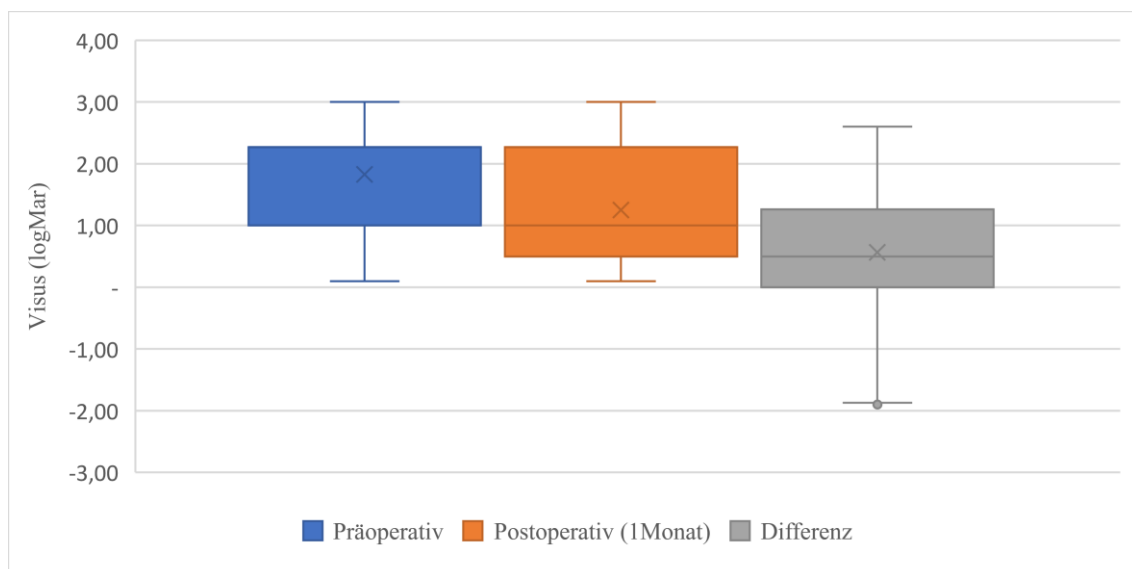


Abbildung 8: Visusentwicklung im Allgemeinen (in logMar). Kleinere oder negative Werte repräsentieren bessere Visuswerte.

Die Sehschärfe bei Endophthalmitis nach IVOM lag bei der ersten Befundaufnahme im Median bei logMar 2,27 (n = 42/182; min.: 0,2; max.: 3; Q1: 1,84; Q3: 2,27) und nach einem Monat bei logMar 1,3 (n = 41/182; min.: 0,1; max.: 3; Q1: 0,7; Q3: 2,055). Es kam im Median zu einer Verbesserung des Visus von logMar -0,54 (p = 0,011).

Nach endogener Endophthalmitis lag der Visus anfangs im Median bei logMar 2,27 (n = 25/182; min.: 0,1; max.: 3; Q1: 0,85; Q3: 2,6) Nach einem Monat lagen die Visuswerte im Median bei logMar 1 (n = 19/182; min.: 0,2; max.: 3; Q1: 0,7; Q3: 2,27). Die Differenz der Werte lag im Median bei logMar -0,3 (p = 0,011).

Bei einer Endophthalmitis nach Kataraktoperation betrug der Visus initial im Median logMar 2,27 (n = 67/182; min.: 0,2; max.: 3; Q1: 0,4; Q3: 1,84) und nach dem

einmonatigen Intervall logMar 0,85 (n = 62/182; min.: 0,1; max.: 3; Q1: 0,4; Q3: 1,84). Die Visusdifferenz lag im Median bei logMar -0,745 (p = 0,007).

Der Ausgangsvisus der Patienten mit Durchwanderungs-Endophthalmitis lag im Median bei logMar 3 (n = 2/182; min.: 2,6, max.: 3; Q1: 2; Q3: 6; 3) und veränderte sich im Median zu logMar 2,6 (n = 2/182; min.: 1; max.: 2,6; Q1: 1; Q3: 2,6) nach einem Monat. Dies entspricht einer Differenz der Werte im Median von logMar -0,4.

Initial betrug die Sehschärfe bei den anderen postoperativen Endophthalmitis-Fällen im Median 2,27 (n = 25/182; min.: 0,1; max.: 3; Q1: 1,3; Q3: 2,35). Im Abstand von einem Monat hatten sich die Werte im Median zu logMar 1,84 (n = 24/182; min.: 0,1; max.: 3; Q1: 1; Q3: 2,27) geändert. Der Median der Differenz der beiden Untersuchungen betrug: logMar 0 (p = 0,025).

Bei einer traumatisch bedingten Endophthalmitis, wurde bei der Erstuntersuchung ein Visus von logMar 1 (n = 3/182; min.: 0,1; max.: 2,6; Q1: 0,325; Q3: 2,2) im Median gemessen. Einen Monat nach der Therapie betrug die Sehschärfe im Median logMar 0,6 (n = 3/182; min.: 0,2; max.: 1,82; Q1: 0,275; Q3: 1,55). Die Differenz der beiden Messreihen lag im Median bei logMar -0,63 (p = 0,219).

Der Initialvisus der Patienten mit Endophthalmitis nach Cerclage-Infektion betrug im Median logMar 0,7 (n = 6/182; min.: 0,2; max.: 1,84; Q1: 0,5; Q3: 1,3). Nach einem Monat lagen der Median bei logMar 0,2 (n = 6/182; min.: 0,1; max.: 1; Q1: 0,1; Q3: 1). Es lag eine Verbesserung des Visus von im Median logMar -0,5 vor (p = 0,009).

3.7.2.7 Entwicklung des Augeninnendrucks

Der Augeninnendruck ist bei einer Endophthalmitis aufgrund der entzündlichen Veränderung im Kammerwinkel meist erhöht. Bei der Anamnese wurde der Ausgangsdruck in mmHg (Millimeter Quecksilbersäule) gemessen. Als Vergleichswert wurde hier der Augeninnendruck bei der Entlassung des Patienten verwendet.

Der initiale Augeninnendruck lag bei den Patienten im Median bei 15 mmHg (min.: 0 mmHg; max.: 72 mmHg; Q1: 10; Q3: 20) bei der Abschlussuntersuchung lagen die Werte bei einem Median von 13 mmHg (min.: 0 mmHg; max.: 26 mmHg; Q1: 10; Q3: 16) Die ermittelte Differenz betrug im Median -2 mmHg (min.: -56 mmHg; max.: 13 mmHg; Q1: 8; Q3: -2; p = 0,03).

Tabelle 13: Augeninnendruck prä-/ postoperativ

Messung	n	nMiss	Mean	STD	SEM	Min	Q1	Median	Q3	Max	Mean (95%LCL)	Mean (95%UCL)
Prä-Op	142	40	17.2	10.8	0.9	0.0	10.0	15.0	20.0	72.0	15.4	19.0
Post-Op	151	31	13.2	4.7	0.4	0.0	10.0	13.0	16.0	26.0	12.5	14.0
Differenz	123	59	-4.1	10.2	0.9	-56.0	-8.0	-2.0	2.0	13.0	-6.0	-2.3

Anzahl, Durchschnitt, Standardabweichung, Standardfehler, min., Quartil 1, Median, Quartil 3, max., unterem- und oberem Kontrolllimit

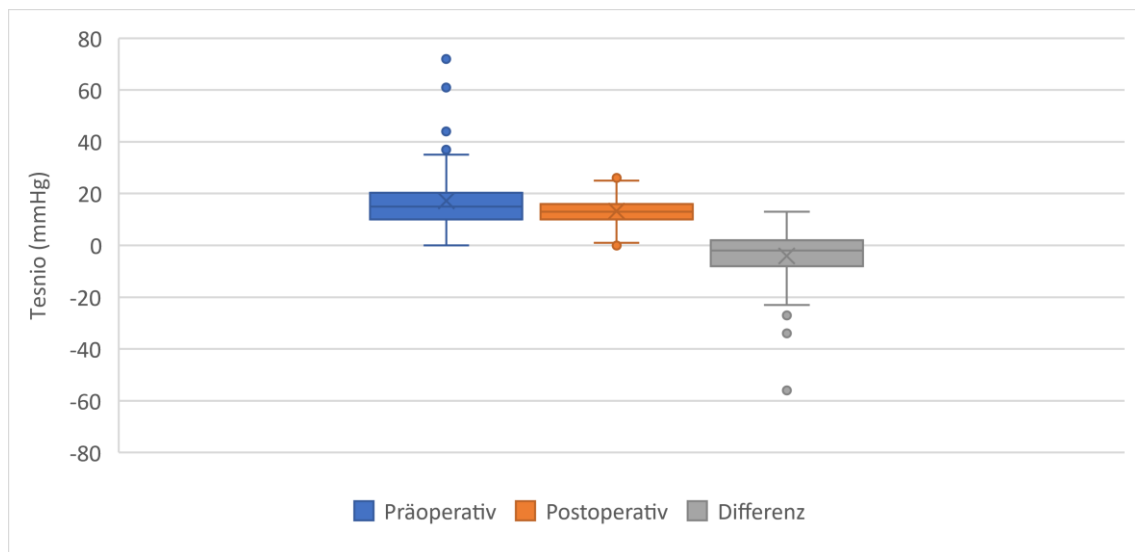


Abbildung 9: Entwicklung des Augeninnendruckes (in mmHg)

3.8 Erregernachweis

Bei 96,7% (n = 176/182) der Patienten wurde zur Erregeridentifikation eine Probe von intraokularen Flüssigkeiten entnommen. Hierdurch konnten bei 48,9% (n = 86/176) erfolgreich ein Erreger nachgewiesen werden. In 35,8% (n = 63/176) der Fälle war kein ursächlicher Erreger nachzuweisen und bei 15,3% (n = 27/176) war kein Vermerk über den Befund des mikrobiologischen Keimnachweises in den Patientenakten zu finden.

3.8.1 Häufigkeitsverteilung der Erreger

Insgesamt konnten bei den 86 positiven Erregernachweisen 96 Bakterienarten identifiziert werden. Entsprechend wurden bei manchen Patienten mehrere Erreger nachgewiesen. Den größten Anteil dieser Erreger machten mit 83,3% (n = 80/96) gram positive Kokken, von denen 56 auf Staphylokokken spp., 16 auf Streptokokken spp. und 8 auf nicht näher differenzierte grampositive Kokken entfallen. Pilzinfektionen wurden bei 10,4% (n = 10/96) der Patienten nachgewiesen. Gram negative Stäbchen fanden sich

bei 6,3% (n = 6/96). Namentlich handelte sich bei insgesamt 22,9% (n = 22/96) um *Staphylokokkus epidermidis* und in 14,6% (n = 14/96) der Fälle um *Staphylokokkus aureus*. *Candida albicans* wurde bei 9,4% (n = 9/96) der Patienten nachgewiesen. Eine vollständige Tabelle der Erreger befindet sich im Anhang auf Seite 51.

Bei einer Endophthalmitis nach IVOM wurden 16 Erreger bei 15 Patienten identifiziert. Bei diesen handelte es sich in 68,8% (n = 11/16) der Fälle um Staphylokokken, in 18,8% (n = 3/16) um Streptokokken und in den übrigen 12,5% (n = 2/16) um grampositive Kokken. Bei 15 war keine Angabe über das Testergebnis zu finden, bei weiteren 15 Patienten verlief der Test ergebnislos.

Bei den 25 endogen an einer Endophthalmitis erkrankten Patienten wurden bei 16 Patienten 19 Keime nachgewiesen. Den größten Anteil machten hierbei mit 47,4% (n = 9/19) *Candida albicans* aus, ein weiterer Test wies einen Pilz ohne genauere Spezifikation auf. Den Rest machten mit 42,1% (n = 8/19) Staphylokokken und mit 5,3% (n = 1/19) Streptokokken aus. Bei einem Test fehlte das Ergebnis und 8 lieferten kein Ergebnis.

Von den 69 Phako-Patienten wurde bei 29 ein erfolgreicher Nachweis durchgeführt, bei denen insgesamt 32 Keime nachgewiesen wurden. Staphylokokken machten 65,6% (n = 21/32), Streptokokken 15,6% (n = 5/32) und gram negative Stäbchen 9,4% (n = 3/32) der identifizierten Erreger aus. Bei 3 Nachweisen von Kokken gab es keine genauere Spezifikation. In 30 Fällen war kein Nachweis möglich, bei 10 wurde kein Ergebnis notiert.

Im Falle einer Durchwanderungs-Endophthalmitis wurde in keinem Fall ein Erreger nachgewiesen. In zwei Fällen erfolgte die mikrobielle Untersuchung ohne Nachweis, in den zwei weiteren Fällen war kein Ergebnis über die Aussage des Nachweises dokumentiert worden.

Bei der verbleibenden postoperativen Endophthalmitisfällen waren insgesamt 21 Keime bei 18 von 27 Patienten nachzuweisen. Den größten Anteil machten mit 52,4% (n = 11/21) Staphylokokken aus, gefolgt von 33,3% (n = 7/21) Streptokokken und 9,5% (n = 2/21) gram negativen Stäbchen. 6 Untersuchungen erbrachten kein Ergebnis, bei drei Patienten fehlten die Aussage der mikrobiellen Testung.

In der Gruppe der traumatischen Endophthalmitis wurde bei 3 der 5 Patienten ein Keim nachgewiesen. Dabei handelte es sich in 66,7% (n = 2/3) der Fälle um Staphylokokken

und bei den verbleibenden 33,3% ($n = 1/3$) um gram negative Stäbchen. In den verbliebenen zwei Fällen war eine Testung ohne Erfolg gewesen und eine Akte blieb das Ergebnis des Tests schuldig.

Kam die Endophthalmitis im Zuge einer Cerclage-Infektion zustande, konnte bei 4 der 7 Patienten erfolgreich ein Erreger festgestellt werden. In 75% ($n = 3/4$) waren es Staphylokokken, die nachgewiesen wurde, in 25% ($n = 1/4$) waren die es nicht näher definierte grampositive Kokken. Bei einem Patienten konnte kein Keim nachgewiesen werden, bei zweien fehlte die Dokumentation zu dem Test.

Tabelle 14: Häufigkeitsverteilung der Erreger nach Ätiologie

Ätiologie	Erfolgreicher Nachweis	Nichterfolgreicher Nachweis	Keine Angabe	Kein Test
Post-IVOM	15	15	13	2
Endogen	16	8	1	0
Post-Kataraktoperation	30	30	7	2
Durchwanderungs-Endophthalmitis	0	2	2	0
Postoperativ	18	6	3	0
Posttraumatisch	3	1	0	1
Cerclage-Infektion	4	1	1	1
Insgesamt	86	63	27	6

Anzahl

3.9 Therapeutische Maßnahmen

3.9.1 Therapeutische Maßnahmen: Operativer Eingriff

Bei allen 182 Patienten erfolgte therapeutisch ein chirurgischer Eingriff. In 76,4% ($n = 139/182$) der Fälle wurden die Erkrankten mit einer Vitrektomie versorgt. Weitere 3,9% ($n = 7/182$) der Patienten erhielten eine Revision einer vorausgehenden Vitrektomie. Insgesamt erfolgte bei 151 der operativen Eingriffe eine antibiotische Spülung, wobei Mehrfachnennungen aus Vorderkammer- und Glaskörper-Spülungen möglich sind. 20,9% ($n = 38/182$) der Erkrankten wurden mittels einer Injektion in den Bulbus versorgt. Zum Teil waren diese Injektionen mit einer ppV verbunden. Eine Injektion im Sinne eines

„Tap-and-Inject“ war bei 55,3% (n = 21/38) der Injektionen Behandlung der Wahl. Bei 8 Patienten mit Endophthalmitis nach Phakoemulsifikation wurde eine IOL-Explantation (Intraokularlinse) erforderlich. In drei Fällen von einer traumatischen Endophthalmitis wurde im Laufe der Operation ein intraorbitaler Fremdkörper entfernt. Wiesen die Patienten eine Cerclage-Infektion auf, wurde sie bei allen (n = 7/7) operativ entfernt und eine Antibiotikaspülung vollzogen. Aufgrund des schweren Verlaufs der Endophthalmitis war bei zwei Augen ein Enukleation notwendig. Eine Tabelle mit allen operativen Eingriffen befindet sich im Anhang (Seite 52).

3.9.2 Therapeutische Maßnahmen: Folgeeingriff

Bei 26,9% (n = 49/182) der Patienten war ein Folgeeingriff notwendig. Der zeitliche Abstand zwischen der ersten Operation und dem Folgeeingriff wurde bereits im Kapitel „3.6.2. Zeitraum von Operation an der UMG und Folgeeingriff“ erörtert. Die häufigste Form einer Nachbehandlung war eine Vitrektomie (32,7%; n = 16/49), gefolgt von Injektionen mit 30,6% (n = 15/49). 10 (66,7%) dieser Injektionen fanden ohne weitere Maßnahmen statt, 3 (18,8%) in Kombination mit einer ppV und jeweils eine (6,7%) mit einer Glaskörper- bzw. einer nicht näher differenzierteren Antibiotikaspülung. Bei 13 (26,5%) Patienten wurde eine erneute Vitrektomie vorgenommen. Insgesamt wurde bei 32,7% (n = 16/49) eine antibiotische Spülung vorgenommen. Ein Auge musste enukleiert werden. Bei 65,3% (n = 32/49) der Patienten wurde mehr als eine Maßnahme durchgeführt. Eine Tabelle mit der Gesamtheit der Eingriffe befindet sich im Anhang (Seite 53).

3.9.3 Therapeutische Maßnahmen: Präoperative Antibiose

58,8% (n=107/182) der Patienten erhielten keine präoperative Antibiose. Die übrigen 75 Patienten wurden mit einer präoperativen Antibiose behandelt. Am häufigsten erfolgte die lokale Therapie mittels der Wirkstoffe Polymyxin-B-sulfat und Neomycinsulfat. Auch Moxifloxacinhydrochlorid aus der vierten Gruppe der Fluorchinolone und Gentamicin wurde präoperativ eingesetzt. Aus der Substanzgruppe der Glukokortikoide kamen Dexamethason und Prednisolon zum Einsatz. Vancomycin kam in 10 Fällen und Cefuroxim in einem Fall zum Einsatz. Drei der Patienten wurden mit dem Antimykotikum Voriconazol behandelt. Eine vollständige Tabelle der präoperativen Antibiose befindet sich im Anhang (Seite 54).

3.9.4 Therapeutische Maßnahmen: Intraoperative Therapie

In der intraoperativen Spülflüssigkeit kamen hauptsächlich drei Präparate vor. Am häufigsten wurde Vancomycin und Ceftazidim eingesetzt, meist in Kombination mit Dexamethason. Deutlich seltener wurde Voriconazol oder Amphotericin B appliziert. Eine vollständige Tabelle der intraoperativen Antibiose befindet sich im Anhang (Seite 55).

3.9.5 Therapeutische Maßnahmen: Postoperative Antibiose auf Station

76,9 % (n = 140/182) der Patienten erhielten eine postoperative Antibiose auf der Station. Bei den meisten Patienten wurden Neomycinsulfat, Polymyxin-B-sulfat und Moxifloxacinhydrochlorid als Augentropfen verabreicht. Zusätzlich wurde das Glukokortikoid Dexamethason topisch angewendet. Die beiden im Magdeburger Schema empfohlenen Präparate Vancomycin und Ceftazidim wurden ebenfalls regelmäßig systemisch appliziert. Einige Patienten erhielten Cefuroxim und Voriconazol. Eine vollständige Tabelle der postoperativen Antibiose auf der Station befindet sich im Anhang (Seite 55).

3.9.6 Therapeutische Maßnahmen: Entlassungsmedikation

Auch nach Entlassung wurden lokal Polymyxin-B-sulfat, Neomycinsulfat, Moxifloxacinhydrochlorid Augentropfen getropft. Zusätzlich wurden die meisten Patienten topisch mit Dexamethason- oder Prednisolon- Augentropfen behandelt. Systemisch wurde Cefuroxim oder Vancomycin bei einem kleinen Anteil eingesetzt. Eine vollständige Tabelle der Entlassungsmedikation befindet sich im Anhang (Seite 55).

4 Diskussion

4.1 Patientenkollektiv

In der Zeitspanne von 2010 – 2019 wurden insgesamt 192 Augen bei 182 Patienten in Folge einer Endophthalmitis an der UMG-Augenklinik behandelt. 54,4% ($n = 99/182$) der behandelten Patienten waren Frauen und 45,6% ($n = 83/182$) Männer. Ähnliche Geschlechterverteilungen weisen auch anderen Studien auf, in denen der Frauenanteil bis zu 67,5% betrug (Baudin et al. 2018; Xu D et al. 2018).

4.1.1 Häufigkeit der postoperativen Endophthalmitis

Mit 81,3% ($n = 148/182$) machte die postoperative Endophthalmitis den Großteil der Endophthalmitisfälle aus. Die Mehrzahl der Entzündungen entstanden nach Phakoemulsifikation mit 69 Fällen. Weitere 45 Patienten erlitten nach einer IVOM eine Endophthalmitis, 7 nach einer Cerclage-Infektion und 27 Patienten erkrankten in Folge eines anderen operativen Eingriffes, wie zum Beispiel einer alleinigen ppV oder einer ppV mit Peeling bei Gliose. Der hohe Anteil der postoperativen Endophthalmitis lässt sich durch die steigende Anzahl der operativen Eingriffe die im Zeitraum von 2010 – 2019 an der UMG-Augenklinik durchgeführt wurden und aufgrund demographischer Veränderungen erklären (Cao et al. 2013).

In dem Zeitraum von 2010 bis 2019 wurden an der UMG-Augenklinik insgesamt 13.939 Kataraktoperationen durchgeführt. 12.242 dieser Operationen waren reine Linsenoperationen, die Anzahl der operations-assoziierten Endophthalmitisfälle in diesem Zeitraum betrug 8 (0,0653%). In verschiedenen Studien werden ähnlich Ergebnisse mit einer Inzidenz von 0,019% – 0,2% angegeben (Behrens-Baumann 2008; Flincy et al. 2018). Somit besteht kein Hinweis auf eine erhöhte Inzidenz im Vergleich zu bestehenden Studien. Nach der kombinierten Durchführung einer Kataraktoperation und einer ppV lag das Risiko eine Endophthalmitis zu entwickeln bei 0,236% ($n = 4/1697$). Grund für die höhere Inzidenz ist das höhere Risiko einer Keimverschleppung in das Auge bei einem kombinierten operativen Eingriff mit mehreren Öffnungen in das Auge. Ein weiterer Fall einer Endophthalmitis trat nach einer Phakoemulsifikation und DMEK auf. Somit gab es in domo 13 Fälle einer Endophthalmitis nach Kataraktoperation. Die restlichen 56 Fälle waren von anderen Praxen (ex domo) überwiesen worden. Da die

Gesamtzahl der Linsenoperationen aus den Praxen nicht bekannt ist, kann hier keine Inzidenz angegeben werden.

Nach IVOM betrug die Anzahl an Endophthalmitisfällen 7 bei insgesamt 42.977 durchgeführten Eingriffen. Hieraus ergibt sich eine Inzidenz von 0,016% über den Zeitraum von 10 Jahren, die sich mit der Inzidenz aus anderen Studien deckt, in denen Werte von 0,009% – 0,066% genannt werden (Artunay et al. 2009; Nentwich et al. 2014; Meredith et al. 2015).

Der zeitliche Abstand zwischen einer Linsenoperation und dem operativen Eingriff in Folge einer Endophthalmitis betrug im Median 6 Tage und deckt sich mit dem Zeitraum, der in anderen Arbeiten angegeben wird (Simunovic et al. 2012). Bei einer Endophthalmitis nach IVOM lag die Spanne zwischen ursächlicher Injektion und dem kurativen Eingriff an der UMG-Augenklinik im Median bei 5 Tagen. In der Literatur finden sich Werte, die sich zwischen 3 und 5,5 Tagen bewegen, sodass sich hier keine Abweichungen finden lassen (Simunovic et al. 2012; Nentwich et al. 2014; Chronopoulos et al. 2019).

Im Vergleich mit anderen Studien, waren Patienten, die eine Endophthalmitis nach einer IVOM entwickelten, an der UMG-Augenklinik mit einem Median von 76 Jahren (min.: 17 Jahre; max.: 98 Jahre) etwa gleich alt wie Patienten in anderen Studien, in denen ein Altersmedian in einem Bereich von 73 – 82 Jahren zu finden ist (Baudin et al. 2018; Xu K et al. 2018; Rayess et al. 2019).

Der Altersmedian der Patienten mit einer Endophthalmitis nach Linsenoperation lag bei 72 Jahren (min.: 43 Jahre; max.: 92 Jahre), was sich mit den Werten aus anderen Studien vergleichen lässt (Chiquet et al. 2016). Deshalb gehen wir davon aus, dass wir die Daten von repräsentativen Patienten für die Erkrankung untersucht haben.

4.1.2 Häufigkeit der endogenen Endophthalmitis

Während in anderen Studien der Anteil der endogenen Endophthalmitis von der Gesamtzahl zwischen 2% – 8% und nur selten darüber angegeben wird, lag der Anteil an der UMG bei 13,7% (n = 25/182) (Bohigian und Olk 1986; Chee und Jap 2001; Krause et al. 2009). Dies lässt sich durch die Behandlung von Patienten aus Chirurgie, sowie der hämatologischen und onkologischen Abteilung erklären. Die Schwere der Krankheitsfälle der UMG als Haus der Maximalversorgung scheint eine hinreichende Erklärung zu sein.

Der Altersmedian der behandelten Patienten lag bei 67 Jahre (min.: 13 Jahre; max.: 88 Jahre), was über dem in der Literatur zu finden Altersmedianen von 52 – 62 Jahren liegt. Dies überrascht, da eine durch Pilze verursachte Endophthalmitis, die bei 10 der 25 Patienten vorlag, meist bei jüngeren Menschen auftritt (Silpa-archa et al. 2017; Cho et al. 2018; Gounder et al. 2020).

Mit 52% (n = 13/25) betroffenen männlichen und 48% (n = 12/25) weiblichen Patienten waren Männer geringfügig häufiger betroffen, was sich mit anderen Studien deckt (Silpa-archa et al. 2017; Cho et al. 2018; Gounder et al. 2020). In verschiedene Studien wird berichtet, dass eine endogene Endophthalmitis meist mit einem reduzierten Allgemeinzustand vergesellschaftet ist. Von den behandelten Patienten befanden sich 84% (n = 21/25) in einem schlechten Allgemeinzustand. Grund hierfür waren zumeist eine vorhergehende Chemotherapie, ein Trauma oder eine Operation an Herz und Gehirn. Zudem wurde anamnestisch bei 28% (n = 7/25) ein Diabetes mellitus und bei 21,7% (n = 5/25) eine Lungenerkrankung angegeben. Ähnlich Werte für einen Diabetes mellitus berichtet auch Gounder et. al 2020 mit 33% (Gounder et al. 2020).

In 44% (n = 11/25) der Fälle trat die Endophthalmitis bilateral auf, was deutlich höher ist als Vergleichswerte aus anderen Untersuchungen hätte erwarten lassen, die zwischen 11,7% – 29,2% bilaterale endogene Endophthalmitisfälle beschreiben (Cho et al. 2018; Gounder et al. 2020). Eine mögliche Erklärung für diese hohe Zahl kann der schlechte Allgemeinzustand und das verhältnismäßig hohe Alter der Patienten sein. Zwei Augen mussten wegen des schweren Verlaufs enukleiert werden. Im Vergleich dazu beschrieben Lu et al. 2016 eine Enukleationsrate von 14,3% (n = 30/210) (Lu et al. 2016). Die geringere Rate an der UMG-Augenklinik kann gegebenenfalls durch die enge Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen und dadurch einer schnellen Behandlung der Patienten erklärt werden.

4.1.3 Häufigkeit der posttraumatischen Endophthalmitis

Die posttraumatische Endophthalmitis wurde bei 2,75% (n = 5/182) der Patienten dokumentiert. Diese Kohorte war mit 49 Jahren im Median (min.: 41 Jahre; max.: 49 Jahre) deutlich jünger als die übrigen Patienten. Dieser Sachverhalt deckt sich mit Studien zur posttraumatischen Endophthalmitis, in den auch eher jüngere Menschen betroffen waren (Abu El-Asrar et al. 1999; Li et al. 2018).

In unserem Kollektiv waren ausschließlich Männer von dieser Endophthalmitis-Form betroffen. Andere Studien zeigten ebenfalls eine Mehrheit an männlichen Patienten, was zum Teil mit der beruflichen Tätigkeit und Freizeitgestaltung erklärt werden kann (Abu El-Asrar et al. 1999; Li et al. 2018).

Bei drei der 5 Patienten (60%) wurde ein intraokularer Fremdkörper gefunden, zwei waren aus Holz, einer als Metall. In anderen Studien wurden in 38% – 42% der Fälle intraokulare Fremdkörper gefunden (Li et al. 2018; Yang et al. 2018). Größere Abweichungen in der Prozentzahl können durch die geringe Gruppengröße erklärt werden.

4.2 Befunde

Im Hinblick auf die objektiven und subjektiven Befunde, waren in 46,2% (n = 84/182) der Fälle das rechte Auge betroffen, ein gerötetes Auge hatten 76,9% (n = 140/182), ein Tyndall-Phänomen 26,9% (n = 49/182), ein Hypopyon war bei 47,3% (n = 86/182) erkennbar und ein guter Funduseinblick war bei 31,9% (n = 58/182) der Patienten notiert worden. Schmerzen gaben 41,8% (n = 76/182) bei der Aufnahmeuntersuchung an.

Das ermittelte klinische Bild lässt im Vergleich mit der Endophthalmitis-Vitrektomie-Studie und anderen Beschreibungen zum Teil Abweichungen erkennen. So wurden in der EVS Schmerzen bei 74% der Patienten beschrieben wurden, wobei laut Ness, das Fehlen von Schmerzen eine Endophthalmitis nicht ausschließt (EVS 1995; Neß 2018). Trotzdem gelten Schmerzen als wichtiger Indikator auf das Vorliegen einer Endophthalmitis. Die nach unten abweichenden Zahlen in unserem Kollektiv können z.B. mit der Dokumentationsqualität oder dem retrospektiven Ansatz erklärt werden. Letztlich bleibt die Abweichung aber spekulativ.

Ein rotes Auge ist laut EVS in bis zu 80% der Fälle vorhanden und gilt ebenfalls als eines der wichtigen Zeichen für das Vorliegen einer Endophthalmitis. Dies deckt sich in etwa mit den 76,9% die im Patientengut der UMG-Augenklinik festgestellt wurden.

Lalwani et al. 2008 und Maalouf et al. 2012 beschrieben, dass ein Hypopyon in mehr als 80% der Fälle vorhanden sein kann (Lalwani et al. 2008; Maalouf et al. 2012). Ein so hoher Anteil war mit den 47,3% (n = 86/182) davon nicht betroffen, was auch an der diagnostischen Zuverlässigkeit liegen kann, da ein Hypopyon bei der spaltlampenmikroskopischen Untersuchung übersehen werden kann. Sicher kann es nur

in der Gonioskopie diagnostiziert werden, die nicht zur Routineuntersuchung eines schmerzhaften Auges gehört (Maalouf et al. 2012).

Die retrospektive Analyse zeigte, dass es bei 68,1% (n = 124/182) zu einer Abschwächung oder zum Verlust des Fundusrotes kam, was mit dem Ergebnis der EVS übereinstimmt, in der der Anteil der betroffenen Patienten bei 67% lag (EVS 1995).

4.3 Mikrobieller Nachweis

Bei der postoperativen Endophthalmitis lag die Nachweisquote bei 44,6% (n = 66/148). Dieses Ergebnis liegt etwas unter den in der Literatur beschriebenen Werten. Hier sind Werte in einer Spanne von 29 – 85 % zu finden, eine Großzahl an Studien berichten von Nachweisquoten von 50% oder darüber (Aaberg et al. 1998; Kunimoto et al. 1999; Neß und Pelz 2000; Bhoombunchoo et al. 2013; Cao et al. 2013). Eine mögliche Erklärung für die geringere Nachweisquote, kann bei der verwendeten Methode des Transports der genommenen Proben zur mikrobiellen Analyse liegen, die im Moment an der UMG-Augenklinik praktiziert wird. Bis zum Ende der vorliegenden Studie wurden die Proben in einer Flüssigkeit ohne speziellem Medium zur mikrobiologischen Analyse transportiert und dort tagsüber direkt, bei Einsendung abends oder nachts aber erst am Folgetag untersucht. Die Nachweisquote könnte beispielsweise durch die Entwicklung eines „Endophthalmitis-Sets“ mit einer auf das Erregerspektrum angepassten Nährmedium verbessert werden. Die intraoperativ gewonnen Proben könnten entsprechend direkt im Operationsaal auf das Kulturmedium aufgebracht werden, ohne dass ein weiteres Transportmedium zur Anwendung kommt (Neß und Pelz 2000). Geringe Nachweiszahlen können auch dadurch zustande kommen, dass bei der Probenentnahme ein zu geringes Volumen entnommen wird, was zu einer kleinen Keimmenge und einem zu langsamen oder in vitro fehlendem Erregerwachstum führt (EVS 1995).

Bei der posttraumatischen Endophthalmitis war der Erregernachweis in 60% (n = 3/5) der Fälle erfolgreich. In anderen Studien konnte mit 50 – 62% ähnliche Werte erzielt werden (Kunimoto et al. 1999).

Als Konsequenz der geringe Nachweisquote und wesentliches Ergebnis der vorliegenden Arbeit wurde durch Mitarbeiter der UMG-Augenklinik ein neues Standard Operating Procedure (SOP) für die Endophthalmitis-Diagnostik an der UMG-Augenklinik entwickelt. Das SOP verlangt das Auftragen der Vorderkammer- oder Glaskörperprobe auf 5 verschiedene Nährmedien (Thioglycolat–Bouillon, Brainheart–Bouillon,

Kochblutagar, Blutagar aerob, Blutagar anaerob), welches direkt im Operationssaal geschehen soll. Sollten jeweils eine Vorderkammer- und ein Glaskörperprobe genommen worden sein, sollte für das Ausstreichen diejenige Probe verwendet werden, welche klinisch die größere Beteiligung zeigt. Die Proben werden direkt nach dem Ausstreichen vor dem Transport zur mikrobiologischen Analyse in den hierfür angeschafften Brutschrank gestellt.

Die Evaluation dieser Maßnahmen ist aber nicht mehr Gegenstand der aktuellen Promotionsarbeit und soll deshalb auch nicht weiter besprochen werden.

4.4 Erregerspektrum

Bei den 96 erfolgreichen Erregernachweise, wurden in 80 Fällen (83,3%) grampositive Kokken ermittelt. 56 der nachgewiesenen Kokken entfallen auf Staphylokokken spp., weitere 16 auf Streptokokken spp.. Von 8 Proben waren die Kokken-Art nicht näher spezifiziert. Nach Häufigkeit folgten Pilze in 10 von 96 Fällen (10,42%). Gramnegative Stäbchen fanden sich bei 6 der 96 Patienten (6,25%). Namentlich handelte sich bei insgesamt 22,91% (n = 22/96) um *Staphylokokkus epidermidis*, in 14,58% (n = 14/96) der Fälle um *Staphylokokkus aureus*. *Candida albicans* wurde bei 9,38% (n = 9/96) der Patienten nachgewiesen. Diese Verteilung deckt sich zum Großteil mit der Literatur, in der zumeist Staphylokokken als hauptsächlich verursachender Keim genannt werden, gefolgt von Streptokokken, anderen grampositiven Organismen und abschließend gramnegativen Bakterien (Callegan et al. 2002; DGII 2005). In 10 der 96 erfolgreichen Nachweisen wurde eine Mischinfektion mit mehr als einem Erreger nachgewiesen. In der Gruppe der postoperativen Endophthalmitis fanden sich als Erreger am häufigsten Staphylokokken mit 47 Nachweisen, gefolgt von 15 Streptokokkennachweisen. 9 Nachweise entfallen auf *Staphylokokkus aureus*.

In der Literatur wird beschrieben, dass vermehrt Streptokokken zu einer Infektion nach IVOM führen (McCannel 2011). Dies konnte in dieser Studie nicht bestätigt werden, wo im Falle einer Infektion nach IVOM am häufigsten Staphylokokken gefunden wurden. Da die auslösenden Erreger hauptsächlich vom Patienten selbst stammen, wobei die Hauptquelle die periokuläre Haut- und Bindehautflora ist, kann es hier immer zu einer gewissen Varianz kommen. Die weitere Infektionsquellen stellen Keime an den Wimpern, sowie kontaminierte Spülflüssigkeit, Instrumente oder Medikamente dar.

Zudem können die Erreger über den Atem und Hautflora der Chirurgen in das Augen des Patienten gelangen (Ciulla et al. 2002).

Bei der endogenen Endophthalmitis wird angeführt, dass zumeist eine Pilzinfektion vorliegt. Dies konnte durch die Nachweise bestätigt werden. In 10 der 16 (62,5%) Fällen mit erfolgreichem Nachweis wurde ein Pilz als Erreger festgestellt, wobei in 9 Fällen *Candida albicans* nachgewiesen wurde. Dieser wird auch in der Literatur am häufigsten mit einer Pilzinfektion assoziiert wird (Cunningham et al. 2018). Ein anderer Pilzerreger konnte nicht genauer differenziert werden.

4.5 Therapie

4.5.1 Antibiose

Von den 182 behandelten Patienten erhielten 107 keine topische oder systemische präoperative Antibiose. Von den 75 Patienten, die eine solche erhielten, waren 42 extern und 33 an der UMG vorbehandelt worden. Intraoperativ wurde bei 159 (87,36%) der Patienten das Antibiotikum Vancomycin und bei 153 (84,07%) Ceftazidim in Form der Spülflüssigkeit im Sinne des Magdeburger Stufenplans angewendet. In anderen Studien fällt diese Prozentzahl mit bis zu 98% noch höher aus (Soliman et al. 2019). Die Anwendung von Steroiden wird von der DGII empfohlen. Die intravitreale Injektion führen zu einem schnellen Abklingen der intraokulären Entzündungszuständen, da sie beispielsweise die Gewebedestruktion durch Leukozyten abschwächen (DGII 2005). In dem Patientenkollektiv befand sich bei 149 der 182 Patienten (81,87%) Dexamethason in der intraoperativen Spülflüssigkeit. Die Wirksamkeit der Steroidbehandlung beschrieben auch Albrecht et al. 2011 (Albrecht et al. 2011). 21 weitere Patienten erhielten eine intravitreale Injektion in Form eines „Tap and Injects“. Diese erfolgten ausschließlich bei einer Endophthalmitis nach Linsenoperation. Im Falle eines Verdachts auf eine Pilzinfektion wurde in 7 Fällen das Antimykotika Voriconazol und in 5 Fällen Amphotericin B verwendet. Der Gebrauch dieser beiden Präparate wird in der Literatur aufgrund des breiten Wirkspektrums empfohlen (Hariprasad 2004; Marangon et al. 2004).

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, wird die prophylaktische Gabe eines Antibiotikums und der Zeitpunkt dieser Gabe in der Literatur diskutiert. Der intraoperativen Antibiotikagabe wird das größte Gewicht beigemessen, während die prä- und postoperative Gabe fraglich ist. In verschiedenen Studien wurde beschrieben, dass die

Gabe einer postoperativen Antibiose keinen Einfluss auf die Entstehung einer Endophthalmitis hat (Bhavsar 2009; Storey et al. 2014). Sogar von einer Steigerung der Endophthalmitisrate nach topischer Antibiose wird in neueren Studien berichtet (Sigford et al. 2015; Reibaldi et al. 2018). Dabei sollte die Gabe besonders bei Eingriffen mit repetitivem Charakter, wie z.B. einer IVOM vermieden werden.

Es gibt verschiedene Aussagen über die Bedeutung der systemischen Antibiose. Laut Gower et al. 2015 führe der Gebrauch einer systemischen Gabe nicht zwingend zu einem verbesserten Visusergebnis (Gower et al. 2015). Ebenso berichtet die EVS, dass die systemische Gabe nicht zu einer Verbesserung führe (EVS 1995).

4.5.2 Operativer Eingriff

Die 1995 veröffentlichte Endophthalmitis-Vitrektomie-Studie zeigte, dass Patienten mit einem initialen Visus von maximal Lichtschein nach einer Behandlung mit einer Kombination aus Vitrektomie und intravitrealen Antibiotikagabe abschließend bessere funktionelle Ergebnisse erzielten, als nach reiner intravitrealen Antibiotikagabe. 41 Patienten wiesen einen solchen Befund auf. Eine primäre ppV erfolgte bei 139 der 182 Patienten (76,37%). Eine sekundäre ppV fand bei 7 Patienten (3,85%) als Ersttherapie statt. Eine Injektion wurde bei 38 der Patienten (20,9%) durchgeführt, wobei es sich bei 55,26% (n = 21/38) dieser um eine Injektion im Sinne eines „Tap-and-Inject“ gehandelt hat. Die restlichen Eingriffe entfallen auf andere operative Eingriffe, wie IOL-Explantationen oder auch Fremdkörperentfernungen. Bei 2 Patienten mussten eine Enukleation vorgenommen werden.

Retrospektive Untersuchungen wie zum Beispiel von Kuhn et Gini 2005 zeigten, dass auch bei einem besseren Ausgangsvisus als maximal Lichtschein ein besseres Visusergebnis durch eine ppV erzielt werden kann (Kuhn und Gini 2005). Ähnliche Ergebnisse veröffentlichten andere Studiengruppen (Bartz-Schmidt et al. 1996; Horio 2000).

Dies könnte das „aggressivere“ Vorgehen, welches an der UMG-Augenklinik praktiziert wird erklären, da auch bei besseren Visuswerten als maximal Lichtschein operiert und nicht nur injiziert wurde.

4.6 Visusentwicklung

Von 175 Patienten war bei der Eingangsuntersuchung ein Visus befundet und notiert worden. Ein Wert für die Kontrolluntersuchung nach einem Monat konnte bei 161 Patienten erhoben werden und bei 158 dieser Patienten waren beide Werte bekannt, sodass eine Differenz ermittelt werden konnte.

Der bei der Eingangsuntersuchung erhobene Visus betrug bei den 175 dokumentierten Patienten im Median logMar 2,3, was einer Sehschärfe von „Handbewegung“ in der dezimalen Skala entspricht. Eine solche anfängliche Sehschärfe wird auch bei Xu et al. 2018 berichtet (Xu K et al. 2018). 41 Patienten besaßen einen Visus von „maximal Lichtschein“, 8 Patienten von „nulla Lux“. Von diesen 8 kam es bei 5 zu einer Verbesserung zur Sehschärfe „maximal Lichtschein“. Insgesamt kam es bei 67,1% (n = 106/158) in Folge der Therapie bei der Kontrolluntersuchung zu einer Verbesserung des Visus. 19,6% (n = 31/158) zeigten keine Veränderung und bei 13,3% (n = 21/158) wurde im Verlauf eine geringere Sehschärfe als initial dokumentiert diagnostiziert. Es bestehen hierbei keine Abweichungen zu anderen Studien (Yospaiboon et al. 2018).

Der Visusmedian lag bei der Kontrolluntersuchung bei logMar 1. Im Vergleich mit anderen Studien fällt der ermittelte Visus bei der follow-up Untersuchung an der UMG schlechter aus. So wiesen bei einer akuten posteroperativen Endophthalmitis nach Katarakoperation 18,5% (n = 12/65) einen Visus von logMar 0,3 oder besser auf. Lalwani et al. 2008 berichten von 49,1% (Lalwani et al. 2008). Dennoch weisen die Veränderungen im Visus mit $p = 0,01$ einen signifikanten Unterschied auf.

Von den Patienten, die in Folge einer IVOM eine akute Endophthalmitis erlitten, entwickelten 55,5% (n = 25/45) nach einem Monat eine Visus von logMar 1,3 oder besser. In der Studie von Xu et al. 2018 erreichten 63,6% eine solche Sehschärfe.

Eine mögliche Erklärung für diese Diskrepanzen kann das vergleichsweise kurze Kontrollintervall, welches in dieser Studie einen Monat betrug und wiederum der retrospektive Ansatz sein. Im Vergleich lag es in der Studie von Lalwani et al. 2008 im Median bei 140 Tage und bei Xu et al. 2018 bei 6 Monate. Nach einem solchen Zeitraum hat das Auge eine bessere Chance sich von der Operation zu erholen und zu gesunden. Eine weitere Erklärung könnte sein, dass in einem solchen kurzen Zeitraum nach einer Operation es immernoch zu einer Glaskörpertrübung, einer Katarkat, die in mehr als 70% der Fälle nach Vektretomie auftreten kann, oder zu anderen Komplikationen, wie einer Nachblutung oder einer Ablatio kommen kann, die sich entsprechend auf den Visus auswirken (Feltgen und Walter 2014).

5 Zusammenfassung

Die bakterielle Endophthalmitis beschreibt einen selten auftretenden intraokularen Entzündungsprozess, der gleichzeitig eine der schwerwiegendsten Diagnosen der Augenheilkunde darstellt (McCannel 2011; Dar et al. 2020).

Ursächlich für die Endophthalmitis ist die Verschleppung von Keimen in das Augeninnere. Dies kann im Rahmen einer Operation, eines Traumas, aufgrund einer Durchwanderung der Hornhaut oder auf dem endogenen Weg; über eine hämatogene Aussaat einer extraokularen Infektionsquelle in das Auge; erfolgen.

Ziel dieser Arbeit war es, die in den Jahren 2010 bis 2019 behandelten Endophthalmitisfälle an der Augenklinik der UMG zu analysieren. Abschließend wurden 182 Fälle dokumentiert. 81,3% ($n = 148/182$) der Patienten erlitten eine postoperative Endophthalmitis. Am häufigsten trat die Endophthalmitis nach einer Linsenoperation auf (37,9%; $n = 69/182$), gefolgt von einer intravitrealen operativen Medikamentenoperation (IVOM) (24,7%; $n = 45/182$), nach anderen Operationen wie z.B. einem Peeling nach Glioseoperationen (14,8%; $n = 27/182$) oder Cerclage-Infektionen (3,8%; $n = 7/182$). 13,7% ($n = 25/182$) der Erkrankungen erlitten aufgrund endogener Ursachen und 2,7% ($n = 5/182$) durch ein Trauma eine Endophthalmitis. Eine Endophthalmitis nach einer Durchwanderung eines Hornhautinfiltrats wurde in 2,2% ($n = 4/182$) diagnostiziert.

Anhand der Anzahl der durchgeführten Eingriffe und der daraus folgenden Entzündungen wurde die Inzidenz der Erkrankung nach an der Augenklinik der UMG durchgeführten Phakoemulsifikation und IVOM ermittelt. In den 10 Jahren erlitten 8 von 12.242 Patienten nach einer an der Augenklinik der UMG durchgeführten Linsenoperation eine Endophthalmitis, was einer Inzidenz von 0,0653% entspricht und mit in der Literatur beschriebenen Werten von 0,019% – 0,2% übereinstimmt (Behrens-Baumann 2008; Fliney et al. 2018). Bei einer an der UMG-Augenklinik durchgeführten IVOM wurden nach 7 von 42.977 Eingriffen eine Endophthalmitis diagnostiziert. Über den Zeitraum von 2010 bis 2019 gesehen, ergibt das eine Quote von 0,016%. Auch hier liegt die Inzidenz in dem von der Literatur beschriebenen Rahmen von 0,009% – 0,066% (Artunay et al. 2009; Nentwich et al. 2014; Meredith et al. 2015). Die beiden häufigsten ophthalmochirurgischen Eingriffe haben also im Vergleich mit der Literatur kein gesteigertes Vorkommen an der UMG-Augenklinik.

Im Bezug auf den Erregernachweis fiel die Nachweisquote mit 48,9% ($n = 86/176$) im Vergleich zu anderen Studien (bis zu 86%) allerdings geringer aus. Bei 35,8% ($n =$

63/176) der Fälle war kein ursächlicher Erreger herauszufinden und bei 15,3% (n = 27/176) war kein Vermerk über den Befund des mikrobiologischen Keimnachweises in den Patientenakten zu finden. Wie in der Diskussion beschrieben, könnte eine Verbesserung der Nachweisequote darin bestehen, dass ein „Endophthalmitis-Set“ eingeführt wird, bei dem die Erreger direkt im Operationssaal auf die Nährmedien aufgeimpft werden. Ein solches „Endophthalmitis-Set“ wurde als Folge dieser Arbeit Mitte 2021 in die klinischen Routine eingeführt.

Eine weitere Fragestellung war die momentan gegebene Antibiose. Da die aktuelle Studienlage Hinweise darauf liefert, dass eine prä- bzw. postoperative topische Antibiose nicht sinnvoll ist, und sogar zu einer erhöhten Endophthalmitisrate bei den Eingriffen führen kann, wurde die postoperative Therapie auch aufgrund der aktuellen Daten an der UMG auf die alleinige Gabe von topischen Steroiden umgestellt.

Da sich sowohl Behandlungsempfehlungen, als auch Operationsmethoden und die Nachweismethoden von Erregern ständig verbessern, stellt die vorliegende Arbeit eine Momentaufnahme dar. Wesentliche Konsequenz aus den analysierten Daten ist die Einführung des Endophthalmitis-Sets, das eine Bebrütung der intraokularen Flüssigkeit noch innerhalb des Ops ermöglicht. Der Nutzen des Sets soll in einer Folgestudie ausgewertet werden, wenn ausreichend Fälle dieser seltenen Komplikation vorliegen.

6 Anhang

Tabelle A.1: Grunderkrankungen

Grunderkrankungne	Anzahl	Prozent
Hypertonus	74	40.66%
Blutverdünner: ASS 100, Marcumar, Clopidogrel, Xarelto, Plavix, Eliquis, Heparin	55	30.22%
Diabetes mellitus	41	22.53%
Gesund	27	14.84%
keine Angabe	23	12.64%
Schilddrüsenunterfunktion	14	7.69%
Herzerkrankung: Myokarditis, Angina Pectoris, Vorhofflimmer, Herzkappenersatz, Bypass, Herzinsuffizienz	12	6.59%
Lungenerkrankung: Asthma bronchiale, Pneumonie, Bronchitis, COPD	12	6.59%
Adipositas	8	4.40%
Allergie: Heuschnupfen, Bromallergie, Penecillinallergie	7	3.85%
Nierenerkrankung: Stent, Niereninsuffizienz, Hyperurikämie	7	3.85%
Krebsleiden: Lymphom, Burkitt-Lymphom, Lungenkrebs	6	3.30%
Lebererkrankung: Hep. A, Hep C, Leberzirrhose	4	2.20%
Leukämie	3	1.65%
Nervenerkrankung: Psoriasis	3	1.65%
Rheuma, Gicht	2	1.10%
Emphysem	1	0.55%
Multiple Sklerose	1	0.55%
Osteoporose	1	0.55%
Polytrauma	1	0.55%
Schmerzmittel	1	0.55%

Tabelle A.2: Häufigkeitsverteilung der Erreger

Erreger	Anzahl	Prozent
Staph. Epidermidis	22	25.58%
Staph. Aureus	14	16.28%
Koagulase-negative Stäbchen	14	16,28%
Candida Albicans	9	10.47%
Grampositive Kokken	8	9.30%
Strep. Pneumonia	5	5.81%
Enterokokkus faecalis	3	3.49%
Pseudonas aeruginosa	3	3.49%
Staph. Capitis	2	2.33%
Staph. Lugdunensis	2	2.33%

Erreger	Anzahl	Prozent
Strep. Oralis	2	2.33%
Corynebakterium jeikeium	1	1.16%
Enterbacter cloacae	1	1.16%
Haemophilus influenzae	1	1.16%
Keine Angabe	1	1.16%
Micrococcus luteus	1	1.16%
Paenibacillus species	1	1.16%
Pilznachweis ohne weitere Diffenzierung	1	1.16%
Proteus mirabilis	1	1.16%
Staph. Hominis	1	1.16%
Staph. Pettenkoferi	1	1.16%
Strep. Agalactiae	1	1.16%
Strep. Dysgalactiae	1	1.16%
Strep. Mitis	1	1.16%
Strep. Pyogenes	1	1.16%
Strep. Salivarius	1	1.16%
Strep. Viridans	1	1.16%

Tabelle A.3: Therapeutische Maßnahmen: Operativer Eingriff

Therapie	Anzahl	Prozent
ppV	139	76.37%
VK-Spülung	73	40.11%
AB-Spülung	50	27.47%
Injektion	38	20.88%
GK-Spülung	28	15.38%
Hinterkapselöffnung	14	7.69%
Vorderkammerrevision	14	7.69%
Kryokoagulation	11	6.04%
Silikonöltamponade	11	6.04%
IOL-Explantation	8	4.40%
Laser	8	4.40%
Luft-Endotamponade	8	4.40%
Cerclage-Entfernung	7	3.85%
Membrane peeling	7	3.85%
Re-ppV	7	3.85%
Maljungin-Ring	5	2.75%
Gas	4	2.20%
IOL-Einnähung	4	2.20%

Therapie	Anzahl	Prozent
Synchiolyse	4	2.20%
Fremdkörperentfernung	3	1.65%
Abrasio	2	1.10%
Ando-Iridektomie	2	1.10%
Enukleation	2	1.10%
Phakoemulsifikation	2	1.10%
Retionotomie	2	1.10%
Ozurdex-Explantation	1	0.55%

Tabelle A.4 Therapeutische Maßnahmen: Folgeeingriff

Folgeeingriff	Anzahl	Prozent
ppV	16	32.65%
Injektion	15	30.61%
Re-ppV	13	26.53%
Silikonöltamponade	10	20.41%
VK-Spülung	8	16.33%
Laser	7	14.29%
AB-Spülung	5	10.20%
IOL-Explantation	4	8.16%
Kryokoagulation	4	8.16%
Vorderkammerrevision	4	8.16%
GK-Spülung	3	6.12%
IOL-Einnähung	3	6.12%
Silikonöl-Nachfüllung	3	6.12%
Synchiolyse	3	6.12%
Linsen-Reposition	2	4.08%
Membrane peeling	2	4.08%
Retionotomie	2	4.08%
Abgrenzungpräparation der Hornhaut	1	2.04%
Ando-Iridektomie	1	2.04%
Enukleation	1	2.04%
HK-Entfernung	1	2.04%
Hinterkapselöffnung	1	2.04%
Hornhautnaht	1	2.04%
Luft-Endotamponade	1	2.04%
Phako	1	2.04%
subretinale Membranentfernung	1	2.04%

Tabelle A.5: Therapeutische Maßnahmen: Präoperative Antibiose

Präoperative Antibiose	Anzahl	Prozent
keine	107	58.79%
Polymyxin-B-sulfat 7500 I.E. (Polyspectran),(Isoptomax),(Maxitrol)	35	19.23%
Neomycinsulfat 3500 I.E. (Polyspectran),(Isoptomax),(Maxitrol)	35	19,23%
Dexamethason dihydrogenphosphat-Dinatrium (Dexagenta),(Isoptomax),(Dexapos),(Dexasine),(Fortecortin)(Isopto-DEX),(Tobradex),(DexaEDO)	33	18.13%
Prednisolon (Inflanefram),(Inflanefram forte),(Decortin)	21	11.54%
Moxifloxacinhydrochlorid (Vigamox),(Avalox)	19	10.44%
Gramicidin 20µg (Polyspectran)	18	9.89%
Gentamicin sulfat (Dexagenta),(Refobacin),(Maxitrol)	16	8.79%
Scopolamin (Boroscopol)	12	6.59%
Ofloxacin (Floaxal)	10	5.49%
Vancomycin	10	5.49%
Ceftazidim (Fortum)	9	4.95%
Acetazolamid (Diamox),(Glaupax)	6	3.30%
Timolol maleat (Cosopt) (Timophtol),(Ganfort)	6	3.30%
Cyclopentolat hydrochlorid (Zyklolat)	5	2.75%
Levofloxacin (Ofloxaquix),(Tavanic)	5	2.75%
Dorzolamid hydrochlorid (Cosopt)	3	1.65%
Voriconzol (V-Fend)	3	1.65%
Brimonidin (Alphagan)	2	1.10%
Clindamycin	2	1.10%
Bimatoprost (Ganfort)	1	0.55%
Brinzolamid (Azopt)	1	0.55%
Cefuroxim	1	0.55%
Kanamycinmonosulfat (Kanamycin)	1	0.55%
Piperacillin (Tazobac)	1	0.55%
Tobramycin (Tobradex)	1	0.55%
keine Angabe	1	0.55%

Tabelle A.6: Therapeutische Maßnahmen: Intraoperative Spülflüssigkeit

Intraoperative Spülflüssigkeit	Anzahl	Prozent
Vancomycin	159	87.36%
Ceftazidim (Fortum)	153	84.07%
Dexamethason dihydrogenphosphat-Dinatrium (Dexagenta),(Isoptomax),(Dexapos),(Dexasine),(Fortecortin)(Isopto-DEX),(Tobradex),(DexaEDO)	149	81.87%
keine Angabe	9	4.95%
Scopolamin (Boroscopol)	7	3.85%
Voriconzol (V-Fend)	7	3.85%
Amphotericin B (Antimykotikum),(AmphoMoral)	5	2.75%
Cortison	2	1.10%
Polihexanid (Serasept)	2	1.10%
Cefuroxim	1	0.55%
Ciprofloxacin (Ciprobay)	1	0.55%
Gentamicin sulfat (Dexagenta),(Refobacin),(Maxitrol)	1	0.55%
Iod	1	0.55%

Tabelle A.7: Therapeutische Maßnahmen: Postoperative Antibiose auf Station

Postoperative Antibiose auf Station	Anzahl	Prozent
Dexamethason dihydrogenphosphat-Dinatrium (Dexagenta),(Isoptomax),(Dexapos),(Dexasine),(Fortecortin)(Isopto-DEX),(Tobradex),(DexaEDO)	142	78.02%
Scopolamin (Boroscopol)	121	66.48%
Neomycinsulfat 3500 I.E. (Polyspectran),(Isoptomax),(Maxitrol)	97	53.30%
Polymyxin-B-sulfat 7500 I.E. (Polyspectran),(Isoptomax),(Maxitrol)	97	53.30%
Gentamicin sulfat (Dexagenta),(Refobacin),(Maxitrol)	48	26.37%
keine Angabe	18	9.89%
Ofloxacin (Floxal)	11	6.04%
keine	7	3.85%
Gramicidin 20µg (Polyspectran)	4	2.20%
Cefuroxim	1	0.55%
Phenylephrinhydrochlorid (Neosynphrin)	1	0.55%
Prednisolon (Inflanefram),(Inflanefram forte),(Decortin)	1	0.55%
Tafluprost (Taflotan)	1	0.55%

Tabelle A.8: Therapeutische Maßnahmen: Entlassungsmedikation

Entlassungsmedikation	Anzahl	Prozent
Polymyxin-B-sulfat 7500 I.E. (Polyspectran),(Isoptomax),(Maxitrol)	128	70.33%
Neomycinsulfat 3500 I.E. (Polyspectran),(Isoptomax),(Maxitrol)	128	70.33%

Entlassungsmedikation	Anzahl	Prozent
Dexamethason dihydrogenphosphat-Dinatrium (Dexagenta),(Isoptomax),(Dexapos),(Dexasine),(Fortecortin)(Isopto-DEX),(Tobradex),(DexaEDO)	99	54.40%
Gramicidin 20µg (Polyspectran)	77	42.31%
Moxifloxacinhydrochlorid (Vigamox),(Avalox)	60	32.97%
Prednisolon (Inflanefram),(Inflanefram forte),(Decortin)	54	29.67%
Cefuroxim	44	24.18%
Gentamicin sulfat (Dexagenta),(Refobacin),(Maxitrol)	28	15.38%
Vancomycin	16	8.79%
keine	13	7.14%
Cyclopentolat hydrochlorid (Zyklolat)	12	6.59%
Ofloxacin (Floxac)	12	6.59%
Scopolamin (Boroscopol)	12	6.59%
Voriconzol (V-Fend)	9	4.95%
Dorzolamid hydrochlorid (Cosopt)	7	3.85%
Timolol maleat (Cosopt) (Timophtol),(Ganfort)	7	3.85%
Ciprofloxacin (Ciprobay)	4	2.20%
Acetazolamid (Diamox),(Glaupax)	3	1.65%
Amphotericin B (Antimykotikum),(AmphoMoronal)	2	1.10%
Clindamycin	2	1.10%
Cotrimoxazol	2	1.10%
Amoxicillin	1	0.55%
Ampilicillin	1	0.55%
Brimonidin (Alphagan)	1	0.55%
Ceftazidim (Fortum)	1	0.55%
Cortison	1	0.55%
Doxycyclin	1	0.55%
Flukonazol (Antimykotikum)	1	0.55%
Hypromellose (Artelac)	1	0.55%
Levofloxacin (Ofloxac),(Tavanic)	1	0.55%
Linezolid	1	0.55%
Tetracyclin	1	0.55%
Travoprost (Travatan)	1	0.55%

Für Studien: Visustabellen in logarithm. Abstufung von einer Stufe

LINE	ETDRS - Ferris			Dezimale Sehschärfe	Log Mar	Metervisus (angepasst)
	20 Fuß	< 20 Fuß	Buchstab.			
-3	20/10			2.0	-0,3	
-2	20/12,5			1.6	-0,2	
-1	20/16			1.25	-0,1	
0	20/20		90	1.0	0,0	
1	20/25		80	0.8	0,1	
2	20/32		75	0.63	0,2	
3	20/40		70	0.5	0,3	
4	20/50		65	0.4	0,4	
5	20/63		60	0.32	0,5	
6	20/80		55	0.25	0,6	
7	20/100		50	0.2	0,7	
8	20/125		45	0.16	0,8	
9	20/160		40	0.125	0,9	
10	20/200		35	0.1	1,0	1/10
11	20/250	10/125	30	0.08	1,1	2/25
12	20/320	10/160	25	0.063	1,2	2/35
13	20/400	10/200	20	0.05	1,3	1/20
14	20/500	5/125	15	0.04	1,4	1/25
15	20/630	5/160	10	0.032	1,5	≈1/35
16	20/800	5/200	5	0.025	1,6	0,5/20
17	20/1000	5/250		0.02	1,7	1/50
18	20/1250	5/320		0,016	1,8	0,55/35- FZ
19			FRACT>>	0,014	1,84	FZ: 2,0 bis 1,8
20	20/1600	5/400		0,0125	1,9	FZ- 0,4/35
21		5/500		0,01	2,0	0,5/50
22		1/125		0,008	2,1	
23		1/167		0,006	2,2	
24		1/200	FRACT>>	0,0052	2,27	HBW: 2,1-2,48
LS				0,0032	2,5	0,165/50
NL				0,0025	2,6	0,13/50—LS
				0,001	3,0	0

Tabelle A.9: Visustabellen in logarithmischer Abstufung von einer Stufe

MAGDEBURGER DREISTUFENPLAN
für systemische Antibiotikatherapie
nach Prof. Behrens-Baumann (1991/2008)
www.med.uni-magdeburg.de/augenklinik

Stufe	I	
Präparat	Cefuroxim	Cefuroxim
	z. B. Cefuroxim 1500 [®] i. v.	z. B. Elobact [®] oral
Tagesdosierung	3 x 1500 mg	2 x 500 mg
Kosten pro Tag (Rote Liste)	€ 56,25	€ 12,89

Stufe	bes. grampos. Keime	II	bes. gramneg. Keime
Präparat	Imipenem/Cilastin	plus	Ciprofloxacin
	z. B. Zienam [®] i. v.		z. B. Ciprobay [®] i. v.
Tagesdosierung	3 x 1 g		3 x 400 mg
Zwischensumme	€ 186,52		€ 179,93
Kosten pro Tag (Rote Liste)	€ 366,45		
Präparat	Clindamycin	plus	Ciprofloxacin
<i>i. v. bessere Pharmakokinetik !</i>	z. B. Sobelin [®] oral		z. B. Ciprobay [®] oral
Tagesdosierung	3 x 600 mg		2 x 750 mg
Zwischensumme	€ 11,11		€ 12,40
Kosten pro Tag (Rote Liste)	€ 23,51		

Stufe	grampos. Keime	III	bes. gramneg. Keime
Präparat	Vancomycin	plus	Ceftazidim
	z. B. Vancomycin-Lederle [®] i.v.		Fortum [®] i. v.
Tagesdosierung	2 x 1 g		3 x 2 g
Zwischensumme	€ 84,45		€ 115,02
Kosten pro Tag (Rote Liste)	€ 199,47		
Präparat	bei Resistenzen ggf. Daptomycin (Cubicin [®])		
Tagesdosierung	6 mg/kg KG i.v.		
Kosten pro Tag	€ 161,84		

Berechnung der Tageskosten bei relativ „hoher“ Dosierung (aktualisiert 04/2008)

Indikation

- Stufe I Prophylaxe, nicht bedrohliche Infektion, kein Pseudomonasverdacht
(nicht bei Endophthalmitis)
- Stufe II bedrohliche, schwere Infektion (als Alternative für Stufe III,
wenn gegen diese Kontraindikationen)
- Stufe III Maximaltherapie (z. B. bei Endophthalmitis);

Empfehlung gilt, wenn Erreger unbekannt. Bei nachgewiesenem Erreger gezielt therapieren.
Für Dosierung und Preise keine Gewähr.

Tabelle A.10: Magdeburger Dreistufenplan

7 Literaturverzeichnis

- Aaberg TM, Flynn HW, Schifflin J, Newton J (1998): Nosocomial Acute-onset Postoperative Endophthalmitis Survey 105, 7
- Abu El-Asrar AM, Al-Amro SA, Al-Mosallam AA, Al-Obeidan S (1999): Post-Traumatic Endophthalmitis: Causative Organisms and Visual Outcome. *Eur J Ophthalmol* 9, 21–31
- Albrecht E, Richards JC, Pollock T, Cook C, Myers L (2011): Adjunctive use of intravitreal dexamethasone in presumed bacterial endophthalmitis: a randomised trial. *Br J Ophthalmol* 95, 1385–1388
- Al-Omran AM, Abboud EB, Abu El-Asrar AM (2007): Microbiologic Spectrum and visual outcome of posttraumatic endophthalmitis. *Retina* 27, 236–242
- Artunay O, Yuzbasioglu E, Rasier R, Sengül A, Bahcecioglu H (2009): Incidence and management of acute endophthalmitis after intravitreal bevacizumab (Avastin) injection. *Eye* 23, 2187–2193
- Bande MF, Mansilla R, Pata MP, Fernández M, Blanco-Teijeiro MJ, Piñeiro A, Gómez-Ulla F (2017): Intravitreal injections of anti-VEGF agents and antibiotic prophylaxis for endophthalmitis: A systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 7, 18088
- Barry P, Cordovés L, Gardner S (2013): Empfehlungen der ESCRS zur Prävention und Therapie der Endophthalmitis Nach der Kataraktextraktion: Daten, Dilemmata und Schlussfolgerungen 2013; <https://www.es CRS.org/endophthalmitis/guidelines/GERMAN.pdf>; abgerufen am 18.11.2020
- Bartz-Schmidt KU, Bermig J, Kirchhof B, Wiedemann P, Walter P, Heimann K (1996): Prognostic factors associated with the visual outcome after vitrectomy for endophthalmitis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 234, S51–S58
- Baudin F, Benzenine E, Mariet AS, Bron AM, Daien V, Korobelnik JF, Quantin C, Creuzot-Garcher C (2018): Association of Acute Endophthalmitis With Intravitreal Injections of Corticosteroids or Anti-Vascular Growth Factor Agents in a Nationwide Study in France. *JAMA Ophthalmol* 136, 1352
- Behrens-Baumann W (2008): Zur chirurgischen Prophylaxe der postoperativen Endophthalmitis nach Phakoemulsifikation. Eine kurze Übersicht (und Wertung). *Klin Monatsblätter Für Augenheilkd* 225, 924–928
- Berkelman RL, Holland BW, Anderson RL (1982): Increased Bactericidal Activity of Dilute Preparations of Povidone-Iodine Solutions. *J Clin Microbiol* 15, 5
- Bhagat N, Nagori S, Zarbin M (2011): Post-traumatic Infectious Endophthalmitis. *Surv Ophthalmol* 56, 214–51
- Bhavsar AR (2009): Risk of Endophthalmitis After Intravitreal Drug Injection When Topical Antibiotics Are Not Required: The Diabetic Retinopathy Clinical Research Network Laser-Ranibizumab-Triamcinolone Clinical Trials. *Arch Ophthalmol* 127, 1581

- Bhoomibunchoo C, Ratanapakorn T, Sinawat S, Sanguansak T, Moontawee K, Yospaiboon Y (2013): Infectious endophthalmitis: review of 420 cases. *Clin Ophthalmol Auckl NZ* 7, 247–252
- Bohigian GM, Olk RJ (1986): Factors Associated With a Poor Visual Result in Endophthalmitis. *Am J Ophthalmol* 101, 332–341
- Brinton GS, Topping TM, Hyndiuk RA, Aaberg TM, Reeser FH, Abrams GW (1984): Posttraumatic endophthalmitis. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960* 102, 547–550
- Buettner AM, Berger E, Guthoff RF (2007): Endogene Endophthalmitis. *Ophthalmol* 104, 137–142
- Bühren J: Minimum Angle of Resolution/Recognition (MAR). In: Schmidt-Erfurth U, Kohnen T (Hrsg.): *Encyclopedia of Ophthalmology*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg 2018, 1146–1146
- Callegan MC, Engelbert M, Parke DW, Jett BD, Gilmore MS (2002): Bacterial Endophthalmitis: Epidemiology, Therapeutics, and Bacterium-Host Interactions. *Clin Microbiol Rev* 15, 111–124
- Cao H, Zhang L, Li L, Lo S (2013): Risk Factors for Acute Endophthalmitis following Cataract Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE* 8, e71731
- Cetinkaya S, Dadaci Z, Aksoy H, Acir NO, Yener HI, Kadioglu E (2014): Toxic anterior-segment syndrome (TASS). *Clin Ophthalmol Auckl NZ* 8, 2065–2069
- Chan A, Leng T, Moshfeghi DM (2012): Cannula-Based 25-Gauge Vitreous Tap And Injection: A New Surgical Technique. *Retina* 32, 1021–1022
- Chee S-P, Jap A (2001): Endogenous endophthalmitis: *Curr Opin Ophthalmol* 12, 464–470
- Cheung CSY, Wong AWT, Lui A, Kertes PJ, Devenyi RG, Lam W-C (2012): Incidence of Endophthalmitis and Use of Antibiotic Prophylaxis after Intravitreal Injections. *Ophthalmology* 119, 1609–1614
- Chiquet C, Aptel F, Combey-de Lambert A, Bron AM, Campolmi N, Palombi K, Thuret G, Rouberol F, Cornut PL, Creuzot-Garcher C (2016): Occurrence and risk factors for retinal detachment after pars plana vitrectomy in acute postcataract bacterial endophthalmitis. *Br J Ophthalmol* 100, 1388–1392
- Cho H, Shin YU, Siegel NH, Yu HG, Sobrin L, Patel A, Durand ML, Miller JW, Husain D (2018): Endogenous Endophthalmitis in the American and Korean Population: An 8-year Retrospective Study. *Ocul Immunol Inflamm* 26, 496–503
- Chronopoulos A, Schwarz P, Fornoff L, Hattenbach L-O (2019): Vitrektomie bei Endophthalmitis: Latenzzeit und Prognose nach IVOM vs. Kataraktchirurgie. *Ophthalmol* 116, 746–752
- Ciulla TA, Starr MB, Masket S (2002): Bacterial endophthalmitis prophylaxis for cataract surgery. *Ophthalmology* 109, 13–24

- Costello P, Bakri SJ, Beer PM, Singh RJ, Falk NS, Peters GB, Melendez JA (2006): Vitreous penetration of topical Moxifloxacin and Gatifloxacin in humans: *Retina* 26, 191–195
- Creuzot-Garcher C, Benzenine E, Mariet AS, de Lazzar A, Chiquet C, Bron AM, Quantin C (2016): Incidence of Acute Postoperative Endophthalmitis after Cataract Surgery. *Ophthalmology* 123, 1414–1420
- Cunningham ET, Flynn HW, Relhan N, Zierhut M (2018): Endogenous Endophthalmitis. *Ocul Immunol Inflamm* 26, 491–495
- Dar N, Pillar S, Friehmann A, Belkin A, Ofir S (2020): Endophthalmitis after intravitreal injections versus cataract surgery: a 15-year cohort. *Int Ophthalmol* 40, 73–79
- DGII (2005): Leitlinie zur Prophylaxe und Therapie von Endophthalmitiden http://www.dgii.org/uploads/pdfs/LeitlinieEndophthalmitis_2005.pdf; abgerufen am 18.11.2020
- Durand ML (2017): Bacterial and Fungal Endophthalmitis. *Clin Microbiol Rev* 30, 597–613
- Erb C, Schlote T (Hrsg.): 14.3 Endogene Endophthalmitis. In: *Medikamentöse Augentherapie*. 5., vollständig überarbeitete Auflage; Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2011
- Essex RW, Yi Q, Charles PGP, Allen PJ (2004): Post-traumatic endophthalmitis. *Ophthalmology* 111, 2015–2022
- EVS (1995): Results of the Endophthalmitis Vitrectomy Study. A randomized trial of immediate vitrectomy and of intravenous antibiotics for the treatment of postoperative bacterial endophthalmitis. Endophthalmitis Vitrectomy Study Group. *Arch Ophthalmol Chic Ill* 1960 113, 1479–1496
- Feltgen N, Walter P (2014): Rhegmatogenous retinal detachment--an ophthalmologic emergency. *Dtsch Arzteblatt Int* 111, 12–21; quiz 22
- Fliney GD, Pecan PE, Cathcart JN, Palestine AG (2018): Trends in treatment strategies for suspected bacterial endophthalmitis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 256, 833–838
- Flynn HW, Batra NR, Schwartz SG, Grzybowski A: Differential Diagnosis of Endophthalmitis. In: *Endophthalmitis in Clinical Practice*. Springer International Publishing, Cham 2018, 19–40
- Gines JC, Nentwich MM, Peggy Bedoya AH, Cibils P, Esteche A, Laspina F, Samudio M, Fariña N, de Kaspar HM (2012): Bakterielle Kontamination von Injektionskanülen nach intravitrealer operativer Medikamenteneingabe in Paraguay. *Ophthalmol* 109, 782–787
- Gounder PA, Hille DM, Khoo YJ, Phagura RS, Chen FK (2020): Endogenous Endophthalmitis in western Australia: A Sixteen-Year Retrospective Study. *Retina* 40, 908–918
- Gower EW, Keay LJ, Stare DE, Arora P, Cassard SD, Behrens A, Tielsch JM, Schein OD (2015): Characteristics of Endophthalmitis after Cataract Surgery in the United States Medicare Population. *Ophthalmology* 122, 1625–1632
- Green-Simms AE, Ekdawi NS, Bakri SJ (2011): Survey of Intravitreal Injection Techniques Among Retinal Specialists in the United States. *Am J Ophthalmol* 151, 329–332

- Hariprasad SM (2004): Determination of Vitreous, Aqueous, and Plasma Concentration of Orally Administered Voriconazole in Humans. *Arch Ophthalmol* 122, 42
- Henry CR, Flynn HW, Miller D, Forster RK, Alfonso EC (2012): Infectious Keratitis Progressing to Endophthalmitis. *Ophthalmology* 119, 2443–2449
- Hernandez-Bogantes E, Navas A, Naranjo A, Amescua G, Graue-Hernandez EO, Flynn HW, Ahmed I (2019): Toxic anterior segment syndrome: A review. *Surv Ophthalmol* 64, 463–476
- Hoerauf H, Holz F, Kramer A, Feltgen N, Krohne T, Behrens-Baumann W (2013): Endophthalmitis-Prophylaxe bei intravitrealer operativer Medikamenteneingabe (IVOM). *Ophthalmol* 110, 1008–1012
- Horio N (2000): Vitrectomy for Endophthalmitis After Intraocular Lens Implantation. *Jpn J Ophthalmol* 44, 439–442
- Hosseini H, Ashraf MJ, Saleh M, Nowroozzadeh MH, Nowroozzadeh B, Abtahi MB, Nowroozzadeh S (2012): Effect of povidone–iodine concentration and exposure time on bacteria isolated from endophthalmitis cases. *J Cataract Refract Surg* 38, 92–96
- Kain H (1997): Prinzipien bei der Behandlung der Endophthalmitis. *Klin Monatsblätter Für Augenheilkd* 210, 274–288
- Kernt M, Kampik A (2010): Endophthalmitis: Pathogenesis, clinical presentation, management, and perspectives. *Clin Ophthalmol Auckl NZ* 4, 121–135
- Krause L, Bechrakis NE, Heimann H, Kildal D, Foerster MH (2009): Incidence and outcome of endophthalmitis over a 13-year period. *Can J Ophthalmol* 44, 88–94
- Krohne TU, Allam JP, Novak N, Holz FG (2016): „Iodallergie“: Ein medizinischer Mythos mit Risiken für den ophthalmologischen Patienten. *Ophthalmol* 113, 1023–1028
- Kuhn F, Gini G (2005): Ten years after... are findings of the Endophthalmitis Vitrectomy Study still relevant today? *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 243, 1197–1199
- Kunimoto DY, Das T, Sharma S, Jalali S, Majji AB, Gopinathan U, Athmanathan S, Rao TN (1999): Microbiologic spectrum and susceptibility of isolates: part I. Postoperative endophthalmitis. Endophthalmitis Research Group. *Am J Ophthalmol* 128, 240–242
- Lalwani GA, Flynn HW, Scott IU, Quinn CM, Berrocal AM, Davis JL, Murray TG, Smiddy WE, Miller D (2008): Acute-Onset Endophthalmitis after Clear Corneal Cataract Surgery (1996–2005). *Ophthalmology* 115, 473–476
- Lau PEt, Jenkins KS, Layton CJ (2018): Current Evidence for the Prevention of Endophthalmitis in Anti-VEGF Intravitreal Injections. *J Ophthalmol* 2018, 1–8
- Levinson JD, Garfinkel RA, Berinstein DM, Flory M, Spellman FA (2018): Timing of Povidone–Iodine Application to Reduce the Risk of Endophthalmitis after Intravitreal Injections. *Ophthalmol Retina* 2, 654–658
- Li X, Zarbin MA, Langer PD, Bhagat N (2018): Posttraumatic Endophthalmitis: An 18-Year Case Series. *Retina* 38, 60–71

- Lu X, Ng DS, Zheng K, Peng K, Jin C, Xia H, Chen W, Chen H (2016): Risk factors for endophthalmitis requiring evisceration or enucleation. *Sci Rep* 6, 28100
- Luaces-Rodríguez A, González-Barcia M, Blanco-Teijeiro M, Gil-Martínez M, Gonzalez F, Gómez-Ulla F, Lamas M-J, Otero-Espinar F-J, Fernández-Ferreiro A (2018): Review of Intraocular Pharmacokinetics of Anti-Infectives Commonly Used in the Treatment of Infectious Endophthalmitis. *Pharmaceutics* 10, 66
- Luther TT, Bartz-Schmidt KU (1999): Endophthalmitis. *Ophthalmol* 96, 758–771
- Maalouf F, Abdulaal M, Hamam RN (2012): Chronic Postoperative Endophthalmitis: A Review of Clinical Characteristics, Microbiology, Treatment Strategies, and Outcomes. *Int J Inflamm* 2012, 1–6
- Marangon FB, Miller D, Giacconi JA, Alfonso EC (2004): In vitro investigation of voriconazole susceptibility for keratitis and endophthalmitis fungal pathogens. *Am J Ophthalmol* 137, 820–825
- Mayer CS, Loos DA (2016): Posttraumatische Endophthalmitis: Komplikation nach dem Kampf ums Auge. *Ophthalmol* 113, 478–483
- Mccannel CA (2011): Meta-analysis of Endophthalmitis after intravitreal Injection of Anti-Vascular Endothelial Growth Factor Agents: Causative Organisms and Possible Prevention Strategies. *Retina* 31, 654–661
- Meier P, Wiedemann P (2008): Endophthalmitis - klinisches Bild, Therapie und Prävention. *Klin Monbl Augenheilkd* 210, 175–191
- Meisler DM, Zakov ZN, Bruner WE, Hall GS, McMahon JT, Zachary AA, Barna BP (1987): Endophthalmitis Associated With Sequestered Intraocular *Propionibacterium acnes*. *Am J Ophthalmol* 104, 428–429
- Melo GB, Cruz NFS da, Emerson GG, Rezende FA, Meyer CH, Uchiyama S, Carpenter J, Shiroma HF, Farah ME, Maia M, Rodrigues EB (2021): Critical analysis of techniques and materials used in devices, syringes, and needles used for intravitreal injections. *Prog Retin Eye Res* 80, 100862
- Meredith TA, McCannel CA, Barr C, Doft BH, Peskin E, Maguire MG, Martin DF, Prenner JL (2015): Postinjection Endophthalmitis in the Comparison of Age-Related Macular Degeneration Treatments Trials (CATT). *Ophthalmology* 122, 817–821
- Miyake H, Miyazaki D, Shimizu Y, Sasaki S, Baba T, Inoue Y, Matsuura K (2019): Toxicities of and inflammatory responses to moxifloxacin, cefuroxime, and vancomycin on retinal vascular cells. *Sci Rep* 9, 9745
- Nentwich MM, Yactayo-Miranda Y, Schwarzbach F, Wolf A, Kampik A, Mino de Kaspar H (2014): Endophthalmitis after intravitreal Injection: Decreasing Incidence and Clinical Outcome—8-year Results from a Tertiary Ophthalmic Referral Center. *Retina* 34, 943–950
- Neß T (2018): Endophthalmitis. *Ophthalmol* 115, 697–706
- Neß T, Pelz K (2000): Endophthalmitis. *Ophthalmol* 97, 33–37

- Ness T, Feltgen N, Agostini H, Böhringer D, Lubrich B (2010): Toxic Vitreitis outbreak after intravitreal Injection. *Retina* 30, 332–338
- Niyadurupola N (2018): Emergency management: acute endophthalmitis. *Community Eye Health* 31, 68–69
- Nogueira ML (2001): Detection of herpesvirus DNA by the polymerase chain reaction (PCR) in vitreous samples from patients with necrotising retinitis. *J Clin Pathol* 54, 103–106
- Novosad BD, Callegan MC (2010): Severe bacterial endophthalmitis: towards improving clinical outcomes. *Expert Rev Ophthalmol* 5, 689–698
- Okada AA, Johnson RP, Liles WC, D’Amico DJ, Baker AS (1994): Endogenous bacterial endophthalmitis. Report of a ten-year retrospective study. *Ophthalmology* 101, 832–838
- Peden MC, Hammer ME, Suñer IJ (2019): Dilute Povidone-Iodine prophylaxis maintains safety while improving patient comfort after intravitreal Injections: *Retina* 39, 2219–2224
- Pleyer U, Geldsetzer K (2008): Prophylaxe der postoperativen infektiösen Endophthalmitis durch intrakamerale Cefuroximgabe – auf dem Weg zum Therapiestandard? *Klin Monatsblätter Für Augenheilkd* 225, 934–940
- Rahmani S, Elliott D (2018): Postoperative Endophthalmitis: A Review of Risk Factors, Prophylaxis, Incidence, Microbiology, Treatment, and Outcomes. *Semin Ophthalmol* 33, 95–101
- Rayess N, Obeid A, Storey PP, Juliano J, Rahimy E, Moshfeghi AA, Garg S, Hsu J (2019): Long-term visual outcomes and clinical features after Anti-vascular endothelial growth factor injection-related endophthalmitis: *Retina* 39, 2070–2076
- Reibaldi M, Pulvirenti A, Avitabile T, Bonfiglio V, Russo A, Mariotti C, Bucolo C, Mastropasqua R, Parisi G, Longo A (2018): Pooled estimates of incidence of endophthalmitis after injection of Anti-vascular endothelial growth factor agents with and without topical antibiotic prophylaxis: *Retina* 38, 01–11
- Ristau T, Kirchhof B, Fauser S (2014): Antisepsis with polyhexanide is effective against endophthalmitis after intravitreal injections. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 92, e494–e496
- Rogers NK, Fox PD, Noble BA, Kerr K, Inglis T (1994): Aggressive management of an epidemic of chronic pseudophakic endophthalmitis: results and literature survey. *Br J Ophthalmol* 78, 115–119
- Samson MC, Foster SC (2000): Chronic Postoperative Endophthalmitis. *Int Ophthalmol Clin* 40, 57–67
- Schwartz SG, Flynn HW, Grzybowski A, Relhan N, Ferris FL (2016): Intracameral Antibiotics and Cataract Surgery: Endophthalmitis Rates, Costs, and Stewardship. *Ophthalmology* 123, 1411–1413
- Sheu S-J (2017): Endophthalmitis. *Korean J Ophthalmol* 31, 283

- Sigford DK, Reddy S, Mollineaux C, Schaal S (2015): Global reported endophthalmitis risk following intravitreal injections of anti-VEGF: a literature review and analysis. *Clin Ophthalmol Auckl NZ* 9, 773–781
- Silpa-archa S, Ponwong A, Preble JM, Foster CS (2017): Culture-Positive Endogenous Endophthalmitis: An Eleven-Year Retrospective Study in the Central Region of Thailand. *Ocul Immunol Inflamm* 1–10
- Simunovic MP, Rush RB, Hunyor AP, Chang AA (2012): Endophthalmitis following intravitreal injection versus endophthalmitis following cataract surgery: clinical features, causative organisms and post-treatment outcomes. *Br J Ophthalmol* 96, 862–866
- Soliman MK, Gini G, Kuhn F, Iros M, Parolini B, Ozdek S, Michalewska Z, Bopp S, Adelman RA, Sallam AB, et al. (2019): International Practice Patterns for the Management of Acute Postsurgical and Postintravitreal Injection Endophthalmitis. *Ophthalmol Retina* 3, 461–467
- Speaker MG, Menikoff JA (1991): Prophylaxis of Endophthalmitis with Topical Povidone-iodine. *Ophthalmology* 98, 1769–1775
- Stem MS, Rao P, Lee IJ, Woodward MA, Faia LJ, Wolfe JD, Capone A, Covert D, Dass AB, Drenser KA, et al. (2019): Predictors of Endophthalmitis after Intravitreal Injection. *Ophthalmol Retina* 3, 3–7
- Storey P, Dollin M, Pitcher J, Reddy S, Vojtko J, Vander J, Hsu J, Garg SJ (2014): The Role of Topical Antibiotic Prophylaxis to Prevent Endophthalmitis after Intravitreal Injection. *Ophthalmology* 121, 283–289
- Taban M (2005): Acute Endophthalmitis Following Cataract Surgery: A Systematic Review of the Literature. *Arch Ophthalmol* 123, 613
- Tanaka K, Shimada H, Mori R, Nakashizuka H, Hattori T, Okubo Y (2019): No increase in incidence of post-intravitreal injection endophthalmitis without topical antibiotics: a prospective study. *Jpn J Ophthalmol* 63, 396–401
- Taneri S, Heiligenhaus A (2012): Infektionen nach Linsenchirurgie: Implikationen für die refraktive Chirurgie. *Klin Monatsblätter Für Augenheilkd* 229, 910–916
- Thompson JT, Parver LM, Enger CL, Mieler WF, Liggett PE (1993): Infectious Endophthalmitis after Penetrating Injuries with Retained Intraocular Foreign Bodies. *Ophthalmology* 100, 1468–1474
- Thompson WS, Rubsamen PE, Flynn HW, Schiffman J, Cousins SW (1995): Endophthalmitis after Penetrating Trauma. *Ophthalmology* 102, 1696–1701
- Thurau S (2003): Praktische Hinweise zur Gewinnung und erfolgreichen Aufbereitung von Vorderkammerpunktat und Vitrektomiematerial. *Ophthalmol* 100, 802–807
- Trivizki O, Schwartz S, Negri N, Loewenstein A, Rabina G, Shulman S (2018): Noninfectious Inflammatory Response following Intravitreal Bevacizumab Injections: Description of a Cluster of Cases in Two Centers and a Review of the Literature. *Ophthalmologica* 240, 163–166

- Verbraecken H, Rysselaere M (1994): Post-traumatic endophthalmitis. *Eur J Ophthalmol* 4, 1–5
- Wykoff CC, Flynn HW, Rosenfeld PJ (2011): Prophylaxis for Endophthalmitis Following Intravitreal Injection: Antisepsis and Antibiotics. *Am J Ophthalmol* 152, 717-719.e2
- Xu D, Nagiel A, Rahimy E, McCannel CA (2018): Practice Patterns of Endophthalmitis Treatment. *Ophthalmol Retina* 2, 979–980
- Xu K, Chin EK, Bennett SR, Williams DF, Ryan EH, Dev S, Mitra RA, Quiram PA, Davies JB, Parke DW, et al. (2018): Endophthalmitis after Intravitreal Injection of Vascular Endothelial Growth Factor Inhibitors. *Ophthalmology* 125, 1279–1286
- Yang XB, Liu YY, Huang ZX, Mao Y, Zhao L, Xu ZP (2018): Clinical Analysis of 1593 Patients with Infectious Endophthalmitis: A 12-Year Study at a Tertiary Referral Center in Western China. *Chin Med J (Engl)* 131, 1658–1665
- Yospaiboon Y, Intarapanich A, Laovirojjanakul W, Ratanapakorn T, Sinawat S, Sanguansak T, Bhoombunchoo C (2018): Factors affecting visual outcomes after treatment of infectious endophthalmitis in northeastern Thailand. *Clin Ophthalmol* Volume 12, 765–772

Danksagung

Ich danke Prof. Dr. Nicolas Feltgen für das Überlassen des Themas, die Betreuung während dieser Zeit und für das Ermöglichen diese Dissertation an der Augenklinik der UMG schreiben zu dürfen.