

Aus der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. med. dent. N. R. Kübler

Versorgungen von Orbitabodenfrakturen
- Eine retrospektive Analyse

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Hatice Eren

2018

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Univ. Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Jörg Handschel

Zweitgutachter: PD Dr. med. Jan Grassmann

Meinen Eltern gewidmet,
die meinen Ausbildungsweg stets mit
liebvoller Aufmerksamkeit begleitet haben

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

Holtmann, H., Eren, H., Sander, K., Kübler, N. R., Handschel, J., (2016), Orbital floor fractures – short- and intermediate-term complications depending on treatment procedures. *Head & Face Medicine*, 2016, 12(1)

Zusammenfassung

Ziel der Studie war die Untersuchung von Rekonstruktionsmaterialien zur Versorgung von Orbitabodenfrakturen im Hinblick auf Kurzzeit- und Mittelzeit-Eigenschaften und auf die Korrelation der Defektgröße mit der Wahl des Rekonstruktionsmaterials. Verglichen wurden die resorbierbaren Poly-p-dioxanon-Folien der Stärke 0,15 mm, 0,25 mm und die nicht resorbierbaren präformierten Titan-Meshes. Eingeschlossen wurde ein Patientenkollektiv, das in dem Zeitraum von 2005 bis 2012 aufgrund einer Orbitabodenfraktur in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie an der Universitätsklinik Düsseldorf behandelt wurden. Zur retrospektiven Analyse wurden die Defektgrößen im CT ausgemessen, die Versorgungsmaterialien und prä- und postoperative Symptome wie Diplopie, Motilitätseinschränkungen, En- und Exophthalmus kritisch verglichen und ein Fragebogen angefertigt. Die statistische Auswertung zeigt, dass die Rekonstruktionen mit den PDS-Folien (0,15 und 0,25 mm) sehr gute klinische Ergebnisse und eine geringe Rate an postoperativer Diplopie, Motilitätseinschränkung, Ex- und Enophthalmus aufweisen. In Hinblick auf die Messungen im CT ist die PDS-Folie der Stärke 0,15 mm sehr gut für die Rekonstruktionen von Defekten der Größe von 250 bis 300 mm² geeignet. Als weiteres Ergebnis zeigte sich, dass ausgedehntere Defektgrößen von bis zu 437 mm² erfolgreich mit einer PDS-Folie der Stärke 0,25 mm² rekonstruiert werden konnten. Darüber hinaus wurde deutlich, dass die Rekonstruktionen mit Titan-Meshes keine signifikante Reduktion von postoperativer Diplopie und laut Fragebogen-Auswertung ein Fremdkörpergefühl aufwiesen. Dies berücksichtigend sollte die Indikation für Titan-Meshes auf extensive Orbitabodenfrakturen reduziert werden.

Summary

Up to date different reconstruction materials have been suggested for orbital floor fractures. However, so far there is no evidence on the effectiveness of various materials in according to the size of the defects. Therefore the aim of the study was to evaluate which reconstructive material provides best clinical outcome. This retrospective analysis included surgical, ophthalmological data and CT-Scans derived from 775 patients treated with polydioxanone foil (PDS) of different thickness (0.15 mm and 0.25 mm) and titanium meshes. The following parameters were evaluated: Defect size on the CT-Scans, diplopia, en- or exophthalmus and motility disturbances. Furthermore received questionnaires on satisfaction and potential postoperative problems. The results demonstrated significantly reduced rates of diplopia, en- or exophthalmus and motility disturbances when PDS-foils of 0.15 mm thickness were used to treat the defects ranging between 250 to 300 mm² in size and thicker PDS-foils (0.25 mm) for the larger defects (437 mm²) (p<0.01).

In comparison to the reconstruction with the PDS-foils, titanium meshes showed no significant reduction of postoperative diplopia (p=0.07). Moreover, based on the results of the questionnaires, 50% of the patients treated with titanium meshes indicated a postoperative foreign body sensation and cold feeling in the surgical area.

Based on the results of the study, titanium meshes should be indicated only in the extensive orbital floor fractures or in the complex cases including fractures of the lateral or medial orbital wall.

Abkürzungsverzeichnis

AO	Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese
Abb.	Abbildung
CAD/CAM	Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing
CMF	Craniomaxillofazial
CT	Computertomographie
Intraop.	Intraoperativ
Lat.	Lateral
M.	Musculus
Med.	Medial
Mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomographie
OB	Orbitaboden
OP	Operation
PDS	Poly-p-dioxanon
Tab.	Tabelle
z.B.	Zum Beispiel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Abkürzungsverzeichnis	III
Inhaltsverzeichnis	IV
1 Einleitung	- 1 -
1.1 Anatomie der Orbita	- 1 -
1.2 Frakturen der Orbita	- 2 -
1.3 Klassifikation und Einteilung	- 2 -
1.3.1 Le-Fort-Klassifikation	- 3 -
1.3.2 AO-CMF-Klassifikation	- 5 -
1.4 Frakturen des Orbitabodens	- 6 -
1.4.1 Klassifikation	- 6 -
1.4.2 Symptome und Folgen	- 9 -
1.4.3 Indikationen zur operativen Versorgung	- 11 -
1.5 Geschichte der Orbitabodenrekonstruktion	- 13 -
1.6 Materialien zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen	- 14 -
1.6.1 Autogene Materialien	- 15 -
1.6.2 Allogene Materialien	- 15 -
1.6.3 Alloplastische Materialien	- 16 -
1.6.3.1 Titan	- 16 -
1.6.3.2 PDS	- 19 -
1.7 Fragestellung	- 21 -
2 Material und Methoden	- 22 -
2.1 Patientengruppen	- 22 -
2.2 Ophthalmologische Untersuchung	- 23 -
2.3 Materialien zur Rekonstruktion des Orbitabodens	- 25 -
2.3.1 Poly-p-dioxanon	- 25 -
2.3.2 Titan-Mesh	- 26 -
2.4 Computertomografie	- 27 -
2.5 Fragebögen	- 28 -
2.6 Statistische Analyse	- 34 -
2.7 Ethikantrag	- 35 -
3 Ergebnisse	- 36 -
3.1 Gesamtes Patientenkollektiv	- 36 -

3.2	Patientenkollektiv ohne Indikation zur Operation.....	- 39 -
3.3	Patientenfälle mit exakter Reposition der Fragmente	- 39 -
3.4	Rekonstruktion mit einer PDS-Folie (0,15 mm)	- 40 -
3.5	Rekonstruktion mit einer PDS-Folie (0,25 mm)	- 42 -
3.6	Rekonstruktion mit Titan-Mesh	- 44 -
3.7	Revisionsoperationen	- 46 -
3.8	Ergebnisse der Fragebögen	- 48 -
4	Diskussion	- 50 -
4.1	Diskussion der Methodik und der Ergebnisse.....	- 50 -
4.1.1	Patientengruppen	- 50 -
4.1.2	Fragebögen	- 58 -
4.2	Schlussfolgerung	- 59 -
5	Anhang	- 61 -
5.1	Abbildungsverzeichnis.....	- 61 -
5.2	Tabellenverzeichnis	- 62 -
6	Literaturverzeichnis.....	- 63 -

1 Einleitung

1.1 Anatomie der Orbita

Die Orbita stellt einen kegelförmigen knöchernen Raum dar (Aumüller et al., 2006). Durch die Öffnung an der Spitze des Orbitakegels verläuft der Sehnerv, der Nervus opticus. Die Länge der Orbita liegt durchschnittlich bei 37,6 mm und die Breite bei 26,86 mm (Baumann et al., 2002).

An der Bildung der knöchernen Augenhöhle sind mehrere Schädelknochen beteiligt. Das Orbitadach wird vom Os frontale gebildet. Dieser stellt außerdem auch den Boden der vorderen Schädelgrube dar und befindet sich in enger anatomischer Nachbarschaft zum Sinus frontales (Samandari and Mai, 2008).

Der Orbitaboden wird im größten Anteil von der Maxilla, im lateralen Anteil vom Os zygomaticum und am dorsalen Ende des Orbitakegels von einem kleinen Teil des Os palatinum gebildet (Aumüller et al., 2006). Am Orbitaboden verläuft der Nervus infraorbitalis mit der gleichnamigen Begleitarterie, tritt am Foramen infraorbitale aus und sorgt dort als Endast des Nervus maxillaris für die sensible Versorgung des mittleren Gesichtsfeldes. Eine Verletzung des Nervens kann temporäre oder dauerhafte Taubheitsgefühle oder Missempfindungen zur Folge haben. Die innere Oberfläche des Orbitabodens beträgt circa 3-5 cm² (Baumann et al., 2002) und stellt gleichzeitig die obere Kieferhöhlenwand dar.

Die laterale Orbitawand setzt sich im vorderen Bereich aus dem Ala major des Os sphenoidale und im hinteren Bereich aus dem Os zygomaticum zusammen.

Die dünne mediale Wand weist mehrere Schädelknochen auf und besteht dorsal aus dem Ala minor des Os sphenoidale, ventral aus dem Os lacrimale, medial aus dem Os ethmoidale, dem Os frontale und dem Processus frontales

1 Einleitung

der Maxilla (Aumüller et al., 2006). Sie liegt in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Cellulae ethmoidales, die teilweise durch die mediale Orbitawand durchschimmern können (Samandari and Mai, 2008). Außerdem befinden sich hier die Foramina ethmoidales anterius et posterius mit den gleichnamigen Nerven und Arterien, welche für die sensible und arterielle Versorgung der Siebbeinzellen sorgen.

1.2 Frakturen der Orbita

Frakturen der Orbita können solitär oder in Kombination mit anderen Frakturen des Neuro- oder des Viscerocraniums auftreten. Die Knochen, die die oberen Anteile der Orbita bilden wie das Os frontale und das Os sphenoidale gehören zum Neurocranium. Bei Schädelbasisbrüchen in der vorderen Schädelgrube kann es zum Auftreten von Brillen- oder Monokelhämatomen durch die Verletzung des Orbitadachs und der dort verlaufenden Gefäße kommen (Aumüller et al., 2006). Die restlichen Anteile bestehen aus den Knochen des Viscerocraniums.

1.3 Klassifikation und Einteilung

Zur Klassifikation der Frakturen im Orbitabereich müssen die Klassifikationen der Mittelgesichtsfrakturen berücksichtigt werden. Die weltweit bekannteste Einteilung der Mittelgesichtsfrakturen stellt die Le-Fort-Klassifikation von 1901 dar (Cornelius et al., 2014). Seit 2012 wurde die AO-CMF-Klassifikation eingeführt und beschreibt mithilfe von drei Levels individuelle Frakturlinien und -

1 Einleitung

Muster zur detaillierten Wiedergabe und Dokumentation von Mittelgesichtsfrakturen (Kunz et al., 2014).

1.3.1 Le-Fort-Klassifikation

Das Skelett des Gesichtschädels ist mit einer Wabenstruktur vergleichbar und weist pneumatisierte Hohlräume zur Gewichtseinsparung des Schädels auf (Mast et al., 2011). Durch sogenannte Pfeilerstrukturen ist das Mittelgesicht trotzdem in der Lage, Belastungen und Kaudruck Widerstand zu leisten. Die Pfeiler des Gesichtsschädels sind wie folgt aufgeteilt: Stirnnasenpfeiler, vertikaler Jochpfeiler und horizontaler Jochpfeiler (Aumüller et al., 2006). Die Schwachstellen der Pfeilerstrukturen geben die typischen horizontalen Frakturlinien nach der Le-Fort-Klassifikation vor. Le Fort I beschreibt die quer verlaufende Frakturlinie an der Maxilla oberhalb des Os palatinum (siehe Abb. 1). Bei der Le Fort II verläuft die Frakturlinie durch die Maxilla, das Os zygomaticum, das Os ethmoidale und das Os nasale inklusive der Beteiligung der medialen Orbitawände (siehe Abb. 2). Bei der schwersten Form, der Le Fort III-Fraktur, sieht man eine komplette Ablösung des Gesichtsschädels von der Schädelbasis mit Beteiligung der Orbitae an der Grenze zum Os frontale (siehe Abb. 3) (Aumüller et al., 2006).

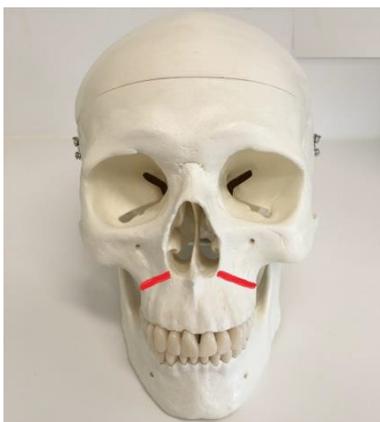


Abbildung 1: Le-Fort-I

1 Einleitung

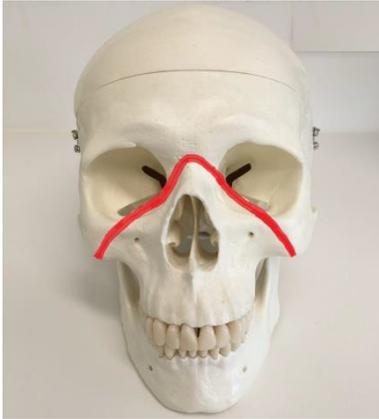


Abbildung 2: Le-Fort-II

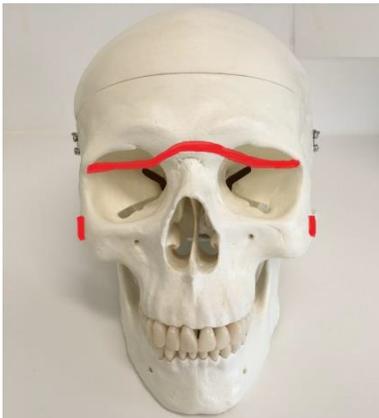


Abbildung 3: Le-Fort-III

Die Le-Fort-Klassifikation galt lange Zeit als der Standard zur Beschreibung von Mittelgesichtsfrakturen, jedoch wurden dabei komplexere Jochbein- und Orbitafrakturen nicht ausreichend berücksichtigt (Mast et al., 2011). Außerdem wurde kritisiert, dass die Krafteinwirkung von Traumen nicht der gezielten Krafteinwirkung während der Versuche in unterschiedlichen Studien gleiche (Mast et al., 2011).

1 Einleitung

1.3.2 AO-CMF-Klassifikation

Neuere Klassifikationen wurden etabliert, um die einfache Systematik der LeFort-Klassifikation aufzugreifen und darauf aufbauend weitere relevante Punkte wie zum Beispiel Frakturebenen, Topographie, Ausdehnung und Stärke der Energieeinwirkung zu berücksichtigen (Mast et al., 2011). Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) veröffentlichte 2012 die aktuelle kranio-maxillofaziale Frakturenklassifikation (CMF-Frakturenklassifikation), welche auf der Basis von CT-Daten beruht (Cornelius et al., 2014). Mithilfe von drei Levels werden Frakturlinien detailliert beschrieben und individuell erfasst. Level 1 basiert auf der Müller-AO-Klassifikation, beschreibt die Lokalisation und ist gegliedert in die vier „Principal Bones“ des Schädelskeletts: 91 Mandible, 92 Midface, 93 Skull Base und 94 Cranial Vault (Cornelius et al., 2014).

Level 2 dient zur detaillierteren Beschreibung der Frakturlinie innerhalb der „Principal Bones“ durch Unterteilung der Regionen in Subregionen. Mithilfe von Level 3 kann neben der exakten topographischen Beschreibung außerdem noch die Morphologie und die Eigenschaften der Fraktur (Dislokation, Fragmentation und Knochenverluste) dokumentiert werden (Cornelius et al., 2014).

Die Orbitawände oder hier die sogenannte „Internal Orbita“ ist unter der Gliederung Midface Level 2 zu finden. Diese werden in der AO-CMF-Klassifikation nach ihrer Geometrie und nicht nach den Anteilen der beteiligten Schädelknochen aufgeteilt und wie folgt gegliedert:

Anterior Orbital Section an Midorbit:

- *Orbital superior Wall (Os)/Orbital Roof*
- *Orbital lateral Wall (Ol)*

1 Einleitung

- *Orbital medial Wall (Om)*
- *Orbital inferior Wall (Oi)/Orbital floor*

Posterior Orbital Section:

- *Orbital Apex (Oa). (Kunz et al., 2014).*

1.4 Frakturen des Orbitabodens

1.4.1 Klassifikation

Nach der morphologischen Eigenschaft der Fraktur können Orbitabodenfrakturen folgendermaßen gegliedert werden: lineare, „trapdoor“ und Blow-out Frakturen (Park et al., 2015).

Dabei weist eine lineare Fraktur einen linearen Frakturverlauf ohne eine Fragmentation des Knochens auf (Park et al., 2015) (siehe Abb. 4). Diese kann disloziert oder auch nicht disloziert auftreten. Bei einer sogenannten „trapdoor“ Fraktur findet man dislozierte Fragmente, die jedoch partiell oder punktuell noch einen Kontakt zu nicht verletzten Bereichen zeigen („offene Falltür“) (Cornelius et al., 2014) (siehe Abb. 5). Folglich kann dabei das Weichgewebe in der Orbita in die Kieferhöhle prolabieren. Währenddessen zeigt sich bei einer Blow-out Fraktur eine komplette Dislokation der Fragmente (Park et al., 2015).

Außerdem können Blow-out Frakturen des Orbitabodens topographisch in reine und gemischte Blow-out Frakturen unterteilt werden: ersteres stellt eine isolierte Orbitabodenfraktur dar (siehe Abb. 6), während letzteres mit Beteiligung der umliegenden Knochen, beispielsweise der Orbitawände oder des Mittelgesichtes assoziiert ist (Tong et al., 2001) (siehe Abb. 7).

1 Einleitung

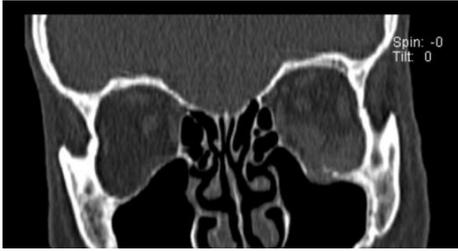


Abbildung 4: Coronar rekonstruiertes CT einer linearen Orbitabodenfraktur links (Archivbild der Westdeutschen Kieferklinik des Universitätsklinikum Düsseldorf, 2011)



Abbildung 5: Coronar rekonstruiertes CT einer „trapdoor“-Fraktur des linken Orbitabodens (Archivbild der Westdeutschen Kieferklinik des Universitätsklinikum Düsseldorf, 2011)



Abbildung 6: Coronar rekonstruiertes CT einer reinen Blow-out Fraktur des rechten Orbitabodens (Archivbild der Westdeutschen Kieferklinik des Universitätsklinikum Düsseldorf, 2011)



Abbildung 7: Coronar rekonstruiertes CT einer gemischten Blow-out Fraktur des rechten Orbitabodens (Archivbild der Westdeutschen Kieferklinik des Universitätsklinikum Düsseldorf, 2011)

1 Einleitung

Eine weitere Möglichkeit zur Klassifikation von Orbitafrakturen stellte Jaquiéry et al. 2007 in einem Review vor. Dabei wurden fünf Kategorien festgelegt und wie folgt definiert:

- **I:** Isolierter Defekt des Orbitabodens oder der medialen Orbitawand, 1-2 cm², innerhalb der Zonen 1 und 2 (anteriore Drittel)
- **II:** Defekt des Orbitabodens und/oder der medialen Orbitawand, >2 cm², innerhalb der Zonen 1 und 2, Knochen an der medialen Grenze der Fissura infraorbitale erhalten
- **III:** Defekt des Orbitabodens und/oder der medialen Orbitawand, >2 cm², innerhalb der Zonen 1 und 2, fehlender Knochen an der medialen Grenze der Fissura infraorbitale
- **IV:** Defekt des gesamten Orbitabodens und der medialen Orbitawand, bis zum posterioren Drittel extendierend (Zone 3), fehlender Knochen an der medialen Grenze der Fissura infraorbitale
- **V:** gleicht der Kategorie IV mit Beteiligung des Orbitadaches (Jaquiery et al., 2007).

Die Autoren konnten nachweisen, dass kleine bis mittelgroße Defekte der Kategorie I bis III mit singulären Materialien, wie zum Beispiel der PDS-Folien, der Titan-Meshes und der autologen Knochentransplantate, operativ gut versorgt werden konnten, wohingegen bei den komplexen Frakturen der Kategorie IV und V eine Kombination der o.g. Rekonstruktionsmaterialien notwendig waren (Jaquiery et al., 2007). Außerdem stellte sich heraus, dass es funktionell keinen signifikanten Unterschied zwischen den Kategorien II und III gab, dass jedoch das Vorhandensein einer knöchernen Struktur medial der

1 Einleitung

Fissura infraorbitale die Rekonstruktion technisch vereinfachte (Jaquier et al., 2007).

Auf diese Klassifikation aufbauend beschäftigten sich Dubois et al. 2016 im Rahmen eines Reviews, welche Rekonstruktionsmaterialien bei welcher Defekt-Kategorie klinisch zu empfehlen seien (Dubois et al., 2016). Bei kleinen Defekten der Kategorie I seien viele Materialien geeignet, so dass das Kriterium der biologischen Verträglichkeit im Vordergrund stehen sollte und somit resorbierbare Materialien gut geeignet seien (Dubois et al., 2016). Bei mittelgroßen Defekten der Kategorie II sei die Erfahrung und das operative Vorgehen der Operateure ein entscheidender Faktor für die klinischen Ergebnisse und es seien viele verschiedene Rekonstruktionsmaterialien von autolog bis alloplastisch (z.B. Polyethylene oder Titan-Meshes) anwendbar (Dubois et al., 2016). Die letztere Gruppe der Defekte der Kategorie III und IV stellen die größeren und komplexeren Fälle dar. Hierbei seien die Stabilität und die knöchernen Kontur von größerer Signifikanz gekennzeichnet. Zur Rekonstruktion dieser Frakturen seien präformierte oder individuell gebogene Titan-Meshes sehr gut geeignet (Dubois et al., 2016).

1.4.2 Symptome und Folgen

Aufgrund der engen Lagebeziehung der anatomischen Strukturen in der Orbita sind bei Orbitabodenfrakturen häufig Verletzungen der Nachbarstrukturen, vereinzelt oder kombiniert, ersichtlich.

In Folge der Fraktur und der damit verbundenen Kontinuitätsunterbrechung und Volumenänderung des Weichgewebes kann eine Positionsänderung des Bulbus oculi beobachtet werden. Eine Zunahme des Volumens in der

1 Einleitung

knöchernen Orbita, zum Beispiel durch eine Herniation des orbitalen Weichgewebes in den Sinus maxillaris, kann einen Enophthalmus und eine Bulbustiefstellung hervorrufen, was außerdem zu einer Funktionsbeeinträchtigung im Sinne einer Diplopie und/oder einer Motilitätsstörung führen könnte (Mast et al., 2011, Safi et al., 2016).

Im Umkehrschluss kann eine Minderung des Volumens einen Exophthalmus und eine Proptosis verursachen (Mast et al., 2011).

Retrobulbäre Hämatome sind zwar selten, aber durchaus eine potentielle posttraumatische und postoperative Komplikation (Gosau et al., 2011). Die Inzidenz von retrobulbären Hämatomen steigt für Patienten unter Antikoagulationstherapie (Gosau et al., 2011).

Als weiteres Symptom werden Motilitätsstörungen beschrieben. Diese können aus der Bewegungsrestriktion der äußeren Augenmuskeln, vor allem des M. obliquus inferior und des M. rectus inferior resultieren und verursachen beim Blick nach oben oder zur Seite eine Diplopie auf der betroffenen Seite (Rinna et al., 2005).

Im Weiteren werden durch die Verletzung des Nervus infraorbitalis am Orbitaboden Hypästhesien, Parästhesien oder Anästhesien im Ausbreitungsgebiet des Nerven beschrieben (Rinna et al., 2005).

Außerdem lassen sich Visuseinschränkungen und im schlimmsten Falle ein Visusverlust posttraumatisch beobachten. Häufig werden im Rahmen der Blow-out Frakturen eine Reduktion der Sehschärfe beobachtet (Koryczan et al., 2015).

Darüber hinaus können Orbitabodenfrakturen mit Ekchymosen, subkutanen Emphysemen, Ptosis, Epistaxis, Verletzungen des Tränengangs,

1 Einleitung

Pupillenerweiterungen, periorbitale Schwellungen, subkonjunktivale Blutungen und Hämatomen assoziiert sein (Burnstine, 2002, Tong et al., 2001).

Des Weiteren können seltenere Verletzungen wie zum Beispiel Visusverlust, Ruptur des Bulbus oculi, Hyphaema, corneale Verletzungen, retinale Einblutungen oder Ischämien und Netzhautablösungen auftreten (Burnstine, 2002, Tong et al., 2001).

1.4.3 Indikationen zur operativen Versorgung

Die Indikation zur operativen Behandlung einer Orbitabodenfraktur ist multifaktoriell und hängt oft von der individuellen Entscheidung des Behandlers ab (Burnstine, 2002). Eine Übereinstimmung oder eine klare Richtlinie bei welcher Ausprägung eine Orbitabodenfraktur chirurgisch rekonstruiert werden muss oder nicht, gibt es bislang nicht und ist auch nicht auf einzelne Faktoren reduzierbar, so dass der Behandler mittels klinischer Untersuchungen und radiologischer Begutachtung oftmals selber abwägen muss.

Anhand der Symptome und der Begleitverletzungen kann eine Entscheidungsfindung erfolgen.

Bei okulokardialen Reflex, einer „Trapdoor“-Fraktur mit Muskeleinklemmung und frühem Enophthalmus mit Prolaps des Weichgewebes in die Kieferhöhle ist eine dringende chirurgische Frakturversorgung indiziert (Burnstine, 2002).

Außerdem empfiehlt die AWMF-Leitlinie von 2014 eine operative Intervention bei folgenden Komplikationen: dislozierte Frakturen, motorische Funktionseinschränkungen der Augenmuskulatur und/oder Sensibilitätsstörungen im Ausbreitungsgebiet des N. infraorbitalis.

1 Einleitung

Ein operativer Eingriff innerhalb von maximal zwei Wochen wird vor allem empfohlen, wenn eine symptomatische Diplopie und ein Weichgewebsprolaps in die Kieferhöhle im CT nachgewiesen werden konnte (Burnstine, 2002).

Die Größe der Herniation des orbitalen Weichgewebes in den Sinus maxillaris spielt eine große Rolle bei der Fragestellung, ob eine chirurgische Intervention indiziert ist oder nicht (Safi et al., 2016). Das Risiko der Symptome wie Diplopie und Bewegungseinschränkung des Bulbus oculi steigt in Korrelation mit dem Volumen der Weichgewebs-Herniation nach einer Orbitabodenfraktur (Kontio et al., 2001).

Rhee et al. untersuchte anhand von computertomographischen Bildern die Lage des Musculus rectus inferior bei Orbitabodenfrakturen und konnte nachweisen, dass je weiter der Muskel verdrängt war, umso mehr klinische Symptome, vor allem Diplopie und Bewegungseinschränkung, bei den Patienten auftraten (Rhee et al., 2014).

Auch können Visuseinschränkungen zur Entscheidungsfindung herangezogen werden, jedoch sind sie nicht allein entscheidend für eine OP-Indikation. Visuseinschränkungen von nicht chirurgisch behandelten Patienten nach Orbitabodenfrakturen zeigten in einer Studie von Richards et al. eine statistisch signifikante Besserung eine Woche posttraumatisch, im Gegensatz dazu konnten die Autoren bei den Patienten mit chirurgischer Rekonstruktion der Orbitabodenfraktur keine signifikante Besserung des Visus nachweisen (Richards et al., 2015). Dennoch bringen die Autoren zum Ausdruck, dass diese Ergebnisse nicht beweisend für eine OP-Indikation bei posttraumatischen Visuseinschränkungen sind, sondern lediglich einen Leitfaden geben und die Ophthalmologen in ihrer „Watch-and-wait“-Haltung bekräftigen sollen.

1 Einleitung

Eine radiologische Diagnostik spielt eine große Rolle bei der Einschätzung der OP-Indikation und ermöglicht die Darstellung von Dislokalisationen von frakturierten Fragmenten und vom Frakturverlauf. Zur Messung der Frakturfläche, des Volumens und zur Klassifikation der Fraktur bei orbitalen Traumen, erwies sich die Computertomographie, vor allem die coronale Ebene, effektiv zur Einschätzung der Prognose zur chirurgischen Intervention (Rhee et al., 2014).

1.5 Geschichte der Orbitabodenrekonstruktion

In den letzten Jahren wurden viele Rekonstruktionsmethoden und Materialien für Orbitabodenfrakturen beschrieben und diskutiert. Bezüglich des operativen Umgangs mit Orbitabodenfrakturen ist immer noch keine fundierte Übereinstimmung in Hinblick auf die Operationsindikation, Operationszeit und das Risiko für einen postoperativen Enophthalmus bekannt. Oft ist die Entscheidung für eine Operation abhängig von individuellen und lokalen Traditionen weltweit (Alinasab et al., 2014). Ein möglicher Algorithmus für den Umgang mit Orbitaboden- und Jochbeinfrakturen wurde bereits etabliert (Ellis and Perez, 2014), hat sich jedoch bisher nicht weltweit durchgesetzt.

Hinsichtlich der Materialien, die zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen verwendet werden, entwickelte sich in vergangener Zeit eine Tendenz weg von autogenen Transplantaten in Richtung gut verträglicher alloplastischer Materialien. Allerdings zeigt sich bislang keine zuverlässige, übereinstimmende Meinung bezüglich der alloplastischen Rekonstruktionsmaterialien. Ihre unbegrenzte Verfügbarkeit und eine gute Verträglichkeit sowie die

1 Einleitung

Kostengünstigkeit führte dazu, dass sie zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen immer häufiger verwendet wurden (Potter et al., 2012). Im Einzelnen hängt die Entscheidung für das verwendete Material von den Vorlieben, der Erfahrung und der Handhabung des behandelnden Chirurgen ab (Potter et al., 2012).

In der Absicht, das optimale Rekonstruktionsmaterial zu ermitteln, erstellte Mok et al. 2004 ein Review und fasste die erforderlichen Kriterien wie folgt zusammen: gute Resorbierbarkeit, Osteokonduktivität, Resistenz gegen Infektionen, minimal reaktiv, keine Kapselbildung, eine Halbwertszeit, die eine physiologische Ossifikation zulässt, kostengünstig und gut erhältlich (Mok et al., 2004). Unter Berücksichtigung aller hier aufgezählten Eigenschaften zeigt das Review, dass keines der aktuell verwendeten Materialien alle Voraussetzungen in Gänze vereint. Folglich entwickelte Avashia et al. 2012 einen Algorithmus zur Entscheidungsfindung von Rekonstruktionsmaterialien bei Orbitabodenfrakturen, indem sie eine retrospektive Analyse durchführten. Die Schlussfolgerung indes war, dass die Frage, welches Material zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen bevorzugt werden sollte, noch nicht zu beantworten sei (Avashia et al., 2012). Strong et al. (2013) bestätigte diese Aussage in einer weiteren Studie.

1.6 Materialien zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen

Materialien zur Rekonstruktion von Orbitabodenfraktur werden unterteilt in autogene, allogene und alloplastische. Die alloplastischen Materialien wiederum können in resorbierbar und nicht resorbierbar gegliedert werden.

1 Einleitung

1.6.1 Autogene Materialien

Autogene Materialien zur Rekonstruktion der Orbita zählen aufgrund ihrer biologischen Vorzüge immer noch zum Goldstandard und gelten als Maßstab für andere, nicht autogene Materialien (Potter and Ellis, 2004). Sie werden unterteilt in autogenen Knochen und autogenen Knorpel.

Zu ihren Vorzügen gehören die relativ geringe Anfälligkeit für Infektionen und eine fehlende Autoimmunreaktion gegen das Transplantat (Potter and Ellis, 2004). Als ungünstig erweist sich vor allem die Morbidität aufgrund der zusätzlichen Entnahmestelle, die unterschiedlich starken Resorptionsvorgänge am Transplantat und die limitierte Fähigkeit, die Transplantate individuell zu formen (Potter and Ellis, 2004). Da bei einer Gesamtabwägung diese nachteiligen Faktoren überwiegen, werden autogene Transplantate kaum noch verwendet.

1.6.2 Allogene Materialien

Zur Rekonstruktion mit allogenen Materialien werden zum Beispiel Dura mater und Faszien am M. Tensor fascia lata oder homologer Knochen beschrieben (Potter and Ellis, 2004). Zu den Vorteilen von allogenen Transplantaten zählen die geringere Morbidität durch den Ausfall eines zweiten operativen Eingriffs und die gute Verfügbarkeit. Diese Transplantate beinhalten keine lebenden Zellen mehr, weisen jedoch osteoinduktive und/oder osteokonduktive Eigenschaften auf (Potter and Ellis, 2004). Da sie von Spendern entnommen werden, besteht das Risiko der Übertragung von Infektionskrankheiten, und einer möglichen Immunreaktion. Dies ist ein wesentlicher Umstand dafür, weshalb sie heutzutage zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen kaum oder überhaupt nicht mehr verwendet werden (Potter and Ellis, 2004).

1 Einleitung

1.6.3 Alloplastische Materialien

Alloplastische Implantate kennzeichnen sich vor allem durch ihre unbegrenzte Verfügbarkeit in den verschiedensten Formen und Größen und durch ihre individuelle Formbarkeit intraoperativ (Potter and Ellis, 2004). Außerdem wird durch die Anwendung von alloplastischen Materialien zur Rekonstruktion des Orbitabodens auf ein zweites Operationsfeld verzichtet und somit die Operationszeit deutlich verkürzt. Diese Eigenschaften führten dazu, dass alloplastische Implantate mehr und mehr favorisiert wurden. Gleichwohl sind diese Materialien nach wie vor als Fremdkörper einzustufen und können somit auch Fremdkörperreaktionen auslösen (Potter and Ellis, 2004).

Grundsätzlich muss zwischen resorbieren und nicht resorbierbaren alloplastischen Materialien differenziert werden.

1.6.3.1 Titan

Ein wichtiger Vertreter der alloplastischen, nicht resorbierbaren Materialien ist das Titan-Mesh. Dieses zeichnet sich besonders durch seine einfache Handhabung intraoperativ, gute Konturierbarkeit und Sterilisierbarkeit aus (Potter and Ellis, 2004). Zudem ist positiv anzumerken, dass sich Titan-Meshes radioopak darstellen, dadurch in Röntgenbilder eindeutig beurteilbar sind und dabei immer noch weniger Artefakte im CT auslösen als andere Metalle wie zum Beispiel Edelstahl oder Vitallium (Potter and Ellis, 2004, Sullivan et al., 1994). Des Weiteren weisen sie eine gute Stabilität auf, so dass das orbitale Weichgewebe fixiert und das Volumen in der Orbita wiederhergestellt werden kann, ohne dass dabei langfristig eine Resorption zu erwarten wäre (Potter and Ellis, 2004).

1 Einleitung

Bei einem Vergleich von autologen Transplantaten und Titan-Mesh zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen zeigten sich ähnlich erfolgreiche Ergebnisse, jedoch waren die Gesamtergebnisse der Rekonstruktionen mit Titan-Mesh im Hinblick auf die architektonische Genauigkeit exakter (Ellis and Tan, 2003). Dabei untersuchten die Autoren postoperativ in CT-Scans den Verlauf des rekonstruierten Orbitabodens mit dem Knochenverlauf der nicht betroffenen Seite mithilfe einer Berechnung der Pixel im CT, so dass lediglich ein optischer Vergleich ohne Beurteilung der finalen Gesamtergebnisse wie die Wiederherstellung des orbitalen Weichgewebes oder der funktionellen Aspekte wie Diplopie oder Bewegungseinschränkung stattfand (Ellis and Tan, 2003). In einer weiteren retrospektiven Studie, bei der 317 erwachsene Patienten, die mit autologen Transplantaten und Titan-Mesh und/oder Polyethylen versorgt und verglichen wurden, bestätigten sich diese Ergebnisse (Kirby et al., 2011). Obgleich ein chronischer, seit mehr als vier Wochen bestehender Enophthalmus bei den Patienten, die mit alloplastischem Material versorgt wurden, nur bei 14% lag im Gegensatz zur Patientengruppe, die mit autologem Knochen rekonstruiert wurde (23%), zeigte sich eine höhere Rate an postoperativer Diplopie bei der Gruppe der alloplastischen Transplantate (alloplastisch: 17%; autolog: 14%) (Kirby et al., 2011). Bei einer weiteren Publikation von Rosado et al. von 2012 waren bei 3,7% der Patienten mit Rekonstruktionen der Orbitabodenfraktur mit Titan-Mesh ein postoperativer Enophthalmus und in 2,2% der Patientenfälle eine postoperative Diplopie ersichtlich (Rosado and de Vicente, 2012). Titan-Meshes können ebenso bei großen Frakturen eingesetzt werden und aufgrund der guten Stabilität auch bei mehrwandigen Defekten wie etwa einer kombinierten Fraktur des Orbitabodens und der medialen Orbitawand (Totir et al., 2015).

1 Einleitung

Mithilfe der CAD/CAM-Technik und nach Spiegelung der nicht betroffenen, gesunden Orbita in den computertomographischen Scans des Patienten, kann der Defekt virtuell rekonstruiert und somit ein präformiertes Titan-Mesh erstellt werden (Metzger et al., 2007). Somit wird ein Modell hergestellt, das anatomisch der gesunden Seite gleicht. Anhand dessen, kann das Titan-Mesh präoperativ vorgebogen und präformiert werden. Durch dieses Procedere wird eine anatomische gute Passung und eine Verkürzung der OP-Zeit durch eine verkürzte Anpassungszeit intraoperativ erreicht (Metzger et al., 2007).

Nachteile der metallischen Rekonstruktionsmaterialien bestehen darin, dass durch eine Infektion eine Bewegungseinschränkung der Augenmuskeln befürchtet wird (Potter and Ellis, 2004). Bei einem theoretischen Risiko eines zweiten orbitalen Traumas und einer möglichen Zweitoperation, weisen die Titan-Meshes eine schwierige Entfernbarkeit aufgrund der fibrösen und möglichen ossären Integration auf (Potter and Ellis, 2004). In einer klinischen Studie untersuchten Schubert et al. 2002 die Wirkung von Titan-Mesh-Rekonstruktionen im Bereich der Orbita und des Mittelgesichts auf das Weichgewebe, in dem sie 3, 15 und 31 Monate postoperativ Biopsien von den rekonstruierten Stellen entnahmen. Sie konnten nachweisen, dass nach einer anfänglichen akuten Inflammation nach drei Monaten postoperativ eine milde chronische Inflammation nach 31 Monaten postoperativ ersichtlich war und dass eine Integration und fibröse Verwachsung des Weichgewebes mit den Meshes bzw. durch die Mesh-Löcher aufzufinden waren (Schubert et al., 2002). In einer Publikation von 2004 stellten Ellis und Messo fest, dass Titan-Mesh und poröse Polyethylene präziser zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen seien als zum Beispiel Silikone, Teflon oder resorbierbare alloplastische Materialien wie Polydioxanon-Membrane (PDS) (Ellis and Messo, 2004).

1 Einleitung

1.6.3.2PDS

Poly-p-dioxanon (PDS) gehört zur Gruppe der alloplastischen resorbierbaren Materialien zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen. Nach zehn bis zwölf Wochen treten hydrolytische Resorptionsvorgänge auf, allerdings wurden anhand von Tierversuchen eine Persistenz der PDS-Folien nach zwölf Monaten nachgewiesen (Potter and Ellis, 2004). Aufgrund der sterilen inflammatorischen Gewebereaktion entlang der resorbierten Polymer-Fragmente, ist auch eine inkomplette und/oder granulomatöse Resorption möglich (Holtmann et al., 2016). Andererseits zeigten sich auch bei Patienten, die mit Titan-Mesh versorgt wurden, eine starke fibröse Geweberaktion, die sogar einen negativen Einfluss auf die Augenbeweglichkeit hatte (Kersey et al., 2013). Ferner zeigte sich eine erhöhte Rate an Infektionen, Extrusionen, Implantat-Migration und residualer Diplopie bei Patienten, die mit Titan-Mesh versorgt worden sind (Hwang and You, 2010). Kontio et al. untersuchte 2001 mittels prä- und postoperativen CT- und MRT-Scans Orbitabodenfrakturen, die mit PDS-Membranen mit einer Stärke von 0,25 mm und 1 mm rekonstruiert wurden. Dabei waren unzufriedene Rekonstruktionsergebnisse mit nicht adäquat wiederhergestelltem Orbita-Volumen und Narbenbildung des Weichgewebes ersichtlich (Kontio et al., 2001). Leider bestand diese Studie nur aus 16 Patienten und auch die Defektgröße blieb unberücksichtigt. Eine weitere Studie beschäftigte sich mit Orbitabodenfrakturen, die mit PDS-Membranen von einer Stärke von 0,25 mm und 0,5 mm rekonstruiert wurden; aus ihr ging hervor, dass Polydioxanone nur bei einer Defektgröße von bis zu 2,5 cm² verwendet werden sollten (Baumann et al., 2002). Patienten mit größeren Defekten wiesen ein erhöhtes Risiko für die Entstehung von Enophthalmus auf. Dies ließ sich auf die fehlende Stabilität der PDS-Folien zurückführen, die das Weichgewebe der

1 Einleitung

Orbita nicht stabilisieren konnten. Durch Evaluation von postoperativen Röntgenbildern, entdeckte die Arbeitsgruppe von Baumann außerdem, dass kein neugebildeter Knochen im Defekt nach Resorption der Polydioxanone ersichtlich war. Es wird ein Nachlassen der Stabilität nach vier bis fünf Wochen postoperativ vermutet (Dietz et al., 2001).

Eine Indikationserweiterung zur Anwendung der PDS-Folien wurde von Gierloff et al. 2012 diskutiert. Sie untersuchten 47 Patienten mit Orbitabodendefekten größer als 2,0 cm² präoperativ und sechs Monate postoperativ und stellten fest, dass eine Reduktion der Mobilitätseinschränkungen des Auges von 31 auf 5 % und eine Reduktion des Enophthalmus von 5 auf 2 % ersichtlich war (Gierloff et al., 2012). Diese Ergebnisse wurden von Gerressen et al. 2012 durch Evaluationen von postoperativen CT-Scans von 21 Patienten bekräftigt (Gerressen et al., 2012). Im Vergleich mit der gesunden Seite zeigten die Rekonstruktionen mit PDS-Folien (0,25 mm) oder Ethisorb-Patch gute Ergebnisse bei der Wiederherstellung der orbitalen Geometrie, sogar in Fällen von großflächigen Orbitabodenfrakturen (median: 4,32 cm²). Sie zeigten eine signifikante Reduktion der Diplopie von 57% präoperativ zu 19% postoperativ (median: 27,4 Monate postoperativ).

Des Weiteren veranschaulichte eine aktuelle Studie mit 78 Patienten, dass es weder bei der Anwendung von resorbierbarem Material noch von Titan-Mesh einen relevanten funktionellen Unterschied bezüglich der Größe des Defekts und der Reduktion von Enophthalmus, Mobilitätseinschränkungen und Diplopie gibt (Baek et al., 2014).

1.7 Fragestellung

Obwohl viele Vorgehensweisen zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen diskutiert werden, ob ein Titan-Mesh effektiver ist als resorbierbare Materialien, bleibt die Fragestellung bei der Materialwahl offen, da keines der Materialien ausschließlich Vorteile aufweisen. Außerdem lässt sich anhand der aktuellen Literatur die Frage, welches Material für welche Defektgröße zu wählen ist, nicht eindeutig beantworten und ist abhängig von den Vorlieben und Erfahrungen der Operateure. Folglich beabsichtigt diese retrospektive Studie eine Evaluation von alloplastischen Materialien (PDS-Folie mit einer Dicke von 0,15 mm und 0,25 mm und Titan-Mesh) bei einer großen Anzahl an Patientenfällen zur Präzisierung der Fragestellung, welches Material für welche Indikation genutzt werden sollte für eine funktionell und ästhetisch erfolgreiche Rekonstruktion des Orbitabodens. Funktionelle Aspekte beziehen sich vor allem auf die Frage, ob mit den ausgewählten Materialien Motilitätseinschränkungen, Diplopie und weitere posttraumatische Folgen und Symptome reduziert werden konnten. Gibt es eine Korrelation zwischen der Defektgröße im CT, Materialauswahl und postoperativen Ergebnissen? Außerdem soll anhand eines Patientenfragebogens die subjektive Wahrnehmung der Patienten bezüglich ihrer Rekonstruktion im Rahmen einer Langzeitstudie dokumentiert werden.

2 Material und Methoden

2.1 Patientengruppen

Wir führten eine retrospektive Analyse für ein Gesamtkollektiv von 775 Patienten mit Orbitabodenfrakturen (isoliert oder in Kombination mit anderen Mittelgesichtsfrakturen) durch, die in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie an der Universitätsklinik Düsseldorf im Zeitraum von 2005 bis 2012 stationär aufgenommen und behandelt worden sind.

Die klinischen Daten wurden anhand der archivierten, analogen oder digitalen Patientenakten ermittelt und mithilfe von Nummerncodes pseudonymisiert. Dazu gehörten prä- und postoperativ beantwortete ophthalmologische Konsile, Operations-Berichte, radiologische Befundungen und Arztbriefe bei Entlassung. Maßgebende Parameter und Einschlusskriterien waren prä- und postoperative Diplopie, Motilitätseinschränkungen, Exophthalmus, Enophthalmus und primär operatives Vorgehen.

Untersucht wurden 775 Patienten, die nach verwendetem Rekonstruktionsmaterial gruppiert wurden (siehe Tabelle 1). Bei 444 Patienten wurde der Orbitaboden mithilfe einer 0,15 mm dicken PDS-Folie rekonstruiert, bei 26 mithilfe einer 0,25 mm dicken PDS-Folie und bei 22 mithilfe eines individuell vorgeformten Titan-Meshs. Bei 86 Patienten zeigte sich intraoperativ eine nicht dislozierte Fraktur, die kein Versorgungsmaterial benötigte und bei 15 Patienten war eine exakte Reposition der Fragmente möglich. Die übrige Anzahl von 182 Patienten, die keiner Gruppe zugeordnet werden können und als „Sonstige“ zusammengefasst wird, resultiert daraus, dass im

2 Material und Methoden

Patientenkollektiv auch Patienten erfasst waren, die eine operative Rekonstruktion ablehnten oder bei denen aufgrund von schlechtem Allgemeinzustand auf eine Rekonstruktion verzichtet wurde. Außerdem gehören zu dieser Gruppe Patienten, bei denen nur eine Narbenkorrektur oder eine Metallentfernung aus vorangegangenen Operationen durchgeführt wurden. Ebenso erfasst sind in dieser Gruppe Patienten, bei denen eine Mittelgesichtsfraktur jedoch ohne Beteiligung des Orbitaodens ersichtlich war. Die statistisch ausgewertete Patientenanzahl beträgt somit n=593.

Der operative Zugang erfolgte in den meisten Fällen durch eine infraorbitale Schnittführung. Auch wurden subziliäre, transkonjunktivale und lateral am Orbitarand gelegene Schnitte durchgeführt.

Ferner wurden im Rahmen der klinischen und radiologischen Untersuchungen folgende Begleitfrakturen miterfasst: Frakturen des Jochbogens, der Kieferhöhlenwände (medial, lateral, fazial, dorsal), der Maxilla und/oder Mandibula, des Nasenbeins, der Os sphenoidale, der Os ethmoidale, des Felsenbeins oder des Schläfenbeins.

2.2 Ophthalmologische Untersuchung

Die Patienten wurden nach dem Trauma jeweils präoperativ und im Durchschnitt zwei Wochen postoperativ im Rahmen eines ophthalmologischen Konsils in der hiesigen Augenklinik der Universitätsklinik Düsseldorf zur Untersuchung vorgestellt. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf das Bestehen einer Diplopie und Motilitätseinschränkung. Die Diplopie wurde mittels einer Perimetrie ermittelt und folgendermaßen kategorisiert: Diplopie vorhanden/ja,

2 Material und Methoden

keine Diplopie vorhanden/nein oder unbekannt/nicht beurteilbar. Mithilfe des Perimetertests wurde schließlich die Bulbusmotilität untersucht und in „Motilität eingeschränkt“, in „Motilität frei“ und ebenfalls in „unbekannt oder nicht beurteilbar“ gegliedert. Die Kategorie „unbekannt“ resultiert aus fehlenden Unterlagen oder Konsil-Scheinen und die Kategorie „nicht beurteilbar“ hauptsächlich daraus, dass aufgrund der Hämatomen, Schwellungen oder Schmerzen eine Untersuchung nicht möglich war. Außerdem wurden auch das Auftreten von Enophthalmus oder Exophthalmus untersucht und wenn möglich auch in Millimetern gemessen. Ein weiteres Untersuchungsmerkmal war das Ermitteln des Visus, welches als „Visus uneingeschränkt“, „Visus eingeschränkt“ oder als „Visusverlust“ angegeben wurde. Des Weiteren wurde mithilfe einer spitzen und stumpfen Palpation die Sensibilität des Nervus infraorbitalis auf Hypästhesie, Parästhesie oder Anästhesie im Seitenvergleich überprüft. Zusätzlich zum radiologischen Ausschluss eines retrobulbären Hämatoms, erfolgte daraufhin stets eine klinische Untersuchung. Darüber hinaus wurden auch die Pupillenmotorik (anisokor oder isokor) und konjunktivale Blutungen (Hyposphagma) miterfasst. Als häufigste Begleitverletzung zeigten sich Monokel- oder Brillenhämatom und Schwellungen im Bereich des Ober- und Unterlids.

2.3 Materialien zur Rekonstruktion des Orbitabodens

2.3.1 Poly-p-dioxanon

Die Polydioxanon-Folie (Ethicon, Norderstedt, Germany) stellt ein synthetisches resorbierbares Implantat zur Rekonstruktion einer Orbitabodenfraktur dar (siehe Abb.8). Bestehend aus reinen, semikristallinen Polymeren ohne zusätzliche Komponenten, ist sie somit zu unterscheiden von den Polyglactin/Polydioxanon-Patches (Ethisorb®, Ethicon, Norderstedt, Deutschland). Diese bestehen aus mehreren Komponenten und werden durch thermoplastische Verfahren zu einem Geflecht vereint (Jank et al., 2003). Polydioxanone (PDS) sind dünne und semiflexible Membrane, die vier Wochen nach der Implantation ihre anfängliche Festigkeit verlieren und nach 180 Tagen komplett resorbiert werden (Beck-Broichsitter et al., 2015). Polyglactin weist eine Resorptionszeit von 45 bis 60 Tagen auf (Gerressen et al., 2012). Die PDS-Folien sind in drei unterschiedlichen Durchmessern (0,15 mm, 0,25 mm und 0,5 mm) erhältlich (Ropke and Bloching, 2004). Vorteile der PDS-Folien liegen vor allem in der guten Passung des Implantats und in der einfachen chirurgischen Insertion ohne eine zusätzliche Fixierung durch Schrauben (Jank et al., 2003) (siehe Abb. 8).

2 Material und Methoden

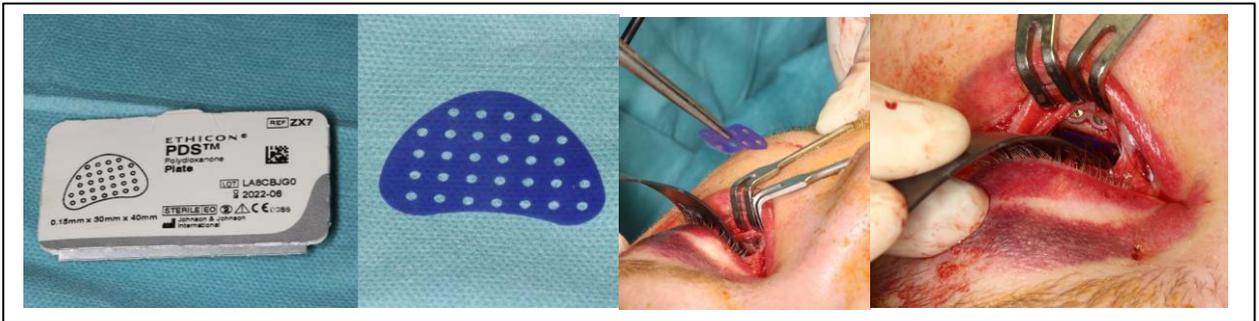


Abbildung 8: PDS-Folie (unverarbeitet, intraop. zugeschnitten & in situ)

2.3.2 Titan-Mesh

Das Titan-Mesh gehört zur Gruppe der alloplastischen, nicht resorbierbaren Rekonstruktionsmaterialien. In dieser Studie wurden Titan-Meshes (DePuy Synthes, Synthes GmbH, Schweiz & Medartis AG, Schweiz) verwendet, die nicht mittels CAD/CAM-Technik präformiert waren, sondern intraoperativ durch den Operateur geformt und angepasst wurden. Die Platten sind in unterschiedlichen Formen und Größen erhältlich und durch ihre Segmentierung gut individualisierbar und zuschneidbar. Die Plattenform wurde nach der Defektgröße und der Topographie der Fraktur ausgewählt und individuell durch den Behandler gekürzt und gegebenenfalls leicht nachgebogen. Nachdem das vorgeformte Titan-Mesh in situ platziert wurde, erfolgte die Vorbohrung für die Schraubenlöcher und im Anschluss die Insertion der Schrauben. Somit ist eine sichere Anpassung und Fixierung der Meshes zur Rekonstruktion der Orbitabodenfrakturen gegeben.

2.4 Computertomografie

Die Defektgröße des Orbitabodens wurde analog zu Ellis und Tan 2003 durch die Analyse der koronalen Ebenen von CT-Scans der Orbitae berechnet. Dabei wurden die koronalen Schichten, in denen die Fraktur ersichtlich war, gezählt und mit der Schichtdicke des CT-Scans und der mediolateralen Defektgröße multipliziert (siehe Abb. 9).

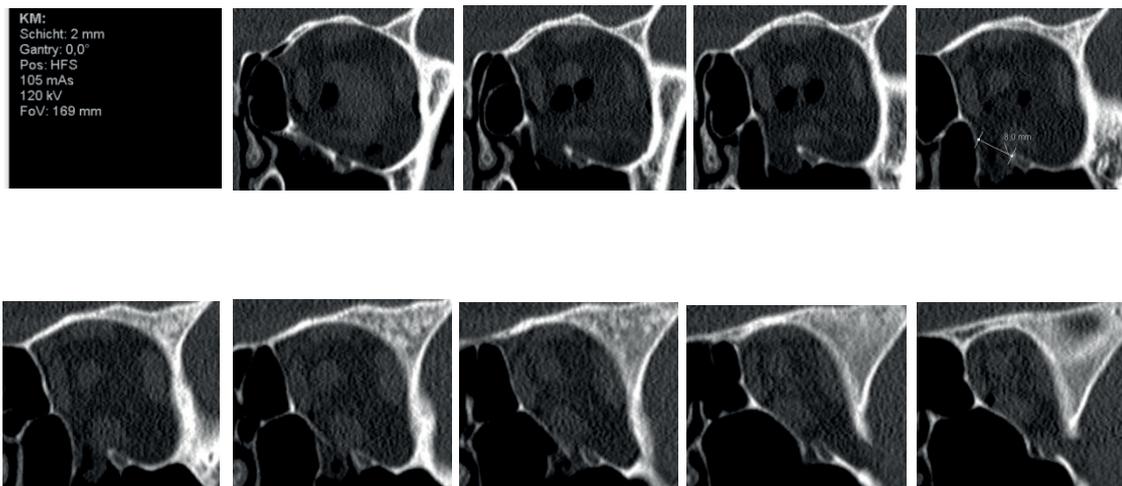


Abbildung 9: Coronar rekonstruiertes CT einer Orbitabodenfraktur links;
Defektgröße in $\text{mm}^2 = \text{Anzahl Schichten} \times \text{Schichtdicke in mm} \times \text{Defektgröße in mm} \rightarrow$
 $112 \text{ mm}^2 = 7 \times 2 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$
(Archivbild der Westdeutschen Kieferklinik des Universitätsklinikum Düsseldorf, 2011)

Von den untersuchten 775 Patienten waren bedauerlicherweise nur bei 355 Patienten ein digitales CT im Archiv der radiologischen Abteilung der Universitätsklinik Düsseldorf vorhanden. Die restlichen Patienten wurden vermutlich mit einem analogen CT oder einer Aufnahme, die von alio loco auf CD mitgegeben wurde, operiert. Diese waren leider nicht mehr auffindbar.

Die Defektgröße wurde unterteilt in Gesamtdefektgröße und Defektgröße des Orbitabodens. Zur Gesamtdefektgröße zählten unter anderem auch die

2 Material und Methoden

Frakturen der lateralen oder medialen Orbitawand. Die Berechnung der Gesamtdefektgröße erfolgte analog der Berechnung des Orbitabodens durch das Ausmessen der Defektgröße in der koronalen CT-Ebene in kranio-kaudaler Richtung und der Multiplikation der Schichten, auf denen der Defekt erkennbar war mit Berücksichtigung der Schichtdicke. Im Anschluss wurde bei den kombinierten Blow-out Frakturen die Defektgröße des Orbitabodens und der beteiligten Orbitawände addiert.

Die Defektlokalisation wurde wie folgt unterteilt: nicht dislozierte Orbitabodenfraktur rechts und/oder links, Orbitaboden rechts und/oder links, mediale Orbitawand rechts und/oder links, laterale Orbitawand rechts und/oder links und Orbitadach.

2.5 Fragebögen

Darüber hinaus wurden für die Patienten, die zwischen 2010 und 2012 behandelt worden sind und vollständig dokumentierte prä- und postoperative Daten aufwiesen, ein Fragebogen zur Patientenzufriedenheit durchgeführt (Gesamtanzahl: 83 Patienten; Teilnahme: 63 Patienten). Der Zeitraum des Fragebogens umfasste eine Patientengruppe, die minimal vor 8 Monaten und maximal vor 36 Monaten operativ versorgt worden sind.

Ziel des Fragebogens war eine zusätzliche subjektive Information bezüglich der ästhetischen Ergebnisse der infraorbitalen Narbe, der funktionellen Ergebnisse (Motilität, Diplopie, Hypästhesie, Funktion des Augenlids) und generelle Einschätzung der Behandlung und der Resultate aus Patientensicht zu erhalten.

2 Material und Methoden

Der Fragebogen beinhaltet Antworten zum Ankreuzen, freie Textfelder für individuelle Antwortmöglichkeiten und eine Skala von null bis zehn zur Visualisierung der Ergebnisse im Wechsel.

Die Patienten erhielten ein Anschreiben, den Patientenfragebogen, der zwei Seiten beträgt und einen bereits frankierten Rücksende-Briefumschlag (siehe Abb. 10-12). Im Anschreiben wurde den Teilnehmern erklärt, dass im Rahmen einer wissenschaftlichen retrospektiven Analyse über die Versorgung von Orbitabodenfrakturen (Brüche des Augenhöhlenbodens) ein Fragebogen mit dem Ziel der Ermittlung der postoperativen Ergebnisse und der Zufriedenheit der Patienten angefertigt worden ist. Es wurde auf die Freiwilligkeit der Teilnahme hingewiesen und darauf, dass das Einverständnis jederzeit ohne Nachteile befürchten zu müssen und ohne Angabe von Gründen zurückgezogen werden kann. Der Fragebogen beginnt mit einer einführenden Frage bezüglich der Unfallursache. In einem freien Textfeld ist den Patienten die Möglichkeit gegeben worden, in eigenen Worten zu beschreiben wie zufrieden sie mit der Funktion des behandelten Auges sind. Außerdem folgten Fragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten zum Ankreuzen zur Einschätzung der Sehschärfe des Auges nach der Operation (unverändert, besser, schlechter) und der Beweglichkeit des Augapfels (unverändert, eingeschränkt, nicht eingeschränkt). Des Weiteren wurde die Frage gestellt, ob Bewegungen in alle Blickrichtungen möglich seien. Diese konnte mit „ja“ oder „nein“ angekreuzt werden. Bei der Antwortmöglichkeit „nein“ konnte außerdem angegeben werden in welche Blickrichtung die Bewegung nicht möglich sei, ob die Einschränkung postoperativ festgestellt worden sei und ob gegebenenfalls eine Operation zur Korrektur durchgeführt wurde. Durch weitere Fragen wie „Haben Sie im behandelten Gebiet irgendeine Einschränkung bemerkt? Ja oder

2 Material und Methoden

Nein? Wenn ja, in welcher Form?“ ist es den Teilnehmern möglich, ihre subjektive Wahrnehmung ohne jegliche Antwortmöglichkeiten zu vermitteln. Zum Feedback der Sensibilität infraorbital wurde folgende Frage gestellt: Wie fühlt sich die Hautfläche um das behandelte Auge an (unverändert, taub, kann ich schlecht einschätzen). Des Weiteren wurden endpunktbenannte Skalen mit aufsteigenden Skalenpunkten dazwischen von eins (total unzufrieden) bis zehn (optimales Ergebnis) eingefügt. Die Skalenpunkte jeweils zu Beginn und zum Schluss wurden dabei klar definiert vorgegeben, so dass für die Teilnehmer eine einfache Einführung und Orientierung möglich ist. Die Fragen, die in dieser Intervallskalierung erfasst worden sind, lauten wie folgt:

- Wie zufrieden sind Sie mit der Funktion des Augenlids am behandelten Auge?
- Wie zufrieden sind Sie mit der entstandenen Narbe?
- Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der Behandlung?
- Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit dem Ergebnis?.

Abschließend wurde den Teilnehmern ein freies Textfeld zur Verfügung gestellt hinsichtlich der Frage, ob die Patienten darüber hinaus uns noch etwas über die Behandlung mitteilen möchten (Lob oder Tadel).

2 Material und Methoden

Universitätsklinikum Düsseldorf	 HEINRICH HEINE UNIVERSITÄT DÜSSELDORF		
Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie			
Universitätsklinikum Düsseldorf – Postfach 101007 - D-40001 Düsseldorf			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Adresse der Patienten</div>			
Ansprechpartner: Prof. Dr. Dr. J. Handschel	Durchwahl: 18181	E-Mail: handschel@med.uni-duesseldorf.de	Datum:
Ihre Teilnahme an einer Patientenbefragung			
Sehr geehrte/r Frau/Herr ... ,			
im Rahmen einer wissenschaftlichen Analyse über die Versorgung von Orbitabodenfrakturen (Brüche des Augenhöhlenbodens), würde ich gerne einige Fragen an Sie richten.			
Ziel der Studie ist die Untersuchung der Versorgungsarten anhand von prä- und postoperativen Befunden. Unterstützend zum postoperativem Ergebnis soll mit Hilfe des beigefügten Fragebogens die Zufriedenheit der betroffenen Patienten ermittelt werden.			
Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen an die aufgedruckte Adresse zurück!			
Über Ihre Hilfe und Teilnahme wäre ich Ihnen im Namen der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie Düsseldorf sehr dankbar.			
Ihre persönlichen Daten unterliegen natürlich uneingeschränkt der ärztlichen Schweigepflicht. Die Teilnahme an dieser Studie ist <u>freiwillig</u> und das Einverständnis kann jederzeit ohne Nachteile befürchten zu müssen und ohne Angabe von Gründen zurückgezogen werden.			
Mit freundlichen Grüßen			
Hatice Eren Koordinatorin der Studie	Prof. Dr. Dr. J. Handschel Stellv. Direktor der Klinik		
Direktor der Klinik Univ.-Prof. Dr. Dr. N. R. Kübler Tel.: (0211) 81-18180 Tel.: (0211) 81-18181 (Sekretariat) Fax: (0211) 81-18877 e-mail: kuebler@med.uni-duesseldorf.de e-mail: mkg@med.uni-duesseldorf.de			
Stellv. Direktor der Klinik Priv.-Doz. Dr. Dr. J. Handschel Tel.: (0211) 81-16721 Fax: (0211) 81-18877 e-mail: handschel@med.uni-duesseldorf.de			
Ltd. Oberärztin Priv.-Doz. Dr. Dr. Rita Depprich Tel.: (0211) 81-18182 Fax: (0211) 81-18877 e-mail: depprich@med.uni-duesseldorf.de			
Ambulanz Tel.: (0211) 81-18205, 81-18202 oder 81-16161 Fax: (0211) 81-19233 e-mail: mkg@med.uni-duesseldorf.de			
Station KF02 Tel.: (0211) 81-18193 Fax: (0211) 81-19172			
Kinderstation KK01 Tel.: (0211) 81-17696			
Chirurgische Intensivstation CIA1 Tel.: (0211) 81-07052			
OP-Bereich Tel.: (0211) 81-18185			
Forschungslabor Tel.: (0211) 81-04499			
Allgemeine Sprechstunde einschl. Tumornachsorge Tel.: (0211) 81-18205, 81-18202 und 81-16161 Mo-Do 8:00-12:00 u. 12:45-15:30 Uhr, Fr 8:00-14:00 Uhr			
Privatsprechstunde Tel.: (0211) 81-18181 Di u. Do 13:00-16:00 Uhr			
Spezialsprechstunden			
Implantate Tel.: (0211) 81-18181 Di 13:00-16:00 Uhr			
Dysgnathien und craniofaziale Fehlbildungen Tel.: (0211) 81-18205, 81-18202 und 81-16161 Mo u. Do 13:00-15:30 Uhr			
Lippen-Kiefer-Gaumenspalten interdisziplinär mit Kieferorthopädie Tel.: (0211) 81-18160 2. Mi im Monat 14:00-17:00 Uhr			
Plastisch-rekonstruktive Chirurgie und Laserchirurgie Tel.: (0211) 81-18205, 81-18202 und 81-16161 Fr 10:00-12:00 Uhr			
Kopf-Hals-Sonographie Tel.: (0211) 81-18205 und 81-04092 Mi 12:00-16:00 Uhr und Fr 8:00-14:30 Uhr			
Speicheldrüsenkrankungen Tel.: (0211) 81-18181 Fr 8:00-14:30 Uhr			
Webseiten der Klinik www.uniklinik-duesseldorf.de/mkg			

Abbildung 10: Anschreiben für den Fragebogen

2 Material und Methoden

Wie zufrieden sind Sie mit der entstandenen Narbe?
Bitte markieren Sie auf der Skala, wie Sie mit dem kosmetischen Gesamteindruck der infraorbitalen Narbe zufrieden sind?

0 = total unzufrieden, die Narbe muß auf jeden Fall korrigiert werden
10 = optimales kosmetisches Ergebnis, die Narbe ist quasi nicht mehr erkennbar

0 . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 10

Haben Sie im behandelten Gebiet irgendeine Einschränkung bemerkt?
 Ja Nein

➤ Wenn ja, in welcher Form: _____

Wie fühlt sich die Hautfläche um das behandelte Auge an?
 Unverändert Taub Kann ich schlecht einschätzen

Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit der Behandlung?
Bitte markieren Sie auf der Skala, wie zufrieden Sie mit der Behandlung in unserer Klinik sind?

0 = total unzufrieden, die Behandlung durch die Ärzte/Pfleger war sehr schlecht
10 = optimales Behandlung

0 . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 10

Wie zufrieden sind Sie insgesamt mit dem Ergebnis?
Bitte markieren Sie auf der Skala, wie Sie mit dem Gesamtergebnis zufrieden sind?

0 = total unzufrieden, die Gesamtergebnis muss auf jeden Fall korrigiert werden
10 = optimales Gesamtergebnis

0 . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 10

Möchten Sie uns darüber hinaus noch etwas über die Behandlung bei uns mitteilen (Lob & Tadel)? :

.....

2

Abbildung 12: Fragebogen Seite 2

2.6 Statistische Analyse

Die Datenerfassung erfolgte mithilfe einer Excel-Datenbank (Excel 2010, 14.0, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA), in der die erhobenen Daten kodiert gesammelt und gespeichert wurden. Hiermit konnten einfache Berechnungen und Darstellungen vorgenommen werden. Der Vorteil dieser Datenbank ist es vor allem, dass bei komplexeren weiterführenden Datenanalysen ein einfaches Exportieren in weitere Programme möglich ist.

Die weitere statistische Auswertung der mithilfe von Excel erfassten Daten wurde mit SPSS Version 22 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA) durchgeführt. Mittelwerte, Standardabweichungen und weitere Häufigkeiten wie Minimum, Maximum oder Median wurden für das gesamte Patientenkollektiv und auch für jede Patientengruppe separat berechnet. Mithilfe von Filter-Funktionen war es möglich verschiedene Subgruppen zu bilden und differenziert auszuwerten. Zur Erfassung der statistisch signifikanten Unterschiede, vor allem prä- und postoperativen Veränderungen, wurde der t-Test verwendet. Ein p-Wert kleiner als 0,05 wurde als statistisch signifikant bewertet.

2.7 Ethikantrag

Das Studienprotokoll zu dieser retrospektiven Studie mit der Studiennummer 4222 wurde der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität zur Prüfung präsentiert.

Nach einer sorgfältigen Prüfung und Beurteilung der Studie, befand die Kommission am 24.09.2013, dass weder ethische noch rechtliche Bedenken gegen die Durchführung sprechen.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse für die Patientengruppen werden nach ihrer Versorgungsart gegliedert. Beginnend mit den Ergebnissen des gesamten Patientenkollektivs, wurden die Patienten wie folgt kategorisiert: Patientengruppe ohne Indikation zur Operation, Patientenfälle mit exakter Reposition der Fragmente ohne Bedarf eines Versorgungsmaterials, Patientengruppe mit einer Rekonstruktion mit einer PDS-Folie der Stärke 0,15 mm oder 0,25 mm und mit Titan-Mesh.

3.1 Gesamtes Patientenkollektiv

Untersucht wurden 775 Patienten, die im Zeitraum von 2005 bis 2012 aufgrund einer Orbitabodenfraktur versorgt worden sind. Dabei zeigte sich folgende Geschlechterverteilung: 541 männlich (69,8%) und 243 weiblich (30,2%).

Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt des operativen Eingriffs reichte von 3 Jahren bis hin zu 94 Jahren, der Median lag bei 44 Jahren und das durchschnittliche Alter bei 46 Jahre (Standardabweichung 20,87). Die Zahl der Patientenfälle, die eine vollständige prä- und postoperative Dokumentation aufwiesen und die Einschlusskriterien erfüllten beträgt 593. Die Patientengruppe, die unter „Sonstige“ gegliedert ist, wurde bei den statistischen Auswertungen nicht berücksichtigt (siehe Tab. 1).

3 Ergebnisse

	Häufigkeit	Prozent
Keine Versorgung indiziert	86	11,1
0,15 mm dicke PDS-Folie	444	57,3
0,25 mm dicke PDS-Folie	26	3,4
Titan-Mesh	22	2,8
Exakte Reposition der Fragmente möglich	15	1,9
Statistisch relevante Patientenfälle	593	76,5
Sonstige	182	23,5
Gesamt	775	100,0

Tabelle 1: Gesamtpatientenkollektiv

Die statistisch gesamt ausgewerteten Patientenfälle (n=593) werden in fünf Kategorien gegliedert (siehe Abb. 13). Der Hauptanteil der Patienten (507, 85,5%) wurde mit einem Rekonstruktionsmaterial versorgt. Dazu gehört die PDS-Folie der Stärke 0,15 mm oder 0,25 mm und das Titan-Mesh. Außerdem beinhaltet diese Patientenzahl die Patientengruppe, bei denen die Orbitabodenfrakturen durch eine exakte Reposition der Fragmente rekonstruiert wurden. Des Weiteren beinhaltet die Gesamtzahl der operierten Patienten zehn Fälle, bei denen eine operative Revision der Orbitabodenrekonstruktion durchgeführt wurde. Bei den übrigen 86 (14,5%) Patienten war eine operative Intervention nicht indiziert (siehe Abb. 14).

3 Ergebnisse

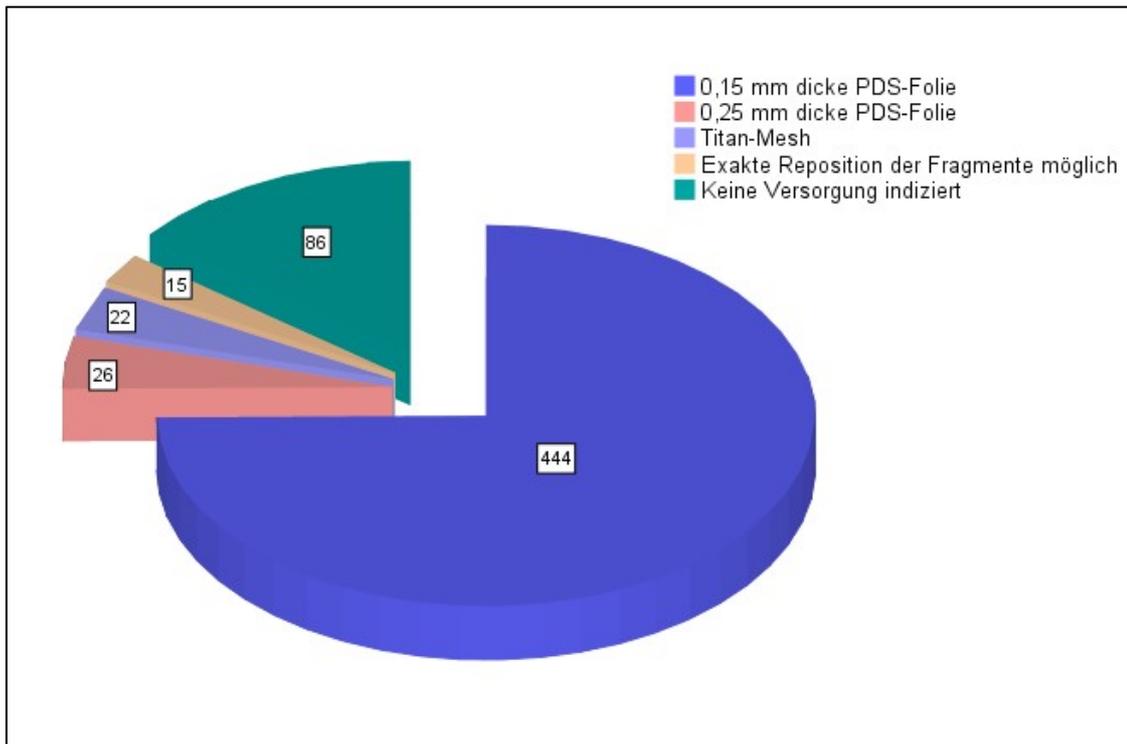


Abbildung 13: Gliederung des Gesamtpatientenkollektivs (n=593)

Der durchschnittlich kleinste Defekt mit 81 mm² war in der Patientengruppe zu finden, bei denen eine chirurgische Versorgung nicht indiziert war. Der durchschnittlich größte Defekt zeigte sich in der Patientengruppe, die mit Titan-Mesh versorgt wurden. Die Operationszeiten reichten im Durchschnitt von 55 Minuten für die exakte Reposition der Fragmente ohne Einbringung eines Rekonstruktionsmaterials, zu 77 Minuten bei der Versorgung mit einer 0,15 mm starken PDS-Folie, über 95 Minuten für die operative Rekonstruktion mit Titan-Mesh bis hin zu 105 Minuten für die Insertion einer PDS-Folie mit der Stärke von 0,25 mm.

3.2 Patientenkollektiv ohne Indikation zur Operation

Zur Gruppe der Patientenfälle, bei denen keine Indikation zur chirurgischen Versorgung gegeben war, gehörten insgesamt 86 Patienten. Bei diesem Patientenkollektiv zeigte sich bei 10 Fällen eine posttraumatische Diplopie (siehe Tab. 2). Eine Woche nach dem Trauma, war eine Reduktion der Diplopie auf einen Fall ersichtlich ($p < 0,01$). Das Auftreten eines Exophthalmus war bei zwei Patienten beobachtet worden, dabei zeigte sich bei einem Patienten eine Remission und bei einem eine Persistenz (nicht signifikant). In der Patientengruppe ohne Indikation zur operativen Rekonstruktion waren somit keine signifikanten Fälle von Motilitätseinschränkungen, En- oder Exophthalmus posttraumatisch und poststationär bekannt. Die Defektgröße lag in diesem Kollektiv minimal bei 2,3 mm² und maximal bei 515 mm².

	Posttraumatisch		Poststationär	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Diplopie vorhanden	10	11,6	1	1,2
Keine Diplopie	76	88,4	87	98,8
Gesamt	86	100,0	86	100,0

Tabelle 2: Verteilung der Diplopie bei den Patienten ohne Indikation zur Operation

3.3 Patientenfälle mit exakter Reposition der Fragmente

Bei 15 Patienten war eine exakte Reposition der Fragmente intraoperativ ohne die Insertion eines Rekonstruktionsmaterials möglich. Dabei war präoperativ ein Patientenfall mit Diplopie assoziiert. Postoperativ zeigten sich keine Fälle mit

3 Ergebnisse

Diplopie (nicht signifikant). Präoperativ und auch postoperativ waren in dieser Patientengruppe weder ein Enophthalmus noch ein Exophthalmus oder eine Motilitätseinschränkung ersichtlich. Radiologisch liegen die Defektgrößen in diesem Kollektiv minimal bei 49 mm² und maximal bei 450 mm².

3.4 Rekonstruktion mit einer PDS-Folie (0,15 mm)

Zu der Patientengruppe, bei der die Orbitabodenfrakturen mit einer PDS mit dem Durchmesser von 0,15 mm rekonstruiert wurden, gehören 444 Fälle. Hier wurde bei 74 Patienten (16,7%) präoperativ eine Diplopie beobachtet. Im Gegensatz dazu wurde postoperativ bei 22 Patienten (5%) eine Diplopie dokumentiert (siehe Tab. 3). Dies bedeutet eine signifikante Reduktion um 11,7% ($p < 0.01$).

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Diplopie vorhanden	74	16,7	22	5,0
Keine Diplopie	370	83,3	422	95,0
Gesamt	444	100,0	444	100,0

Tabelle 3: Verteilung der Diplopie bei PDS-Rekonstruktionen (0,15mm)

Eine Motilitätseinschränkung wurde präoperativ bei 65 Patienten (14,6%) und postoperativ bei 31 Patienten (7%) beobachtet. Hier ist eine Reduktion um 7,6% ersichtlich (siehe Tab. 4).

3 Ergebnisse

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Motilität frei	379	85,4	413	93,0
Motilität eingeschränkt	65	14,6	31	7,0
Gesamt	444	100,0	444	100,0

Tabelle 4: Verteilung der Motilität bei PDS-Rekonstruktionen (0,15mm)

Bei der Untersuchung der Patienten auf das Auftreten von En- oder Exophthalmus zeigen sich keine signifikanten Unterschiede prä- und postoperativ (siehe Tab. 5). Ein Enophthalmus präoperativ war bei vier Patienten (1,0%) zu beobachten, postoperativ bei sechs Patienten (1,4%). Das Auftreten eines Exophthalmus präoperativ zeigte sich in elf Fällen (2,4%) und postoperativ eine nicht signifikante Reduktion auf acht Patienten (1,8%). Die Mehrheit der Patienten wiesen keinen En- oder Exophthalmus auf (präoperativ: 429 Patienten, 96,6%; postoperativ 430 Patienten, 96,8%).

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Kein En-/Exophthalmus	429	96,6	430	96,8
Enophthalmus vorhanden	4	1,0	6	1,4
Exophthalmus vorhanden	11	2,4	8	1,8
Gesamt	444	100,0	444	100,0

Tabelle 5: Verteilung En-/Exophthalmus bei den PDS-Rekonstruktionen (0,15mm)

Radiologisch zeigt sich in der Patientengruppe, die anhand einer PDS-Folie mit einem Durchmesser von 0,15 mm versorgt wurden, eine minimale

3 Ergebnisse

Defektgröße der Orbitabodenfraktur bei 7,2 mm² und eine maximale bei 370,8 mm².

3.5 Rekonstruktion mit einer PDS-Folie (0,25 mm)

Das Patientenkollektiv, welches mit einer PDS-Folie mit einem Durchmesser von 0,25 mm versorgt wurde, umfasst eine Patientenzahl von 26 Betroffenen. In dieser Gruppe zeigten sich eine präoperative Diplopie bei neun Patienten (34,6%) und eine postoperative Diplopie bei nur noch einem Patienten (3,8%) (siehe Tab. 6). Im Vergleich zu der Patientengruppe, die mit der dünneren PDS-Folie mit dem Durchmesser von 0,15 mm versorgt wurden, ist eine signifikante Reduktion der Diplopie postoperativ von 34,6% auf 3,8% ($p < 0.01$) ersichtlich.

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Diplopie vorhanden	9	34,6	1	3,8
Keine Diplopie	17	65,4	25	96,2
Gesamt	26	100,0	26	100,0

Tabelle 6: Verteilung der Diplopie bei PDS-Rekonstruktionen (0,25mm)

Bei den Inzidenzen der Motilitätseinschränkungen prä- und postoperativ zeigen sich keine Unterschiede (siehe Tab. 7). Sowohl präoperativ als auch postoperativ wurde bei 7 Patienten (26,9%) eine Einschränkung der Beweglichkeit des Bulbus oculi beobachtet. Bei 19 Patienten (73,1%), also der Mehrheit dieser Patientengruppe, waren Bewegungen in alle Richtungen möglich.

3 Ergebnisse

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Motilität frei	19	73,1	19	73,1
Motilität eingeschränkt	7	26,9	7	26,9
Gesamt	26	100,0	26	100,0

Tabelle 7: Verteilung der Motilität bei PDS-Rekonstruktionen (0,25mm)

Unter den 26 Patienten in diesem Kollektiv, die mit einer PDS-Folie der Stärke 0,25 mm versorgt wurden, wurden bei 24 Patienten weder ein Exophthalmus noch ein Enophthalmus prä- oder postoperativ beobachtet (siehe Tab. 8). Bei einem Patienten wurde präoperativ ein Exophthalmus und bei einem weiteren ein Enophthalmus dokumentiert. Diese Symptome blieben postoperativ unverändert. Diese zwei Patienten machen 7,6 % von der Gesamtanzahl aus. Da im Hinblick auf den En- und Exophthalmus prä- und postoperativ keine Unterschiede ersichtlich sind, sind diese Zahlen als statisch nicht signifikant zu werten.

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Kein En-/Exophthalmus	24	92,3	24	92,3
Enophthalmus vorhanden	1	3,8	1	3,8
Exophthalmus vorhanden	1	3,8	1	3,8
Gesamt	26	100,0	26	100,0

Tabelle 8: Verteilung En-/Exophthalmus bei den PDS-Rekonstruktionen (0,25mm)

Die Defektgröße der Orbitabodenfrakturen, die mit einer PDS-Folie der Stärke 0,25 mm² rekonstruiert wurden, liegt minimal bei 100 mm² und maximal bei 825 mm².

3.6 Rekonstruktion mit Titan-Mesh

Die Gruppe der Orbitabodenfrakturen, die mit einem präformierten Titan-Mesh rekonstruiert wurden, beinhaltet 22 Patienten, was einen relativ kleinen Anteil am Gesamtkollektiv darstellt (siehe Tab. 9). Unter diesen Patienten zeigte sich eine hohe Anzahl von präoperativer Diplopie (10 von 22 Patienten, 45,5%), vor allem im Vergleich zu der Gruppe, die mit PDS-Folien versorgt wurden. Postoperativ wurde immer noch bei sieben Patienten eine Diplopie dokumentiert, so dass keine signifikante Reduktion der Symptome beobachtet werden konnte (31,8%; $p=0.07$).

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Diplopie vorhanden	10	45,5	7	31,8
Keine Diplopie	12	54,5	15	68,2
Gesamt	22	100,0	22	100,0

Tabelle 9: Verteilung der Diplopie bei den Titan-Mesh-Rekonstruktionen

Motilitätseinschränkungen waren bei vier Patienten (18,2%) präoperativ und postoperativ bei drei Patienten (13,6%) beobachtbar. Hier zeigt sich keine signifikante Reduktion der Symptomatik postoperativ (siehe Tab. 10).

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Motilität frei	18	81,8	19	86,4
Motilität eingeschränkt	4	18,2	3	13,6
Gesamt	22	100,0	22	100,0

Tabelle 10: Verteilung der Motilität bei den Titan-Mesh-Rekonstruktionen

3 Ergebnisse

In der Patientengruppe mit Orbitabodenfrakturen, die mit einem Titan-Mesh versorgt wurden, ist in drei Fällen (13,6%) ein präoperativer Enophthalmus ersichtlich (siehe Tab. 11), der vermutlich mit der Defektgröße der Orbitabodenfraktur im Zusammenhang steht (siehe Tab. 12). Postoperativ war eine komplette Reduktion der Symptomatik zu beobachten. Ein Exophthalmus des betroffenen Auges trat weder prä- noch postoperativ auf. Die Defektgröße in diesem Patientenkollektiv beträgt minimal 100,8 mm² und maximal 1004 mm².

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Kein En-/Exophthalmus	19	86,4	22	100,0
Enophthalmus vorhanden	3	13,6	0	0
Exophthalmus vorhanden	0	0	0	0
Gesamt	22	100,0	22	100,0

Tabelle 11: Verteilung der En-/Exophthalmus bei den Titan-Mesh-Rekonstruktionen

	Enophthalmus	Defektgröße im CT in mm ²
Patient 1 (Nr. 592)	ja	356,3
Patient 2 (Nr. 616)	ja	503,8
Patient 3 (Nr. 735)	ja	556,8

Tabelle 12: Zusammenhang Auftreten des Enophthalmus und Defektgröße in mm²

Im Allgemeinen ist aufgrund der niedrigen Anzahl der Patienten, die mit Titan-Mesh rekonstruiert wurden, eine Validierung der Daten nur bedingt möglich.

3.7 Revisionsoperationen

Das Gesamtkollektiv der operierten Patienten wies zehn Fälle auf, bei denen eine operative Revision der Versorgung durchgeführt worden ist. Dabei zeigten sich präoperativ bei acht Patienten (80%) eine Diplopie (siehe Tab. 13), bei fünf eine Motilitätseinschränkung (50%) (siehe Tab. 14) und bei zwei Fällen (20%) ein Enophthalmus (siehe Tab. 15). Postoperativ hingegen konnte die Diplopie auf vier Patienten, die Motilitätseinschränkung auf zwei Patienten und der Enophthalmus auf null reduziert werden.

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Diplopie vorhanden	8	80	4	40
Keine Diplopie	2	20	6	60
Gesamt	10	100,0	10	100,0

Tabelle 13: Verteilung der Diplopie bei den Revisionsoperationen

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Motilität frei	5	50	8	80
Motilität eingeschränkt	5	50	2	20
Gesamt	10	100,0	10	100,0

Tabelle 14: Verteilung der Motilität bei den Revisionsoperationen

3 Ergebnisse

	Präoperativ		Postoperativ	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Kein En-/Exophthalmus	8	80	10	100,0
Enophthalmus vorhanden	2	20	0	0
Exophthalmus vorhanden	0	0	0	0
Gesamt	10	100,0	10	100,0

Tabella 15: Verteilung En-/Exophthalmus bei den Revisionsoperationen

In dieser Gruppe wurden vier Rekonstruktionen mit einer PDS-Folie der Stärke 0,15 mm und eine mit einer PDS-Folie der Stärke 0,25 mm durchgeführt. Für die weiteren vier Revisionen wurden Titan-Meshes verwendet. Bei einer Revision wurde auf den Einsatz eines Rekonstruktionsmaterials verzichtet und lediglich eine chirurgische Inspektion des Musculus rectus inferiores mit einer Narbenlösung durchgeführt. Die Defektgröße der Orbitabodenfrakturen in der Gruppe der Revisionsoperationen beträgt minimal 31,3 mm² und maximal 721,6 mm². Dabei zeigte sich bei acht Patienten eine isolierte Blow-out Fraktur (4 rechts, 4 links) und bei zwei Patienten eine gemischte Blow-out Fraktur mit Beteiligung der medialen Orbitawand, so dass bei diesen beiden Orbitafrakturen eine Gesamtdefektgröße von bis zu 1321,6 mm² ersichtlich war.

3.8 Ergebnisse der Fragebögen

Zusätzlich zu der retrospektiven Datensammlung wurden 83 Patienten, die in den Jahren 2010 bis 2012 operativ versorgt wurden, ein Fragebogen zur Ermittlung von postoperativen Symptomen und der Patientenzufriedenheit zugesandt. Der Zeitraum des befragten Patientenkollektivs betrug dabei minimal acht Monate und maximal 36 Monate postoperativ, um eine Dokumentation von potentiellen Langzeitauswirkungen nach initialem Trauma und chirurgischer Intervention zu erhalten. 63 Patienten waren damit einverstanden, den Fragebogen auszufüllen und beantworteten ihn. In zwölf Fällen war eine chirurgische Versorgung nicht indiziert und in zwei Fällen war eine exakte Reposition der Fragmente ohne Insertion eines Rekonstruktionsmaterials möglich. Bei 43 Patienten, die den Fragebogen beantworteten, wurde eine PDS-Folie der Stärke 0,15 mm zur Rekonstruktion der Orbitabodenfraktur verwendet, bei zwei Patienten ein PDS-Folie der Stärke 0,25 mm und bei vier ein Titan-Mesh. Die mittelfristigen Ergebnisse der beeinträchtigenden Symptome sind in folgender Tabelle dargestellt (siehe Tab. 16).

Patientenkollektiv	Mediane Defektgröße (mm ²)	Fremdkörpergefühl (% vom Kollektiv)	Postoperative Diplopie (n)	Postoperativer Exophthalmus (n)	Postoperativer Enophthalmus (n)
OP nicht indiziert	135,64	0 %	0	0	0
Exakte Reposition ohne Rekonstruktionsmaterial	89,9	0 %	0	0	0
PDS-Folie 0,15 mm ²	319,71	4,7 %	1	1	0
PDS-Folie 0,25 mm ²	448,8	0 %	0	0	0
Titan-Mesh	481,67	50%	0	0	0

Tabelle 16: Mittelfristige Ergebnisse aus der Sicht der Patienten

3 Ergebnisse

Dabei zeigt sich überwiegend eine Korrelation mit den kurzfristigen postoperativen Ergebnissen. Zudem dokumentierten zwei Patienten (50%), die mit einem Titan-Mesh chirurgisch versorgt wurden, dass sie ein Fremdkörpergefühl und Hypersensibilitäten bzw. Parästhesien am Operationsbereich bei Temperaturwechsel oder bei wechselnden Wetterverhältnissen empfinden würden. Auch an dieser Stelle sei erwähnt, dass die Validierung dieser Resultate aufgrund der geringen Anzahl der Patienten in dieser Gruppe limitiert ist.

4 Diskussion

Die aktuelle Literatur zur Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen umfasst zahlreiche Studien zur operativen Versorgung. Dennoch bestehen Unstimmigkeiten über die Wahl der Rekonstruktionsmaterialien grundsätzlich in Bezug zur Defektgröße. Manche Autoren ziehen zur Entscheidungsfindung das Ausmaß der Dislokation, die Topographie der Fraktur oder das Volumen der Weichgewebs-Herniation in die Kieferhöhle heran.

4.1 Diskussion der Methodik und der Ergebnisse

4.1.1 Patientengruppen

Nach der retrospektiven Analyse des Kollektivs von 775 Patienten, die im Zeitraum von 2005 bis 2012 aufgrund einer Orbitabodenfraktur behandelt wurden, wurden die auswertbaren Patientenfälle (n=593), welche die Einschlusskriterien erfüllten, nochmals nach der Art der Versorgung und des Rekonstruktionsmaterials gegliedert.

Die Gruppe ohne Indikation zur operativen Versorgung umfasste eine Fallzahl von 86 Patienten, die durch konservative Behandlung eine signifikante Reduktion der posttraumatischen Diplopie ($p < 0.01$) aufwiesen. Diese Ergebnisse unterstreichen die klinischen Empfehlungen von Burnstine et al., 2003. Bei einer minimalen posttraumatischen Diplopie ohne Motilitätseinschränkungen, En- oder Hypophthalmus sei eine zweiwöchige Wartezeit vor chirurgischer Intervention empfohlen, so dass durch Reduktion von periorbitalen Schwellungen und Hämatomen eine Remission der klinischen

4 Diskussion

Symptome ermöglicht werden (Burnstine, 2002, Burnstine, 2003). In einer weiteren Studie, bei der der Visus von Patienten nach orbitalem Trauma untersucht wurde, konnte gezeigt werden, dass der Visus bei Patienten nach chirurgischer Intervention keine signifikante Besserung aufwies im Vergleich zu den Patienten, die eine Woche lang konservativ beobachtet wurden (Richards et al., 2015). Auch die Ergebnisse unserer Studie für dieses Patientenkollektiv unterstreicht die Möglichkeit der Remission von klinischen Symptomen bei kleinen Orbitabodenfrakturen bis zu einer medianen Defektgröße von 81 mm².

Als weitere Kategorie wurden die Patienten (n=15) zusammengefasst, bei denen ein chirurgischer Eingriff zwar durchgeführt wurde, jedoch eine exakte Reposition der Fragmente intraoperativ ohne den Einsatz eines Rekonstruktionsmaterials möglich war. Bei diesem Kollektiv zeigte sich lediglich bei einem Patienten eine präoperative Diplopie und postoperativ hingegen bei keinem der Patienten, so dass eine statistisch relevante Auswertung der Daten in dieser Kategorie nicht möglich war.

Die Patientengruppe mit der verhältnismäßig größten Fallzahl (n=444) bildet die Rekonstruktion mit der PDS-Folie mit einem Durchmesser von 0,15 mm. Daher ist die Aussagekraft in dieser Kategorie signifikant hoch. Nach Auswertungen der Defektgrößen im CT analog zu Ellis und Tan (2003) zeigten unsere Ergebnisse, dass die PDS-Folie (0,15 mm) ein adäquates Rekonstruktionsmaterial für Orbitabodenfrakturen von einer Durchschnittsdefektgröße von 267,3 mm² darstellt. Außerdem konnten hiermit Defekte bis zu einer Größe von maximal 370,8 mm² suffizient und exakt rekonstruiert werden. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die PDS-Folien (0,15mm) eine Reduktion der präoperativen Diplopie von 16% auf postoperativ

4 Diskussion

4,9% ermöglichen und dabei eine geringe tolerable Rate an postoperativem Ex- und Enophthalmus (1,8%/1,4%) aufweisen.

Ebenfalls gute Ergebnisse waren nach den Auswertungen der Patientenfälle (n=26), die mit einer PDS-Folie der Stärke 0,25 mm operativ versorgt wurden, ersichtlich. Computertomographisch zeigte sich, dass Orbitabodenfrakturen von einer Durchschnittsgröße von 437,3 mm² und einer maximalen Frakturgröße von bis zu 825 mm² mithilfe der PDS-Folie (0,25 mm) rekonstruiert werden konnten und dabei ähnliche signifikante und gute Ergebnisse lieferten wie die Rekonstruktionen mit den 0,15 mm dicken PDS-Folien. Eine signifikante Reduktion der präoperativen Diplopie von 34,6 auf 3,8% war beobachtbar.

Unsere Daten bekräftigen die Studie von Gierloff et al. Sie untersuchten 47 mit Orbitabodenfrakturen größer als 2,0 cm² präoperativ und 6 Monate postoperativ. Das Resultat war eine erhebliche Reduktion der Motilitätseinschränkungen und des Enophthalmus (Gierloff et al., 2012). Im Vergleich hierzu haben wir ein deutlich größeres Kollektiv von insgesamt 470 Patienten, die mit einer PDS-Folie (0,15 und 0,25 mm²) versorgt wurden, untersucht, so dass diese Resultate dadurch eine entscheidend größere Signifikanz gewinnen und bekräftigt werden. Des Weiteren zeigte die Studie von Gerressen et al. ebenfalls aus dem Jahre 2012, bei der postoperative CT-Scans von 21 Orbitabodenfrakturen evaluiert und mit der gesunden Seite verglichen wurden, dass die Rekonstruktionen mit der PDS-Folie (0,25 mm) oder Ethisorb-Patch suffizient waren und eine deutliche Reduktion der klinischen Symptome aufwiesen. Die mediane Defektgröße in dieser Studie lag bei 432 mm² (Gerressen et al., 2012). An dieser Stelle lassen sich Parallelen zu den Defektgrößen unserer Studie beobachten (median: 437,3 mm² bei PDS-Folie der Stärke 0,25 mm), so dass hier die Aussage, dass mittels der PDS-

4 Diskussion

Folien sogar auch größere Defekte suffizient versorgt werden können, bekräftigt wird. Die Ergebnisse beider Studien widersprechen somit den Untersuchungen von Kontio et al. aus dem Jahre 2001, in der festgestellt wurde, dass Rekonstruktionen mit PDS-Membranen (0,25 und 1 mm) unzufriedene postoperative Ergebnisse und nicht adäquate Wiederherstellung des Orbita-Volumens aufwiesen. Da hier lediglich 16 Patienten untersucht und die Defektgröße nicht in Zusammenhang gebracht wurde, ist die Signifikanz dieser Ergebnisse in Frage zu stellen. Auch war es möglich, die Schlussfolgerung von Baumann et al. aus dem Jahr 2001 zu negieren bzw. den festgestellten Indikationsbereich zu erweitern. Laut dieser Studie seien Rekonstruktionen mit PDS-Membranen (0,25 und 0,5 mm) bis zu einer maximalen Defektgröße von 2,5 cm² suffizient möglich. Bei größeren Defekten seien erhöhte Risiken für die Entstehung von Enophthalmus beobachtbar (Baumann et al., 2002).

Gleichwohl zeigte sich auch in unserem Patientenkollektiv der Rekonstruktionen mit der PDS-Folie der Stärke 0,25 mm, dass Motilitätseinschränkungen (26,9%), Exophthalmus (3,8%) und Enophthalmus (3,8%) unverändert blieben und nicht reduziert werden konnten. Allerdings wies nur ein Patient von 26 einen Enophthalmus auf, was statistisch als nicht signifikant eingeordnet werden kann. Bei unserer Studie erfolgten die augenärztlichen Untersuchungen im Durchschnitt ungefähr zwei Wochen postoperativ, so dass vermutlich die postoperativen Kurzzeit-Ergebnisse und die oben genannten klinischen Symptome noch durch die Hämatome und/oder Schwellungen beeinflusst gewesen seien könnten und nicht auf die fehlende Stabilität zurückzuführen waren. An dieser Stelle ist selbstkritisch anzumerken, dass eine postoperative augenärztliche Untersuchung nach Abklingen der Wundheilung nach ungefähr drei Monaten für mittelfristige OP-Ergebnisse

4 Diskussion

wünschenswert wäre. Weiterhin zeigt sich, dass die Rekonstruktionen mit den 0,15 mm dicken PDS-Folien geringere OP-Zeiten erfordern als die mit PDS-Folien der Stärke 0,25 mm oder mit Titan-Mesh. Im Hinblick darauf, bestätigen unsere Daten die Studien von Gierloff et al. (2012) und Gerressen et al. (2012). Die letzte Patientengruppe (n=22), die die Rekonstruktionen mit Titan-Mesh beinhaltet, wies eine im Vergleich zur PDS-Kategorie geringere Anzahl an Patienten auf. Dennoch sind die Resultate beachtenswert und statistisch relevant. Die mediane Defektgröße beträgt in dieser Patientengruppe 601,5 mm², minimale 100,8 mm² und die maximale 1004 mm². Eine präoperative Diplopie war bei zehn Patienten (45,5%) und eine postoperative bei sieben Patienten (31,8%) ersichtlich, so dass keine signifikante Reduktion festzustellen war. Hinsichtlich des Enophthalmus zeigte sich eine Reduktion von drei (13,6%) auf null Patienten. Auch bei der Studie von Rosado und de Vincente et al. aus dem Jahre 2012 war eine Reduktion des Enophthalmus bei Rekonstruktionen der Orbitabodenfrakturen mit Titan-Mesh ersichtlich. Allerdings wiesen sie auch eine Reduktion der Diplopie nach, was unsere Resultate jedoch nicht bestätigen konnten. Des Weiteren stellte Beak et al. aus dem Jahre 2014 nach Untersuchung von insgesamt 78 Patienten fest, dass es bei resorbierbaren Rekonstruktionsmaterialien und den Titan-Meshes keine relevanten funktionellen Unterschiede gäbe und auch die postoperativen Risiken ähnlich zu bewerten sei. Unsere Resultate konnten diese Aussage nicht unterstreichen und sind eher konträr zu interpretieren. In einer weiteren Studie, bei der die postoperativen Risiken von Rekonstruktionen mit Titan-Mesh untersucht wurden, konnte eine erhöhte Rate an residualer Diplopie nachgewiesen werden (Hwang and You, 2010). Diese Resultate sind relativ kongruent zu unseren postoperativen OP-Ergebnissen. In der Patientengruppe der Titan-Mesh-

4 Diskussion

Rekonstruktionen zeigte sich außerdem eine Motilitätseinschränkung bei vier Patienten (18,2%) präoperativ und postoperativ bei drei Patienten (13,6%). Ähnliche Beobachtungen stellten Kersey et al. 2013 fest als sie Rekonstruktionen mit Titan-Mesh untersuchten und nachweisen konnten, dass durch eine starke fibröse Gewebereaktion ein negativer Einfluss auf die Augenbeweglichkeit ausgeübt wurde. Trotz der geringeren Anzahl der Patienten in der Gruppe der Titan-Mesh-Rekonstruktionen, lässt sich erkennen, dass die im CT gemessenen Defekte deutlich größer ausfielen als in der PDS-Kategorie. Damit bestätigt sich die Annahme von Totir et al. (2015), dass Titan-Meshes aufgrund ihrer guten Stabilität bei größeren Defekten und sogar bei mehrwandigen Orbitafrakturen zur Rekonstruktion gut geeignet sind. In dieser Studie wurde jedoch kein Bezug auf die Defektgröße genommen und der Begriff „größere Defekte“ undefiniert gelassen. Laut unseren computertomographischen Auswertungen, lag die mediane Defektgröße für „größere“ Frakturen bei 601,5 mm². An dieser Stelle ist zu reflektieren, dass nicht nur die Defektgröße des frakturierten Orbitabodens zu berücksichtigen ist, sondern auch die Mehrwandigkeit der Orbitafraktur eine entscheidende Rolle spielt. Da ein Nachlassen der Stabilität der PDS-Membranen nach vier bis fünf Wochen postoperativ vermutet wird (Dietz et al., 2001), sind bei größeren Defekten zur Fixierung des orbitalen Weichgewebes die Notwendigkeit von stabilen Implantaten wie den Titan-Meshes in Betracht zu ziehen. Bei Frakturen, bei denen eine fehlende Abstützung der PDS-Folien zu vermuten oder intraoperativ erkennbar sind, empfehlen sich präformierte Meshes oder sogar individuell gebogene Titan-Meshes mit computer-navigierter Insertion (Essig et al., 2013). Diese würden ebenfalls gute postoperative Ergebnisse erzielen (Essig et al., 2013).

4 Diskussion

Bei den Auswertungen unserer Ergebnisse fiel eine Patientengruppe besonders auf, so dass auch auf diese trotz der geringen Anzahl an Patienten (n=10) eingegangen werden sollte. Im Gesamtkollektiv waren zehn Revisionsoperationen beinhaltet, bei denen aufgrund weiterhin persistierender, postoperativer Symptome wie Diplopie, Motilitätseinschränkungen und Enophthalmus eine Revision der Rekonstruktion notwendig war. Postoperativ waren eine deutliche Reduktion der Diplopie und der Motilitätseinschränkung und eine Eliminierung des Enophthalmus ersichtlich. Bei den Revisionen wurden folgende Materialien verwendet: bei vier Patienten eine PDS-Folie der Stärke 0,15 mm, bei einem Patienten eine PDS-Folie der Stärke 0,25 mm, bei vier Patienten ein Titan-Mesh und bei einem Patienten kein Rekonstruktionsmaterial.

Bei drei Patienten waren PDS-Folien der Stärke 0,15 mm in situ. Diese Rekonstruktionen wurden mittels des gleichen Materials revidiert und zeigten postoperativ keine klinischen Symptome. Hierbei waren Defektgrößen von 31,3 mm² bis zu 234 mm² ersichtlich. Bei einem Patienten, der mit der PDS-Folie (0,15 mm) versorgt wurde und eine Defektgröße von 432 mm² aufwies, wurde die Revision mithilfe einer 0,25 mm dicken PDS-Folie durchgeführt. Auch dieser war postoperativ symptomfrei. Selbst wenn die Anzahl der Revisionsoperationen in diesem Falle nicht repräsentativ war, lässt sich vermuten, dass die PDS-Folien sogar stabil genug sind und sich für die Durchführung von Revisionen eignen. Unsere guten postoperativen Ergebnisse stellen einen neuen Denkansatz bei der Indikation von resorbierbaren Materialien wie den PDS-Folien dar und liefern weitere offene Fragen, die im Rahmen künftiger Studien untersucht werden könnten.

4 Diskussion

Bei weiteren vier Patienten, bei denen PDS-Folien (0,15 mm) in situ waren, wurden die Rekonstruktionen mithilfe von Titan-Meshes revidiert. Hier zeigten sich unterschiedliche Defektgrößen: Orbitabodenfrakturen von 356,3 mm² bis 558 mm² und auch gemischte Blow-out Frakturen mit Beteiligung der medialen Orbitawand mit einer Gesamtdefektgröße von 881,4 mm² bis 1321,6 mm². Postoperativ zeigte sich dabei bei drei Patienten eine persistierende Diplopie, bei einem noch zusätzlich eine Motilitätseinschränkung. Ein Patient wies keinerlei postoperative Symptome auf. Trotz der geringen Patientenanzahl, ist eine tendenzielle Interpretation der Ergebnisse möglich. Bei großen oder bei mehrwandigen orbitalen Defekten scheint die Stabilität der PDS-Folien unzureichend zu sein, jedoch ist trotz der Rekonstruktion mit den stabileren Titan-Meshes keine signifikante Besserung der Symptome ersichtlich. Womöglich sind die persistierenden Symptome auf den Zeitraum der postoperativen ophthalmologischen Untersuchungen zurückzuführen, da lediglich nur die Ergebnisse der Nachuntersuchungen von 7 bis 14 Tage postoperativ vorliegen. An dieser Stelle wären längerfristige Ergebnisse von Nachkontrollen von über mehreren Monaten oder Jahren wünschenswert.

Zur Vervollständigung dieser Patientengruppe sind zwei weitere Patientenfälle zu erwähnen, die jedoch keine klinische Signifikanz aufweisen. Eine Revisionsoperation wurde ohne die Verwendung eines Rekonstruktionsmaterials durchgeführt; lediglich durch eine Narbenlösung und Neupositionierung des Musculus rectus inferiores wurde eine präoperative Diplopie erfolgreich therapiert. Bei einem weiteren – statistisch nicht signifikanten Patientenfall – wurde eine Titan-Mesh-Rekonstruktion mit einer unbekanntem Defektgröße mithilfe einer PDS-Folie (0,15 mm) revidiert. Hier zeigte sich prä- sowie auch postoperativ eine persistierende Diplopie.

4.1.2 Fragebögen

Zur Erfassung von mittelfristigen und langfristigen postoperativen Ergebnissen und möglichen Symptomen, wurden 83 Patienten ein Fragebogen zugeschickt. 63 Patienten beantworteten den Fragebogen und wurden somit eingeschlossen. Bei den Patienten, die mit einer PDS-Folie (0,15 und 0,25 mm) versorgt wurden (n=45), zeigte sich nur ein Fall mit postoperativer Diplopie und postoperativem Exophthalmus. Außerdem war bei 4,7% vom Kollektiv ein Fremdkörpergefühl vorhanden. Im Gegensatz dazu, war in der Titan-Mesh-Kategorie (n=4) bei 50% der Patienten ein Fremdkörpergefühl und Hypersensibilitäten bzw. Parästhesien infraorbital bei Temperaturwechsel oder bei wechselnden Wetterverhältnissen ersichtlich. Postoperative Symptome waren allerdings nicht zu beobachten bei diesen vier Patienten. Es muss indes angemerkt werden, dass durch die unterschiedliche Gewichtung der Patientenzahl in den zwei Kategorien eine Validierung der Resultate nur bedingt möglich ist.

Dennoch lässt sich generell festhalten, dass die ausgewerteten Langzeit-Daten sowie auch die subjektive Wahrnehmung der Patienten überwiegend mit den kurzfristigen Ergebnissen zwei Wochen postoperativ korrelieren und diese bekräftigen.

4.2 Schlussfolgerung

Ausschlaggebend für den Langzeiterfolg einer Orbitabodenfraktur stellt die exakte Rekonstruktion des Volumens der Orbita dar (Ellis and Tan, 2003, Potter and Ellis, 2004). Damit ist eine Reduktion der klinischen Symptome wie Diplopie, Motilitätsstörungen, En- oder Exophthalmus postoperativ und auch langfristig möglich bzw. vermeidbar. Die Auswahl des passenden Rekonstruktionsmaterials spielt dabei eine wichtige Rolle. Zur Entscheidungsfindung, welches der Materialien geeignet sein könnten, sollten die Auswertungen der Defektgrößen und die Frakturausdehnungen in computertomografischen Scans hinzugezogen werden.

In Hinblick auf die Ergebnisse dieser Studie lässt sich konstatieren, dass Rekonstruktionen von Orbitabodenfrakturen mit PDS-Folien eine geringe und akzeptable Rate an postoperativer Diplopie, Mortilitätsstörung, Ex- und Enophthalmus aufweisen.

Betrachtet man die Resultate der Rekonstruktionen der Orbitabodenfrakturen mit der PDS-Folie der Stärke 0,15 mm, ist feststellbar, dass diese für Defektgrößen von bis zu 250 bis 300 mm² sehr gut geeignet sind, eine signifikante Reduktion der postoperativen Diplopie aufweisen und gute Langzeiterfolge liefern.

Des Weiteren zeigen auch die Rekonstruktionen mit der PDS-Folie der Stärke 0,25 mm eine signifikante Reduktion der postoperativen Diplopie und gute klinische Langzeitergebnisse. Anhand der CT-Auswertungen konnte ermittelt werden, dass Defektgrößen von minimal 100,8 mm² bis maximal 825 mm² mithilfe der PDS-Folien der Stärke 0,25 mm exakt rekonstruiert werden konnten.

4 Diskussion

Ein weiteres interessantes Ergebnis dieser Studie ist, dass die Rekonstruktionen der Orbitabodenfrakturen mit Titan-Mesh, die eine minimale Defektgröße von 100,8 mm² und eine maximale von 1004 mm² aufwiesen, keine signifikante Reduktion der postoperativen Diplopie zeigten. Außerdem weisen diese laut subjektiver Wahrnehmung der Patienten, die mithilfe der Fragebögen ermitteln werden konnte, ein Fremdkörpergefühl infraorbital auf. Es bleibt zu berücksichtigen, dass die Fallzahl der Patienten, die mit Titan-Mesh operativ versorgt wurden im Vergleich zu dem Patientenkollektiv mit PDS-Rekonstruktionen, deutlich geringer ausfällt. Hieraus ergibt sich ein ungleich gewichtetes Patientenverhältnis, welches bei der Auswertung der Studienergebnisse beachtet werden muss. Trotzdem sollte auf Basis dieser Erkenntnisse Titan-Mesh als Rekonstruktionsmaterial eher für extensive Orbitabodenfrakturen Anwendung finden.

Abschließend lässt sich festhalten, dass trotz der unterschiedlich gewichteten Patientengruppen, die Ergebnisse durch die insgesamt hohe Patientenfallzahl bemerkenswerte Signifikanz aufweisen und bei der Etablierung eines Algorithmus zur Behandlung von Orbitabodenfrakturen in der Zukunft hilfreich Anwendung finden können.

5 Anhang

5.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Le-Fort-I	- 3 -
Abbildung 2: Le-Fort-II	- 4 -
Abbildung 3: Le-Fort-III	- 4 -
Abbildung 4: Coronar rekonstruiertes CT einer linearen Orbitabodenfraktur links (Archivbild der Westdeutschen Kieferklinik des Universitätsklinikum Düsseldorf, 2011).....	- 7 -
Abbildung 5: Coronar rekonstruiertes CT einer „trapdoor“-Fraktur des linken Orbitabodens (Archivbild der Westdeutschen Kieferklinik des Universitätsklinikum Düsseldorf, 2011)	- 7 -
Abbildung 6: Coronar rekonstruiertes CT einer reinen Blow-out Fraktur des rechten Orbitabodens (Archivbild der Westdeutschen Kieferklinik des Universitätsklinikum Düsseldorf, 2011)	- 7 -
Abbildung 7: Coronar rekonstruiertes CT einer gemischten Blow-out Fraktur des rechten Orbitabodens (Archivbild der Westdeutschen Kieferklinik des Universitätsklinikum Düsseldorf, 2011)	- 7 -
Abbildung 8: PDS-Folie (unverarbeitet, intraop. zugeschnitten & in situ)	- 26 -
Abbildung 9: Coronar rekonstruiertes CT einer Orbitabodenfraktur links;	- 27 -
Abbildung 10: Anschreiben für den Fragebogen	- 31 -
Abbildung 11: Fragebogen Seite 1	- 32 -
Abbildung 12: Fragebogen Seite 2.....	- 33 -
Abbildung 13: Gliederung des Gesamtpatientenkollektivs (n=593).....	- 38 -

5.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gesamtpatientenkollektiv	- 37 -
Tabelle 2: Verteilung der Diplopie bei den Patienten ohne Indikation zur Operation	- 39 -
Tabelle 3: Verteilung der Diplopie bei PDS-Rekonstruktionen (0,15mm).....	- 40 -
Tabelle 4: Verteilung der Motilität bei PDS-Rekonstruktionen (0,15mm)	- 41 -
Tabelle 5: Verteilung En-/Exophthalmus bei den PDS-Rekonstruktionen (0,15mm).....	- 41 -
Tabelle 6: Verteilung der Diplopie bei PDS-Rekonstruktionen (0,25mm).....	- 42 -
Tabelle 7: Verteilung der Motilität bei PDS-Rekonstruktionen (0,25mm)	- 43 -
Tabelle 8: : Verteilung En-/Exophthalmus bei den PDS-Rekonstruktionen (0,25mm).....	- 43 -
Tabelle 9: Verteilung der Diplopie bei den Titan-Mesh-Rekonstruktionen....	- 44 -
Tabelle 10: Verteilung der Motilität bei den Titan-Mesh-Rekonstruktionen ..	- 44 -
Tabelle 11: Verteilung der En-/Exophthalmus bei den Titan-Mesh- Rekonstruktionen	- 45 -
Tabelle 12: Zusammenhang Auftreten des Enophthalmus und Defektgröße in mm ²	- 45 -
Tabelle 13: Verteilung der Diplopie bei den Revisionsoperationen	- 46 -
Tabelle 14: Verteilung der Motilität bei den Revisionsoperationen.....	- 46 -
Tabelle 15: Verteilung En-/Exophthalmus bei den Revisionsoperationen	- 47 -
Tabelle 16: Mittelfristige Ergebnisse aus der Sicht der Patienten	- 48 -

6 Literaturverzeichnis

- ALINASAB, B., RYOTT, M. & STJARNE, P. 2014. Still no reliable consensus in management of blow-out fracture. *Injury*, 45, 197-202.
- AUMÜLLER, G., AUST, G., DOLL, A., ENGELE, J., KIRSCH, J., MENSE, S. & WURZINGER, L. J. 2006. *Anatomie (Duale Reihe)*, Stuttgart, Thieme Verlag.
- AVASHIA, Y. J., SASTRY, A., FAN, K. L., MIR, H. S. & THALLER, S. R. 2012. Materials used for reconstruction after orbital floor fracture. *J Craniofac Surg*, 23, 1991-7.
- BAEK, W. I., KIM, H. K., KIM, W. S. & BAE, T. H. 2014. Comparison of Absorbable Mesh Plate versus Titanium-Dynamic Mesh Plate in Reconstruction of Blow-Out Fracture: An Analysis of Long-Term Outcomes. *Arch Plast Surg*, 41, 355-61.
- BAUMANN, A., BURGGASSER, G., GAUSS, N. & EWERS, R. 2002. Orbital floor reconstruction with an alloplastic resorbable polydioxanone sheet. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 31, 367-73.
- BECK-BROICHSITTER, B. E., ACAR, C., KANDZIA, C., JOCHENS, A., WILTFANG, J. & BECKER, S. T. 2015. Reconstruction of the orbital floor with polydioxanone: a long-term clinical survey of up to 12 years. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 53, 736-40.
- BURNSTINE, M. A. 2002. Clinical recommendations for repair of isolated orbital floor fractures: an evidence-based analysis. *Ophthalmology*, 109, 1207-10; discussion 1210-1; quiz 1212-3.
- BURNSTINE, M. A. 2003. Clinical recommendations for repair of orbital facial fractures. *Curr Opin Ophthalmol*, 14, 236-40.
- CORNELIUS, C. P., KUNZ, C., NEFF, A., KELLMAN, R. M., PREIN, J. & AUDIGE, L. 2014. The Comprehensive AOCMF Classification System: Fracture Case Collection, Diagnostic Imaging Work Up, ACOIAC Iconography and Coding. *Craniofacial Trauma Reconstr*, 7, S131-5.
- DIETZ, A., ZIEGLER, C. M., DACHO, A., ALTHOF, F., CONRADT, C., KOLLING, G., VON BOEHMER, H. & STEFFEN, H. 2001. Effectiveness of a new perforated 0.15 mm poly-p-dioxanon-foil versus titanium-dynamic mesh in reconstruction of the orbital floor. *J Craniofacial Surg*, 29, 82-8.
- DUBOIS, L., STEENEN, S. A., GOORIS, P. J., BOS, R. R. & BECKING, A. G. 2016. Controversies in orbital reconstruction-III. Biomaterials for orbital reconstruction: a review with clinical recommendations. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 45, 41-50.
- ELLIS, E., 3RD & MESSO, E. 2004. Use of nonresorbable alloplastic implants for internal orbital reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg*, 62, 873-81.
- ELLIS, E., 3RD & PEREZ, D. 2014. An algorithm for the treatment of isolated zygomatico-orbital fractures. *J Oral Maxillofac Surg*, 72, 1975-83.
- ELLIS, E., 3RD & TAN, Y. 2003. Assessment of internal orbital reconstructions for pure blowout fractures: cranial bone grafts versus titanium mesh. *J Oral Maxillofac Surg*, 61, 442-53.
- ESSIG, H., DRESSEL, L., RANA, M., RANA, M., KOKEMUELLER, H., RUECKER, M. & GELLRICH, N. C. 2013. Precision of posttraumatic primary orbital reconstruction using individually bent titanium mesh with and without navigation: a retrospective study. *Head Face Med*, 9, 18.

- GERRESSEN, M., GILLESSEN, S., RIEDIGER, D., HOLZLE, F., MODABBER, A. & GHASSEMI, A. 2012. Radiologic and facial morphologic long-term results in treatment of orbital floor fracture with flexible absorbable alloplastic material. *J Oral Maxillofac Surg*, 70, 2375-85.
- GIERLOFF, M., SEECK, N. G., SPRINGER, I., BECKER, S., KANDZIA, C. & WILTFANG, J. 2012. Orbital floor reconstruction with resorbable polydioxanone implants. *J Craniofac Surg*, 23, 161-4.
- GOSAU, M., SCHONEICH, M., DRAENERT, F. G., ETTL, T., DRIEMEL, O. & REICHERT, T. E. 2011. Retrospective analysis of orbital floor fractures--complications, outcome, and review of literature. *Clin Oral Investig*, 15, 305-13.
- HOLTMANN, H., EREN, H., SANDER, K., KUBLER, N. R. & HANDSCHEL, J. 2016. Orbital floor fractures--short- and intermediate-term complications depending on treatment procedures. *Head Face Med*, 12, 1.
- HWANG, K. & YOU, S. H. 2010. Analysis of facial bone fractures: An 11-year study of 2,094 patients. *Indian J Plast Surg*, 43, 42-8.
- JANK, S., EMSHOFF, R., SCHUCHTER, B., STROBL, H., BRANDLMAIER, I. & NORER, B. 2003. Orbital floor reconstruction with flexible Ethisorb patches: a retrospective long-term follow-up study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 95, 16-22.
- JAQUIERY, C., AEPPLI, C., CORNELIUS, P., PALMOWSKY, A., KUNZ, C. & HAMMER, B. 2007. Reconstruction of orbital wall defects: critical review of 72 patients. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 36, 193-9.
- KERSEY, T. L., NG, S. G., ROSSER, P., SLOAN, B. & HART, R. 2013. Orbital adherence with titanium mesh floor implants: a review of 10 cases. *Orbit*, 32, 8-11.
- KIRBY, E. J., TURNER, J. B., DAVENPORT, D. L. & VASCONEZ, H. C. 2011. Orbital floor fractures: outcomes of reconstruction. *Ann Plast Surg*, 66, 508-12.
- KONTIO, R., SUURONEN, R., SALONEN, O., PAUKKU, P., KONTTINEN, Y. T. & LINDQVIST, C. 2001. Effectiveness of operative treatment of internal orbital wall fracture with polydioxanone implant. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 30, 278-85.
- KORYCZAN, P., ZAPALA, J. & WYSZYNSKA-PAWELEC, G. 2015. Reduction in visual acuity and intraocular injuries in orbital floor fracture. *Folia Med Cracov*, 55, 49-56.
- KUNZ, C., AUDIGE, L., CORNELIUS, C. P., BUITRAGO-TELLEZ, C. H., RUDDERMAN, R. & PREIN, J. 2014. The Comprehensive AOCMF Classification System: Orbital Fractures - Level 3 Tutorial. *Craniofacial Trauma Reconstr*, 7, S092-102.
- MAST, G., EHRENFELD, M. & CORNELIUS, C. P. 2011. [Maxillofacial fractures: midface and internal orbit : Part 1: classification and diagnosis]. *Unfallchirurg*, 114, 1007-17.
- METZGER, M. C., SCHON, R. & SCHMELZEISEN, R. 2007. Preformed titanium meshes: a new standard? *Skull Base*, 17, 269-72.
- MOK, D., LESSARD, L., CORDOBA, C., HARRIS, P. G. & NIKOLIS, A. 2004. A review of materials currently used in orbital floor reconstruction. *Can J Plast Surg*, 12, 134-40.
- PARK, I. H., LEE, H. M. & YANAGI, K. 2015. Endoscopic transantral and transnasal repair of orbital floor fracture with the ballooning technique, and classification and characterization of orbital floor fractures. *Am J Rhinol Allergy*, 29, 445-8.

- POTTER, J. K. & ELLIS, E. 2004. Biomaterials for reconstruction of the internal orbit. *J Oral Maxillofac Surg*, 62, 1280-97.
- POTTER, J. K., MALMQUIST, M. & ELLIS, E., 3RD 2012. Biomaterials for reconstruction of the internal orbit. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 24, 609-27.
- RHEE, S. H., KIM, T. S., SONG, J. M., SHIN, S. H. & LEE, J. Y. 2014. Effectiveness of Computed Tomography for Blow-out Fracture. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, 36, 273-9.
- RICHARDS, N. Q., BROWN, N. H. & KIDWELL, E. D., JR. 2015. Visual Acuity in Orbital Floor Fractures: Does Surgical Subspecialty Management Matter? *J Craniofac Surg*, 26, 1668-72.
- RINNA, C., UNGARI, C., SALTAREL, A., CASSONI, A. & REALE, G. 2005. Orbital floor restoration. *J Craniofac Surg*, 16, 968-72.
- ROPKE, E. & BLOCHING, M. 2004. [Materials used in reconstructive surgery of the orbit]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 221, 985-91.
- ROSADO, P. & DE VICENTE, J. C. 2012. Retrospective analysis of 314 orbital fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 113, 168-71.
- SAFI, A. F., RICHTER, M. T., ROTHAMEL, D., NICKENIG, H. J., SCHEER, M., ZOLLER, J. & KREPPEL, M. 2016. Influence of the volume of soft tissue herniation on clinical symptoms of patients with orbital floor fractures. *J Craniomaxillofac Surg*, 44, 1929-1934.
- SAMANDARI, F. & MAI, J. K. 2008. Curriculum Funktionelle Anatomie für Zahnmediziner. 2th, revised and extended compilation ed. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH.
- SCHUBERT, W., GEAR, A. J., LEE, C., HILGER, P. A., HAUS, E., MIGLIORI, M. R., MANN, D. A. & BENJAMIN, C. I. 2002. Incorporation of titanium mesh in orbital and midface reconstruction. *Plast Reconstr Surg*, 110, 1022-30; discussion 1031-2.
- SULLIVAN, P. K., SMITH, J. F. & ROZZELLE, A. A. 1994. Cranio-orbital reconstruction: safety and image quality of metallic implants on CT and MRI scanning. *Plast Reconstr Surg*, 94, 589-96.
- TONG, L., BAUER, R. J. & BUCHMAN, S. R. 2001. A current 10-year retrospective survey of 199 surgically treated orbital floor fractures in a nonurban tertiary care center. *Plast Reconstr Surg*, 108, 612-21.
- TOTIR, M., CIULUVICA, R., DINU, I., CAREBA, I. & GRADINARU, S. 2015. Biomaterials for orbital fractures repair. *J Med Life*, 8, 41-3.

Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Dr. Jörg Handschel für die Möglichkeit diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen, für seine hervorragende wissenschaftliche Betreuung und seine allzeit freundliche und geduldige Unterstützung bei allen Fragen und Problemen.

Weiterhin danke ich meinem Betreuer, Herrn Dr. Dr. Henrik Holtmann für all die tatkräftige Unterstützung, vor allem in der anstrengenden Phase des Schreibens, für seine wertvollen Verbesserungsvorschläge und für seine motivierenden Worte.

Des Weiteren möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. Norbert R. Kübler für die zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten, Geräte und Materialien danken.

Mein außerordentlicher Dank gilt darüber hinaus den freundlichen Mitarbeiterinnen des Aktenarchivs der Westdeutschen Kieferklinik, sowie des Klinikbüros der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Uniklinik Düsseldorf, für ihre Hilfe bei der zeitaufwändigen Beschaffung der Patientenakten.

Aber vor allem möchte ich mich bei meinen Eltern und meinem Bruder bedanken, ohne die ein Studium und diese Doktorarbeit nicht möglich gewesen wären. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

