

Augenschutz bei nicht ophthalmischen Eingriffen in Allgemeinanästhesie

De Gregorio Alex

NDS HF Anästhesiepflege

Kurs H14

Universitätsspital Zürich, Institut für Anästhesiologie

Datum: 02.02.2016

Zusammenfassung

Hornhautläsionen stellen die häufigste ophtalmologische Komplikation bei Patienten dar, welche sich einem nicht ophtalmologischen Eingriff in Allgemeinanästhesie unterziehen.

Die Inzidenz variiert abhängig von Studiendesign, Art des chirurgischen Eingriffs, Assessment und angewendeter Schutzmaßnahmen von 0% mit angepassten Schutzmaßnahmen bis 44%, wenn keine prophylaktischen Maßnahmen angewendet werden.

Verschiedene patienten- und eingriffsbezogene Risikofaktoren, mechanische und chemische Reize, verminderter Tränenfluss und inkompletter Lidschluss können zu Läsionen der empfindlichen Cornea führen.

Diese Hornhautläsionen können mit Schmerzen, mikrobieller Keratitis, bleibender Vernarbung oder Seheinschränkung verbunden sein und sind potentiell reduzier- oder vermeidbar.

Für die Prävention werden verschiedene Schutzmaßnahmen angegeben, welche vom passiven Lidschluss über das Zukleben der Augenlider mit Pflaster oder Hyrdogel, Applikation von Augensalben, Schutzbrillen, Kontaktlinsen, Zunähen der Augenlider zum bio-occlusiven Verband reichen.

Diese Literaturrecherche sucht und beschreibt effektive Maßnahmen, welche das Auftreten von perioperativen Cornealäsionen reduzieren können und vermittelt Hintergrundwissen, welches unerlässlich für die Auswahl eines angepassten Augenschutzes ist.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

 1.1 Ausgangslage 1

 1.2 Fragestellung 1

 1.3 Methode 1

 1.4 Abgrenzung..... 2

2 Hauptteil 2

 2.1 Der Sehapparat 2

 2.2 Schäden der Cornea 3

 2.3 Auswirkung der Allgemeinanästhesie auf den Sehapparat 5

 2.4 Risikofaktoren für perioperative Cornealäsionen..... 5

 2.5 Protektive Maßnahmen in der präoperativen Phase 8

 2.6 Protektive Maßnahmen in der intraoperativen Phase..... 9

 2.7 Protektive Maßnahmen in der postoperativen Phase 14

3 Schlussteil 14

 3.1 Diskussion 14

 3.2 Implikationen für die Praxis..... 16

4 Literaturverzeichnis 18

5 Anhang 20

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Nach Induktion der Allgemeinanästhesie, Sicherstellung des Atemweges, Beatmung und stabilen Kreislaufverhältnissen, stellt sich am Universitätsspital Zürich häufig die Frage nach dem geeigneten Schutz für die Augen des Patienten. Die Möglichkeiten sind vielfältig; die Augenlider können manuell geschlossen, oder mit Pflasterstreifen, sowie mit transparenten bio-okklusiven Pflastern zugeklebt werden. Auch klare Vitamin-A Augensalbe kann appliziert werden.

Nach Interpretation des Autors sollten bei allen Eingriffen in Allgemeinanästhesie sorgfältig ausgewählte, patientenadaptierte Maßnahmen ergriffen werden, um eine solch vulnerable Struktur, wie das menschliche Auge, vor Verletzungen zu schützen.

Dem persönlichen Eindruck des Autors zufolge, besteht unter den Anästhesiepflegenden am Universitätsspital Zürich zum aktuellen Zeitpunkt grossteils Konsens darüber, dass bei der Durchführung einer Vollnarkose zumindest intraoperativ ein angepasster Augenschutz notwendig ist. Doch auch wenn die Anästhesieführenden um die Wichtigkeit der Augenprotektion während einer Allgemeinanästhesie wissen, so differiert im klinischen Alltag die Auswahl und Durchführung prophylaktischer Maßnahmen stark zwischen den Mitgliedern des Anästhesieteams. Die Wahl der geeigneten protektiven Maßnahme und deren Begründung basiert, aus der Sicht des Autors, auf den persönlichen Überlegungen und Präferenzen der Anwender und scheint manchmal gegenteilig.

Mit dieser Arbeit soll nach Evidenzen für oder gegen einzelne protektive Maßnahmen gesucht werden, welche in Zukunft in die persönlichen Überlegungen und das Urteilsvermögen des Autors einfließen sollen, um in der Praxis die am besten angepasste Auswahl zu ermöglichen.

Dies mit dem Ziel, das Auftreten von Augenläsionen nach Allgemeinanästhesien zu verringern und somit die Patientensicherheit zu erhöhen. Die Voraussetzungen hierfür sind einerseits das Verständnis der Entstehung von Augenläsionen, deren Auswirkungen auf den Patienten, das Erkennen von Risikofaktoren, aber auch das Wissen um effektive Maßnahmen zur Prävention und deren korrekte Anwendung.

1.2 Fragestellung

Welche sind effektive Maßnahmen um das Auftreten von Cornealäsionen während einer Allgemeinanästhesie zu reduzieren?

Population: erwachsene Patienten in Allgemeinanästhesie bei nicht ophtalmischen Eingriff

Intervention: protektive Maßnahmen

Comparison: keine Maßnahmen

Outcome: Auftreten von cornealen Augenläsionen

1.3 Methode

Um die Fragestellung zu beantworten, wird im November 2015 eine Literaturrecherche vorgenommen. Hierfür wird in medizinischen und pflegerischen Onlinedatenbanken nach themenrelevanter Literatur gesucht.

Auch eine Handsuche in der Hauptbibliothek Medizin und die Durchsicht der in den Publikationen angegebenen Bibliographie wird durchgeführt.

Folgende Schlag- und Schlüsselwörter werden in verschiedenen Trunkierungen und durch diverse boolesche Operatoren verknüpft, für die Suche verwendet: eye, injury, protection, general, anesthesia, corneal, abrasion, taping, ointment, prone, postoperative complication, ocular complication, robotic surgery.

Anschliessend erfolgt die Entfernung von Duplikaten und die Applikation von Ein- und Ausschlusskriterien (siehe Anhang).

Die im November 2015 in den Onlinedatenbanken Pubmed, Cinahl und Cochrane Library durchgeführte Literaturrecherche ergibt insgesamt 170 Treffer, wovon 29 themenrelevant sind. Nach Entfernung der Duplikate wird bei 16 Artikeln Einsicht in die Abstracts genommen und die Ein- und Ausschlusskriterien werden angewendet.

Am Ende stehen dem Autor insgesamt 19 Volltexte, welche den Einschlusskriterien entsprechen zur Verfügung.

1.4 Abgrenzung

Der Schwerpunkt vorliegender Arbeit soll bei den Cornealäsionen liegen, welche die häufigste perioperative Augenverletzung darstellen. Ziel dieser Literaturrecherche ist es, nach bestehender Evidenz für pflegerische Maßnahmen zur Reduktion von Hornhautläsionen am Auge zu suchen, um diese in die persönliche Pflegepraxis des Autors zu implementieren. Diese Literaturrecherche soll Cornealäsionen und deren Vermeidung bei erwachsenen Patienten beider Geschlechter im perioperativen Setting, nicht jedoch die Augenpflege bei Neugeborenen, Kindern oder Patienten auf Intensivstation beschreiben. Diese Arbeit soll nicht auf die Besonderheiten bei ophtalmologischen Eingriffen eingehen oder die diagnostischen und therapeutischen Interventionen zur Behandlung manifester cornealer Augenläsionen beschreiben. Vielmehr sollen mögliche Maßnahmen zur Verhinderung derselben beleuchtet werden. Abgegrenzt sei auch der perioperative Visusverlust (perioperative visual loss - POVL), welcher eine seltene aber schwerwiegende Komplikation darstellt. Die Ätiologie des POVL ist noch nicht vollständig geklärt, allerdings werden neben cornealen Läsionen auch der Verschluss der netzhautversorgenden Arterie, Schädigungen des Okzipitalkortex oder des Sehnervs verantwortlich gemacht. Ein Eingehen auf diese weiteren möglichen Ursachen und Strategien zu deren Vermeidung würde den Rahmen dieser Literaturrecherche sprengen.

2 Hauptteil

2.1 Der Sehapparat

Der Sehapparat besteht aus dem Bulbus oculi und einigen diesem assoziierten Strukturen, wie der Tränendrüse, dem Konjunktivalsack, dem Tränengang und den Muskeln des Bulbus. Die Funktion des Sehapparats ist sehr einfach und besteht im Empfang von elektromagnetischen Wellen mit charakteristischer Frequenz. Die Informationen dieser Wellen werden dem Sehzentrum über die Sehbahn weitergeleitet.

Der Bulbus sitzt in der knöchernen Orbita und ist posterior vom corpus adiposum orbitae umgeben. Seine Form entspricht in etwa der einer Kugel. Der Großteil des Auges ist von einer weisslichen Membran, der Sclera überzogen. Der vordere Teil ist hingegen von einer transparenten Kuppel, der Cornea, bedeckt (Sbarbati, 2003).

Die Cornea sorgt für einen freien Einfall des Lichts, damit dieses über die Sehbahn geleitet und durch das zentrale Nervensystem verarbeitet werden kann. Sie besteht aus transparentem, nicht vaskularisiertem Gewebe.

Mikroskopisch gesehen besteht die Cornea aus fünf Schichten: dem Epithelium, der Bowman Membran, dem Stroma, der Descemet Membran und dem Endothel. Neben diesen fünf Schichten befinden sich weitere verschiedene Zellpopulationen in der Cornea und um sie herum. Diese beinhalten antigenpräsentierende Zellen aus Stroma und Epithel (dendritische Zellen und Makrophagen), epitheliale Stammzellen, Kapillaren der angrenzenden Konjunktiva und corneale Nerven.

Die nicht vaskularisierte Cornea bezieht Nährstoffe über Diffusion aus dem Kammerwasser. Der zentrale Anteil der Cornea erhält Sauerstoff indirekt über den im Tränenfilm gelösten

Sauerstoff aus der Luft, während der periphere Teil durch Diffusion aus den Kapillaren des Ziliarsystems oxygeniert wird.

Die Cornea ist sehr sensibel, die Dichte der Nervenendigungen entspricht etwa 300 Mal jener der Haut. (Heegaard & Grossniklaus, 2015).

Der ventrale Anteil der Sclera und die Innenseite der Augenlider, nicht jedoch die Cornea, werden von einer zweischichtigen, schleimhautähnlichen Schicht bedeckt, der Konjunktiva. Diese ist gut vaskularisiert und innerviert. Im darunterliegenden Bindegewebe befinden sich im Übergang zwischen Bulbus und Lid akzessorische Tränendrüsen.

Das Hauptorgan des Tränenapparates ist die Glandula lacrimalis, welche dem Auge superolateral aufliegt. Diese tubuloazinöse Drüse produziert die seröse Tränenflüssigkeit, welche vom Lidschlag über die Konjunktiva und die Cornea verteilt wird und diese vor der Austrocknung bewahrt. Die Tränenflüssigkeit wird anschliessend über die Viae lacrimales in die Nasenhöhlen abgeleitet.

Die Augenlider sind zwei Haut- und Schleimhautfalten, welche dem Schutz des Bulbus dienen sollen. Die Aussenseite der Augenlider besteht aus der Cutis, die Innenseite ist von der Konjunktiva ausgekleidet.

Entlang der freien Lidränder befinden sich die Wimpern, welche über eine sehr akkurate Sensibilität verfügen und ein Eindringen von Fremdkörpern in den Konjunktivalsack verhindern sollen. Im Anhang an die Wimpern befinden sich grosse Talg bildende Drüsen und modifizierte Schweißdrüsen. Die Meibom-Drüsen befinden sich ebenfalls an den freien Lidrändern und bilden ein fettreiches Sekret (sebum palpebrale), welches die Lidspalte schützt.

Unter der Cutis befindet sich eine Muskelschicht, welche aus dem Musculus orbicularis oculi besteht. Darunter liegt das faserige Skelett des Lids, der Tarsus, welcher aus Bindegewebe zusammengesetzt ist. Diesen trennt eine feine Schicht aus glattem Muskelgewebe von der innen gelegenen Konjunktiva.

Am Oberrand der Orbita befindet sich eine Hauterhebung mit langen Härchen, die Augenbraue (Sbarbati, 2003).

2.2 Schäden der Cornea

Die genauen Mechanismen, welche perioperative Augenläsionen verursachen, sind noch nicht genau geklärt (Yu et al, 2010, Grixti et al, 2013, Vetter et al, 2012). Eine Vielzahl von Mechanismen kann zu diesen führen:

Stumpfes Trauma

Das stumpfe Trauma der Cornea beinhaltet corneale Fremdkörper und traumatische corneale Läsionen, welche zu einem partiellen oder kompletten Verlust des Endotheliums führen können. Eine tangentielle Einwirkung durch Fremdkörper, wie Fingernägel, Papier, Pflanzen oder Sträuchern stellt die Hauptursache dar. Ein stumpfes Trauma kann in rezidivierenden Hornhauterosionen enden.

Ein Defekt des cornealen Epithels heilt in der Regel rasch von peripher nach zentral. Makrophagen tragen zur Beseitigung von Zelltrümmern bei. Es bildet sich eine Narbe aus Bindegewebe, welche die Transparenz der Cornea beeinträchtigen kann.

In der Mehrzahl der Fälle verhindert ein Augenpflaster, die Applikation von Zykloplegika und einer topischen antibiotischen Salbe, sowie die prophylaktische Anwendung von Gels am Tag und Salben in der Nacht eine weitere Erosion.

Spitzes Trauma

Lazerationen, Punktionen, chirurgische Inzisionen und Fremdkörper können penetrierende und perforierende Verletzungen der Cornea hervorrufen. Oberflächliche Läsionen können

durch Proliferation des Epithels verheilen, tiefere Wunden beziehen zusätzlich Keratozyten des Stromas mit ein. Lazerationen können einer chirurgischen Versorgung bedürfen. Perforierende Wunden führen typischerweise zu cornealer Vernarbung und endotheliale Zellverlust, abhängig von der Länge der Wunde.

Chemische Verletzung

Eine chemische Verletzung der okularen Oberfläche kann durch saure, alkalische oder toxische Substanzen entstehen.

Alkalische Substanzen verursachen massiven Zelltod und eine ausgedehnte Hydrolyse der cornealen Extrazellulärmatrix.

Saure Substanzen verursachen eine Denaturierung der Proteine des Epitheliums, wodurch zwar ein weiteres Eindringen erschwert wird, jedoch nicht immer verhindert werden kann. Toxische Substanzen sind nicht besonders alkalisch oder sauer, wirken allerdings destruktiv auf biologisches Gewebe.

Die Folge können epitheliale Defekte, corneale Trübung und sekundäre Infektion, Ischämie oder Nekrose sein. Unverzögliches Spülen des Auges und Entfernung der chemischen Substanz können diese Verletzungen positiv beeinflussen.

Infektion

Ein intaktes Epithel und ein gesunder Tränenfilm bilden eine effektive Barriere gegen die meisten bakteriellen, viralen, mykotischen und parasitären Infektionen. Eine Unterbrechung dieser Barriere, zum Beispiel durch Kontaktlinsen oder Verletzung der Cornea erlaubt das Eindringen und Vermehren von Mikroorganismen. Die Folgen einer Infektion können bis zur Erblindung führen.

Inflammation

Die Entzündung der Cornea ist die unspezifische Antwort auf einen Gewebsschaden, wie beispielsweise ein direktes Trauma durch Fremdkörper, chemische Schädigung oder ein thermisches Trauma. Sie wird durch Leukozyten und Makrophagen initiiert. Die Expression von Antigenen führt zu einer Immunantwort durch B- und T-Lymphozyten. Im Rahmen einer Inflammation kommt es zu zellulärer Infiltration und zum Anschwellen des Stroma. Dieser Umstand kann die Transparenz der Cornea einschränken.

Ulzeration der Cornea

Eine Folgeerkrankung mit beträchtlicher Morbidität, welche das Sehvermögen bedroht, stellt die Ulzeration der Cornea dar. Diese folgt häufig einem epithelialen Defekt und wird durch Migration von inflammatorischen Zellen, Freisetzung von Kollagenasen und anderer Hydrolasen durch das verletzte Epithel, Keratozyten und Leukozyten, die Aktivierung latenter Kollagenasen, Gewebnekrosen und Versagen des normalen Wundheilungsprozesses unterstützt (Heegaard & Gnosniklaus, 2015).

Corneale Läsionen, unabhängig davon ob sie mechanisch, chemisch oder durch eine Expositionskeratopathie bedingt sind, stellen laut einer Sammelstatistik über abgeschlossene Haftpflichtfälle der American Society of Anesthesiologists und einer grossen retrospektiven Studie die häufigste perioperative Komplikation (35%) aller okulären Komplikationen dar. Von diesen tragen 16% bleibende Schäden davon (Gild et al und Roth et al, zitiert nach Moos & Lind, 2006). Auch Yu et al (2010) identifizieren corneale Abrasionen als häufigste Verletzungsart (10 von 17 Patienten mit Augenverletzungen). Die Inzidenz ist in der Literatur nicht gut geklärt und variiert in Abhängigkeit des Studiendesigns, der chirurgischen Population, der Assessmentmethode und der benutzten Schutzmaßnahmen (Moos & Lind, 2006, Roth et al, White & David,

zitiert nach Grixti et al, 2013). Sie reicht von 0% mit adequaten Schutzmaßnahmen bis zu 44%, wenn keine prophylaktische Maßnahmen eingesetzt werden (Martin et al, 2009, Roth et al, Orlin et al, Yu et al, Batra & Bali, Siffing & Poulton, Cucchiara & Black, Schmidt & Boggild-Madsen, Lavery et al, Anderson et al, Ganidagli et al, Grover et al, Aders & Aders, Fassoulaki & Saratopoulos, Duncan et al, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Obwohl die meisten Abrasionen komplikationslos verheilen, gibt es Berichte über Sehverlust nach direktem Trauma (Terry et al, zitiert nach Grixti et al, 2013) und irreversibler Hornhauttrübung nach chemischer Verletzung (Tabor et al, Hamed et al, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Ausserdem können durch Augenläsionen verursachte Schmerzen für Patienten stärker empfunden werden, als die Wundschmerzen des chirurgischen Eingriffs (Koning et al, 2011).

2.3 Auswirkung der Allgemeinanästhesie auf den Sehapparat

Die Allgemeinanästhesie unterdrückt die Wirkung der autonomen Nervenfasern auf die Tränendrüse, welche für die reflektive Tränenproduktion verantwortlich ist (Cross & Krupin und Krupin et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). Krupin et al, zitiert nach Grixti 2013 konnten auch eine signifikante ($P < 0.001$) Reduktion der basalen Tränenproduktion 10, 30 und 60 Minuten nach Narkoseeinleitung nachweisen. Auch Kocatürk et al (2012) messen postoperativ eine signifikant niedrigere basale Tränenproduktion als präoperativ ($P < 0.0003$). Ferner können bestimmte Medikamente, wie etwa Beta Blocker oder Chlorothiazid, die Tränenproduktion einschränken. Auch eine okuläre Minderperfusion, aufgrund von Hypotension und Anämie stehen im Verdacht, eine Verminderung der basalen Tränenproduktion und Corneale Hypoxie zu verursachen (Yu et al, 2010).

Anästhesiegase, welche über eine Gesichtsmaske verabreicht werden, tragen zur cornealen Dehydratation bei (Orlin et al und Bundgaard-Nielsen et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). Zusätzlich können bestimmte präoperative Zustände, wie trockene Augen oder rezidivierende Hornhautläsionen prädisponierend für Cornealäsionen wirken (Yu et al, 2010 und Fayers et al, zitiert nach Grixti, 2013).

Die Allgemeinanästhesie hebt den Blinzelreflex und damit die Verteilung der Tränenflüssigkeit auf der Augenoberfläche auf. Auch das Bell Phänomen, welches während des Schlafs die Cornea durch eine nach oben gerichtete Rotation des Augapfels schützt, ist bei einem anästhesierten Patienten nicht zu beobachten (Moos & Lind, 2006, White & Crosse, Herbert und Smith, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Die künstliche Beatmung kann den venösen Abstrom aus dem Kopf einschränken. Dies kann in Kombination mit erhöhtem Augendruck, welcher durch Bauch- oder Seitenlage verursacht wird, zu cornealen Ödemen und Ulzerationen führen (Yu et al, 2010 und White & Crosse, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Postoperativ können das Schmerzempfinden und die schützenden Cornealreflexe herabgesetzt sein (Moos & Lind, 2006, Snow et al, Yanagidate & Dohi, Grover et al und Boggild-Madsen et al, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Die Applikation von Sedativa und Muskelrelaxantien während einer Allgemeinanästhesie verhindern die Kontraktion des Musculus orbicularis oculi. Dieser Umstand kann zu einem inkompletten Lidschluss (Lagophthalmus), Freilegung der Cornea und deren Austrocknung führen (Snow et al, White & David und Schmidt & Boggild-Madsen, zitiert nach Grixti et al, 2013).

2.4 Risikofaktoren für perioperative Cornealäsionen

Verschiedene unabhängige Risikofaktoren werden mit einer erhöhten Inzidenz von cornealen Läsionen während einer Allgemeinanästhesie in Verbindung gebracht (Brooks, zitiert nach Grixti et al, 2013). Trotzdem kann die genaue Ursache der Hornhautverletzungen nur in 21% der Fälle identifiziert werden (Roth et al, zitiert nach Vetter et al, 2012).

Zu den Risikofaktoren gehört die Dauer des chirurgischen Eingriffs - je länger ein Eingriff dauert, desto eher können Läsionen an der Hornhaut entstehen (Martin et al, 2009, Yu et al, 2010 und Roth et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). Laut Batra & Bali, zitiert nach Sampat et al (2015) gipfelt die Inzidenz der Augenläsionen zwischen 90 und 150 Minuten Operationsdauer.

Eingriffe am Kopf und am Hals, Patientenpositionierung in Seitenlage oder Bauchlage (Yu et al, 2010 und Roth et al, zitiert nach Grixti et al, 2013) und Eingriffe, welche am Montag stattfinden, (Roth et al, zitiert nach Grixti et al, 2013) erhöhen das Risiko für Cornealäsionen.

Patienten mit rheumatoider Arthritis können einen verminderten Tränenfluss aufweisen (Uhlrig et al, zitiert nach Yu et al, 2010) und auch präoperativ trockene Augen und rezidivierende Hornhauterosionen können das Risiko für perioperative Hornhautläsionen erhöhen (Zheng et al, 2009 und Fayers et al, zitiert nach Yu et al, 2010).

Martin et al (2009) finden Hornhautläsionen vermehrt bei Patienten mit niedrigerem American Society of Anesthesiologists physical status (ASA 1-2) im Vergleich zu Patienten, welche ASA > 3 klassifiziert werden (P=0.009). In dieser Arbeit kann zudem eine signifikante Korrelation zwischen Anästhesieanwender und dem Auftreten von Augenläsionen gezeigt werden. Dabei besteht eine höhere Verletzungsrate bei Narkosen, welche von Anästhesiepflegenden in Weiterbildung durchgeführt werden, im Vergleich zu Narkosen, die von Assistenzärzten und diplomierten Anästhesiepflegenden betreut werden (P=0.017). Yu et al (2010) finden im Vergleich zwischen Patienten mit und Patienten ohne Augenläsionen bei ersteren eine längere Anästhesiedauer (P=0.002) und prozentuell häufiger Eingriffe im Kopf- und Halsbereich (P=0.017), präoperative Anämie (P=0.032), Gebrauch des fiberoptischen Bronchoskops zur Intubation (P=0.013), kontrollierte Hypotension (P<0.001) und Bauchlage (P=0.003).

Martin et al (2009) können bei folgenden potentiellen Risikofaktoren für Cornealäsionen keine Signifikanz nachweisen: Alter und Geschlecht, Body mass index, Benutzen einer Zahnprothese (veränderte Gesichtszüge, welche die Anwendung der Beatmungsmaske und das Atemwegsmanagement verändern können), die Anwendung von nichtinvasiver Beatmung und möglicher akzidenteller Cornealäsion bei Anpassungen der CPAP-Maske, Morbus Basedow (Exophthalmus), Diabetes mellitus (verminderte Sensibilität der Cornea und reduzierte Tränenproduktion), saisonale Allergien (gehen häufig mit Augenirritationen einher), Aufnahmezustand (stationär, ambulant), Wochentag, schwierige Intubation, Art des Atemwegsmanagements (Endotrachealtubus, Gesichtsmaske, Larynxmaske oder andere).

In der Studie von Yu et al (2010) haben Nebenerkrankungen mit schlechtem Gefäßstatus, wie cerebrovaskuläre Erkrankungen, ischämische Herzerkrankungen, arterieller Hypertonus, Nierenerkrankungen im Endstadium und Diabetes mellitus, keinen signifikanten Einfluss auf Augenläsionen. Ebenso wenig tragen in dieser Studie Geschlecht, Alter, intraoperative Hypoxämie, transiente hypotensive Episoden oder die Verwendung von Betablockern und Cholorothiazid zu cornealen Läsionen bei.

Gerade bei Eingriffen im Hals- und Kopfbereich können direkte Augenverletzungen durch das chirurgische Team, durch deren Instrumente oder durch die sterilen Abdecktücher verursacht werden. Antimikrobielle Lösungen können unbemerkt ins Auge gelangen (Siffring & Poulton, Watson & Moran und Anderson et al, zitiert nach Yu et al, 2010). Vor allem bei Eingriffen der Gesichts- und Kieferchirurgie, bei welchen die Augen nicht zugeklebt werden dürfen, um eine intraoperative Inspektion zu ermöglichen, ist die Gefahr erhöht (Jamal et al, zitiert nach Yu et al, 2010).

Anästhesiologische Maßnahmen wie die endotracheale Intubation, die Einlage eines Atemwegdevices, die Maskenbeatmung, das Absaugen oder die Einlage eines zentralen Venenkatheters erfolgen in der unmittelbaren Nähe der Augen und können mechanische Hornhautverletzungen verursachen. Ebenso werden Traumen durch Uhren,

Identifikationsbadges, Stethoskope und Schutzvisiere der Anästhesisten beobachtet (Watson & Moran und Ho et al, zitiert nach Yu et al, 2010).

Auch eine Erhöhung des intraokulären Drucks kann potentiell zu cornealen Ödemen und inkomplettem Lidschluss und den damit assoziierten Cornealäsionen führen. Dies kann in steiler Trendelenburg Position geschehen, bei Erhöhung des zentralen Venendrucks oder in Bauchlage (Awad et al, Ghomi et al, Lestar et al und Cucchiara & Black, zitiert nach Sampat et al 2015).

Da bei einer Studie von 1500 Patienten mit roboterassistierten radikalen Prostatektomien Hornhautläsionen als häufigste anästhesiebezogene Komplikation mit 3% angegeben werden (Danic et al, zitiert nach Sampat et al 2015) und die roboterassistierte Hysterektomie einige Gemeinsamkeiten mit diesem Eingriff hat, untersuchen Sampat et al (2015) die Inzidenz von Augenläsionen bei Hysterektomien und Prostatektomien. Diese liegt bei 0.18% bei radikalen Prostatektomien, 0.13% bei laparoskopischen Hysterektomien und 0.03% bei laparotomischen Hysterektomien. Während die roboterassistierte Operationstechnik bei den Prostatektomien keinen signifikanten Einfluss auf das Entstehen von Hornhautläsionen hat, können die Autoren zeigen, dass bei Hysterektomien in laparoskopischer Operationstechnik das Risiko für corneale Läsionen vierfach, und bei roboterassistierten laparoskopischen Hysterektomien etwa 6.5-fach erhöht ist, verglichen mit offener Operationstechnik. Bei den Hysterektomien steigt das Risiko auch im Zusammenhang mit dem Alter und der Anzahl von Comorbiditäten.

Im Vergleich zwischen laparoskopischen Spender-Nephrektomien und laparotomischen Spender-Nephrektomien, weisen Koning et al (2011) mehr Augenkomplikationen bei dem laparoskopischen Verfahren nach (6.4% versus 0%, $P=0.01$).

Zwei von insgesamt neun aufgetretenen Augenkomplikationen sind corneale Läsionen. Dies bedeutet eine Inzidenz von 1.4% für Cornealäsionen.

Auch Kim et al (2012) Roth et al, Kieran et al, Bjornsson et al, zitiert nach Koning et al (2011) und Kwon et al, Nakamura et al, Danic et al, Banarjee et al, zitiert nach Kan et al. (2015) deuten an, dass die Rate von Augenverletzungen bei Operationen in laparoskopischer Technik grösser ist, wobei die Assoziation zwischen Laparoskopie und den Hornhautläsionen, beziehungsweise deren genaue Ätiologie noch ungeklärt ist.

Antosh et al (2012) zeigen eine erhöhte Inzidenz von Hornhautläsionen während minimalinvasiver Sakro-Kolpopexie im Vergleich zu vaginalen apikalen Suspensionen.

Die reizende Wirkung inhalativer Anästhetika kann ein chemisches Trauma an der Cornea verursachen (Boggild-Madsen et al, Batra & Bali, zitiert nach Moos & Lind, 2006). Dasselbe gilt für die Applikation von konservierungstoffhaltigen Augensalben (Manecke et al, zitiert nach Moos & Lind, 2006).

Postoperativ stellen Augenkontakt mit der Sauerstoffmaske oder nasalen Kanüle, Augenreiben mit oder ohne Pulsoxymeterclip (Wagner et al, 2008 und Mecca, zitiert nach Moos & Lind, 2006), unruhiges Verhalten (Snow et al, zitiert nach Moos & Lind, 2006) und Positionierung in Seitenlage Risikofaktoren dar (Roth et al, zitiert nach Moos & Lind, 2006).

Wastler et al (2015) vermuten ein vermehrtes Auftreten cornealer Läsionen bei bestehender Hypertension, Nikotinkonsum, Übergewicht. Diese Daten sind allerdings nicht signifikant. Auf der anderen Seite können die Autoren den Risikofaktor der Eingriffsdauer nicht beobachten.

Segal et al (2014) identifizieren folgende statistisch signifikante Risikofaktoren: urologische Operationen, Bauchlage, Aufnahme am selben Tag, Trendelenburg Lagerung, Zukleben der

Augenlider, grösserer geschätzter Blutverlust, Aufenthalt im Aufwachraum, Sauerstoffinsufflation.

In einem Fallbericht von Zheng et al (2009) wird darauf hingewiesen, dass besonderes Augenmerk auf Patienten mit chronisch trockenen Augen gelegt werden sollte, da Grunderkrankungen, welche trockene Augen verursachen, diese Patienten für perioperative Cornealäsionen prädisponieren könnten.

Vetter et al (2012) suchen an ihrem Institut nach den Grundursachen für die Entstehung von Cornealäsionen. Sie analysieren dafür den Prozess der Patientenversorgung an ihrem Institut und identifizieren folgende Ursachen:

- Vorhandensein einer Vielzahl verschiedener Personen, welche Narkosen durchführen.
- Keine einheitliche Edukation bezüglich der Prävention von Augenverletzungen.
- Keine standardisierte Schutzmaßnahme.
- Auftreten von offenen Augenlidern unter der Beatmungsmaske.
- Identifikationsbadges und Stethoskope welche vom Anästhesiepersonal getragen werden.
- Variabler Zeitpunkt der Applikation des Augenschutzes.
- Gebrauch verschiedener Arten von Augensalben und Pflasterstreifen.
- Uneinheitliche Dokumentation des intraoperativen Augenschutzes.
- Keine visuelle Erinnerung im elektronischen Anästhesie-Protokoll.
- Zeitdruck im Operationsbereich.
- Zu wenig zur Verfügung stehende Zeit für einen adäquaten Augenschutz.
- Ungenügende Betonung der Wichtigkeit des Augenschutzes.
- Anwender fühlen sich nicht verpflichtet einen Augenschutz anzuwenden.
- Zu wenig Training im Anbringen und Entfernen des Augenschutzes.

2.5 Protektive Maßnahmen in der präoperativen Phase

Die Autorengruppe Martin et al (2009) führt an ihrem Institut ein Programm ein, welches bei jeder diagnostizierten Hornhautläsion, die Aufzeichnungen des Ophtalmologen per E-mail an das zuständige Anästhesieteam leitet, um das Bewusstsein bezüglich Corealäsionen zu wecken.

Anschließend können die Autoren mit einem 45 minütigen Vortrag eines Ophtalmologen, über das Erkennen postoperativer cornealer Verletzungen, das Verständnis der Risikofaktoren und über Methoden der Prävention, die Rate von Hornhautverletzungen dauerhaft von 1.51/1000 auf 0.47/1000 senken (15 monatiges follow-up).

Vetter et al (2012) können durch das Einführen eines Pflegestandards und der Schulung des gesamten Anästhesieteams das Bewusstsein für die neu standardisierte Methode der Augenprotektion stärken und die Anzahl der Dokumentationen im elektronischen Anästhesieverlaufsprotokoll steigern. Das Wissen wird in vierteljährlichen Konferenzen und einer Serie aus drei Fallkonferenzen vermittelt. Weiters stellt das Institut den Mitarbeitern ein Augenschutzprotokoll, sowie ein Videoarchiv online zur Verfügung.

Dadurch steigt die Rate der Dokumentation der intraoperativen Schutzmaßnahmen signifikant von 3.4% auf 74.9% ($P < 0.0001$).

Auch die Gesamtinzidenz der Cornealäsionen kann von 1.2/1000 Allgemeinanästhesien auf 0.09/1000 Allgemeinanästhesien gesenkt werden ($P < 0.001$).

Diese Verbesserungen werden auch in der follow up Phase von Oktober 2007 bis Juni 2011 beibehalten.

Patienten mit eingriffs- oder patientenbezogenen Risikofaktoren sollten identifiziert werden, um einen angepassten Augenschutz gewährleisten zu können (Sampat et al, 2015, Gixti et al, 2013, Nair & White und Snow et al, zitiert nach Anesthesia Quality Institute Anesthesia Incident Reporting System (AIRS), 2014, Antosh et al, 2012, Yu et al, 2010, Martin et al, 2009, Moos & Lind, 2006, Koning et al, 2011).

Kontaktlinsträger sollten die Kontaktlinsen präoperativ entfernen (Moos & Lind, 2006 und Yu et al, 2010).

Patienten sollten über Cornealäsionen informiert werden und dazu angeleitet werden, postoperativ nicht ihre Augen zu berühren (Banerjee et al, zitiert nach Kan et al, 2015).

2.6 Protektive Maßnahmen in der intraoperativen Phase

Um perioperative Läsionen der Cornea zu vermeiden, werden verschiedene protektive Maßnahmen angewendet. Die Mehrzahl dieser Maßnahmen besteht aus Augensalben und Gels, Pflasterstreifen oder physischen Barrieren wie Masken und Kissen, welche chemische und mechanische Läsionen sowie das Austrocknen der Augen verhindern sollen.

Die in den themenrelevanten Publikationen identifizierten Schutzmaßnahmen, welche die Augen der Patienten während eines Eingriffs in Allgemeinanästhesie schützen sollen, werden hier aufgeführt:

Passives Verschließen der Augenlider

Während 1977 Batra & Bali, zitiert nach Grixti et al (2013) von einem adäquaten Augenschutz durch das einfache manuelle Verschließen der Augenlider, ohne die zusätzliche Applikation von Augensalben oder das Anbringen von Pflasterstreifen sprechen, zeigen Grover et al 1998, zitiert nach Grixti et al (2013) an 150 Patienten, dass sich epitheliale Defekte häufiger an Augen ohne Schutzmaßnahmen (27%) manifestieren, als an Augen welche mit Pflasterstreifen zugeklebt werden (2%) oder an Augen welche mit Augensalbe versehen werden (1%). Auch Siffring & Poulton, zitiert nach Grixti et al (2013) raten von dem passiven Verschließen der Augen ab, da ein erhöhtes Risiko für Hornhautläsionen besteht und die ungeschützten Augen einer ständigen Aufmerksamkeit des Anästhesisten bedürfen und dieser von anderen Aufgaben abgelenkt werden kann. Ausserdem ist diese Maßnahme häufig aufgrund der Positionierung des Patienten oder der Platzierung von sterilen Abdecktüchern nicht praktikabel (White & David und Anderson et al, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Zukleben der Augenlider mit Pflasterstreifen

Die einfachste Methode für den Augenschutz, das Zukleben der Augen, zielt darauf ab, das Augenlid mechanisch geschlossen zu halten, damit die Cornea durch natürliche Mechanismen geschützt wird. Dadurch kann einem Lagophthalmus und einer Expositionskeratopathie vorgebeugt werden (Siffring & Poulton, zitiert nach Grixti et al, 2013). Auch ein mechanisches oder chemisches Trauma kann auf diese Weise verhindert werden (Gild et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). Das Zukleben alleine vermag das Verdunsten von Tränenflüssigkeit zu reduzieren, allerdings wird die anästhesieinduzierte verminderte Tränenproduktion nicht kompensiert (Cross & Krupin, zitiert nach Hashemi et al, 2014). Orlin et al und Batra & Bali (zitiert nach Grixti et al, 2013) konnten keine Hornhautläsionen nach Applikation von Pflasterstreifen nachweisen. Die Augenlider sollten horizontal zugeklebt werden, da auf diese Weise ein kompletter Lidschluss erreicht werden kann. Bei vertikalem Anbringen des Pflasterstreifens besteht das Risiko, dass sich die Lider öffnen (Herbert, zitiert nach Grixti et al, 2013). Das Zukleben der Augenlider sollte unmittelbar nach Einleitung der Narkose, bei Erlöschen des Lidreflexes, noch vor der Intubation erfolgen, um das Risiko eines mechanischen Traumas zu reduzieren. Davon ausgenommen ist eine Rapid Sequence Induction (Martin et al, 2009, Moos & Lind, 2006, Cucchiara & Black, White & Crosse und Watson & Moran, zitiert nach Grixti et al, 2013). Ein Zukleben der Augenlider erschwert die direkte Beobachtung der Augen und der Pupillenreaktionen, was beispielsweise bei endonasalen Eingriffen notwendig sein kann, um Zeichen einer Orbitaverletzung zu erkennen (Cuddihy & Whittet, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Ausserdem birgt diese Maßnahme auch potentielle Gefahren. Bei unsachgemäßer Anbringung der Pflasterstreifen drohen mechanisches Trauma und Expositionskeratopathie (Siffring & Poulton, zitiert nach Grixti et al, 2013). Auch der Kontakt der Augenoberfläche mit dem Klebstoff oder das Scheuern an der Kante des Pflasterstreifens sind möglich (Snow et al und Rosenberg zitiert nach Grixti et al, 2013). Segal et al (2014) finden retrospektiv eine erhöhte Inzidenz von cornealen Abrasionen bei Patienten mit intraoperativ zugeklebten Augenlidern. Die Autoren vermuten, dass möglicherweise ein grobes Anbringen oder Entfernen der Pflasterstreifen dafür verantwortlich sein könnte. Eine periodische Überprüfung der Augen zur Sicherstellung der korrekten Platzierung der Pflasterstreifen ist intraoperativ nötig (Moos & Lind, 2006 und Yanagidate & Dohi, zitiert nach Grixti et al, 2013). Weiters können allergische Reaktionen auf das Material der Pflasterstreifen, Schäden an den Wimpern und Verletzungen an der Lidhaut auftreten (White & David, zitiert nach Grixti et al, 2013). Es wird empfohlen, die Pflasterstreifen zu entfernen, bevor der Patient aus der Narkose erwacht, da ein Öffnen der Augen unter den Pflasterstreifen Verletzungen hervorrufen kann (Yu et al, 2010 und Snow et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). Dabei sollten die Streifen vom Oberlid zum Unterlid hin abgezogen werden, um Läsionen an der Cornea zu verhindern (White & David, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Antosh et al (2012) finden bei sechs von 548 Patientinnen Cornealäsionen. Intraoperativ ist bei fünf dieser Patientinnen Augenschutz mit Pflasterstreifen dokumentiert, eine Patientin erhält Pflasterstreifen in Kombination mit Augensalbe. Die Autoren empfehlen bei allen Frauen, welche sich einer laparoskopischen oder roboterassistierten Sakro-Kolpopexie unterziehen, die Augen protektiv zu verschließen.

Auf dem Markt finden sich alternative Augenpads, wie beispielsweise EyeGard® (Pentland Medical Ltd, Grossbritannien) oder EyePro™ (Andsco Medical Pty Ltd, Australien), mit welchen die Augenlider intraoperativ zugeklebt werden können. Publikationen, welche deren Effektivität belegen, können derzeit nicht gefunden werden.

Anwendung von Augensalben

Um dem verminderten Tränenfluss während einer Allgemeinanästhesie Rechnung tragen zu können, kann das Ersetzen des Tränenfilms nötig sein (Cross & Krupin und Krupin et al, zitiert nach Grixti et al, 2013).

1998 zeigen Grover et al, zitiert nach Grixti et al (2013) eine Überlegenheit des Einsatzes von antibiotischer Augensalbe gegenüber dem alleinigen Zukleben der Augenlider. Es gibt eine Vielzahl von Augensalben, jede davon mit anderen Eigenschaften und verschiedener Viskosität: antibiotische Augensalben, künstlicher Tränenersatz und Schmiermittel. Diese Salben können auf der Basis von Paraffin, Salzlösung oder Methylcellulose erhältlich sein. Herkömmlich werden Salben auf Fettbasis denen auf Wasserbasis vorgezogen, da sie eine längere Verweildauer im Auge aufweisen. Die Halbwertszeit für die Verweildauer im geschlossenen Auge beträgt für Mineralölprodukte 32 Minuten, für Methylcellulose 12 Minuten und für Salben auf Basis von Salzlösung 6.6 Minuten (White & Crosse und Hardberger et al, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Odom et al, zitiert nach Hashemi et al (2014) zeigen, dass Paraffin die Stabilität des natürlichen Schutzfilms der Cornea herabsetzt, während Methylcellulose diesen verlängert. Weiters hat Methylcellulose, neben ihren schmierenden Eigenschaften, den Vorteil eine klebstoffartige Substanz zu bilden, welche die Augen gegenüber der Aussenwelt abdichtet und somit die Verdunstung der Tränenflüssigkeit einschränkt und auch vor Fremdkörpern und mechanischen Traumen schützen kann (Schmidt & Boggild-Madsen und Bundgaard-Nielsen et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). Diese Eigenschaft zeigt laut Boggild-Madsen et al, zitiert nach Hashemi et al, (2014) in der postoperativen Phase keine Nebenwirkungen. Hingegen wird nach Applikation von künstlichem Tränenersatz bei 75% der Patienten und nach Anwendung von Schmiermittel auf Paraffinbasis bei 55% der Patienten über unklares Sehen postoperativ berichtet (White & Crosse, zitiert nach Hashemi et al, 2014).

Zudem sind Salben auf Paraffinbasis mit lokalen allergischen Reaktionen, Lichtempfindlichkeit und Fremdkörpergefühl vergesellschaftet (Siffring & Poulton, Ganidagli et al und Boggild- Madsen et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). Mineralölprodukte sind entflammbar und deshalb nicht geeignet bei Narkosen in der Gesichtschirurgie (Siffring & Poulton, zitiert nach Grixti et al, 2013). In der Literatur ist die Anwendung weiterer protektiver Wirkstoffe, wie Hydroxypropyl Methylcellulose (Tears Naturale II®) und Polyacrylsäure (Viscotears®) beschrieben. Auch bei diesen Produkten werden gelegentliche Nebenwirkungen, wie verschwommenes Sehen und Rötung der Bindehaut, großteils aufgrund enthaltener Konservierungsstoffe angegeben (Ganidagli et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). In einem Fallbericht von Manecke et al, zitiert nach Grixti (2013) wird nach Anwendung einer konservierungsmittelhaltigen Augensalbe über verminderte Sehschärfe, gerötete Bindehaut, Augen- und Kopfschmerzen, sowie Lichtempfindlichkeit über mehrere Tage angegeben.

Moos & Lind (2006) empfehlen keine routinemäßige Anwendung von Augensalbe, es sei denn, der chirurgische Eingriff erfordert sie.

Kocatürk et al (2012) vergleichen die prophylaktische Applikation von Pflasterstreifen (Hypafix®, Smith and Nephew, Frankreich), antibiotischer Augensalbe (Terramycin®, Pfizer, Türkei), Gel mit Polyacrylsäure (Viscotears®, Novartis, Türkei) und schmierender Augensalbe auf Mineralölbasis (Duratears®, Liba, Türkei). Die Autoren finden eine signifikant höhere Rate an cornealen Läsionen <1mm, nicht jedoch an grösseren Läsionen in der Gruppe mit der Anwendung von Viscotears®. Auch ein häufigeres Auftreten von konjunktivaler Hyperämie und Juckreiz im Aufwachraum wird in dieser Gruppe beobachtet. Chemosis (Schwellung der Bindehaut) wird vermehrt in der Gruppe mit Applikation von Pflasterstreifen beschrieben.

Einige randomisierte, kontrollierte Studien zeigen keinen Vorteil der Applikation von Augensalbe oder Augensalbe in Kombination mit Pflasterstreifen, gegenüber dem alleinigen Zukleben der Augenlider im Hinblick auf die Reduktion von Hornhautläsionen (Wallace et al, 2009, Orlin et al, Siffring & Poulton, Cucchiara & Black und Ganidagli et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). Dies lässt Grixti et al (2013) vermuten, dass sich die reduzierte Tränenproduktion bei zugeklebten Augenlidern nicht schädlich auf die Augenoberfläche auswirkt. Dies gilt möglicherweise nicht für Patienten mit Sicca Syndrom oder anderen Erkrankungen, welche die Augenoberfläche betreffen und mit einem mangelhaften Tränenfilm vergesellschaftet sind (Orlin et al, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Von der alleinigen Applikation von Augensalbe könnten Patienten profitieren, bei welchen ein Zukleben der Augenlider nicht möglich ist, wie etwa Verbrennungsoffer mit Gesichtsbeteiligung, oder Patienten mit Verletzungen der Gesichtsknochen (Yu et al, 2010). Diese Technik erlaubt auch eine kontinuierliche intraoperative Beobachtung der Augen (White & David und Cuddihy & Whittet, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Allerdings berichten Yu et al (2010) von Hornhautverletzungen bei einem Patienten mit Gesichtsverbrennungen und einem Patienten mit funktioneller endoskopischer Nasennebenhöhlenoperation, bei denen nur Augensalbe appliziert wird.

Zheng et al (2009) vermuten, dass Patienten mit einer Autoimmunerkrankung, wie dem Antiphospholipid-Syndrom, von der prophylaktischen Applikation von Augensalben, zusätzlich zum Zukleben der Augenlider, einen Nutzen ziehen könnten. Kocatürk et al (2012) postulieren, dass die Kombination eines Gels oder einer Salbe mit dem Zukleben der Augenlider möglicherweise einen besseren Schutz für Patienten in Bauchlage darstellt, als eine einzelne Maßnahme alleine.

chirurgisches Zunähen der Augenlider (Tarsorrhaphie)

Nach Snow et al, Terry et al und Rosenberg, zitiert nach Grixti et al (2013) kann bei Patienten mit hervorstehenden Augen oder Exophtalmus das vorübergehende Vernähen der Augenlider nötig sein, um Lagophtalmus und Expositionskeratopathie zu verhindern. Dem gegenüber stellen White & David und Anderson et al, zitiert nach Grixti et al (2013) fest, dass die Tarsorrhaphie ein Trauma der Augenlider verursacht und nur

eingeschränkten Schutz gegen chemische und mechanische Verletzungen bietet. Zudem schränkt sie einen kompensatorischen Exophthalmus bei periorbitalem Ödem oder erhöhtem intraorbitalem Druck ein (White & David und Cuddihy & Whittet, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Applikation von Schutzbrillen, Kontaktlinsen und Bandagen

Die Anwendung von Masken und Polsterung erfolgt häufig zusätzlich zur Salbenapplikation oder zum Zukleben der Augen, um direkten Druck auf die Bulbi zu verhindern. Dieses Procedere führt allerdings bei schlecht sitzenden Masken oder falscher Positionierung der Polsterung zu erhöhtem Druck und vermindertem Blutfluss im Gebiet rund um die Augen. Dies kann eine Hypoxie der Cornea durch reduzierten choroidalen Blutfluss, Ödem, Verschörfung von epithelialen Zellen zur Folge haben und in cornealen Abrasionen resultieren (Odom et al, zitiert nach Hashemi et al, 2014). Roth et al, zitiert nach Grixti et al (2013) berichten von postoperativer Blindheit durch dislozierte Schutzbrillen, welche Druck auf den Bulbus ausüben.

Schutzbrillen schützen die Augen nicht vor dem Austrocknen, zudem können die Hautdesinfektion und der periorbitale Zugang in der Gesichtschirurgie durch die Brille behindert werden (Anderson et al, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Der Schutz der Cornea mittels Kontaktlinsen scheint die Rate, mit welcher die Tränenproduktion abnimmt, zu verlangsamen (Terry et al, zitiert nach Hashemi et al, 2014). Weiche Kontaktlinsen sind vergleichbar effektiv wie okklusive Verbände, Augensalbe oder Augen-Gel, da sie bei langen Narkosen die Stabilität des Tränenfilms begünstigen (Hrazdiová et al, zitiert nach Grixti et al, 2013). Dem setzen White & David und White & Crosse, zitiert nach Grixti (2013) entgegen, dass die Applikation von Kontaktlinsen nicht praktikabel ist, da bei Einsetzen und Entfernen der Linsen corneale Läsionen entstehen können.

Anwendung von Hydrogel (Polyacrylamid-Agar-Agar-Gel, Geliperm®)

Hydrogel ist eine ursprünglich für die Wundversorgung entwickelte, durchsichtige, hypoallergene, weiche Substanz, welche bei endonasalen Eingriffen als Augenschutz verwendet werden kann. Durch den hohen Wassergehalt kann die Austrocknung der Augenoberfläche verhindert werden, während die Transparenz die direkte Beobachtung des Auges erlaubt. Dies ist besonders bei Eingriffen, bei denen traumatische Komplikationen an der Orbita möglich sind, wichtig. Hydrogel kann einfach auf die geschlossenen Augenlider appliziert werden. Alternativ kann es, mit Hilfe eines Augenspekulums, direkt auf die Augenoberfläche gelegt werden, wenn perioperativ eine kontinuierliche Inspektion des Auges nötig ist. Das Hydrogel passt sich gut an die Form der Augenoberfläche an. Da das Hydrogel austrocknen kann, wird gerade bei langen Eingriffen empfohlen, dieses mit sterilem Wasser zu benetzen. Cuddihy & Whittet benutzen Hydrogel bei über 300 Eingriffen und beobachten dabei keine corneale Verletzungen (Cuddihy & Whittet, zitiert nach Grixti et al, 2013).

Wan et al (2014) führen eine randomisierte, kontrollierte Studie durch, in der sie die Anwendung von Hydro-Gel Patches (Jujiu, Science & Biotechnology Co., Ltd, Hangzhou) mit Pflasterstreifen vergleichen. Ihre Ergebnisse zeigen ein signifikant geringeres Auftreten von Hornhautläsionen in der Hydrogel-Patch Gruppe im Vergleich zur Pflasterstreifen Gruppe (15.8% vs. 39.5%, $P < 0.01$). Auch mit dem Augenschutz assoziierte Nebenwirkungen wie Juckreiz (bei zwei Patienten) und Ablederungen an der Augenbraue (an fünf Augen) werden nur in der Pflasterstreifen Gruppe beobachtet. In dieser Studie treten bei der Anwendung von Hydrogel-Patches weder Fremdkörpergefühl noch verschwommenes Sehen auf. Unmittelbar nach dem Eingriff geben in beiden Gruppen jedoch ähnlich viele Patienten subjektive Beschwerden an, welche allesamt nach 24 Stunden regredient sind (Beschwerden an vier Augen in der Hydrogel-Patch Gruppe und an sechs Augen in der Pflasterstreifen Gruppe, $P = 0.257$).

Die Forscher erklären sich die in ihrer Studie, im Vergleich zur Literatur, viel höhere Rate an Hornhautläsionen, mit dem Einsatz der Spaltlampe zur postoperativen Inspektion der Augen und mit dem verwendeten Studiendesign. Insgesamt empfehlen die Autoren den Einsatz von Hydrogel-Patches.

Applikation von okklusiven Verbänden (Tegaderm™, Opsite®)

Eine weitere Option für den intraoperativen Augenschutz ist das Zukleben der Augenlider mit einem okklusiven Wundverband (zum Beispiel Tegaderm™). Diese Pflaster bestehen aus Polyurethan und sind semipermeabel. Dies bedeutet, dass sie atmungsaktiv sind und dennoch die Augen vor Schad- und Reizstoffen, sowie mechanischen Traumen schützen können (Grixti et al, 2013 und Chua et al, zitiert nach Hashemi et al, 2014).

Da die Verdunstung des Tränenfilms reduziert wird, bildet sich unterhalb des Pflasters ein feuchtes Milieu, welches das Austrocknen der Cornea verhindert (Grixti et al, 2013).

Anderson et al, zitiert nach Grixti et al (2013) finden bei der Anwendung von bio-okklusiven Verbänden bei 40.089 Eingriffen an Kopf und Hals bei 12 Patienten (0.03%) Augenverletzungen.

Lavery et al, zitiert nach Grixti et al (2013) können mit der alleinigen Anwendung von Tegaderm™ bei roboterassistierten Prostatektomien in steiler Trendelenburglage Hornhautverletzungen komplett verhindern, während sie im Vergleich dazu, bei der Applikation von Pflasterstreifen und Augensalbe eine Verletzungsrate von 2.3% finden ($P < 0.001$).

Danic et al, zitiert nach Kan et al (2015) können die Inzidenz von Cornealäsionen, während roboterassistierter laparoskopischer radikaler Prostatektomien, von 3% auf 1% senken, indem sie das Zukleben der Augenlider mit gewöhnlichen Pflasterstreifen mit der Applikation von Augenpatches ersetzen.

Gainsburg et al, zitiert nach Kan et al (2015) demonstrieren die Effektivität von transparenten okklusiven Verbänden in der Prävention von Hornhautläsionen im Gegensatz zu gewöhnlichen Pflasterstreifen.

Banerjee et al, zitiert nach Kan et al (2015) reduzieren die Inzidenz von Cornealäsionen von 13.5% auf 0% durch Patientenedukation, Limitierung der intraoperativen Flüssigkeitsinfusion auf maximal zwei Liter und der Benutzung von transparenten okklusiven Verbänden anstelle von gewöhnlichen Pflasterstreifen.

Der okklusive Augenschutz wird häufig bei Patienten in Bauchlage angewandt, da er dicht an der Haut haftet und somit ein versehentliches Abgehen erschwert (Lewis & Traboulsi und Ariani et al, zitiert nach Hashemi et al, 2014).

Yu et al (2010) postulieren, dass er besonders für jene Patienten geeignet sein könnte, welche ein besonderes Risiko für corneale Pathologien haben und bei welchen ein Zukleben der Augenlider mit Pflasterstreifen, oder die Applikation von Augensalbe nicht optimal sein könnte.

Hashemi et al (2014) suchen in ihrer Review nach geeigneten Maßnahmen, welche bei Eingriffen in der Nähe der Sehbahn mit visuell evozierten Potentialen, Cornealäsionen verhindern können. Sie kommen zum Schluss, dass die Anwendung und die Kombination von verschiedenen Schutzmaßnahmen, beispielsweise die Applikation von Augensalbe und Tegaderm™ erfolgsversprechend ist.

Vetter et al (2012) führen an ihrem Institut einen standardisierten Augenschutz ein. Dieser beinhaltet die Applikation eines Augen-Gels auf Wasserbasis und die Anbringung zweier durchsichtiger, okklusiver Pflaster nach Komplettierung des Atemwegsmanagements. Zusammen mit einer Mitarbeiterschulung können sie die Inzidenz von Cornealäsionen signifikant senken (1.20/1000 auf 0.09/1000, $P < 0.001$).

Der beschriebene Augenschutz erscheint den Autoren nach einer Kosten-Wirksamkeits-Analyse wirtschaftlich.

Druckfreie Positionierung

Besonders bei Eingriffen in Bauch- oder Seitenlage ist eine angepasste Positionierung obligat (Yu et al, 2010, Grixti et al, 2013). Unbeabsichtigter Druck auf die Bulbi, beispielsweise durch die Hände des Chirurgen bei Eingriffen in der Kopfregion sollte vermieden werden (Grixti et al, 2013).

2.7 Protektive Maßnahmen in der postoperativen Phase

Moos und Lind (2006) empfehlen, den Patienten auch postoperativ im Aufwachraum vor Hornhautläsionen zu schützen. Patienten, welche intraoperativ Augensalbe appliziert bekommen, sollen darüber informiert werden, dass eine vorübergehende Minderung der Sehschärfe, verschwommene Sicht und ein eventuelles Fremdkörpergefühl normal ist (Siffering & Poulton, zitiert nach Moos & Lind, 2006).

Patienten sollten am Augenreiben gehindert werden, vor allem, wenn ein Pulsoxymeterclip am Finger angebracht ist. Eine vorhandene Sauerstoffmaske oder Sauerstoff-Nasenkanüle sollte regelmässig darauf kontrolliert werden, dass sie nicht in Kontakt mit den Augen kommt. Gerade bei Patienten, welche in der Aufwachphase unruhig sind, sollte großes Augenmerk auf den Schutz von Gesicht und Augen gelegt werden (Mecca, zitiert nach Moos & Lind, 2006).

Bei Patienten, welche postoperativ in Seitenlage positioniert werden, sollten regelmäßige Augenkontrollen erfolgen, da bei diesen Patienten corneale Läsionen sei es am oberen, als auch am unteren Auge entstehen können (Roth et al, zitiert nach Moos & Lind, 2006).

Hornhautläsionen, welche in der unmittelbaren postoperativen Phase erkannt und behandelt werden zeigen bei Roth et al, zitiert nach Moos & Lind (2006) keine bleibenden Schäden.

Anzeichen für corneale Läsionen zeigen sich normalerweise, sobald der Patient im Aufwachraum erwacht. Intraoperativ applizierte Augensalben, Anaesthetika und Analgetika können allerdings die Symptome bis zur Verlegung aus dem Aufwachraum verschleiern. Deshalb empfehlen Moos & Lind (2006), postoperativ auf Symptome wie Fremdkörpergefühl, Schmerzen (vor allem beim Blinzeln), verschwommenes Sehen, Lichtempfindlichkeit und vermehrten Tränenfluss zu achten und bei Verdacht auf eine corneale Abrasion unverzüglich ein ophthalmologisches Konsil einzuholen (McGoldrick, zitiert nach Moos & Lind, 2006).

Wagner et al (2008) finden ein vermindertes Auftreten von Augenreiben in der Aufwachphase ($P < 0.05$), nach Instillation von zwei Tropfen Olopatadin (Patanol™), einem Histamin 1 Antagonist, pro Auge, nach Einleitung der Allgemeinanästhesie. Allerdings hält diese Differenz nicht im Aufwachraum an. Die Inzidenz von Augenreiben ist hier ähnlich hoch, wie die in der Kontrollgruppe (42%).

3 Schlussteil

3.1 Diskussion

Gegenstand der vorliegenden Literaturrecherche sind perioperative Hornhautverletzungen der Augen während einer Allgemeinanästhesie. Diese Läsionen stellen eine schmerzhaft Komplikation dar, welche den Aufenthalt im Aufwachraum oder der Bettenstation verlängern und zu Schadenersatzforderungen führen kann. Das Ziel der Literaturrecherche ist die Identifikation effektiver Maßnahmen, welche das Auftreten von Cornealäsionen während einer Allgemeinanästhesie reduzieren können.

Zahlreiche Schutzmaßnahmen, die den Patienten vor perioperativen Cornealäsionen bewahren sollen, sind in der Literatur beschrieben. Meistens sind es Maßnahmen, welche darauf abzielen, die Augen, während und unmittelbar nach der Allgemeinanästhesie, vor mechanischen und chemischen Verletzungen, sowie vor dem Austrocknen zu schützen. Großangelegte, starke Studien, welche die Überlegenheit einer dieser Intervention gegenüber den anderen belegt, sind nicht publiziert.

Die fünf identifizierten Reviews stützen sich teilweise auf Daten von Publikationen, welche älter als zehn Jahre sind (Moos & Lind, 2006, Wallace et al, 2009, Grixti et al, 2013, Hashemi et al, 2014 und Kan et al, 2015).

Neben den physischen Schutzmaßnahmen, werden auch die Sensibilisierung und die Edukation des Anästhesieteams in zwei Arbeiten beleuchtet (Martin et al, 2009 und Vetter et al, 2012).

Der Großteil der Publikationen in den letzten zehn Jahren geht auf die Inzidenz und die Risikofaktoren für Cornealäsionen ein (Yu et al, 2010, Koning et al, 2011, Antosh et al, 2012, Kim et al, 2012, Segal et al, 2014, Sampat et al 2015 und Wastler et al, 2015). Unglücklicherweise sind in den meisten dieser Publikationen die angewandten protektiven Maßnahmen nicht genau dokumentiert (Sampat et al, 2015, Antosh et al, 2012, Yu et al, 2010, Koning et al, 2011 und Kim et al, 2012).

In die vorliegende Literaturrecherche werden zudem zwei Fallberichte miteinbezogen (Zheng et al, 2009 und Anesthesia Quality Institute Anesthesia Incident Reporting System (AIRS), 2014).

Im vergangenen Dezennium werden drei Studien mit prospektivem Studiendesign publiziert. Eine davon untersucht die Anwendung von Augentropfen mit Histamin 1 antagonistischer Wirkung zur Vermeidung von postoperativem Augenreiben (Wagner et al, 2008) und zwei Arbeiten vergleichen verschiedene intraoperative Schutzmaßnahmen untereinander (Kocatürk et al, 2012 und Wan et al, 2014).

Wenngleich in dieser Arbeit keine Bewertung der Qualität der publizierten Studien vorgenommen wird, so sei auf den retrospektiven Charakter der Mehrheit der eingeschlossenen Publikationen und das damit assoziierte schwache level of evidence hingewiesen. Weniger rezente Publikationen, welche auch die Basis für die inkludierten Reviews bilden, haben hingegen teilweise einen stärkeren Evidenzgrad. Allerdings können die Autoren auch aus diesen Daten, aufgrund der signifikanten Heterogenität keine Metaanalyse durchführen. Dieser Umstand könnte nicht zuletzt auf die erkennbaren Unterschiede der Patientencharakteristika in den verschiedenen Publikationen zurückzuführen sein.

In der verwendeten Literatur unterscheiden sich die Materialien der applizierten Pflasterstreifen, Patches und Verbände, die Zusammensetzung der Augensalben, Gels und Tränenersatzmittel und die Untersuchungsmethoden für den Nachweis von Cornealäsionen. Ferner darf davon ausgegangen werden, dass auch äussere Umstände, welche Einfluss auf die Verdunstungsrate der Tränenflüssigkeit haben könnten, wie Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit, differieren.

Einige verwendete Publikationen stammen aus Asien (Yu et al, 2010, Kim et al, 2011 und Wan et al, 2014). Gerade bei der Applikation von Pflasterstreifen könnte sich die Konfiguration der Augenlider, beispielsweise das Vorhandensein eines Epikanthus auf die Wirksamkeit auswirken.

All diese Faktoren könnten einen direkten Vergleich zwischen den Publikationen, oder eine Übertragung auf die lokalen Verhältnisse erschweren oder gar unmöglich machen.

Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche zeigen zu diesem Zeitpunkt keine verfügbare protektive Maßnahme an, welche isoliert bei allen Patienten erfolgreich angewendet werden könnte.

Der Meinung des Autors nach, erfordert die Vielzahl der möglichen patienten- und eingriffsbezogenen Risikofaktoren einen individuell angepassten Augenschutz, welcher die an ihn gestellten Anforderungen erfüllt und die Besonderheiten des Einzelnen berücksichtigt.

Aus diesem Grund sollte der Augenschutz für jeden einzelnen Patienten kritisch reflektiert und angepasst werden, auch, wenn einige Studien Vorteile einzelner Schutzmaßnahmen gegenüber den anderen aufzeigen.

3.2 Implikationen für die Praxis

Die Wichtigkeit des Augenschutzes sollte in der Ausbildung des perioperativen Personals unterstrichen werden. Entstehung, Symptome von Cornealäsionen und deren Auswirkungen auf den Patientenkomfort, resultierende Morbidität und Kosten sollten erläutert werden. Manifeste Cornealäsionen sollten dem behandelnden Anästhesieteam kommuniziert werden um das Bewusstsein und die Aufmerksamkeit dafür zu steigern.

Methoden und Materialien für den Augenschutz sollten Bestandteil der Ausbildung des perioperativen Personals werden. Besonders die Vermeidung von Lagophthalmus und das Verhindern von Austrocknen sollten unterstrichen werden. Verschiedene protektive Maßnahmen sollten dabei vorgestellt werden, ihre Vor- und Nachteile diskutiert und praktische Übungen durchgeführt werden. Dabei sollten die Indikationsstellung, die atraumatische und aseptische Anwendung sowie die Evaluierung der Effektivität erlernt werden.

Bei jedem Patienten sollten prophylaktische Maßnahmen zur Reduktion von Augenläsionen angewandt werden. Das manuelle Verschließen der Augenlider sollte als unwirksame Schutzmaßnahme betrachtet werden und nicht mehr gängige Praxis sein.

Die Narkoseführenden sollten intraoperativ, in regelmässigen Intervallen, die Effektivität der eingesetzten protektiven Maßnahmen reevaluieren. Dabei soll vor allem auf eine versehentliche Exposition der Cornea oder Druck auf die Bulbi geachtet werden. Bei Vorhandensein von beeinflussenden Faktoren scheint eine Verkürzung der Intervalle sinnvoll.

Postoperativ sollte auf die Symptome von Cornealäsionen geachtet werden, um bei Verdacht einen Fachexperten hinzuziehen zu können.

Das Anästhesieteam sollte darauf achten, dass gerade bei Manipulation im Gesichtsbereich keine gefährlichen Gegenstände in die Nähe der Augen kommen. Identifikationsbadges, Uhren, Schmuck, Stethoskope und Ähnliches sollten abgelegt werden. Einliegende Kontaktlinsen sollten entfernt werden. Vorsicht sollte beim Hantieren mit Beatmungsmaske, Laryngoskop, Fiberoptik, Magensonde und Temperatursonde an den Tag gelegt werden. Die Augen sollten vom Luftzug der Klimaanlage abgeschirmt werden. Auf eine augenferne Kabel- und Schlauchführung sollte stets geachtet werden. Positionierungsutensilien, welche eine druckfreie Positionierung erlauben, sollten sorgfältig angewendet werden. Der Kontakt der Augenoberfläche mit Fremdkörpern, wie Pulsoxymeter, Fingernägeln, Pflasterstreifen, Desinfektionslösung, Puder von Handschuhen, Halterungen, Beatmungsmasken, Sauerstoffmasken, eccetera muss stets verhindert werden. Der Augenschutz sollte besonderen Bedingungen, wie beispielsweise der Verwendung von Laser angepasst sein.

Patienten, welche Risikofaktoren für die Entwicklung einer Cornealäsion haben, sollten frühzeitig identifiziert werden. Deshalb sollte jedes Teammitglied patientenbezogene und eingriffsbezogene Risikofaktoren kennen. Comorbiditäten, welche den Patienten für Cornealäsionen disponieren, sollten in der Prämedikationsvisite erfragt werden und bei Vorhandensein dokumentiert werden, damit ein angepasster Augenschutz eingesetzt werden kann. Dies gilt auch für die Positionierungen und die Lokalisationen des Eingriffs, welche das Risiko erhöhen. Gerade bei diesen sollte auch das chirurgische Team informiert und miteinbezogen werden.

Die Applikation der Augenprotektion sollten so zeitnah wie möglich erfolgen. Wenn möglich sollte der Augenschutz bereits nach Erlöschen des Lidreflexes appliziert werden.

Die Umsetzung könnte allerdings bei einer Rapid Sequence Induction, oder bei Bedarf eines aufwändigen Augenschutzes erschwert sein. Pflasterstreifen sollten nach Entfernung der sterilen Abdeckungen, noch vor dem Erwachen des Patienten sanft entfernt werden.

Materialien für einen personalisierten Augenschutz sollten vorgehalten werden:

Das Institut sollte Pflasterstreifen für den einfachen Augenschutz vorhalten. Diese sollten einen effektiven Lidschluss gewährleisten, ein sanftes, rückstandsloses Entfernen erlauben, hypoallergene Eigenschaften haben und den Hygienevorschriften genügen. Eine Kosten-Nutzen Analyse sollte vorgenommen werden um die Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten. Papier- oder Silikonpflasterstreifen könnten diesen Anforderungen gerecht werden (Zeng et al, 2013 und Wong, 2014).

Eine Augensalbe sollte für den erweiterten Augenschutz und die Anwendung bei Risikopatienten vorgehalten werden. Die unkritische, routinemässige Salbenapplikation bei allen Patienten kann aktuell nicht empfohlen werden. Ihre Anwendung sollte gerade bei Patienten mit erhöhtem Risiko für das Austrocknen der Augenoberfläche, herabgesetzter Tränenproduktion, bei der Unmöglichkeit die Augenlider anderweitig zu verschließen und bei Eingriffen in Bauchlage erfolgen. Bei der Applikation sollte den Herstellerangaben Folge geleistet werden. Verwendete Augensalben sollten idealerweise den Tränenfilm stabilisierende, sowie hypoallergene Eigenschaften besitzen und in der postoperativen Phase kein verschwommenes Sehen, keine Augenrötungen oder Juckreiz erzeugen. Zu diesem Zweck könnten Augensalben auf Wasserbasis ohne Konservierungsstoffe Anwendung finden.

Eine Einschätzung von Seiten des Hygieneinstituts, ob die Verwendung einer Tube Augensalbe für mehrere Patienten, wie zur Zeit gängige Praxis, hinsichtlich des Kontaminationsrisikos unbedenklich und zulässig ist, wäre wünschenswert. Um die Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten, sollte eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt werden.

Patienten mit erhöhtem Risiko für Cornealäsionen profitieren von der Applikation von bio-okklusiven Verbänden. Gerade bei laparoskopischen Eingriffen, bei Eingriffen an Kopf und Hals oder in Bauchlage sollten diese angewendet werden.

Ist die kontinuierliche Inspektion des Auges nötig, kann die Applikation von transparentem Hydrogel einen effektiven Augenschutz darstellen.

Auch Hydrogel-Patches sind effektiv in der Prävention von Augenläsionen. Ihr Einsatz sollte bei Risikopatienten erwogen werden.

Erhältliche alternative Augenpads, sollten auf ihre Wirksamkeit untersucht werden.

Die genaue Dokumentation der gewählten Methode des Augenschutzes auf dem Narkoseverlaufsprotokoll sollte regelmässig und vollständig erfolgen, um angewandte Maßnahmen nachvollziehen zu können.

Eine Schaltfläche für den Augenschutz im zukünftigen digitalen Anästhesieprotokoll, kann eine Gedankenstütze oder Erinnerung darstellen und sollte implementiert werden.

Diese Daten könnten ausserdem retrospektiv zur Bewertung der protektiven Maßnahmen herangezogen werden.

Patienten sollten im Rahmen des Narkose-Aufklärungsgespräches über das Risiko von perioperativen Cornealäsionen aufgeklärt werden. Sie sollten darüber informiert werden, dass postoperativ verschwommenes Sehen auftreten kann, wenn Augensalbe appliziert wird. Patienten sollten dazu angeleitet werden, sich postoperativ nicht an die Augen zu fassen.

Kontaktlinsenträger sollten instruiert werden, am Operationstag ihre Kontaktlinsen zu entfernen.

4 Literaturverzeichnis

Anesthesia Quality Institute Anesthesia Incident Reporting System (AIRS). «A Case Report From the Anesthesia Incident Reporting System Case 2014-11: Proper Eye Protection.» *American Society of Anesthesiologists* 78, no. 11 (November 2014): 44-45.

Antosh Danielle D, Whyte Tori, Ezzel Ann, Chen Beatrice A, Sokol Andrew I, Park Amy J. «Incidence of corneal abrasions during pelvic reconstructive surgery.» *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* (Elsevier) 166 (2013): 226-228.

Grixti Andre, Sadri Maziar, Watts Mark T. «Corneal Protection during General Anesthesia for Nonocular Surgery.» *The Ocular Surface* (Elsevier) 11, no. 2 (April 2013): 109-118.

Hashemi Ali, Pisklakov Sergey, Rimal Jyotsna, Patel Anuradha. «Corneal Abrasion and Visual Evoked Potentials Monitoring: Causes and Prevention.» *British Journal of Medicine & Medical Research* (Sciencedomain international) 4, no. 7 (2014): 1442-1447.

Heegaard Steffen, Grossniklaus Hans. *Eye Pathology*. New Delhi: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015.

International Federation of Nurse Anesthetists. *Standards of Education, Practice, Monitoring and Code of Ethics* . 2012.

Kan K M, Brown S E, Gainsburg D M. «Ocular complications in robotic-assisted prostatectomy: a review of pathophysiology and prevention .» *Minerva Anestesiologica* 81, no. 5 (Mai 2015): 557-566.

Kim K, Kim H J, No J H, Kim T W, Kim Y B, Suh C S. «Increased risk for post-operative corneal injuries in patients who undergo laparoscopic gynecologic surgery .» *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* 56 (2012): 504-506.

Kocatürk Özlem, Kocatürk Tolga, Kaan Nil, Dayanır Volkan. «The Comparison of Four Different Methods of Perioperative Eye Protection under General Anesthesia in Prone Position.» *Journal of Clinical and Analytical Medicine* 3, no. 2 (2012): 163-165.

Koning Jeffrey L, Nicolay Lesli I, Jellison Forrest, Heldt Jonathan P, Dunbar Jennifer A, Baldwin Duane D. «Ocular Complications After Open and Hand-assisted Laparoscopic Donor Nephrectomy .» *Urology* (Elsevier) 77, no. 1 (2011): 92-96.

Martin David P, Weingarten Toby N, Gunn Paul W, Lee KunMoo, Mahr Michael A, Schroeder Darrell R, Sprung Juraj. «Performance Improvement System and Postoperative Corneal Injuries Incidence and Risk Factors.» *Anesthesiology* (Lippincott Williams & Wilkins) 111, no. 2 (August 2009): 320-326.

Moos Daniel D, Lind Diana M. «Detection and Treatment of Perioperative Corneal Abrasions.» *Journal of PeriAnesthesia Nursing* 21, no. 5 (Oktober 2006): 332-341.

Sampat Ajay, Parakati Isaac, Kunnavakkam Rangesh, Glick David B, Lee Nita K, Tenney Meaghan, Eggener Scott, Roth Steven. «Corneal Abrasion in Hysterectomy an Prostatectomy Role of Laparoscopic and Robotic Assistance.» *Anesthesiology* 122, no. 5 (Mai 2015): 944-1001.

Sbarbati, Andrea. *Anatomia Umana Normale*. Neapel: Sorbona, 2003.

Segal Kira L, Fleischut Peter M, Kim Charles, Levine Ben, Faggiani Susan L, Banerjee Samprit, Gadalla Farida, Lelli Gary J Jr. «Evaluation and Treatment of Perioperative Corneal Abrasions.» *Journal of Ophthalmology* (Hindawi) 2014 (Februar 2014): 1-5.

Vetter Thomas R, Ali Nabil M K, Boudreaux Arthur M. «A Case-Control Study of an Intraoperative Corneal Abrasion Prevention Program: Holding the Gains Made with a Continuous Quality Improvement Effort.» *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety* 38, no. 11 (2012): 490-496.

Wagner K, Sidhu S, Houser S, Smith C. «Olopatadine Ophthalmic Solution And Eye Rubbing after General Anesthesia: A Pilot Study .» *The Internet Journal of Anesthesiology* 19, no. 1 (2008).

Wallace Stephanie, Chang Heather, Kanjo Emmanuel, Saliski Mary. «Comparison of Techniques for Eye Protection from Corneal Abrasions during General Anesthesia.» *AANA Journal* 77, no. 5 (Oktober 2009): 401-402.

Wan Ting, Wang Yan, Jin Xiu-Ming. «Corneal injury and its protection using hydro-gel patch □ during general anesthesia.» *International Journal of Ophthalmology* 7, no. 6 (Dezember 2014): 964-967.

Wastler Karen E, Grichnik Katherine, Noeth Taylor, Beck Janet E. «Five Elements for Consider- ation in the Development of Corneal Abrasion Avoidance Protocols.» *AANA Journal* 83, no. 1 (Februar 2015): 15-16.

Wong, Irene. «COMPARISON OF THE USE OF KIND REMOVAL SILICON TAPE VERSUS MICROPORE PAPER TAPE ON PATIENTS' EYELIDS UNDER GENERAL ANAESTHESIA - IS ONE SUPERIOR TO ANOTHER?» *ESRA Academy*, 2014.

Yu Han-Dung, Chou An-Hsun, Yang Min-Wen, Chang Chee-Jen. «An Analysis of Perioperative Eye Injuries After Nonocular Surgery.» *Acta Anaesthesiologica Taiwan* 48, no. 3 (2010): 122-129.

Zeng A., Lie S.A., Chong S.Y. «Comparison of 3MTM Kind Removal Silicone Tape versus standard tapes Durapore/Medipore on the face in patients at risk of skin trauma under anesthesia.» *Oral Poster - World Anesthesia Conference*, 2013.

Zheng Karl, Cosmin Guta G, Kulkarni Vivek, Brock-Utne John. «Prevention of Corneal Abrasions in Patients with Autoimmune Dry Eyes.» *International Anesthesia Research Society* 108, no. 1 (Januar 2009): 385-386.

5 Anhang

Suchstrategie und Treffer der Literaturrecherche

Datenbank	Suchstrategie	Treffer	relevant
pubmed	((("eye injuries"[MeSH Terms] OR ("eye"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "eye injuries"[All Fields] OR ("eye"[All Fields] AND "injury"[All Fields]) OR "eye injury"[All Fields]) AND ("general anaesthesia"[All Fields] OR "anesthesia, general"[MeSH Terms] OR ("anesthesia"[All Fields] AND "general"[All Fields]) OR "general anesthesia"[All Fields] OR ("general"[All Fields] AND "anesthesia"[All Fields]))) AND ("2010/11/30"[PDat] : "2015/11/28"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])	n=20	n=3
pubmed	((("eye"[MeSH Terms] OR "eye"[All Fields]) AND protection[All Fields] AND ("general anaesthesia"[All Fields] OR "anesthesia, general"[MeSH Terms] OR ("anesthesia"[All Fields] AND "general"[All Fields]) OR "general anesthesia"[All Fields] OR "general"[All Fields] AND "anesthesia"[All Fields]))) AND ("2000/01/01"[PDAT] : "3000/12/31"[PDAT]) AND "humans"[MeSH Terms])	n=10	n=4
pubmed	("cornea"[MeSH Terms] OR "cornea"[All Fields]) AND ("prone position"[MeSH Terms] OR ("prone"[All Fields] AND "position"[All Fields]) OR "prone position"[All Fields] OR "prone"[All Fields]) AND ("2010/11/30"[PDat] : "2015/11/28"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])	n=23	n=1
pubmed	("postoperative complications"[MeSH Terms] OR ("postoperative"[All Fields] AND "complications"[All Fields]) OR "postoperative complications"[All Fields] OR ("postoperative"[All Fields] AND "complication"[All Fields]) OR "postoperative complication"[All Fields]) AND ("anaesthesia"[All Fields] OR "anesthesia"[MeSH Terms] OR "anesthesia"[All Fields]) AND ("cornea"[MeSH Terms] OR "cornea"[All Fields] OR "corneal"[All Fields]) AND ("2010/11/30"[PDat] : "2015/11/28"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])	n=40	n=2
cinahl	corneal abrasion AND anesthesia	n=6	n=6
cinahl	Eye injury AND anesthesia	n=47	n=4
cochrane	anesthesia AND corneal abrasion	n=6	n=1

pubmed	(perioperative[All Fields] AND ("cornea"[MeSH Terms] OR "cornea"[All Fields] OR "corneal"[All Fields]) AND abrasion[All Fields]) AND ("2005/12/02"[PDat] : "2015/11/29"[PDat])	n=9	n=6
pubmed	Ocular[All Fields] AND ("complications"[Subheading] OR "complications"[All Fields]) AND ("J Robot Surg"[Journal] OR ("robotic"[All Fields] AND "surgery"[All Fields]) OR "robotic surgery"[All Fields])	n=9	n=2

Ein-und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien: Publikationen der letzten 10 Jahre in deutscher, italienischer oder englischer Sprache, Publikationen welche die Inzidenz, Ätiologie oder Prävention von Cornealäsionen beschreiben.

Ausschlusskriterien: Tierstudien, Kadaverstudien, Publikationen die älter als 10 Jahre sind, Publikationen, welche nicht in deutscher, italienischer oder englischer Sprache verfasst sind, ophtalmologische Eingriffe, Läsionen an Sehnerv, Netzhaut, Sehzentrum. Publikationen, welche diagnostische oder therapeutische Maßnahmen bei cornealen Läsionen beschreiben.

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass diese Diplom-/ Projektarbeit von mir selbständig erstellt wurde. Das bedeutet, dass ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel beigezogen und keine fremden Texte als eigene ausgegeben habe. Alle Textpassagen in der Diplom-/ Projektarbeit, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Datum:

Unterschrift:

Veröffentlichung und Verfügungsrecht

Die Z-INA verpflichtet sich, die Diplom-/ Projektarbeit gemäss den untenstehenden Verfügungen jederzeit vertraulich zu behandeln.

Bitte wählen Sie die Art der vertraulichen Behandlung:

<input type="checkbox"/>	Veröffentlichung ohne Vorbehalte
<input type="checkbox"/>	Keine Veröffentlichung

Datum:

Unterschrift:

Von der Z-INA auszufüllen:

Die Z-INA behält sich vor, eine Diplom-/ Projektarbeit nicht zur Veröffentlichung frei zu geben.

<input type="checkbox"/>	Die Diplom-/ Projektarbeit kann seitens Z-INA veröffentlicht werden
<input type="checkbox"/>	Die Diplom-/ Projektarbeit kann seitens Z-INA nicht veröffentlicht werden

Datum:

Unterschrift der Studiengangsleitung: