

Die Revision des Orbitabodens zur Wiederherstellung der Bulbusmotilität nach isolierter Orbitabodenfraktur

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Kerzendorf, Martin Wilhelm
aus Büdingen (Hessen)

Gießen 2019

Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie,
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Hans-Peter Howaldt,
und der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde, Direktorin: Prof. Dr. med. Birgit Lorenz,
des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Gutachter: Prof. Dr. Thomas Krzizok

Gutachter: Prof. Dr. Walter Sekundo

Tag der Disputation: 16.08.2019

*Glaube denen, die die Wahrheit suchen,
und zweifle an denen, die sie gefunden haben.
(André Gide)*

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Die knöchernen Orbita	1
1.2 Ätiologie und Pathophysiologie der Orbitabodenfraktur	2
1.3 Fragestellung und Ziel der Arbeit	6
1.4 Operationsindikation und -zeitpunkt	6
2. Patientenkollektiv und Methode	10
2.1 Patientenkollektiv	10
2.2 Methode	10
2.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien	11
2.4 Operation	12
2.5 Untersuchungsverfahren	14
2.5.1 Datenerhebung und -einteilung	14
2.5.2 Untersuchung der monokularen Exkursionsfähigkeit des Bulbus	15
2.5.3 Messung der Stellungsabweichung des Bulbus	16
2.5.4 Messung des Fusionsblickfelds	18
2.5.5 Exophthalmometrie	18
2.5.6 Visus	19
2.5.7 Knöchernen Stufe infraorbital	19
2.5.8 Sensibilitätsstörung infraorbital	20
2.5.9 Knöchernen Defektgröße des Orbitabodens und Defektdeckung	20
2.6 Statistische und mathematische Auswertung	20

3. Ergebnisse	22
3.1 Operationsindikation und Zeitraum	22
3.2 Monokulare Exkursionsfähigkeit des Bulbus	22
3.3 Stellungsabweichung des Bulbus	23
3.3.1 Horizontaldeviation	24
3.3.2 Vertikaldeviation	25
3.4 Fusionsblickfeld	26
3.5 Exophthalmometrie	26
3.6 Visus	27
3.7 Knöcherne Stufe infraorbital	28
3.8 Sensibilitätsstörung infraorbital	28
3.9 Knöcherne Defektgröße des Orbitabodens und Defektdeckung	29
3.10 Statistische und mathematische Auswertung	29
4. Diskussion	32
4.1 Kann durch eine operative Revision des Orbitabodens die Funktionsbeeinträchtigung deutlich verringert werden?	32
4.1.1 Verbesserung der monokularen Exkursionsfähigkeit des Bulbus	32
4.1.2 Verbesserung der Stellungsabweichung des Bulbus	33
4.1.3 Verbesserung des Fusionsblickfelds	34
4.1.4 Veränderung des Enophthalmus/Exophthalmus	37
4.1.5 Veränderung des Visus	40
4.1.6 Verbesserung der knöchernen Stufe infraorbital	41
4.1.7 Verbesserung der Sensibilität infraorbital	41
4.2 Besteht ein Zusammenhang zwischen der Größe des knöchernen Defekts im Orbitaboden und der maximalen vertikalen Exkursionsstrecke des Bulbus und könnte man so auf ein zu erwartendes postoperatives Ergebnis schließen?	43
4.3 Ist die angewandte OP-Methode geeignet, die Fraktur zu versorgen?	44
4.4 Grenzen der Untersuchungsmethode	49

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Frage, inwieweit eine Revision des Orbitabodens nach einer isolierten Orbitabodenfraktur eine bestehende Funktionsbeeinträchtigung des Auges verringert und ob man von der maximalen vertikalen Exkursionsstrecke des Bulbus auf die Größe des knöchernen Defekts im Orbitaboden schließen kann.

Eingangs wird ein Überblick über die Anatomie der Orbita und die Ätiologie der Orbitabodenfraktur gegeben. Im weiteren Verlauf werden das chirurgische Revisionsvorgehen, das Patientenkollektiv und die Methode, die Ein- und die Ausschlusskriterien sowie die Ergebnisse beschrieben und abschließend diskutiert.

1.1 Die knöcherne Orbita

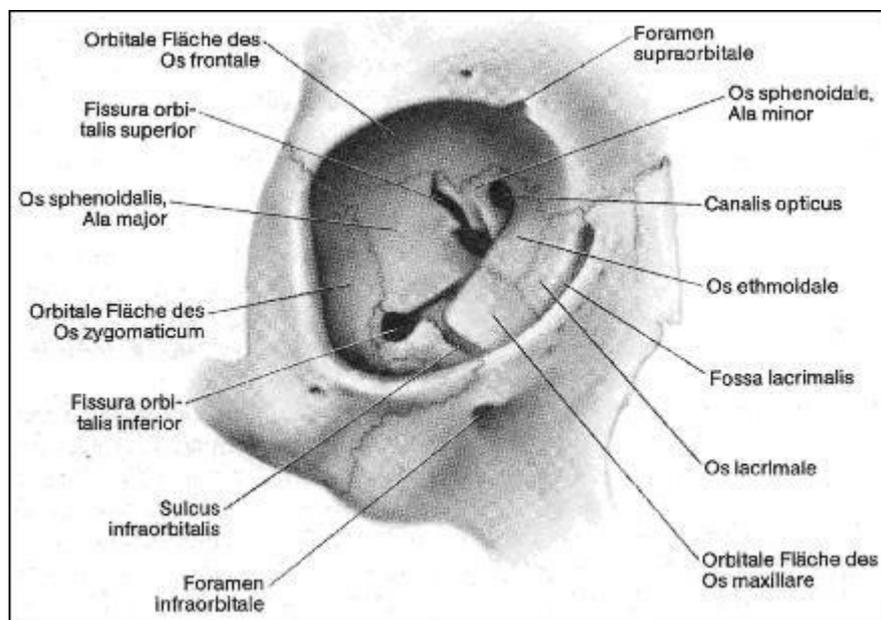


Abb. 1: Die knöcherne Orbita ^[87]

Die Orbita (= Augenhöhle oder Orbitatrichter) kann mit einer vierseitigen Pyramide verglichen werden, die nach okzipital spitz zuläuft. Die Orbita ist durchschnittlich 26,9mm breit und 37,6mm lang ^[5; 40]. In der Orbita liegen der Bulbus oculi (= Augapfel), Fettgewebe, Bindegewebe, die sechs Augenmuskeln, der Nervus opticus, der Musculus orbitalis sowie weitere Nerven und Gefäße. Die Orbita ist von einer straffen, bindegewebsartigen Hülle, der Periorbita, ausgekleidet. Teile des Orbitadachs,

der medialen Orbitawand und des Bodens der knöchernen Augenhöhle sind gleichzeitig in jeweils unterschiedlichem Umfang Teile der Wände der Siebbeinzellen, der Stirnhöhle und der Kieferhöhle ^[41]. Der Boden und das Dach des Sehnervkanals werden von der Keilbeinhöhle gebildet. Aus der engen Nachbarschaft der Augenhöhle und der Schädelhöhlen mit ihren gemeinsamen knöchernen Trennwänden von nur 0,1–0,3 mm Dicke ergibt sich die gegenseitige Beeinflussung bei Traumata ^[40]. Die Augenhöhle steht über den Canalis opticus, das Foramen rotundum und die Fissura orbitalis superior mit der mittleren Schädelgrube in Verbindung. Die Fissura orbitalis inferior, die von einer aus glatten Muskelfasern (Müllerscher Muskel) bestehenden Platte bedeckt ist, trennt die Augenhöhle von der Flügelgaumengrube. Äste der Vena ophthalmica durchziehen diese Fissur, sodass das Blut der Orbita in den Plexus pterygoideus abfließen kann. Durch den Canalis opticus ziehen der Sehnerv und die Arteria ophthalmica. Die Arteria ophthalmica mündet nach dem Passieren der Fissura orbitalis superior in den Sinus cavernosus. Durch das Foramen rotundum gelangen die Nervi maxillaris und infraorbitalis in die Augenhöhle. Ausschaltung oder Irritation (z. B. Quetschung nach einer Orbitabodenfraktur) des Nervus infraorbitalis ziehen eine Sensibilitätseinschränkung seines Versorgungsgebietes nach sich ^[56; 80].

1.2 Ätiologie und Pathophysiologie der Orbitabodenfraktur

Die fragilsten Bereiche der Orbita sind der Orbitaboden und die mediale Orbitawand ^[40]. Die häufigsten Gründe für Orbitabodenfrakturen sind Schläge ins Gesicht, Sportunfälle oder Stürze ^[21; 71]. Nach Verkehrsunfällen treten eher kombinierte und umfangreichere Frakturen mit Jochbeinbeteiligung auf, da das stumpfe Trauma großflächiger wirkt und die gesamte Jochbeinprominenz dabei flächig eingedrückt wird ^[12]. In der Literatur wurden isolierte Orbitabodenfrakturen nach Autounfällen beschrieben, wobei die Fraktur sehr wahrscheinlich nur durch Auslösen des Airbag-Sicherheitssystems der Fahrzeuge bedingt war ^[62].

Zur Entstehung der Orbitabodenfraktur gibt es zwei Theorien ^[52; 61; 83; 48]:

I. Der Einknickmechanismus

Durch eine Krafteinwirkung auf den unteren Orbitarand wird dieser eingedrückt, und die entstehende Druckwelle wird weitergeleitet; sie kann, wenn die Grenze der elastischen Verformbarkeit des Knochens überschritten wird, einen Spannungsbruch des Orbitabodens verursachen (Abb. 2). So können Orbitabodenfrakturen auftreten, ohne dass der Bulbus direkt tangiert wird ^[48].

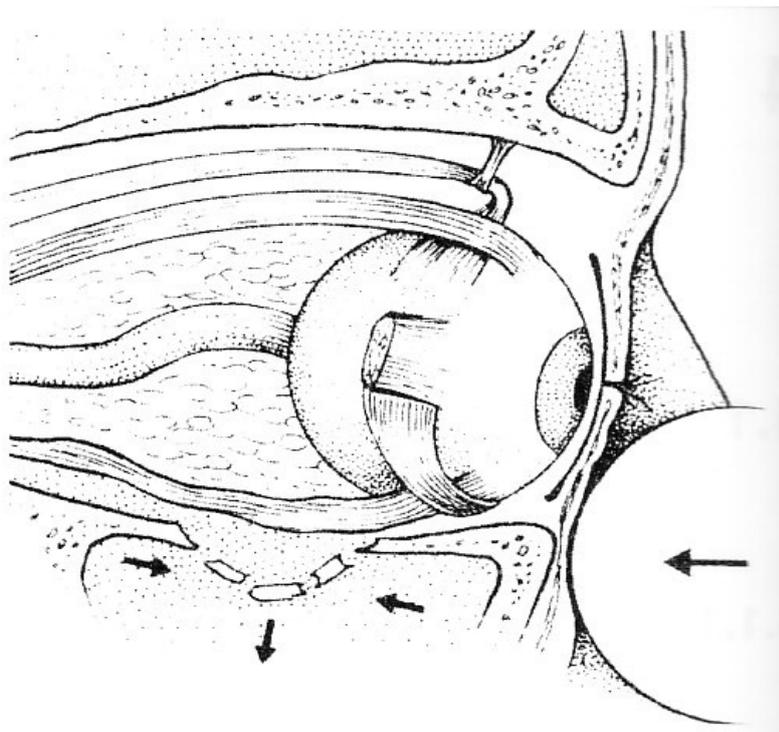


Abb. 2: Einknickmechanismus ^[48]

II. Der Druckerhöhungsmechanismus

Trifft ein Gegenstand oder ein Körperteil so auf den Orbitaring, dass dieser flächig abgedichtet wird, wird der Orbitainhalt komprimiert. Die dadurch verursachte intraorbitale Drucksteigerung bewirkt, dass die Stelle mit der geringsten Widerstandskraft nachgeben und frakturieren kann (Abb. 3). Diese Form wird auch Blow-out-Fraktur („blow out“ = platzen, sich aufblähen) genannt. Bei der sogenannten Trapdoor-Fraktur („trapdoor“ = Klappe, Falltür) bricht ein Knochendeckel nach kaudal heraus und federt (z.B. durch den Zug des Periosts) wieder zurück. Hierbei kann periorbitales Gewebe eingeklemmt und die Beweglichkeit des Bulbus eingeschränkt werden^[7]. Bei diesem Mechanismus besteht ein direkter Kontakt des Einschlagobjekts mit dem Bulbus und dem Orbitaring^[75].

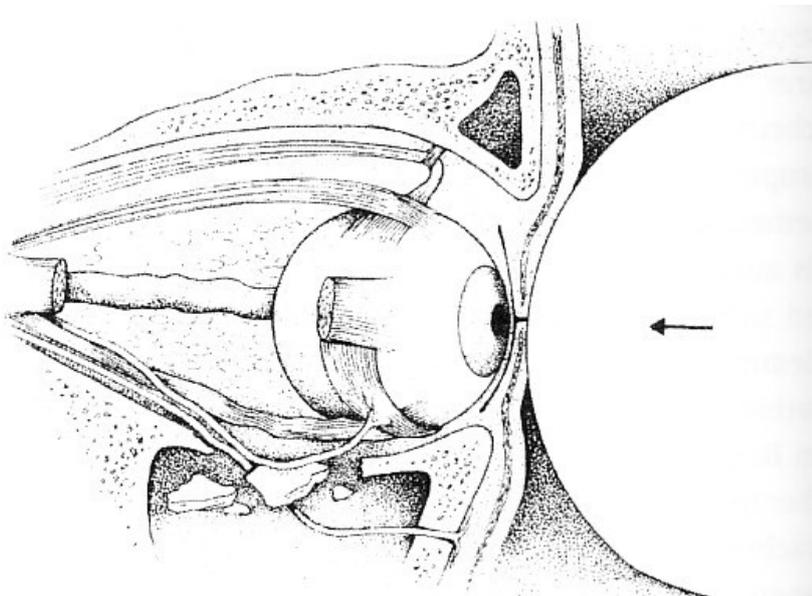


Abb. 3: Druckerhöhungsmechanismus^[48]

Isolierte Orbitabodenfrakturen kommen seltener vor als Orbitabodenfrakturen in Kombination mit Jochbeinfrakturen. Da bei einer Jochbeinfraktur auch immer die knöcherne Orbita mitbetroffen ist, sind hier Kontinuitätsunterbrechungen im Orbitaboden sehr häufig. Eine dislozierte Jochbeinfraktur ist per Definition auch eine Orbitabodenfraktur^[89].

Die folgend aufgelisteten Symptome, die bei einer Orbitabodenfraktur auftreten können, sind durch eine klinische Untersuchung darstellbar [65; 74; 75]:

- Einschränkung der Augenbeweglichkeit (Motilitätsstörung).
- Stellungsabweichung des Bulbus in Primär-, Sekundär- und Tertiärposition (Strabismus).
- Doppeltsehen (Diplopie).
- Zurückliegen oder Hervortreten des Bulbus (En- oder Exophthalmie).
- Tieferstand des betroffenen Bulbus (Hypotropie).
- Sensibilitätsstörung im Ausbreitungsgebiet des Nervus infraorbitalis (Hypästhesie).
- Geschwollenes periorbitales Weichgewebe (Hämatom/Ödem).
- Hämatom im Bulbus (Hyposphagma).
- Verkleinerte Lidspalte durch ein Zurückliegen oder den Tieferstand des Bulbus (Pseudoptosis).
- Palpierbare knöcherne Kontinuitätsunterbrechung des kaudalen Orbitarands.
- Selten kommt es zur Ruptur, zur Einblutung oder zu anderen Schädigungen des Bulbus oder des Sehnervs, die das Augenlicht vermindern oder zur Blindheit führen.

Radiologisch nachweisbare Frakturzeichen sind [65; 74; 75]:

- „Hängender Tropfen“ im Sinus maxillaris, bestehend aus prolabiertem Weichgewebe.
- Spiegel in der Kieferhöhle durch Einblutung.
- Erkennbare Kontinuitätsunterbrechung im Orbitaboden.

Bei einer vorliegenden Bewegungseinschränkung des Bulbus muss zwischen einer neurogen bedingten Bewegungseinschränkung und einer Pseudoparese durch mechanische oder strukturelle Einflüsse unterschieden werden. Dies erfolgt prä- oder intraoperativ mit dem Traktions- oder Pinzettenzugtest [75]. Hierbei wird der Augapfel des anästhesierten Patienten vom Untersucher oder Operateur mit einer feinen Pinzette in Richtung der Bewegungseinschränkung bewegt; dabei wird geprüft, ob der Augapfel in der Orbita frei beweglich ist. Während sich der Bulbus bei einer neurologisch

bedingten Lähmung passiv mühelos bewegen lässt, ist er bei einer Einklemmung von Muskulatur oder periorbitalem Gewebe nicht leicht bewegbar oder man zieht gegen einen merklichen Anschlag. Darüber hinaus kann man damit eine Muskeleinklemmung von einem intramuskulären Hämatom oder einer Muskelruptur abgrenzen.

Ein Leitsymptom der Orbitabodenfraktur ist Diplopie^[32] – meist veranlasst dieses Doppeltsehen die Patienten, eine Klinik aufzusuchen. Der Ablauf der Ereignisse nach dem Trauma bis zum Konsultieren eines Arztes war bei den in dieser Studie untersuchten Patienten weitgehend ähnlich: Die Patienten erlitten ein Trauma; daraufhin entwickelte sich ein Monokelhämatom. Nur wenige Patienten suchten gleich oder unmittelbar nach dem Trauma einen Arzt auf. Die meisten warteten ab und stellten sich erst dann bei einem Arzt oder in einer Fachklinik vor, wenn die Schwellung zurückgegangen war und ein Doppeltsehen auftrat.

1.3 Fragestellung und Ziel der Arbeit

Fragestellung und Ziel dieser Arbeit war:

- a) Kann durch eine operative Revision des Orbitabodens die Funktionsbeeinträchtigung des Auges deutlich verringert werden?
- b) Besteht ein Zusammenhang zwischen der Größe des knöchernen Defekts im Orbitaboden und der maximalen vertikalen Exkursionsstrecke des Bulbus und könnte man so auf ein zu erwartendes postoperatives Ergebnis schließen?
- c) Ist die angewandte OP-Methode geeignet, die Fraktur zu versorgen?

1.4 Operationsindikation und -zeitpunkt

Die Notwendigkeit einer generellen operativen Korrektur der isolierten Orbitabodenfraktur und des prognostisch günstigsten Zeitpunkts werden in der Literatur unterschiedlich bewertet. Der ideale Operationszeitpunkt und vielfach auch die Operationsindikation sind umstritten^[49]. Die Bandbreite der Meinungen, wann der günstigste Operationszeitpunkt ist, reicht von einer Operation zeitnah nach dem Trauma und der Diagnosesicherung bis hin zu einer zunächst abwartenden Haltung, ob überhaupt Funktionsbeeinträchtigungen (z. B. Diplopie) auftreten, die eine chirurgische

Revision erforderlich machen. Besonders bei schwach ausgeprägten Symptomen stellt sich die Frage, ob eine Spontanheilung eintreten kann. Im Folgenden gibt die verglichene Literatur eine Übersicht zur Frage der Operationsindikation und des adäquaten Zeitpunkts.

Einige Autoren empfehlen bezüglich eines operativen Eingriffs, eine abwartende Haltung einzunehmen:

Das Phänomen einer posttraumatischen Spontanremission versuchen Korneef et al. [51] mit einer durch die ständigen Bulbusbewegungen langsamen Dehnung des inkarzierten Gewebes zu erklären.

Hauch et al. [32] stellen die Operationsindikation dann infrage, wenn keinerlei klinische Beschwerden auftreten.

Emery et al. [22] und Helveston et al. [33] empfehlen, nach dem Trauma zunächst 14 Tage abzuwarten und bei persistierenden Motilitätsstörungen operativ einzugreifen.

Bleeker et al. [7] sehen das genauso.

De Man [18] untersuchte die Auswirkungen einer abwartenden Haltung; er zeigte in seiner Studie, dass sich bei 7 von 103 Patienten (6,8 %) mit einer Orbitabodenfraktur und anfänglicher Symptomlosigkeit, die nicht operiert wurden, später Motilitätsstörungen entwickelten.

In der Vergangenheit haben Autoren wie Putterman [59], Bowers [9] und Emery [23] ein konservatives posttraumatisches Management nach Orbitabodenfraktur (zum Beispiel Blickübungen unter Anleitung und Aufsicht einer Orthoptistin) befürwortet. Putterman [59] fordert: „Kein Patient mit einer isolierten Orbitabodenfraktur soll sofort operiert werden.“ Er empfiehlt, diese Patienten über einen Zeitraum von 4 bis 6 Monaten wieder einzubestellen und zu untersuchen. Diese abwartende Haltung sollte aber nur bei denjenigen Patienten angewendet werden, bei denen sowohl die klinische als auch die radiologische Diagnose nicht eindeutig zu stellen ist. Catone, Morisette und Carlson [14] fordern dieses Abwarten ebenfalls, da die alleinige klinische Diagnose der Orbitabodenfraktur in einigen Fällen nicht klar zu stellen ist. Eine funktionelle Störung ohne sichere Frakturzeichen kann auch durch ein intraorbitales Hämatom bedingt sein, nach dessen Abschwellen sie wieder verschwindet [14]. Krzystkova und Bartkowski [53] stellten dies in ihrer Veröffentlichung ebenfalls fest.

In ihrer Untersuchung litten 4 von 36 wegen Verdachts auf Orbitabodenfraktur untersuchte und behandelte Patienten an Diplopie, die im Nachhinein auf eine periorbitale Weichgewebsverletzung und nicht auf einen knöchernen Defekt zurückzuführen war.

Ein weiteres Erschwernis bei der Diagnose liegt vor, wenn bei jungen Patienten, die noch einen sehr elastischen Knochen aufweisen, der Orbitaboden im Sinne einer Grünholzfraktur zwar bei einem Trauma splittert, aber sogleich in die ursprüngliche Position zurückfedert. Durch eine solche Fraktur wird nicht selten orbitales Fettgewebe eingeklemmt, das am Musculus rectus inferior adhärent ist. Somit erklärt sich die Bewegungseinschränkung des Bulbus, auch wenn radiologisch keine Fraktur nachweisbar ist ^[7; 83].

Für eine baldige Operation nach Trauma plädieren jedoch ebenfalls eine Reihe von Autoren:

Crewe ^[16] zum Beispiel stellt durch seine Untersuchung fest, dass „die Schädigungen, die wegen einer unbehandelten Fraktur auftreten können, schwerwiegender sind als die Gefahren, die eine Operation birgt“.

Kittel ^[50] vertritt nach eigenen Untersuchungen die Ansicht, dass sehr bald nach Trauma behandelte Fälle eine bessere Heilungsaussicht haben als länger zurückliegende Einklemmungen, da bereits nach 10 bis 14 Tagen eine deutliche Fibrosierung der Weichgewebe eintritt.

Gegen eine abwartende Haltung plädieren ebenfalls Andersen et al. ^[3]. Sie berichten in ihrer Veröffentlichung (90 chirurgisch versorgte Patienten mit isolierter Orbitabodenfraktur) von 19 Patienten (21 %) mit falsch-negativen Befunden, die mittels okzipito-mentaler Röntgenaufnahme und klinischer Untersuchung erhoben wurden. Bei zwei Drittel dieser Patienten lagen intraoperativ sogar schwerwiegende Defektfrakturen des Orbitabodens vor, die mit Transplantaten und Implantaten versorgt werden mussten.

Schuchardt ^[74] stellte 1966 fest, dass bei manifesten Motilitätsstörungen eine Revision der knöchernen Strukturen notwendig ist. Sacks und Friedland ^[68] präzisierten diese Ansicht im Jahre 1979 und sehen eine absolute Operationsindikation bei Vorliegen von Diplopie, Hypästhesie und Enophthalmie. Liegt eines dieser von Sacks und Friedland ^[68] genannten Kardinalsymptome vor, so sollte nach Ansicht von Esser und Mohr ^[24] bereits bis zum siebten posttraumatischen Tag die chirurgische Revision

erfolgen. Wenn die Einklemmung von periorbitalem Gewebe die Motilität des Bulbus behindert, ist dies nach Roth et al. ^[63] und Burnestine ^[11] eine Indikation zur sofortigen chirurgischen Intervention.

Samek et al. ^[69] stellen fest, dass sowohl die operative Technik als auch die Schwere der Verletzung das postoperative Ergebnis weniger beeinflussen als vielmehr der richtige Operationszeitpunkt. Dieser wird in ihrer Publikation mit ca. eine Woche nach dem Trauma angegeben. Im Hinblick auf die Sensibilitätseinschränkung infraorbital hat nach ihrer Veröffentlichung die frühe Operation den Vorteil, dass der Nervus infraorbitalis im Falle einer Hypästhesie dekomprimiert wird und sich die Sensibilität schneller normalisiert.

Zusammenfassend sei festzustellen: Bei manifesten Anzeichen einer Orbitabodenfraktur mit Funktionsbeeinträchtigungen hat eine Revision zu erfolgen ^[11]. Es gibt jedoch in der hier verglichenen Literatur unterschiedliche Behandlungsempfehlungen über das Vorgehen bei leicht ausgeprägten klinischen Symptomen.

2. Patientenkollektiv und Methode

2.1 Patientenkollektiv

Auf der Grundlage der elektronischen Patientenkartei des Universitätsklinikums Gießen, der OP-Bücher der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (MKG) und der Augenklinik für Schielbehandlung und Neuroophthalmologie (AKSN) wurden im Zeitraum von März 1995 bis März 2001 272 Patienten mit einer versorgten Orbitabodenfraktur ermittelt. Diese Patienten litten allerdings zum größten Teil auch an Frakturen, die nicht nur den Orbitaboden betrafen, sondern auch das zentrale und laterale Mittelgesicht.

Nach Ausschluss dieser zusätzlichen Frakturen verblieb ein 51 Patienten umfassendes Kollektiv mit einer chirurgisch versorgten, isolierten unilateralen Orbitabodenfraktur. Dies entspricht 18,8 % (51/272). Diese ausgewählten 51 Patienten teilten sich auf in 64,7 % (33/51) männliche und 35,3 % (18/51) weibliche Patienten.

Grundlage für die Ergebnisse (siehe Gliederungspunkt 3) der präoperativen Untersuchung ist ein Patientenkollektiv von 51 Patienten. Das Patientenkollektiv der ersten postoperativen Untersuchung (N1) bestand aus 51 Patienten, in der Langzeit-Nachuntersuchung (N2) bestand es aus 31 Patienten.

Bei 80,4 % (41/51 Patienten) lag ein präoperativ angefertigtes Computertomogramm (CT) vor.

Wichtig zu erwähnen ist, dass sämtliche in dieser Studie untersuchten Patienten operiert worden sind. Es erfolgte keine Auswertung einer Patientengruppe, bei der die isolierte Orbitabodenfraktur nicht operativ versorgt, sondern zunächst nur überwacht wurde.

2.2 Methode

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Studie, in der archivierte und bereits erhobene prä- und postoperative klinische Befunde und Röntgenaufnahmen von Patienten ausgewertet wurden, die zwischen März 1995 und März 2001 in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie aufgrund einer isolierten Fraktur des Orbitabodens operiert worden sind.

Die Patienten wurden, jeweils behandlungsbegleitend, einmal vor und zweimal nach der Operation in der Augenklinik für Schielbehandlung und Neuroophthalmologie (AKSN) am Universitätsklinikum Gießen konsiliarisch untersucht (siehe Gliederungspunkt 2.5: Untersuchungsverfahren).

2.3 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Das Einschlusskriterium war eine radiologisch gesicherte unilaterale Orbitabodenfraktur (basal oder medial). Kleinere Aussprengungen am Orbitarand oder Nasenbeinfrakturen ohne Bezug zur Orbita blieben dabei unberücksichtigt und führten nicht zum Ausschluss. Als Ausschlusskriterium galt eine Fraktur des Orbitabodens in Kombination mit einer zentralen oder lateralen Mittelgesichtsfraktur oder in Kombination mit Frakturen von Strukturen, die am konstruktiven Aufbau der Orbita beteiligt sind.



Abb. 4: Frontalschnitt eines Computertomogramms einer Orbitabodenfraktur links mit Beteiligung der medialen Orbitawand. Es handelt sich um eine Aufnahme aus dem ausgewerteten Patientenkollektiv.

2.4 Operation

Der Eingriff wurde bei allen Patienten unmittelbar nach Diagnosesicherung vorgenommen, jedoch wurde bei stark angeschwollenem periorbitalen Weichgewebe dessen Abschwellen abgewartet. Das chirurgische Vorgehen wurde vom prä- und vom intraoperativen Befund abhängig gemacht. Entsprechend der Traumatisierung wurde die Defektstelle freipräpariert, reponiert und ggf. mit einem Implantat gedeckt. Der operative Zugang erfolgte stets subziliar. Das weitere Vorgehen bis zur Defektdarstellung war stets gleich: Bei der Operation in Allgemeinnarkose wird zunächst eine einprozentige Xylocainlösung mit Vasokonstringenzzusatz im Bereich des Unterlides infiltriert und der Wirkungseintritt abgewartet. Danach erfolgt der Traktionstest mit der Pinzette, also ob bei der Bulbusbewegung ein fester Anschlag spürbar ist. Die Schnittführung wird mit Methylenblau etwa 5 mm kaudal des Unterlidrandes, beginnend vom Tränenpünktchen, bis nach lateral eingezeichnet. Es erfolgt die Durchtrennung von Haut und Unterhaut entlang der eingezeichneten Schnittführung. Anschließend geschieht die Präparation mit der Ohrschere nach kaudal, bis der Infraorbitalrand auf der ganzen Breite dargestellt ist. Danach wird das Periost auf dem Infraorbitalrand durchtrennt und mit dem Raspatorium nach Freer nach intraorbital abpräpariert. Auf diese Weise wird der Defekt des Orbitabodens dargestellt. Mit dem Freer, dem Häkchen nach Gillies und dem Bulbuspatel wird der prolabierte Orbitainhalt geborgen und die Fragmente werden reponiert. Bereits nekrotisiertes Gewebe und Anteile älteren Blutes werden entfernt. Eine passend geschnittene PDS-Folie oder Knochenchips aus der Kompakta der Schädelkalotte werden subperiostal auf den Orbitaboden aufgebracht, sodass sie die Fraktur überlappend abdecken und den Orbitainhalt sicher abstützen. Es erfolgt ein erneuter Traktionstest des Bulbus. Der eventuell präoperativ festgestellte feste Anschlag sollte nicht mehr nachweisbar sein, vielmehr sollte sich der Bulbus in der Orbita frei bewegen lassen. Anschließend wird das OP-Gebiet auf Bluttrockenheit kontrolliert und die Wunde schichtweise verschlossen. Dabei wird zunächst das Periost über dem Infraorbitalrand mit einer resorbierbaren Naht der Stärke 5.0 geschlossen und die PDS-Folie in ihrer Position gesichert. Danach erfolgen die Hautnaht mit Seide 6.0 und eine Einlage eines Silidrains und Annaht desselben. Abschließend erfolgen das Hochkleben des Unterlides mit einem unter die Naht angebrachten Steristrip und ein steriler Wundverband. Die zusätzliche

Abstützung des Bulbus durch ein Implantat ist immer dann notwendig, wenn der Orbitaboden nicht ausreichend stabil primär rekonstruiert werden kann.

Als Materialien kommen sowohl autologe Implantate wie z. B. lyophilisierte Dura mater, Knochen aus der Schädelkalotte, Rippenknorpel als auch alloplastische Materialien wie z. B. Titangitter^[82; 55], Silikon^[15], Teflonfolien^[75] (nicht resorbierbar) und resorbierbare Folien aus z. B. Polylactid/Polyglykol oder Poly-p-dioxanon (PDS) zum Einsatz^[58].

2.5 Untersuchungsverfahren

Zur Klärung der unter 1.3 genannten Fragen wurden die nachstehend erhobenen Daten und Befunde aus den Archiven herangezogen und retrospektiv ausgewertet. Die Untersuchungen und Befunderhebungen fanden behandlungsbegleitend jeweils einmal prä- und zweimal postoperativ in der Augenklinik statt. Die Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen genehmigte dieses Vorgehen, siehe Gliederungspunkt 8 dieser Arbeit.

2.5.1 Datenerhebung und -einteilung

Die in dieser Arbeit ausgewerteten Befunde beinhalteten die folgenden Parameter:

- Datum des Traumas
- Datum der präoperativen Untersuchung
- Datum der Operation
- Datum der Entlassung
- Daten der beiden postoperativen Untersuchungen
 - Untersuchung vor Entlassung aus dem stationären Aufenthalt (N1)
 - Langzeit-Nachuntersuchung (N2)
- monokulare Exkursionsfähigkeit des Bulbus
- Stellungsabweichung des Bulbus
- Messung des Fusionsblickfelds
- Exophthalmometrie
- Visus
- knöcherne Stufe infraorbital
- Sensibilitätsstörung infraorbital
- Ermittlung der knöchernen Defektgröße im Orbitaboden in den vorhandenen CT-Aufnahmen

2.5.2 Untersuchung der monokularen Exkursionsfähigkeit des Bulbus

Die monokulare Exkursionsfähigkeit beschreibt das Ausmaß der Bulbusmotilität bei Kontraktion bestimmter Augenmuskeln. Setzt man die Exkursionsfähigkeit in allen Blickrichtungen zusammen, so ergibt sich das monokulare Blickfeld ^[42].

In der vorliegenden Arbeit wurde die monokulare Exkursionsfähigkeit mit Hilfe der Tangententafel nach Harms (siehe Abb. 5) folgendermaßen quantitativ bestimmt ^[45]: Der Patient sitzt mit einem Kopfprojektor in 2,5 m Entfernung mit Blickrichtung zur Wandtafel, die eine Skalierung in 5-Grad-Abständen aufweist. Der Kopfprojektor, der ein Positionskreuz an die Tangententafel projiziert, dient zur Einhaltung und zur Messung der definierten Blickpositionen. Von der Tafelmitte (Mitte des Kreuzes) ausgehend, die der Patient mit dem aufgesetzten Stirnprojektor fixiert, wird dieser nun aufgefordert, den Kopf zu heben und zu senken. Hierbei werden der Abblick (Heben des Kopfes) und der Aufblick (Senken des Kopfes) untersucht und dabei der Winkel bestimmt, ab dem das verletzte Auge keine weitere Bewegung nach oben beziehungsweise unten vollziehen kann und ein Divergieren der Augen beginnt. Die Tangententafel eignet sich insofern gut, weil durch das Gitternetz ein vereinfachtes Ablesen von kombinierten Vertikal- und Horizontaldeviationen ermöglicht wird.

Lässt der Allgemeinzustand des Patienten das Tragen des Kopfprojektors und die zur Messung erforderlichen Kopfbewegungen nicht zu, kann die Motilitätsstörung qualitativ bestimmt werden, indem der Patient mit den Augen einem Fixierobjekt (Licht oder Stab) folgt, welches der Untersucher horizontal und vertikal bewegt. Hierbei wird die Bewegungsstrecke des Auges geschätzt. Ebenso kann die Bestimmung auch nach Hornhautreflexen erfolgen und geschieht, geschätzt oder grob quantitativ, durch Zentrierung der Hornhautspiegelbilder mittels vorgehaltener Prismen.

Die Normwerte des Gebrauchsblickfelds betragen für die Blickwendung nach rechts und links jeweils 20 Grad, für die Blickhebung 10 Grad und für die Blicksenkung 30 Grad ^[42].

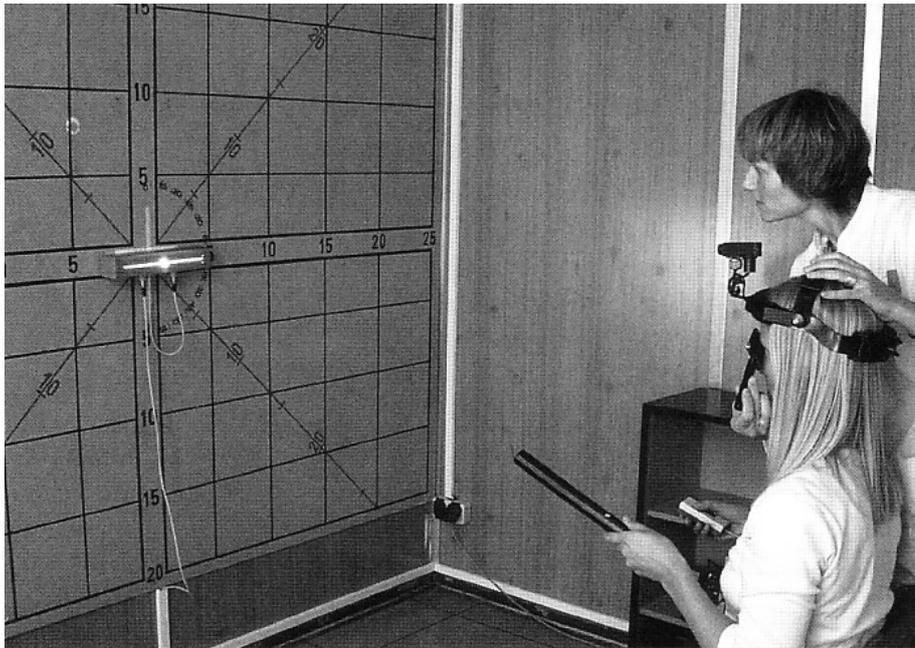


Abb. 5: Tangententafel nach Harms ^[44]

2.5.3 Messung der Stellungsabweichung des Bulbus

Mit dem einseitigen oder alternierenden Prismen-Abdecktest wird durch die Einstellbewegung beim Fixationswechsel der Augen die Stellungsabweichung des Bulbus in Winkelgrad, wie nachfolgend beschrieben, gemessen^[43]: Bei dieser Untersuchung wird in steter Folge alternierend jeweils ein Auge abgedeckt, ohne zwischenzeitlich beide Augen freizugeben. Dadurch wird die Fusion unterbrochen. Wenn eine Einstellbewegung (Sakkade) des Auges bemerkbar ist, wird ein Prisma vorgehalten, das in etwa der Abweichung der Einstellbewegung entspricht. Man wechselt solange verschieden starke Prismen, bis beim alternierenden Abdecken keine Einstellbewegung mehr erkennbar ist. Der Untersucher erkennt hierbei selbst kleine Einstellbewegungen von circa 1 Grad. Der Test wird sowohl in der Nähe als auch in der Ferne durchgeführt. Für die Ferne wird der Patient aufgefordert, z.B. das Licht in der Mitte der Tangententafel in einem Abstand von 5 m zu fixieren. In der Nahuntersuchung wird im Abstand von 33 cm anstelle eines Lichts ein Fixationsstab mit verschiedenen Zahlen oder Bildern dargeboten, damit der Patient das Objekt fokussieren muss. Die Ergebnisse dieses Tests sind objektiv und ohne subjektive Angabe des Patienten darstellbar. Voraussetzung für die Durchführung des Tests ist,

dass der Patient ein Objekt wenigstens für kurze Zeit mit beiden Augen fixieren kann und eine zentrale Fixation aufweist.

Möchte man große Vertikaldeviationen in Ab- und Aufblick messen, muss man bedenken, dass die monokulare Exkursionstrecke fixationsabhängig eingeschränkt sein kann.

Als Orthophorie wird die Idealstellung der Sehachsen bei ausgewogenem Muskelgleichgewicht beider Augen bezeichnet ^[19].

Bei einer Heterophorie (latentes Schielen, latenter Strabismus) handelt es sich um eine Störung des Muskelgleichgewichts beider Augen, die durch den Fusionszwang latent gehalten wird. Das binokulare Fixieren eines Gegenstandes ist möglich. Folgende Abweichungen sind möglich:

- Esophorie: Abweichung des Auges nach innen (zur Nase = Innenschielen)
- Exophorie: Abweichung des Auges nach außen
(zur Schläfe = Außenschielen)
- Hyperphorie: Abweichung des Auges nach oben (zur Stirn)
- Hypophorie: Abweichung des Auges nach unten (zur Wange)
- Zyklaphorie: Verrollungsschielen (je nach Richtung als Inzyklo-
beziehungsweise Exzyklaphorie)

Demgegenüber sind Tropien manifeste Abweichungen der Augenstellung, bei denen die Augen ein Objekt nicht gleichzeitig fixieren können ^[67].

2.5.4 Messung des Fusionsblickfelds

Das Fusionsblickfeld (Blickbereich des binokularen Einfachsehens) wurde mit Hilfe der Tangententafel nach Harms ermittelt (Abb. 5). Das erfordert die Kontrolle der möglichen Exklusion eines Auges mit den Streifengläsern nach Bagolini ^[46; 47].

Bei der Messung an der Tangententafel nach Harms kann der Bereich des Doppelsehens hinsichtlich Größe und Lokalisation im Blickbereich quantifiziert werden. Dies stellt eine wichtige Ergänzung zur einfachen Prüfung auf Doppelsehen im freien Raum dar, bei der der Patient qualitativ angibt, in welchem Blickbereich er einfach beziehungsweise doppelt sieht. Wichtig bei beiden Methoden ist, dass bestimmt wird, in welchen Blickbereichen und in welcher Ausdehnung in Grad ein binokulares Einfachsehen, und wo im Gegensatz dazu ein Doppelsehen besteht.

2.5.5 Exophthalmometrie

Die Lage des Bulbus in der Orbita wurde mit dem Spiegelexophthalmometer nach Hertel gemessen (Abb. 6). Die Messung wird in der Sagittalen durchgeführt. Hierfür wird zuerst der Augenabstand auf einer Messschiene eingestellt; dann wird das Gerät beidseits am knöchernen lateralen Orbitalrand aufgesetzt ^[64]. Der Untersucher peilt nun über die im Gerät angebrachte Spiegeloptik den Hornhautscheitelpunkt jeden Auges an und liest auf der eingespiegelten Millimeterskala den Wert für jedes Auge ab ^[5]. Hierbei handelt es sich um eine Vergleichsmessung zwischen dem rechten und dem linken Auge: Für Frauen liegt der Normwert des Abstands vom knöchernen lateralen Orbitalrand zum Hornhautscheitelpunkt zwischen 15 und 17 mm, für Männer zwischen 16 und 18 mm; eine Abweichung von mehr als 2 mm gilt als pathologisch ^[64].



Abb. 6: Spiegelexophthalmometer nach Hertel [85]

2.5.6 Visus

Die Sehschärfe (Visus cum correctione, V. c. c.) ist das Auflösungsvermögen des Auges bei optimaler Korrektur von Refraktionsanomalien. Der minimale Abstand zweier Punkte, die bei optimaler Korrektur noch getrennt wahrgenommen werden können, heißt Trennschärfe (Minimum separabile) [66].

Die Visusprüfung erfolgte monokular für beide Augen in einem Abstand von 5 m mit der besten Korrektur. Als Prüfzeichen wurden Zahlen zur Erkennung verwendet. Als Sehschärfe gilt die Visusstufe, bei der vier von fünf Optotypen richtig benannt werden.

2.5.7 Knöcherne Stufe infraorbital

Diese Untersuchung wurde digital durchgeführt. Der Untersucher streicht und palpiert von medial nach lateral über den kaudalen Orbitalrand und tastet dabei nach einer fühlbaren Kontinuitätsunterbrechung des Orbitalrands.

2.5.8 Sensibilitätsstörung infraorbital

Die Infraorbitalregion wurde bei den Patienten mit einem Watteträger abgetastet. Dabei sollte der Patient angeben, ob er die Berührung spürt oder nicht beziehungsweise ob eine vorliegende Sensibilitätsstörung als störend empfunden oder als nicht beeinträchtigend angesehen wurde.

2.5.9 Knöcherne Defektgröße des Orbitabodens und Defektdeckung

Die Defektgröße des Orbitabodens wurde, sofern möglich, bei allen Patienten bestimmt. Die Ausdehnung wurde auf den CT-Aufnahmen unter Einbeziehung der frontalen, sagittalen und transversalen Schichten in medialer/lateraler Richtung und in anteriorer/posteriorer Richtung ausgemessen und in mm^2 berechnet. Die Ausnahme bildeten diejenigen Patienten, bei denen kein CT verfügbar war.

Es erfolgte ebenfalls eine Auswertung der gewählten Defektdeckungsmethode.

2.6 Statistische und mathematische Auswertung

Die zu überprüfende Hypothese dieser Untersuchung lautet: Besteht ein Zusammenhang zwischen der Größe des knöchernen Defekts im Orbitaboden und der maximalen vertikalen Exkursionsstrecke des Bulbus und könnte man so auf ein zu erwartendes postoperatives Ergebnis schließen? Diese Hypothese wurde mit Hilfe linearer Regression überprüft.

Die lineare Regression untersucht einen eventuell vorhandenen linearen Zusammenhang zwischen der Zielvariablen Y (hier: Defektgröße) und nur einer Einflussvariablen X (hier: vertikale Exkursionsstrecke). Das lineare Regressionsmodell beschreibt die Zielvariable durch eine Gerade $Y = a + b \times X$, mit a = Achsenabschnitt und b = Steigung der Geraden. Zunächst werden aus den Werten der Zielvariablen Y und der Einflussvariablen X die Parameter a und b der Regressionsgerade mit Hilfe statistischer Methoden geschätzt. Die Gerade ermöglicht es, Werte der Zielvariablen Y durch Werte der Einflussvariablen X vorherzusagen. Nach Durchführung einer linearen Regression könnte beispielsweise die Defektgröße im Orbitaboden (Zielvariable) mittels der maximalen vertikalen Exkursionsstrecke des Bulbus (Einflussvariable) geschätzt werden. Die Steigung b der Regressionsgeraden wird als

Regressionskoeffizient bezeichnet. An ihm lässt sich der Beitrag der Einflussvariablen X für die Erklärung der Zielgröße Y ablesen ^[72].

Als statistische und mathematische Auswertungsprogramme kamen R[®] (The R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich), SAS[®] (SAS Institute GmbH, Heidelberg, Deutschland) und Microsoft Excel Professional[®] (Microsoft Corporation, Redmond, WA, U.S.A.) zur Anwendung. Die mathematisch-statistische Beratung zu dieser Berechnung wurde von Herrn Dr. Jörn Pons-Kühnemann (Medizinische Statistik am Institut für medizinische Informatik, Universität Gießen) durchgeführt.

3. Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse dargestellt.

Die operierten und untersuchten Patienten blieben im Median 8 Tage im stationären Aufenthalt. Grundlage für die Ergebnisse der präoperativen Untersuchung ist ein Patientenkollektiv von 51 Patienten.

Die erste Nachuntersuchung aller Patienten (N1) wurde im Median nach 5 Tagen durchgeführt. Grundlage für die Ergebnisse der Untersuchung N1 ist ein Patientenkollektiv von 51 Patienten.

Bei 60,8 % (31/51) der Patienten wurde eine Langzeit-Nachuntersuchung (N2) im Median 3,5 Jahre nach OP durchgeführt. Grundlage für die Ergebnisse der Untersuchung N2 ist ein Patientenkollektiv von 31 Patienten.

Bei 80,4 % (41/51) der Patienten konnte auf ein präoperativ angefertigtes CT zurückgegriffen werden. Grundlage für die Ergebnisse der linearen Regression von knöchernem Defekt im Orbitaboden und maximal möglicher vertikaler Exkursionsstrecke des Bulbus ist ein Patientenkollektiv von 41 Patienten.

3.1 Operationsindikationen und Zeitraum

Die aus den OP-Berichten abgelesene Indikation für eine OP (Mehrfachangaben möglich) war in 37 Fällen Diplopie, in 13 Fällen eine Hypästhesie infraorbital, in 9 Fällen ein Enophthalmus, in 8 Fällen die radiologisch nachweisbare Fraktur der knöchernen Orbita und in 4 Fällen das Vorliegen einer Motilitätsstörung. Diese Indikationen geben die hauptsächliche OP-Indikation an; das heißt nicht, dass ein Patient, der sich mit Diplopie in der Ambulanz vorstellte und deshalb operiert wurde, nicht auch an einem Exophthalmus und/oder z. B. einer Hypästhesie infraorbital litt.

Der zeitliche Abstand zwischen Trauma und OP lag im Median bei 6 Tagen.

3.2 Monokulare Exkursionsfähigkeit des Bulbus

Das Patientenkollektiv für die präoperative Untersuchung bestand aus 51 Patienten. Störungen der Augenbeweglichkeit wurden präoperativ bei 64,7 % (33/51) der Patienten festgestellt.

Die Motilitätsstörungen teilten sich zu 39,2 % (20/51) in ein Hebungsdefizit, zu 19,6 % (10/51) in ein Hebungs- und Senkungsdefizit sowie zu 5,9 % (3/51) in ein Senkungsdefizit auf.

In 35,3 % (18/51) der Fälle lag präoperativ keine Motilitätsstörung vor.

In der konsiliarischen Nachuntersuchung (N1, n = 51), die im Median 5 Tage post OP stattfand, wurde keine auswertbare Untersuchung der Motilität durchgeführt.

Erst in der Langzeit-Nachuntersuchung (N2, n = 31) wurde die Bulbusmotilität erneut untersucht. Dabei lag die Anzahl der Patienten mit Motilitätsstörungen bei 35,5 % (11/31), wovon 29 % (9/31) ein Hebungsdefizit und 6,5 % (2/31) ein Hebungs- und Senkungsdefizit aufwiesen. 64,5 % (20/31) hatten keine Motilitätsstörung mehr.

3.3 Stellungsabweichung des Bulbus

Präoperativ umfasste das Patientenkollektiv für diese Untersuchung 51 Patienten. 17,6 % der Patienten (9/51) zeigten in der präoperativen Untersuchung eine Orthophorie, das heißt, das Auge vollzieht beim alternierenden Abdecktest keine Einstellbewegung. 9,8 % (5/51) zeigten eine Hyperphorie sowohl in der Nähe als auch in der Ferne. 15,7 % (8/51) zeigten eine Exophorie, 9,8 % (5/51) wiesen eine Nahexophorie auf. Bei 5,9 % (3/51 Patienten) wurde ein manifester Bulbustiefstand (Hypotropie) diagnostiziert. 11,8 % (6/51) zeigten komplexe Störungen, meist eine Exophorie, kombiniert mit einer Hypotropie. Bei 29,4 % der Patienten (15/51) lagen keine detaillierten Untersuchungen vor.

In der ersten Nachuntersuchung (N1, n = 51) zeigten 51 % der Patienten (26/51) eine Orthophorie, was eine Verbesserung um 33,4 Prozentpunkte bedeutet. Die Patienten, die präoperativ unter einer Hyperphorie litten, wiesen diese auch noch bei der ersten Nachuntersuchung auf. Die komplexen Abweichungen blieben auch nach der Operation bei der ersten Nachuntersuchung bestehen, jedoch verringerte sich die Schwere der Ausprägungen.

Die Langzeit-Nachuntersuchung (N2, n = 31) zeigte eine weitere Verbesserung der Untersuchungswerte. 58,1 % der Patienten (18/31) wiesen hier eine Orthophorie auf. Nur noch 3,2 % (1/31) zeigten eine Hypertropie, die auch schon präoperativ bestand. 3,2 % (1/31) litten an einer kombinierten Exophorie mit Hypotropie, 22,6 % (7/31) zeigten eine Nahexophorie, wobei sich aber die Werte der Abweichung zwischen 1 und

3 Grad bewegten. Nur 3,2 % (1/31) zeigten in der Nahexophorie im alternierenden Abdecktest eine Abweichung von 8 Grad. 9,7 % (3/31) wiesen eine Exophorie in der Ferne auf, wobei diese Patienten auch präoperativ eine Exophorie zeigten.

3.3.1 Horizontaldeviation

a: Abblick

Unter einer Horizontaldeviation im Abblick litten präoperativ (n = 51) 19,6 % (10/51) der Patienten. Der Mittelwert der Abweichung betrug 0,94 Grad.

In der N1-Nachuntersuchung (Patientenkollektiv: n = 51) wiesen 17,6 % (9/51) eine Horizontaldeviation auf. In 5,9 % (3/51) blieb die Abweichung gegenüber dem präoperativen Befund gleich. Bei 7,8 % (4/51) Patienten verbesserte sich die Horizontaldeviation, bei 3,9 % (2/51) verschlechterte sie sich. Der Mittelwert der Abweichung betrug postoperativ 0,94 Grad.

In der N2-Nachuntersuchung (n = 31) litten 6,5 % (2/31) unter einer Horizontalabweichung, die zum Zeitpunkt N1 schon bestand. Der Mittelwert betrug 0,68 Grad

b: Aufblick

Im Aufblick wiesen präoperativ (n = 51) 21,6 % (11/51) der Patienten eine horizontale Abweichung auf. Der Mittelwert der Horizontalabweichung betrug 1,18 Grad.

Im postoperativen Zustand, zur Untersuchung N1 (Patientenkollektiv: n = 51), wiesen ebenfalls 21,6 % (11/51) der Patienten eine Abweichung auf. Bei 1,9 % (1/51) war die Abweichung unverändert, bei 5,9 % (3/51) verbesserte sich die Abweichung, bei 3,9 % (2/51) verschlechterte sie sich und 9,8 % (5/51) wurde eine, wenn auch geringgradige, Abweichung diagnostiziert, die präoperativ nicht vorhanden war. Der Mittelwert lag bei 1,13 Grad.

In der Langzeit-Nachuntersuchung (N2, n = 31) zeigten 12,9 % (4/31) der Patienten eine horizontale Abweichung. In 3 von diesen 4 Fällen verbesserte sich die präoperativ bestehende Horizontaldeviation. Nur in einem Fall zeigte sich eine geringe horizontale Abweichung, obwohl präoperativ keine vorgelegen hatte. Der Mittelwert der Horizontalabweichung lag bei 0,81 Grad.

3.3.2 Vertikaldeviation

a: Abblick

Präoperativ (n = 51) wiesen 27,5 % (14/51) der Patienten eine Vertikaldeviation (VD) im Abblick auf. Der Mittelwert der Abweichung betrug 2,18 Grad

Im postoperativen Zustand zum Zeitpunkt N1 (n = 51) zeigten ebenfalls 27,5 % (14/51) der Patienten eine Vertikalabweichung. Bei 1,9 % (1/51) war die Abweichung unverändert, bei 9,8 % (5/51) verbesserte sich die Abweichung und bei 7,8 % (4/51) verschlechterte sich die Abweichung. Bei 7,8 % (4/51) wurde eine, wenn auch geringgradige, Abweichung diagnostiziert, die präoperativ nicht vorhanden war. Der Mittelwert lag bei 2,35 Grad.

In der Langzeit-Nachuntersuchung (N2, n = 31) zeigen nur noch 9,7 % (3/31) Patienten eine Vertikalabweichung, wobei bei einem Patienten eine Verbesserung der Abweichung feststellbar war. Bei einem weiteren Patienten trat eine Verschlechterung ein; beim dritten Patienten war eine geringe Vertikaldeviation feststellbar, der präoperativ und in der ersten postoperativen Untersuchung keine vertikale Abweichung gezeigt hatte. Der Mittelwert in der Langzeit-Nachuntersuchung lag bei 0,39 Grad.

b: Aufblick

Im Aufblick zeigten präoperativ (n = 51) 52,9 % (27/51) der Patienten eine vertikale Abweichung. Der Mittelwert der Abweichung betrug 4,77 Grad.

Im postoperativen Zustand (N1, n = 51) wiesen 45,1 % (23/51) der Patienten eine Vertikaldeviation auf. Bei 3,9 % (2/51) war die Abweichung unverändert, bei 19,6 % (10/51) verbesserte sich die Abweichung und bei 9,8 % (5/51) verschlechterte sich die Abweichung. Bei 11,8 % (6/51) wurde eine, wenn auch geringgradige, Abweichung diagnostiziert, die präoperativ nicht vorhanden war. Hier betrug der Mittelwert der Abweichung 2,75 Grad.

In der Langzeit-Nachuntersuchung (N2, n = 31) wiesen nur noch 16,1 % (5/31) der Patienten eine Vertikaldeviation auf, wobei in allen Fällen eine deutliche Verbesserung der Messwerte festgestellt werden konnte. Der Mittelwert lag bei 0,68 Grad.

3.4 Fusionsblickfeld

In 27,5 % (14/51) der Fälle war präoperativ (n = 51) kein Doppelsehen feststellbar.

Die verbleibenden 72,5 % (37/51) zeigten folgende Abweichungen: Im Hauptblickbereich trat Diplopie bei 29,4 % (15/51) der Patienten im Aufblick auf, im Abblick wurde diese von 21,6 % (11/51) der Patienten beschrieben. 9,8 % (5/51) zeigten im Rechts- und/oder Linksblick ein Doppelsehen innerhalb des Hauptblickbereichs. Außerhalb des Hauptblickbereichs wurden bei 9,8 % (5/51) Doppelbilder im Aufblick ermittelt, bei 1,9 % (1/51) im Abblick.

In der ersten postoperativen Untersuchung (n = 51) zeigte sich eine deutliche Verbesserung. In 68,6 % (35/51) der Fälle wurde bei der ersten postoperativen Untersuchung (N1) kein Doppelsehen angegeben. Im Hauptblickbereich zeigten 3,9 % (2/51) der Patienten im Aufblick Doppelbilder, 9,8 % (5/51) im Abblick. Außerhalb des Hauptblickbereichs zeigten 9,8 % (5/51) der Patienten im Aufblick Doppelbilder, im Abblick waren es 7,8 % (4/51).

In der Langzeit-Nachuntersuchung (n = 31) gaben 80,7 % (25/31) an, keine Doppelbilder mehr zu sehen. Im Hauptblickbereich gaben nur noch 3,2 % (1/31) sowohl im Auf- als auch im Abblick an, Doppelbilder zu sehen. Außerhalb des Hauptblickbereichs waren es 12,9 % (4/31) beim Aufblick und 3,2 % (1/31) beim Abblick.

3.5 Exophthalmometrie

Präoperativ bestand das Patientenkollektiv aus n = 51 Patienten. Es wurden bei 58,8 % (30/51) der Patienten Abweichungen (Enophthalmus bzw. Exophthalmus) zwischen dem verletzten und dem nicht verletzten Auge gemessen. Bei 41,2 % (21/51) waren die Messwerte auf beiden Seiten gleich. 23,5 % (12/51) der Patienten hatten einen Enophthalmus, 35,3 % (18/51) einen Exophthalmus.

Die Abweichungen bewegten sich präoperativ zwischen den Extremwerten von -5 mm (Enophthalmus) bis +4 mm (Exophthalmus). 13,7 % (7/51) der Patienten wiesen eine Stellungsabweichung von mehr als 2 mm auf: 7,8 % (4/51) einen Enophthalmus, und 5,9 % (3/51) einen Exophthalmus. Präoperativ betrug die Seitenabweichung im Median +1 mm, der Mittelwert des Betrags der Abweichung lag bei 1,14 mm.

In der ersten postoperativen Untersuchung (N1, n = 51) reduzierte sich die Anzahl der Patienten mit einer Seitenabweichung auf 29,4 % (15/51). Hier bewegten sich die Abweichungen im Bereich von -4 mm bis +3 mm. 70,6 % (36/51) der Patienten wiesen keine Abweichung mehr auf. 7,8 % (4/51) der Patienten wiesen eine Stellungsabweichung von mehr als 2 mm auf: 5,9 % (3/51) einen Enophthalmus, und 1,9 % (1/51) einen Exophthalmus. Im Median betrug die Seitenabweichung 0 mm, und der Mittelwert des Betrags der Abweichung lag bei nur noch 0,51 mm.

In der Langzeit-Nachuntersuchung (N2, n = 31) zeigten 51,6 % (16/31) der Patienten eine Abweichung, 48,4 % (15/31) der Patienten wiesen keine Abweichung auf. Bei 12,9 % (4/31) der Patienten war im Vergleich zur ersten Nachuntersuchung die Seitenungleichheit nicht mehr feststellbar. Bei 16,1 % (5/31) der Patienten wurde in der zweiten Nachuntersuchung eine Abweichung diagnostiziert, die in der ersten postoperativen Untersuchung noch nicht vorgelegen hatte. Im Median betrug die Seitenabweichung 0 mm, obgleich der Mittelwert des Betrags gegenüber N1 leicht auf 0,71 mm anstieg. Kein nachuntersuchter Patient wies eine Stellungsabweichung von mehr als 2 mm auf.

3.6 Visus

Der Visus lag präoperativ (n = 51) bei 96,1 % (49/51) der Patienten bei beiden Augen in einem Bereich von 0,4–1,6. Bei 3,9 % (2/51) war der Visus nicht bestimmt worden.

In der ersten postoperativen Untersuchung wurde keine Visusbestimmung durchgeführt.

In der Langzeit-Nachuntersuchung (N2, n = 31) wiesen 32,2 % (10/31) der Patienten exakt den gleichen Visus wie in der ersten postoperativen Untersuchung auf. Bei den restlichen Patienten bewegten sich die geringen Veränderungen im Bereich des Normwertes.

3.7 Knöcherne Stufe infraorbital

Vor der Operation (n = 51) wurde bei den Patienten am knöchernen Rand der Orbita nach einer tastbaren Stufe gesucht. Diese konnte bei 11,8 % (6/51) der Patienten palpiert werden. Bei 84,3 % (43/51) der Patienten konnte keine tastbare Stufe festgestellt werden. Bei den restlichen 3,9 % (2/51) war der Befund unklar.

Postoperativ (N1, n = 51; N2, n = 31) ließ sich bei keinem der untersuchten Patienten eine Stufe ertasten.

3.8 Sensibilitätsstörung infraorbital

Präoperativ (n = 51) lag in 62,7 % (32/51) der Fälle eine Sensibilitätsstörung vor, die als störend empfunden wurde. Bei 37,3 % (19/51) wurde keine Sensibilitätsstörung festgestellt.

In der ersten postoperativen Untersuchung (N1, n = 51) wurde in 70,6 % (36/51) der Fälle keine Sensibilitätsstörung mehr vorgefunden. In 23,5 % (12/51) war eine störende Sensibilitätsstörung vorhanden. Bei 5,9 % (3/51) lag zwar eine Sensibilitätsstörung vor, die aber von den Patienten nicht als störend empfunden wurde. Die postoperativ bestehenden Sensibilitätsstörungen wurden bei sämtlichen Patienten festgestellt, die diese auch schon vor der Operation empfunden hatten. Dies bedeutet, dass durch die Operation selbst keine Sensibilitätsstörung verursacht wurde.

In der Langzeit-Nachuntersuchung (N2, n = 31) hatten 74,2 % (23/31) der Patienten keine Sensibilitätsstörung mehr. 19,4 % (6/31) wiesen einschränkende Sensibilitätsstörungen auf. 6,5 % (2/31) hatten zwar noch Sensibilitätsstörungen, allerdings empfanden sie diese nicht als störend. Sämtliche Patienten mit Sensibilitätsstörungen hatten diese ebenfalls auch schon präoperativ und postoperativ zum Zeitpunkt N1.

3.9 Knöcherne Defektgröße des Orbitabodens und Defektdeckung

Für die Bestimmung der Defektgröße im Orbitaboden konnten bei 80,4 % (41/51) der operierten Patienten (n = 51) vorliegende CT-Aufnahmen ausgewertet werden. Die präoperative Defektgröße im Orbitaboden lag zwischen 20 mm² und 600 mm². Bei 19,6 % (10/51) konnte die Defektgröße nicht bestimmt werden, weil kein entsprechendes CT angefertigt worden war. Die erhobenen Werte sind in der Tabelle 1 (S. 31) ersichtlich.

Bei den hier untersuchten und operierten Patienten (n = 51) wurde in 72,5 % (37/51) eine resorbierbare PDS-Folie über die Fraktur gelegt. In 5,9 % (3/51) der Fälle wurde zur Defektdeckung Tabula externa aus der temporalen Schädelkalotte entnommen und die gewonnenen „Chips“ aus Knochenkompakta in die Orbita eingebracht. Bei 1,9 % der Patienten (1/51) wurde die Fraktur mit Rippenknorpel versorgt, bei 19,6 % (10/51) wurde sie nur reponiert und kein Defektdeckungsmaterial eingebracht.

3.10 Statistische und mathematische Auswertung

Mit den erhobenen Daten, siehe Tabelle 1 (S. 31), wurde die in Kapitel 2.6 beschriebene statistische Auswertung durchgeführt. Das Patientenkollektiv bestand aus 41 Patienten, bei denen ein präoperativ angefertigtes CT vorlag. Um einen möglichen Zusammenhang zwischen der ermittelten Defektgröße des Orbitabodens [in mm²] und der maximal möglichen vertikalen Exkursionstrecke des betroffenen Bulbus [in Grad] herzustellen, wurden diese Parameter der einzelnen Patienten einander gegenübergestellt und es wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt.

Wie die berechnete Statistik und die unten abgebildete Grafik (Abb. 7) verdeutlichen, ist kein Zusammenhang zwischen der Defektgröße und der vertikalen Exkursionsstrecke des Bulbus herzustellen. Das heißt, dass auch Patienten mit einem großen Defekt im Orbitaboden über eine volle vertikale Augenbeweglichkeit verfügen können.

Die eingezeichnete Gerade ist die Regressionsgerade. Ermittelt wurde sie mit Hilfe der Formel [Defektgröße] = 286,1319 – 0,9677 × [Winkel].

Der Steigungskoeffizient (–0,9677) ist im t-Test nicht signifikant von 0 verschieden. Der Signifikanzwert beträgt p = 0,3960.

Es kann kein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen Defektgröße und Exkursionsstrecke angenommen werden.

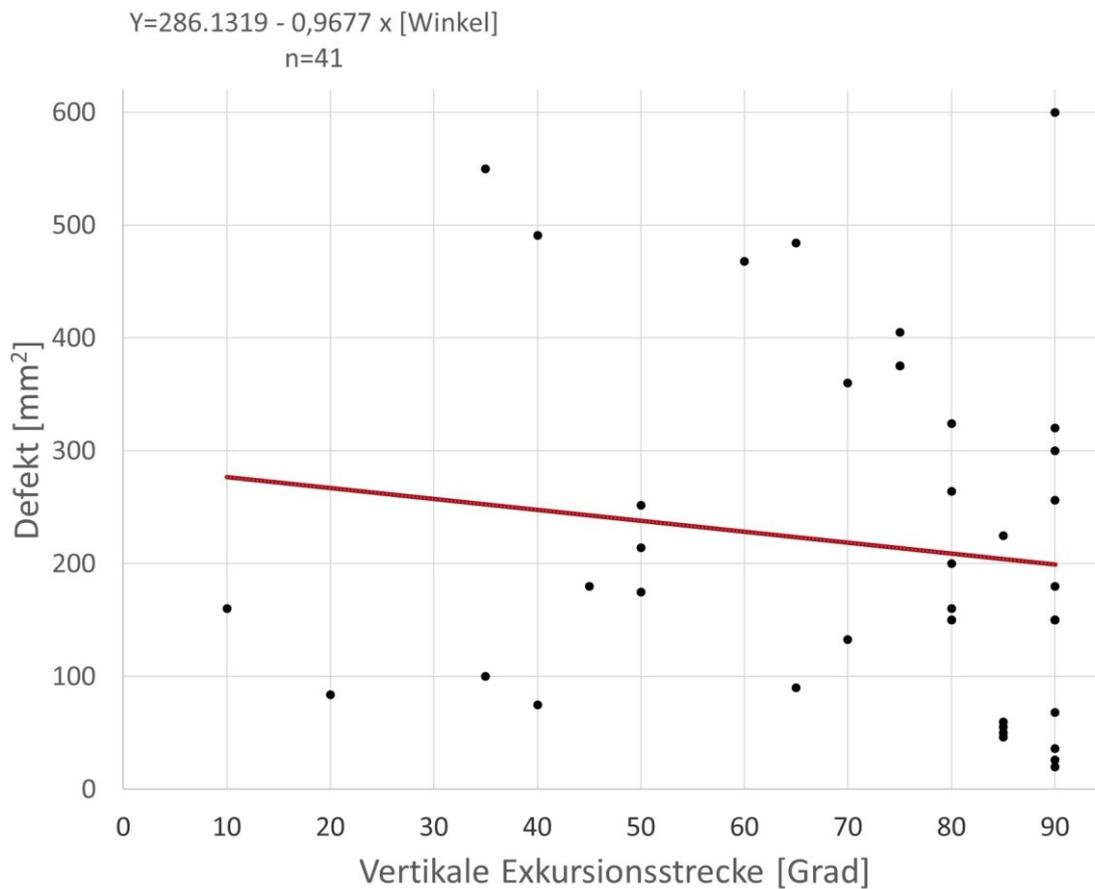


Abb. 7: Gegenüberstellung der knöchernen Defektgröße [in mm²] im Orbitaboden und der vertikalen Exkursionsstrecke des betroffenen Bulbus [in Grad]. Jeder Punkt entspricht einem ausgewerteten Patienten (n = 41). Da bei manchen Patienten identische Messwerte vorlagen, sind auf dem Diagramm weniger als 41 Punkte zu sehen. Die Linie ist die Regressionsgerade.

Die biometrische Analyse wurde von Frau Dr. rer. nat. Stefanie Senger (Principal Biostatistician, Merck KGaA, Darmstadt, Germany) durchgeführt und durch Dr. Jörn Pons-Kühnemann (Stellv. Leitung am Institut für medizinische Informatik, Universität Gießen) bestätigt.

Tabelle 1:

Num.	Pat. ID	Defektgröße im Orbitaboden [in mm ²]	Vertikale Exkursionsstrecke [in Grad]
1	BC	20	90
2	HD	26	90
3	HT	36	90
4	KW	46	85
5	ET	50	85
6	HB	55	85
7	SSu	60	85
8	MA	68	90
9	IS	75	40
10	FD	84	20
11	RD	90	65
12	KM	100	35
13	SL	132,7	70
14	BB	150	90
15	PD	150	90
16	RU	150	90
17	SC	150	80
18	ZP	150	80
19	RC	160	10
20	WU	160	80
21	SA	175	50
22	LW	180	45
23	WW	180	90
24	SI	200	80
25	SSe	214	50
26	HL	225	85
27	GW	252	50
28	WJ	256	90
29	SSt	264	80
30	JK	300	90
31	LJ	320	90
32	YK	324	80
33	JF	360	70
34	FS	375	75
35	KA	375	75
36	MK	405	75
37	HK	468	60
38	SC	484	65
39	MG	491	40
40	BS	550	35
41	DI	600	90

4. Diskussion

In diesem Kapitel wird auf die Fragen aus Kapitel 1.3 sowie auf die statistische und die literaturvergleichende Auswertung eingegangen.

4.1 Kann durch eine operative Revision des Orbitabodens die Funktionsbeeinträchtigung deutlich verringert werden?

Diese Frage kann für das hier ausgewertete Patientenkollektiv mit Ja beantwortet werden. Die Ergebnisse stellen durchweg deutlich verbesserte postoperative Befunde dar. Selbst im größeren Intervall bis zur zweiten Nachuntersuchung (N2), die im Median 3,5 Jahre nach der Operation stattfand, konnten weitere Verbesserungen bei den Befunden ermittelt werden.

4.1.1 Verbesserung der monokularen Exkursionsfähigkeit des Bulbus

Die monokulare Exkursionsfähigkeit wurde durch die Operation deutlich verbessert. Hierbei verringerte sich die Anzahl der Patienten, die unter Motilitätsstörungen litten, von präoperativ 64,7 % auf postoperativ (N2) 35,5 %. Die Anzahl der Patienten mit einem Hebungsdefizit verringerte sich von präoperativ 39,2 % auf postoperativ 29 %. Die Menge der Patienten mit einem kombinierten Hebungs- und Senkungsdefizit verringerte sich von 19,6 % auf 6,5 %. Alle Patienten, die ein Senkungsdefizit aufwiesen (5,9 %), wurden erfolgreich operiert.

In der Arbeit von Jayamane und Gillie^[39], die 136 Patienten mit Frakturen des orbitozygomatischen Komplexes (davon 45 isolierte Orbitabodenfrakturen) untersuchten und deren Befunde auswerteten, zeigten sich präoperativ bei 62 % der untersuchten Patienten mit isolierten Orbitabodenfrakturen Limitationen der Motilität im Aufblick, in der vorliegenden Untersuchung waren es jedoch nur 39,2 %. In der Studie von Jayamane und Gillie^[39] zeigten 40 % der Patienten Einschränkungen im Abblick, was das hier ermittelte Ergebnis von 5,9 % erheblich überschreitet.

In der Studie von El Mansouri et al.^[21] wurden sogar bei 90 % der Patienten okulomotorische Störungen beobachtet, allerdings bestand deren Patientenkollektiv aus nur 10 Patienten, die ophthalmologisch wenig differenziert untersucht wurden, was die Vergleichbarkeit einschränkt.

Die Untersuchung von Esser und Mohr ^[24] ergab, dass 51 von 100 operierten Patienten eine Motilitätseinschränkung aufwiesen, allerdings waren hier auch wiederum, wie bei El Mansouri et al. ^[21] und Jayamanne und Gillie ^[39], Patienten mit Orbita- und Jochbeinfrakturen in einem gemeinsamen Kollektiv untersucht worden. Die bei Esser und Mohr ^[24] darunter befindlichen 27 von 100 Patienten, die an einer isolierten Orbitabodenfraktur litten, wurden in der Untersuchung bezüglich der Funktionsbeeinträchtigung der Augen nicht genauer differenziert. Postoperativ wiesen Esser und Mohr ^[24] bei 51,7 % der operierten Patienten eine vollständige Befreiung von Motiliätsstörungen nach. Dieses Ergebnis liegt hinter den hier ermittelten 64,5 % des zum Untersuchungszeitpunkt N2 nachuntersuchten Kollektivs deutlich zurück.

Es wird insgesamt deutlich, dass Patienten durch Einklemmung von Muskulatur oder Fettgewebe eine Limitation der Bulbusbeweglichkeit erleiden. Diese Einklemmung kann mittels einer chirurgischen Revision behoben werden, wodurch sich die Motilität des betroffenen Bulbus verbessert.

4.1.2 Verbesserung der Stellungsabweichung des Bulbus

Die Anzahl der Patienten mit einer Orthophorie verbesserte sich von präoperativ 17,6 % auf postoperativ (N1) 51 % und 58,1 % (N2).

Die Anzahl der Patienten mit einer Horizontaldeviation im Abblick sank zwischen prä- und postoperativer Untersuchung (N1) von 19,6 % auf 17,6 % und ging während des Intervalls zum Untersuchungszeitpunkt N2 deutlich auf 6,5 % zurück.

Im Aufblick reduzierte sich die Anzahl der Patienten mit einer Horizontaldeviation von präoperativ 21,6 % bis zur Untersuchung N1 ebenfalls nicht und sank bei der Nachuntersuchung (N2) auf 12,9 %.

Die Zahl der Patienten mit einer Vertikaldeviation im Abblick verbesserte sich von präoperativ 27,5 % zum Untersuchungszeitpunkt N1 zunächst ebenfalls nicht und zum Untersuchungszeitpunkt N2 sehr deutlich auf 9,7 %.

Die Anzahl der Patienten mit einer Vertikaldeviation im Aufblick sank geringgradig von präoperativ 52,9 % auf 45,1 % (N1) und dann wiederum sehr deutlich bis zum Untersuchungszeitpunkt N2 auf 16,1 %.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse könnte man zu der Erkenntnis gelangen, dass die Patienten bezüglich der Stellungsabweichung der Augen initial kaum eine Verbesserung erfahren. Tatsächlich sinkt die Anzahl der Patienten mit einer Stellungsabweichung zwischen der präoperativen und der ersten postoperativen Untersuchung (N1) kaum. Wie in den Ergebnissen beschrieben, werden viele Patienten von den Stellungsabweichungen befreit, oder sie werden verbessert. Das zeigen auch die stets sinkenden Durchschnittswerte der Abweichungen. Es gibt aber Patienten, die eine, wenn auch geringgradige, postoperative Verschlechterung erfahren oder gar eine Stellungsabweichung der Augen aufweisen, obwohl präoperativ gar keine bestand. Die Abweichungen, die im Zuge der Langzeit-Nachuntersuchung (N2) erhoben wurden, zeigen wiederum sehr stark verbesserte Werte. Ein möglicher Erklärungsversuch dieses Phänomens wäre, dass der chirurgische Eingriff selbst für die postoperativ zunächst verschlechterte oder erstmals imponierende Stellungsabweichung sorgt. Das Zitat „VULNERANDO SANAMUS“ (Wir heilen, indem wir verwunden), welches über dem Haupteingang des Gebäudes der „Alten Chirurgie“ auf dem Gießener Seltersberg geschrieben steht, könnte dies treffend beschreiben. Durch das operative Vorgehen selbst wird eine zusätzliche, wenn auch nötige, Manipulation in der Orbita vorgenommen. Die könnte dazu führen, dass ein Patient, der präoperativ keine Stellungsabweichung des Bulbus aufwies, postoperativ davon betroffen ist. Die Langzeit-Nachuntersuchung ergab aber, dass alle Patienten, die präoperativ keine Stellungsabweichung des Bulbus aufwiesen, zum Untersuchungszeitpunkt N2 ebenfalls ohne messbare Stellungsabweichung waren. Hieraus resultiert, dass durch die Operation selbst keine persistierende Stellungsabweichung hervorgerufen wurde. Sämtliche Patienten wiesen zum Zeitpunkt der Langzeit-Nachuntersuchung (N2) deutliche Verbesserungen der Werte der Stellungsabweichung auf oder es war keine Stellungsabweichung mehr nachweisbar. Insofern bewirkte die Operation hier ausnahmslos eine Verbesserung.

4.1.3 Verbesserung des Fusionsblickfelds

Den Operationserfolg kann man aus den Werten zur Größe und zur Lokalisation des Fusionsblickfelds sehr deutlich ablesen. Das Auftreten von Doppelbildern ist für Patienten sehr störend. Von anfangs 72,5 %, die unter Doppelbildern litten, verbesserte sich der Befund bis zur ersten postoperativen Untersuchung auf 31,4 %. Zwischen N1

und N2 verringerte sich die Anzahl der Patienten mit Doppeltsehen noch weiter auf 19,3 %. Daran kann man sehen, dass bei über 50 % der versorgten Patienten die Doppelbilder durch die Operation beseitigt werden konnten beziehungsweise nur noch in Extremblickrichtungen auftraten und keine Beeinträchtigung mehr darstellten. Der Anteil der Patienten, die keine Doppelbilder mehr hatten, stieg von präoperativ 27,5 % auf postoperativ (N1) 68,6 % und bei N2 auf 80,7 %.

Es sollte kritisch betrachtet werden, ob es sinnvoll ist, Patienten zu operieren, die zwar eine Orbitabodenfraktur erlitten haben, bei denen aber keine Stellungsabweichung mit einer Beweglichkeitseinschränkung vorliegt und die dementsprechend keine Doppelbilder sehen. Hier zeigen die vorliegenden Untersuchungsergebnisse, dass eine Operation nicht zwingend notwendig ist, da diese Patienten von einer Operation keinerlei funktionellen Nutzen haben, es sein denn, ein Enophthalmus soll vermindert oder eine Sensibilitätsstörung behoben werden. Bei Abwesenheit von Symptomen, die die Patienten als störend empfinden, könnte zunächst der Verlauf abgewartet und später entschieden werden, ob eine Operationsindikation gegeben ist. Hovinga^[35] beschreibt diese Fragestellung in seiner Arbeit nur insoweit, dass bei einem sofortigen Eingriff die Gefahr der Diplopie geringer wäre, ohne dies näher zu belegen. In der Arbeit von Jayamanne und Gillie^[39] zeigten 84 % der Patienten mit Blow-out-Frakturen Doppelbilder, was im Vergleich zu dem hier vorliegenden Ergebnis (72,5 % präoperativ) höher ist. Harris, Bromberg und Song^[31] haben in ihrer Untersuchung festgestellt, dass posttraumatische Doppelbilder mit Rekonstruktion des Orbitabodens entweder mit Hilfe eines Knochentransplantats oder mittels eines synthetischen Implantats behandelt werden können. Diesem Vorgehen kann anhand der Untersuchungsergebnisse dieser Studie zugestimmt werden, da sich das Vorkommen von Doppelbildern postoperativ (N1) nach Einlage eines Implantats (PDS-Folie oder Eigenknochen) um 56,7 % verringert hat. In der Arbeit von Hammer und Prein^[28] verbesserten sich die Doppelbilder nach frühzeitiger chirurgischer Korrektur in 55 % der Fälle, was dem vorliegenden Untersuchungsergebnis sehr nahe kommt. Sie untersuchten 26 von 31 operierten Patienten im Durchschnitt 13 Monate nach der Operation nach. Die Studien von Jackson^[37] und von Jayamanne und Gillie^[39] haben ergeben, dass Diplopie außerhalb des Hauptblickbereichs ein Problem bleibt und nur durch eine zweite OP verbessert werden kann, was aber unüblich ist. Insgesamt gaben in dieser Untersuchung zum Untersuchungszeitpunkt N2 noch 16,1 % der Patienten ein

Doppeltsehen außerhalb des Hauptblickbereichs an. Ob in diesen Fällen eine erneute Operation sinnvoll ist, sei dahingestellt. Es scheint jedoch so zu sein, dass für eine vollständige Korrektur eine weitere Operation notwendig ist.

Nach Jackson ^[37] muss jeder Behandlungsfall sorgfältig analysiert und so sorgfältig wie möglich im Ersteingriff wieder rekonstruiert werden, um funktionelle oder ästhetische Nachteile für den Patienten abzuwenden und um eine sekundäre Rekonstruktion zu vermeiden.

Aus der hier durchgeführten Untersuchung kann abgeleitet werden, dass Patienten, die präoperativ keine Diplopie zeigten, in diesem Punkt von der Operation keinen Vorteil hatten. Da Doppelbilder eine sehr häufige Begleiterscheinung der Orbitabodenfrakturen sind, wird in einigen Untersuchungen die Empfehlung gegeben, vor der möglichst frühzeitigen Operation auf jeden Fall interdisziplinär die Augenbeweglichkeit zu untersuchen und zu quantifizieren, so die Arbeiten von Afzelius und Rosen ^[1] und von Schroll ^[73].

Eine der wenigen verglichenen Arbeiten, die als Bestandteil ebenfalls eine detaillierte Augenuntersuchung haben, ist die von Düker und Olivier ^[20]. Sie untersuchten 141 Patienten nachträglich und führten ebenfalls eine Quantifizierung der Beweglichkeitseinschränkung mit Hilfe der Tangententafel nach Harms durch. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass persistierende Doppelbilder als Spätfolgen bei 2–5 % der versorgten Jochbein- und Mittelgesichtsfrakturen vorkommen. Um eine ungestörte Augenbewegung zu ermöglichen, empfehlen auch sie eine Rekonstruktion beziehungsweise eine ausreichende Fixierung der Bruchstücke. In der hier durchgeführten Langzeit-Nachuntersuchung beklage nur noch ein Patient (3,2 %, 1/31) persistierende Doppelbilder im Hauptblickbereich, was dem angegebenen Intervall von Düker und Olivier ^[20] entspricht.

Eine weitere Arbeit, die unter anderem die Messung der Augenmotilität und den Bulbusstand nach Hertel präoperativ, postoperativ und während des stationären Aufenthalts durchführten, ist die Untersuchung von Desloovere, Meyer-Breitling und Häuser ^[17]. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass der Enophthalmus auf Dauer unbedenklich ist, dass aber der Grad des Enophthalmus bei Orbitabodenfrakturen im Lauf der Zeit, vermutlich durch Vernarbung und Konsolidierung der Gewebe, zunimmt. Dies führe aber wegen der Anpassungsfähigkeit der Augenmuskulatur selten zu

Motilitätsstörungen. Beide Arbeitsgruppen^[17;20] hatten aber im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung auch Patienten mit Jochbeinfrakturen im Kollektiv. Die These, dass die sich langsam verringernden Doppelbilder auf eine Gewebsanpassung zurückzuführen sind, könnte eine Untersuchung von Schiffer, Austermann und Busse^[70] bestätigen. Ihre Arbeitsgruppe untersuchte 61 Patienten mit Jochbeinfrakturen nach 3 Jahren postoperativ nach: Von anfänglich postoperativ 14 Patienten berichteten nach 3 Jahren nur noch 5 über persistierende Doppelbilder. Auch in der hier durchgeführten Untersuchung verringerte sich die Anzahl der Patienten mit persistierenden Doppelbildern vom postoperativen Zeitpunkt N1 zum Zeitpunkt N2 deutlich von 31,4 % auf 19,3 %

4.1.4 Veränderung des Enophthalmus/Exophthalmus

Folgende Veränderungen wurden bei den gemessenen Werten registriert: Während eine deutliche Verringerung der sagittalen Stellungsabweichung zwischen der präoperativen (58,8 %) und der ersten postoperativen Messung (29,4 %) um 50 % festgestellt werden konnte, erhöhte sich das Auftreten einer sagittalen Stellungsabweichung in der zweiten postoperativen Nachuntersuchung wieder auf 51,6 %.

Im Median betrug die präoperativ gemessene horizontale Stellungsabweichung bei allen 51 untersuchten Patienten +1 mm; sie verringerte sich zu den Zeitpunkten N1 und N2 auf im Median 0 mm.

Wenn man jedoch aus den für diese Studie ermittelten Messwerten der sagittalen Stellungsabweichung den Mittelwert bildet, kann man die durchschnittliche Veränderung wie folgt abbilden: Präoperativ lag der Mittelwert der Abweichung bei 1,14 mm, zum Zeitpunkt N1 bei nur noch 0,51 mm; bis zum Zeitpunkt N2 stieg er wieder auf 0,71 mm an. Zum Zeitpunkt N2 war aber bei keinem der untersuchten Patienten eine signifikante Stellungsabweichung von mehr als 2 mm messbar. Eine Seitendifferenz von mehr als 2 mm gilt als pathologisch^[8].

Die mittels der Hertelapparatur ermittelten Werte sind kritisch zu bewerten. Bertelsen^[6] beschreibt in seiner Abhandlung über die Diagnostik des Enophthalmus, dass es durch unterschiedliche Untersucher, verschiedene Geräte, einen Parallaxefehler beim Ablesen sowie wegen Asymmetrien des Gesichtsschädels oder Schwellungen nach Traumata zu Ungenauigkeiten beim abgelesenen Messwert von bis zu 2 mm kommen kann. Um dies

möglichst auszuschließen, können Vergleichsmessungen ein und desselben Untersuchers mit stets demselben Gerät unter identischen Bedingungen vorgenommen werden.

Während präoperativ bei 13,7 % (7/51) der Patienten ein als pathologisch geltender Enophthalmus oder Exophthalmus mit über 2 mm Abweichung gemessen wurde, war dies postoperativ (N1) nur noch bei 7,8% (4/51) der Fall. Postoperativ (N2, n = 31) imponierte bei keinem der Patienten ein Enophthalmus oder Exophthalmus von mehr als 2 mm.

Der Anteil der Patienten, die keine sagittale Stellungsabweichung aufwiesen, blieb prä- und postoperativ (N2) mit etwa 41,2 % bzw. 48,4 % wenig verändert. Die leichte Häufung der präoperativ ermittelten Werte im Median im positiven Bereich (Exophthalmus) bei +1 ist wegen der hohen Anzahl von Patienten ohne Seitenabweichung rechnerisch deshalb nicht nachweisbar, weil sie innerhalb der von Bertelsen^[6] beschriebenen Messtoleranz liegt, sie stützt aber die Vermutung eines initialen, hämatombedingten Exophthalmus^[4].

Gemäß der Untersuchung von Hammer und Prein^[28] ist der Enophthalmus eine der häufigsten posttraumatischen Folgen. Allerdings schränken sie dies insofern ein, als die meisten Patienten ohnehin eine natürliche Seitenabweichung aufweisen. Ohne Angabe, wie spät nach dem Trauma operiert wurde, beschreiben sie eine Häufigkeit des Enophthalmus von fast 95 %, was sehr deutlich über den für diese Studie erhobenen Messergebnissen liegt, selbst wenn man Patienten mit einer Abweichung von weniger als 2 mm einschließt. Dieses Ergebnis muss aufgrund der angesprochenen Schwächen der Exophthalmometrie kritisch betrachtet werden.

Für die Exophthalmometrie wäre es theoretisch am besten, die nach dem Trauma auftretende Schwellung zunächst abklingen zu lassen, um möglichst exakte Messwerte ermitteln zu können.

In der Arbeit von Balle, Christensen, Greisen und Jorgensen^[4] wurde bei 107 nach einem Jahr postoperativ nachuntersuchten Patienten häufiger ein Enophthalmus registriert als präoperativ. Sie erklären die Ergebnisse mit einer Maskierung des Enophthalmus durch Schwellungen und Hämatome. Tatsächlich wurde in der hier vorliegenden Untersuchung ebenfalls präoperativ eine leichte Häufung der Abweichung im positiven Bereich ermittelt, in der Nachuntersuchung (N2) jedoch nicht.

Die Häufigkeit, mit der ein Enophthalmus gemessen wird, ist auch Bestandteil einer Arbeit von Prendergast und Wildes^[57], die in einer Studie mit 106 Patienten mit Orbitaboden- und Jochbeinfrakturen sowohl den prä-, als auch den postoperativen Enophthalmus untersucht haben. Sie kommen zu dem Schluss, dass eine präoperativ vorliegende Defektgröße von mehr als 200 mm² die Entwicklung eines Enophthalmus begünstigt. Ihre statistische Auswertung ergab jedoch, dass zwischen gemessenem Enophthalmus und intraoperativ vorgefundener Defektgröße kein Zusammenhang hergestellt werden konnte. In der hier durchgeführten Studie hatten die Patienten mit einem Enophthalmus von mehr als 2 mm zwar Defektgrößen zwischen 256 mm² und 375 mm², es gab allerdings auch Patienten mit einem größeren Defekt als 200 mm² und einem gemessenen Enophthalmus von weniger als 2 mm oder gar einem Exophthalmus. Eine generalisierende Aussage, dass ein Enophthalmus von weniger als 2 mm auf eine Defektgröße von unter 200 mm² schließen lässt, erscheint daher als eher unhaltbar. Der durchschnittliche Wert von 3–6 % der Patienten, die einen Enophthalmus über 2 mm aufwiesen, blieb in der genannten Untersuchung von Prendergast und Wildes^[57] prä- und postoperativ gleich. In der hier durchgeführten Studie lag die Anzahl der Patienten mit einem signifikanten Enophthalmus von mehr als 2 mm präoperativ mit 5,9 % (3/51) ebenfalls innerhalb des von Prendergast und Wildes^[57] ermittelten Durchschnittswerts. Für die postoperativen Ergebnisse trifft dies allerdings nicht zu. Das beschriebene Ergebnis von Prendergast und Wildes^[57] lässt sich allerdings nur bedingt mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie vergleichen, da in jener Studie neben isolierten Orbitabodenfrakturen auch Jochbeinfrakturen untersucht wurden.

Iliff^[36] berichtet als einziger über die Spätkorrektur nach Trauma imponierender Enophthalmen und empfiehlt uneingeschränkt eine späte Operation der Orbitabodenfraktur, da sich die mit Enophthalmen verbundenen Doppelbilder im Laufe des Untersuchungszeitraums auch dann verbesserten, wenn erst Monate nach dem Trauma operiert wurde. Ein weiteres Ergebnis seiner Untersuchung war, dass die Patienten auch noch bei einer späteren Operation von Enophthalmie und Doppeltsehen befreit werden konnten. Generell wurde die Beweglichkeit des Auges nach der Operation aber verbessert.

Souyris et al.^[77] fanden in ihrer Arbeit ebenfalls den Enophthalmus als Hauptschädigung durch Traumata. Daneben beschrieben die Autoren noch Doppelbilder und Dislokation von Knochenfragmenten als zusätzliche Schäden. In ihrer Studie zeigte

sich in den Fällen, die operiert und mit dem Fanchebois-Ballon von antral retiniert wurden, ein gutes postoperatives Ergebnis.

Stanley und Mathog^[78] kommen ebenfalls zu der Erkenntnis, dass der Enophthalmus eine Hauptschädigung bei Mittelgesichtsfrakturen ist.

Als außergewöhnliche Arbeit fand sich die Untersuchung von Godoy^[27], der im Gegensatz zu dem von vielen Arbeitsgruppen berichteten Enophthalmus einen Fallbericht über einen persistierenden Exophthalmus darstellte.

Generell ist der Enophthalmus eine der am häufigsten in der Literatur bearbeiteten Traumafolgen des Auges, obwohl seine Messung Genauigkeitsproblemen unterliegt. Aufgrund der hier durchgeführten Datenauswertung und des Vergleichs mit Literaturstellen scheint die Messung und Auswertung von geringgradigen Stellungsabweichungen der Augen in der Sagittalen (Enophthalmus/Exophthalmus) wenig Aussagekraft zu haben, es sei denn, diese Abweichungen stellen eine klinische Beeinträchtigung der betroffenen Patienten dar. Die häufigste beschriebene Indikation für die chirurgische Revision der frakturierten knöchernen Orbita in der durchgeführten Untersuchung war mit 72,5 % (37/51) das Vorliegen von Diplopie. Wegen Enophthalmie als Erstnennung wurden hingegen 17,6 % (9/51) der Patienten operiert; und nur 7,8 % (4/51) der Patienten hatten einen Enophthalmus von mehr als 2 mm.

4.1.5 Veränderung des Visus

Die Bestimmung des Visus spielte eine untergeordnete Rolle. Der Visus ist bei Patienten mit Orbitabodenfrakturen in der Regel nicht eingeschränkt, wird aber bestimmt, um eine eventuelle traumabedingte Netzhautablösung oder eine Schädigung des Nervus opticus durch eine Kompression festzustellen. Eine signifikante Visusreduktion durch prä- oder postoperative Schädigungen dieser Art gab es im untersuchten Patientenkollektiv nicht, vielmehr war ein reduzierter Visus durch Schwellungen, fehlende Brillenkorrektur und/oder reduzierte körperliche Kooperationsfähigkeit zu erklären. Besonders wichtig ist, dass es durch den chirurgischen Eingriff bei keinem Patienten zu einer Komplikation, etwa einer hämatombedingten Optikuskompression, kam.

4.1.6 Verbesserung der knöchernen Stufe infraorbital

Die durch die Fraktur des unteren Orbitarands entstandenen knöchernen Stufen konnten bei allen betroffenen Patienten vollständig behoben werden. Dies entspricht voll und ganz den Erwartungen an eine gelungene Rekonstruktion. Durch die Reposition der Fragmente und ggf. Einbringen eines Knochensubstituts oder einer Folie konnte der Forderung nach einer symmetrischen Wiederherstellung der anatomischen Form des Gesichts entsprochen werden. Diskutable Vergleichsstudien, die sich mit der Veränderung der knöchernen Stufe bei unilateralen isolierten Orbitabodenfrakturen befassen, konnten nicht ermittelt werden.

4.1.7 Verbesserung der Sensibilität infraorbital

Im Bereich der Sensibilitätsstörungen verringerte sich der Patientenanteil, der als störend empfundene Sensibilitätsstörungen angab, von 62,7 % präoperativ auf nur noch 23,5 % postoperativ. Wie in großen Bereichen der Untersuchung zeigte sich auch hier noch eine Verbesserung zwischen der ersten und der zweiten postoperativen Nachuntersuchung, und zwar von 23,5 % auf 19,4 %. Zu einem sehr ähnlichen Ergebnis kamen auch Schindelhauer^[71] und Westermarck et al.^[84] in ihren Publikationen: Sie stellten in 81 % der Fälle präoperativ eine Hypästhesie des Nervus infraorbitalis fest, die sich postoperativ auf 41 % verringerte. Eine etwas geringere Anzahl an Patienten mit sensorischen Einschränkungen wies die Untersuchung von Balle, Christensen, Greisen und Jorgensen^[4] auf. Hier zeigte 40 % eine dauerhafte Veränderung der Sensibilität in der Infraorbitalregion, was sich nicht ganz mit dem vorliegenden Untersuchungsergebnis deckt. In der hier vorliegenden Untersuchung beklagten noch 23,5 % der Patienten postoperativ Sensibilitätsstörungen, obwohl präoperativ 62,7 % davon betroffen waren. Es zeigt sich, dass durch die Operation über die Hälfte der Patienten von Sensibilitätsstörungen befreit werden konnten. Die Arbeitsgruppe von Balle et al.^[4] differenzierte die sensorischen Einschränkungen sogar noch näher: Beim von ihnen untersuchten Patientenkollektiv litt ein Fünftel der Patienten unter unklaren Gesichtsschmerzen bei kaltem und windigem Wetter. Parästhesien wurden auch als Randnotiz der Arbeiten von Gerlock und Sinn^[25], Afzelius und Rosen^[1], Himmelfarb^[34] und bei Carr und Mathog^[13] erfasst. Etwas umfangreicher wurden die Sensibilitätsstörungen in der Abhandlung von Schiffer, Austermann und Busse^[70]

untersucht. Von 138 Patienten mit Orbitaboden- und Jochbeinfrakturen wurden 61 Patienten nach durchschnittlich 3 Jahren nachuntersucht. Von anfänglich 35 klagten zum Nachuntersuchungszeitpunkt noch 29 Patienten über Sensibilitätsstörungen. Die Studie von Waldhart^[81] spezifizierte die Sensibilitätsstörungen ebenfalls: 37,5 % der untersuchten Patienten klagten über Wetterfühligkeit, leichte Druckschmerzempfindlichkeit und ein Spannungsgefühl im Frakturbereich. Eine weitere Erkenntnis bestand darin, dass die Sensibilitätsstörungen auch nach vielen Monaten noch verschwanden. Dem steht das Ergebnis der Untersuchung von Nordgaard^[56] entgegen; er schreibt, dass 50 % der Patienten über 2 Jahre nach dem Trauma noch Beeinträchtigungen des Nervus infraorbitalis hatten. Vriens^[80] berichtet in seiner Abhandlung, in der er die Sensibilität umfangreicher bestimmte (Berührung, Kälte, 2-Punkt-Unterscheidung), ebenfalls über eine dauerhafte Nervenfaserschädigung. Diese Methode fand sich in keiner anderen ausgewerteten und verglichenen Arbeit. Die Sensibilitätsstörungen der Infraorbitalregion sind, wie schon oben beschrieben, häufig in Studien thematisiert worden. So hatte auch Schindelhauer^[71] bei 120 untersuchten Patienten in 84 % der Fälle Sensibilitätsstörungen im Bereich des Nervus infraorbitalis vorgefunden. Zu einem ähnlichen prozentualen Verhältnis bezüglich der Sensibilitätsstörungen kam auch die Abhandlung von Westermarck et al.^[84] Diese Arbeitsgruppe hatte präoperativ in 81 % der Patientenfälle eine Hypästhesie des Nervus infraorbitalis festgestellt, die sich postoperativ um gut die Hälfte auf 41 % verringerte. Allerdings unterschieden sie auch noch nach der Operationstechnik: Von den genannten 41 % wurden knapp zwei Drittel mit der antralen Ballonmethode operiert und ein Drittel mit Miniosteosynthesplatten. Es wurde vermutet, dass der Ballon den Nerv, der dann zwischen Orbitainhalt und Ballon lag, zusätzlich komprimiert hat, daher ist nachvollziehbar, dass die zweite Methode in ihrer Studie vorrangig empfohlen wurde.

Schindelhauer^[71] hat unter anderem Hypästhesien des Nervus infraorbitalis in seiner Untersuchung erfasst. Er untersuchte 76 Patienten mit Jochbeinfrakturen im Zeitraum zwischen 0,5 und 4,5 Jahren postoperativ nach und stellte bei 49 % der Patienten bleibende sensorische Störungen des Nerven ausbreitungsgebiets fest. Als Ursache für diese hohe Anzahl an dauerhaften Nervenschäden führt er aus, dass es, meist durch eine Knochensplitterung entlang des Canalis infraorbitalis, zu einer Schädigung kam, die auch intraoperativ nicht vollständig behoben werden konnte. In seiner Untersuchung zeigten präoperativ 84 % der Patienten Sensibilitätsstörungen. Eine Reduzierung um 35

Prozentpunkte ist jedoch als Operationserfolg zu werten. Diese Untersuchungsergebnisse lassen sich jedoch nur bedingt mit den hier ermittelten Ergebnissen vergleichen, da Schindelhauer^[71] Jochbeinfrakturen und keine isolierten Orbitabodenfrakturen untersucht hat. Der prozentuale Umfang der Reduzierung sensorischer Störungen durch die Fraktur des Orbitabodens ist aber ähnlich groß.

4.2 Besteht ein Zusammenhang zwischen der Größe des knöchernen Defekts im Orbitaboden und der maximalen vertikalen Exkursionsstrecke des Bulbus und könnte man so auf ein zu erwartendes postoperatives Ergebnis schließen?

Diese Frage muss mit Nein beantwortet werden. Wie die statistische Auswertung ergab, konnte kein Zusammenhang zwischen präoperativer Defektgröße und vertikaler Exkursionsstrecke ermittelt werden (Abb. 7). Dieses Ergebnis lässt sich schon bei der Analyse der Punktwolke vermuten. An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass bei allen Patienten der Orbitabodendefekt operativ korrigiert wurde. Unter den Patienten waren einige, die bei einer vergleichsweise geringen Defektgröße deutliche Einschränkungen der vertikalen Exkursionsstrecke aufwiesen. Umgekehrt gab es Patienten, bei denen die vertikale Beweglichkeit trotz sehr großer Defektgröße kaum eingeschränkt war. Es waren unter den operierten Patienten auch 3, die trotz Defektgrößen zwischen 300 mm², 320 mm² und 600 mm² präoperativ weder Doppelbilder, noch einen Enophthalmus oder Sensibilitätsstörungen zeigten. Daher stellt sich die Frage, ob Patienten, die klinisch keine Einschränkungen der Sehfunktion haben, überhaupt von einer Operation profitieren, sofern nicht andere Gründe eine Operation notwendig machen. Die betreffenden Patienten sind zwar nur Einzelfälle, andererseits haben sie einen beachtlichen Stellenwert. Eine randomisierte prospektive Studie mit einer operierten und einer nicht operierten Gruppe anhand definierter Kriterien wäre wünschenswert, ist praktisch aber nur schwer durchführbar. In der verglichenen wissenschaftlichen Literatur findet man keine Studie, die diesen Untersuchungsansatz mit einem kontrollierten Design verfolgt hätte.

4.3 Ist die angewandte OP-Methode geeignet, die Fraktur zu versorgen?

Es handelt sich hier um eine retrospektive, nicht-randomisierte Untersuchung beziehungsweise Studie. Einerseits wurde eine standardisierte OP-Technik angewendet, andererseits wurden nur bereits operierte Patienten untersucht und deren Ergebnisse ausgewertet. Die bei den in dieser Untersuchung versorgten Patienten verwendete OP-Methode (siehe Kapitel 2.4) wird neben anderen Methoden in der Literatur hinreichend diskutiert.

Die Anzahl der Arbeiten und die untersuchten Fallzahlen, die sich mit der Operation von isolierten Orbitabodenfrakturen befassen, ist insgesamt nicht sehr groß. Das führt dazu, dass man Studien zur Diskussion heranziehen muss, die auch Patienten mit Jochbeinfrakturen im Patientenkollektiv beinhalten.

So untersuchten zum Beispiel die Arbeitsgruppen von Zingg^[88], Zingg et al.^[89] und Hovinga^[35] die verschiedenen Zugangswege. Während Zingg et al.^[89] den transkonjunktivalen Zugang uneingeschränkt bevorzugen, da dieser mit wenig Nebenwirkungen behaftet sei, vergleicht Hovinga^[35] den oro-antralen und den infraorbitalen Zugang – mit dem Ergebnis, dass beide Zugänge anwendbar seien. In seiner Studie stützt Hovinga^[35] die bestehende Erkenntnis, dass eine Früherkennung wichtig ist, ebenso wie die Möglichkeit, dass bei einem frischen Bruch durch frühzeitige Abstützung mittels Antralballon eine spätere Revision über den unteren Orbitarand nicht unbedingt notwendig wird. Eine Revision mit Implantateinbringung sei damit nur bei älteren, unbehandelten Frakturen notwendig. Die Antralmethode birgt allerdings den Nachteil einer großen Fensterung des Sinus maxillaris und gegebenenfalls einer Kompression des Nervus infraorbitalis von kaudal^[2]. Leider wurde in der Veröffentlichung, wie in den meisten weiteren zu Vergleichen heranziehbaren Arbeiten, keine explizite Untersuchung der Augenbeweglichkeit durchgeführt.

Die Miniplattenosteosynthese im Vergleich zur einfachen Reposition ist Bestandteil der Untersuchung von Desloovere, Meyer-Breitling und Häuser^[17]. Sie haben Befunde von 106 Patienten mit Jochbeinfrakturen retrospektiv untersucht, davon hatten 53 % zusätzlich eine Orbitabodenfraktur. Anhand der präoperativen Röntgenuntersuchungen nahmen sie eine Bruchtypklassifikation vor und unterschieden partielle Mobilisierungen, komplette Mobilisierungen und Trümmerfrakturen. Nach deren

Einschätzung lassen sich die partiellen Mobilisierungen häufig ohne Implantat oder Fixation reponieren, bei kompletten Mobilisierungen muss häufig auf eine einfache Fixation zurückgegriffen werden, die Trümmerfraktur erfordert stets aufwändigere Osteosynthesemaßnahmen. Bei komplett eingebrochenen Orbitabodenfrakturen legten sie zur kaudalen Abstützung des Bulbus zusätzlich einen Ballon in den Sinus maxillaris ein. Von den 106 Patienten konnten 56 nachuntersucht werden. Die von ihnen erhobenen Ergebnisse bezüglich der Bulbusmotilität unterscheiden sich von denen der hier vorliegenden Studie deutlich. Während präoperative Motilitätsstörungen bei Desloovere et al. ^[17] in 38 % der Fälle vorlagen, traten diese in der hier durchgeführten Untersuchung bei 64,7 % auf. Postoperativ verzeichneten Desloovere et al. ^[17] einen Rückgang der Motilitätsstörungen auf 15 %, in der hier vorliegenden Untersuchung reduzierte sich die Anzahl der Patienten mit Motilitätsstörungen auf 35,5 % (N2). Leider geht aus deren Veröffentlichung nicht hervor, wie die Motilitätsstörungen erhoben und klassifiziert wurden.

Reichelt ^[60] stellt in ihrer Dissertation fest, dass die aufgrund von CT-Daten präoperativ herstellbaren Titan-Mesh-Implantate bei großen Defekten im Orbitaboden gute postoperative Ergebnisse liefern. Sie stellt in ihrer Langzeit-Nachuntersuchung, die durchschnittlich 2,3 Jahre postoperativ stattfand, die postoperativen Ergebnisse von 21 Patienten einander gegenüber. Sie wurden entweder mit Polyglactin/Poly-p-dioxanon-Folien oder präfabrizierten Titan-Mesh-Implantaten versorgt. Reichelt ^[60] empfiehlt die Verwendung von Polyglactin/Poly-p-dioxanon-Implantaten bei kleinen ($< 200 \text{ mm}^2$) und weniger komplizierten Frakturen und die Verwendung von Titan-Mesh-Implantaten bei komplizierten und dislozierten großen Defekten ($> 200 \text{ mm}^2$) mit ausgeprägter Inherniation. In der hier vorliegenden Untersuchung konnten auch Defekte mit mehr als 200 mm^2 suffizient mit PDS-Folien wiederhergestellt werden. Die PDS-Folie erscheint initial, und während der Resorptionsphase, ausreichend stabil, das Gewicht des intraorbitalen Inhalts abzustützen. Sie wird innerhalb von 90–180 Tagen resorbiert und durch derbes kollagenes Gewebe ersetzt ^[10; 38; 76].

Die Hakenreposition des Jochbeins im Vergleich zur Miniplattenosteosynthese untersuchten Ghahremani und Kovacs ^[26]. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die OP-Methode einer Hakenreposition des Jochbeins ausreichend und eine Orbitabodenrevision nur bei Vorliegen einer Diplopie zwingend notwendig sei. Die Reposition war bei allen Patienten stabil, sowohl klinisch als auch radiologisch. Zum

selben Ergebnis kam auch Winstanley^[86] in seiner Untersuchung. Außerdem fand er mittels seiner Studie heraus, dass alle Patienten, die vor der Versorgung der kombinierten Jochbein- und Orbitabodenfraktur Doppelbilder aufwiesen, durch Hakenreposition komplett wiederhergestellt wurden. Dem kann aus den hier ermittelten Untersuchungsergebnissen, was die isolierten Orbitabodenfrakturen betrifft, nicht zugestimmt werden, da nur 19,6 % der Patienten durch Reposition ohne Defektdeckungsmaterial versorgt wurden.

Hammer et al.^[29] untersuchten in ihrer Studie die postoperativen Ergebnisse von Versorgungen mit Polyglactinfolien und Titan-Mesh-Implantaten, sowie endoskopische Techniken zur Diagnose und Therapie von Orbitabodenfrakturen. Sie stellen fest, dass Polyglactinfolien und endoskopische Techniken allenfalls für kleinere Defekte im Orbitaboden geeignet seien und Titan-Mesh-Implantate bei größeren und dislozierten Frakturen zum Einsatz kommen sollten. Sie weisen darauf hin, dass Titan im Gegensatz zu Polyglactin ein nichtresorbierbarer Fremdkörper bleibt. Mittels aus CT-Daten präfabrizierter Titan-Mesh-Implantate kann die anatomische Form der Orbita bei größeren und dislozierten Defekten durch Spiegelung der nicht verletzten Orbita sehr gut wiederhergestellt werden.^[55] Anhand des hier nachuntersuchten Patientenkollektivs konnten mit PDS-Folien hingegen auch bei großen Defekten zufriedenstellende postoperative Ergebnisse hinsichtlich der Augenfunktion erreicht werden.

Gleichfalls untersuchten auch Hang, Nuveen und Bredbenner^[30] verschiedene Materialien zur Implantation (Titan-Mesh, Marlex® Ethylen-Hexen-Copolymer, Medpore® Polyethylen, Silastic® Silikon-Elastomer, Tabula externa aus der Schädelskalotte), die intraoperativ zur Abstützung des Bulbus eingesetzt werden können; sie kommen zu dem Ergebnis, dass sich alle untersuchten Materialien indikationsabhängig als geeignet erweisen, das Gewicht des intraorbitalen Inhalts zu tragen. Insbesondere bei alloplastischen Materialien wie Silikon und Teflon kommt es häufiger zu Infektionen und Abkapselungen, sodass diese Materialien heute kaum noch zur Anwendung kommen^[58].

Über verschiedene Methoden des Zugangs, darunter auch des transkonjunktivalen Zugangs, der auch in der hier durchgeführten Untersuchung gewählt wurde, schreiben Strong und Sykes^[79] und stellen diese einander gegenüber. Sie führen an, dass der transkonjunktivale Zugang die periorbitale Muskulatur schont, keine sichtbare Narbe

hinterlässt, aber das Risiko eines Entropiums birgt und zu Problemen beim Tränenabfluss (Epiphora) führen kann. Daher sei der subziliare Zugang zu bevorzugen. Sie beschreiben, dass der subziliare Zugang ebenso eine bessere Übersicht über den Orbitaboden ermöglicht und die Implantateinbringung erleichtert. In der hier durchgeführten Untersuchung wurde ausschließlich über den subziliaren Zugang revidiert und keiner der nachuntersuchten Patienten beklagte Beeinträchtigungen im Bereich des Zugangs. Es kam zu keinem Ektropium, keinen Problemen beim Tränenabfluss oder dem Lidschluss.

Martinez-Lage^[54] hat verschiedene knöcherne Defekte der Orbita (basal, lateral, zentral) beschrieben und einander mit der Schwierigkeit in Zusammenhang gebracht, das Auge bei großen knöchernen Defekten korrekt zu reponieren. Sowohl in Ruhe, als auch in Bewegung soll die optimale Lage des Bulbus erreicht werden, denn nur die korrekte Positionierung des Bulbus in der Orbita kann ein gutes postoperatives funktionelles Ergebnis liefern. Dieser Aussage kann aufgrund der hier vorliegenden Ergebnisse zugestimmt werden. Patienten mit einer großen präoperativen Stellungsabweichung oder Funktionsbeeinträchtigung des Bulbus hatten, nachdem sie operativ versorgt wurden und der Bulbus korrekt repositioniert war, erhebliche Verbesserungen in den ermittelten Befunden.

Insgesamt sind sich die Autoren der verglichenen Literatur darin einig, dass eine frühzeitige Diagnose, eine angemessene Therapie mit passender Implantatauswahl und eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Chirurgie und Ophthalmologie die besten OP-Ergebnisse hervorbringen. Dies wurde ebenfalls von El Mansouri et al.^[21] in ihrer Veröffentlichung empfohlen.

Abschließend sollte noch kritisch betrachtet werden, ob eine Operation bei denjenigen Patienten sinnvoll ist, die keine oder nur geringe Beeinträchtigungen haben. Eine abwartende Haltung und Nachuntersuchungen in kurzen Abständen könnten zunächst auch eine sinnvolle Therapie bedeuten. Gerade Patienten, die weder Doppelbilder noch einen signifikanten Enophthalmus aufweisen, profitierten funktionell nicht von einer Operation, da sich ihre Befunde in der hier durchgeführten Untersuchung kaum oder gar nicht verbesserten. Burnestine^[11] empfiehlt, die Risiken einer chirurgischen Intervention gegenüber dem Nutzen abzuwägen. Neben dem Risiko einer Allgemeinnarkose können Nervschädigungen, Infektionen der Wunde oder des Implantats, ein gestörter Tränenabfluss, eine Wanderung des Implantats oder der

Verlust des Augenlichts auftreten. Seiner Meinung nach liegt die Entscheidung für oder gegen eine chirurgische Korrektur im Ermessen des Behandlers.

Dem frühzeitigen chirurgischen Intervenieren kann aufgrund dieser hier durchgeführten Untersuchung nicht uneingeschränkt zugestimmt werden, da es auch Patienten gibt, die trotz eines großen Defekts kaum Motilitätseinschränkungen und keine Doppelbilder im Hauptblickbereich aufweisen. Bei diesen Patienten wäre eventuell eine eher abwartende Haltung möglich gewesen. In Diskussionen bereits zitierter Arbeitsgruppen [3; 16; 50; 74] erfolgt oftmals ein Hinweis auf die Gefahren einer abwartenden Haltung in Form von sich einstellender Diplopie, Enophthalmie und Sensibilitätsstörungen. Dieser Einwand kann aber von ihnen nicht durch vergleichende Studien belegt werden.

Es wäre an dieser Stelle interessant, eine weitere Studie durchzuführen, die operierte und nicht operierte Patienten ohne oder mit lediglich geringgradigen Funktionsbeeinträchtigungen miteinander vergleicht. Dabei ist durchaus vorstellbar, dass ein nicht operierter Patient das gleiche Langzeitergebnis aufweist wie ein chirurgisch versorgter. Damit wäre eine Operation mit den damit verbundenen Risiken unter Umständen bei geringgradigen Abweichungen ohne klinische Funktionsstörung überflüssig. Beispielhaft hierzu sind in dieser Untersuchung 3 Patienten zu nennen, die mit Defektgrößen zwischen 300 mm² und 600 mm² annähernd keine Beeinträchtigungen in der monokularen Exkursionsfähigkeit aufwiesen. Eine Operationsindikation wäre hingegen z. B. zusätzlich eine hochgradige Sensibilitätsstörung infraorbital, die den Patienten derart beeinträchtigt, dass eine Operation auch bei sonst geringen ophthalmologischen Störungen gerechtfertigt ist.

Bei allen Patienten mit ausgeprägten Funktionsbeeinträchtigungen der Augen bewirkte die Operation ausnahmslos eine deutliche Verbesserung der erhobenen Befunde, so dass man die hier verwendete OP-Methode als geeignet ansehen kann.

4.4 Grenzen der Untersuchungsmethode

Die augenscheinliche Grenze in dieser Untersuchung liegt einerseits im bereits erwähnten Evidenzgrad, da es sich um eine retrospektive, nicht-randomisierte Untersuchung beziehungsweise Studie von bereits erhobenen und archivierten Untersuchungsergebnissen handelt. Andererseits wurden ausschließlich operierte Patienten ausgewertet, sodass man nicht sagen kann, wie sich der Befund ohne Operation verändert hätte. Dies war nicht Bestandteil dieser Arbeit und lässt sich damit auch nicht nachweisen. Des Weiteren setzt die zum Teil sehr unterschiedliche Dokumentation der prä-, intra- und postoperativen Befunde in den Akten eine Grenze. Nicht bei allen Patienten konnte präoperativ auf Ergebnisse einer vollständigen augenärztlichen Untersuchung zurückgegriffen werden, auch wenn es sich hierbei nur um eine sehr geringe Anzahl von Patienten handelte. Dies lässt sich vermutlich auf die Tatsache zurückführen, dass die Traumata durch Unfälle unterschiedlicher Schwere verursacht wurden. Hierbei wurde mitunter zügig und ohne vorangegangene umfangreiche augenärztliche Konsultation operiert, weil der Zustand des Patienten dies erforderte. Leider konnten auch nicht alle operierten Patienten zur späteren Nachuntersuchung einbestellt werden, da diese entweder nicht ermittelbar oder zu einer weiteren Untersuchung nicht bereit waren. Ferner ist eine Diskussion mit der vorhandenen Literatur nur bedingt möglich, da sich die vorliegende Untersuchung ausschließlich auf isolierte Orbitabodenfrakturen mit genauer Untersuchung der Augenfunktion bezieht. Die Mehrzahl der zum Vergleich heranziehbaren Veröffentlichungen beinhalten jedoch Untersuchungsergebnisse von Orbitabodenfrakturen in Kombination mit Jochbeinfrakturen und mit einer weniger detaillierten Untersuchung der Funktionsbeeinträchtigung der Augen.

5. Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Studie wurden 51 Patienten mit isolierter, operativ versorgter Orbitabodenfraktur augenärztlich und mund-, kiefer- und gesichtschirurgisch nachuntersucht. Die Leitfragen dieser Arbeit waren:

- a) Kann durch eine operative Revision des Orbitabodens die Funktionsbeeinträchtigung des Auges deutlich verringert werden?
- b) Besteht ein Zusammenhang zwischen der Größe des knöchernen Defekts im Orbitaboden und der maximalen vertikalen Exkursionsstrecke des Bulbus und könnte man so auf ein zu erwartendes postoperatives Ergebnis schließen?
- c) Ist die angewandte OP-Methode geeignet, die Fraktur zu versorgen?

Die Patienten wurden sowohl präoperativ als auch postoperativ (N1, im Median 5 Tage nach der Operation) untersucht. Eine zweite postoperative Untersuchung (N2) erfolgte im Median 3,5 Jahre postoperativ.

Die Anzahl der Patienten mit Einschränkungen der monokularen Exkursionfähigkeit reduzierte sich von präoperativ 64,7 % auf postoperativ 35,5 %.

Bei 27,5 % der untersuchten Patienten waren präoperativ keine Doppelbilder feststellbar. 72,5 % der Patienten gaben an, Doppelbilder zu sehen – 60,8 % innerhalb des Hauptblickbereichs. Postoperativ (N2) hatten 80,7 % keine Doppelbilder mehr. Nur noch ein Patient (3,2 %) gab an, im Hauptblickbereich Doppelbilder zu sehen. Außerhalb des Hauptblickbereichs gaben postoperativ (N2) noch 4 Patienten (12,9 %) an, Doppelbilder zu sehen.

Präoperativ wiesen 58,8 % der Patienten einen Enophthalmus oder einen Exophthalmus auf, 13,7 % mit mehr als 2 mm Differenz. In der Langzeit-Nachuntersuchung (N2) hatte kein Patient eine signifikante Seitendifferenz von mehr als 2 mm.

Unter Sensibilitätsstörungen litten präoperativ 62,7 % der Patienten. Dies reduzierte sich postoperativ (N2) auf 25,8 %.

Die Defektgrößen der ausgewerteten isolierten Orbitabodenfrakturen lagen zwischen 4×5 mm und 30×20 mm. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse hat ergeben,

dass zwischen der Defektgröße im Orbitaboden und der monokularen vertikalen Exkursionsstrecke kein Zusammenhang hergestellt werden kann.

Es ließ sich nachweisen, dass eine operative Revision bei Patienten sinnvoll ist, die über Einschränkungen der Augenbeweglichkeit und damit einhergehende Doppelbilder klagten. Bei diesen Patienten verbesserte sich der Augenbefund in weiten Teilen deutlich. Die Frage, wie viele und welche dieser Patienten ohne eine Orbitabodenrevision durch Spontanremission eine Verbesserung erfahren hätten, lässt sich weder durch die vorliegende, noch durch andere verglichene Studien wissenschaftlich beantworten. Orbitabodenfrakturen werden meistens nach Sicherung des Frakturverdachts unmittelbar versorgt. Die Einbeziehung von ophthalmologischen und orthoptischen Parametern und der Frage, ob der Patient vor der Operation störende Einschränkungen der Sehfähigkeit hatte, scheint bisher eine untergeordnete Rolle zu spielen. Somit ist es wünschenswert, eine Vergleichsstudie durchzuführen, die mit hinreichender Verlässlichkeit beantworten kann, wann eine chirurgische Revision der isolierten Orbitabodenfraktur abgewartet werden kann. Diese Arbeit untersuchte nur operierte Patienten; die in dieser Studie aufgezeigten Einzelfälle lassen vermuten, dass bei Patienten ohne klinische Einschränkungen der Sehfähigkeit ein sofortiges operatives Vorgehen nicht immer sinnvoll ist.

6. Summary

In this retrospective study 51 patients with surgically treated isolated orbital floor fractures were followed up with ophthalmological, oral, and maxillofacial surgery examinations. The key questions of this study were: How can the postoperative results be evaluated?

- a) Is it possible to improve the clinical eye parameters substantially by surgical intervention?
- b) Is there a correlation between the size of the bony defect in the orbital floor and the vertical eye motility? Do the size and the dislocation of the fragments suggest an expected postoperative result?
- c) Is the applied surgical method suitable to treat the fracture?

The patients were examined preoperatively as well as postoperatively (N1, on median 5 days after surgery). A second postoperative follow-up examination took place at a median of 3.5 years after surgery (N2).

The number of patients with monocular motility restrictions was reduced from 64.7% before surgery to 35.5% after surgery.

In 27.5% of the follow-up patients no preoperative diplopia was found. 72.5% of patients experienced diplopia. Only 60.8% of those experienced diplopia inside the main view area. Notably 80.7% showed no postoperative diplopia (N2). Only one patient (3.2%) still experienced diplopia in the main view area. Four patients (12.9%) still experienced diplopia outside the main view area (N2).

Preoperatively, 58.8% of patients had enophthalmos or exophthalmia, 13.7% with a difference of more than 2 mm. In the long-term follow-up (N2), no patient had a significant side difference of more than 2 mm.

Before the operation, 62.7% of patients suffered from infraorbital hypoesthesia. This was reduced to 25.8% postoperatively.

The bony defect size of the evaluated orbital floor fractures was between 4 × 5 mm and 30 × 20 mm. The evaluation of the follow-up results showed that no correlation was to be found between vertical monocular eye motility and the size of the bony defect.

It has been verified that surgical revision is appropriate in patients who experienced bulb motility restrictions accompanied by diplopia. In many of these patients the ophthalmologic findings improved considerably. Neither this nor other compared studies can give a scientific indication as to how many and which of these patients would have improved through spontaneous remission without orbital floor revision. Orbital floor fractures are usually treated immediately after confirming the suspected fracture. The consideration of ophthalmological and orthoptical parameters as well as the question of possible gaze restrictions before the operation seem to be of secondary importance. Therefore, in order to determine in which cases a surgical revision of isolated orbital floor fractures can be postponed, a comparative study is called for. The present study only evaluated patients who had already undergone surgery; however, the individual cases mentioned above suggest that immediate surgical treatment in patients without clinical gaze restrictions may not always be the most appropriate method.

7. Literaturverzeichnis

1. Afzelius, L. E.; Rosen, C.: „Fractures of the malar bone“, ORL, 1979; 41: 227–233
2. Altonen, M.; Kohonen, A.; Dickhoff, K.: „Treatment of zygomatic fractures: Internal wiring – antral-packing reposition without fixation“, J. Max.-Fac. Surg., 1976; 4: 107–115
3. Andersen, M. et al.: „Unilateral orbital floor fractures“, Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 1985; 19: 193–196
4. Balle, V.; Christensen, P.-H.; Greisen, O.; Jorgensen, P.: „Treatment of zygomatic fractures: a follow up study of 105 patients“, Clin. Otolaryngol., 1982; 7: 411–416
5. Baumann, A.; Burggasser, G.; Gauss, N.; Ewers, R.: „Orbital floor reconstruction with an alloplastic resorbable polydioxanone sheet“, Int. J. Oral Maxillofac. Surg, 2002; 31 (4): 367–373
6. Bertelsen, T. I.: „Diagnostische Methoden bei einseitigem Exophthalmus“, Ophthalmologica, 1966; 151 (3): 309–330
7. Bleeker, G. M.; Peeters, H. J.; Gillissen, J. P.; Oei, T. H.; Verkerk, H. H.: „Course and late results of treated and non-treated orbital fractures“, Klin. Monatsbl. Augenheilkd., 1974; 165 (6): 849–858
8. Bogren, H. G.; Franti, C. E.; Wilmarth, S. S.: „Normal variations of the position of the eye in the orbit“, Ophthalmology, 1986; 93 (8): 1072–1077
9. Bowers, J. F.: „The management of blow-out fracture of the orbital floor“, Surg. Ophthalmol., 1964; 9: 237
10. Büchel, P.; Rahal, A.; Seto, I.; Iizuka, T.: „Reconstruction of orbital floor fracture with polyglactin 910/polydioxanon patch (ethisorb): a retrospective study“, J. Oral Maxillofac. Surg., 2005; 63 (5): 646–650

11. Burnestine, M. A.: „Clinical recommendations for repair of isolated orbital floor fractures: an evidence-based analysis“, *Ophthalmology*, 2002; 109 (7): 1207–1210
12. Cacciatori, M.; Bell, R. W. D.; Habib, N. E.: „Blow-out fracture of the orbit associated with inflation of an airbag“, *British J. Oral and Maxillofac. Surg.*, 1997; 35: 241–242
13. Carr, R.; Mathog, R.: „Early and delayed repair of orbito-zygomatic complex fractures“, *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1997; 55: 253–258
14. Catone, G. A.; Morrissette, M. P.; Carlson, E. R.: „A retrospective study of untreated orbital blow-out fractures“, *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1988; 46 (12): 1033–1038
15. Covington, D. S.; Wainwright, D.; Teichgraeber, J.; Parks, D.: „Changing patterns in the epidemiology and treatment of zygoma fractures“, *The Journal of Trauma*, 1994; 37 (2): 243–248
16. Crewe, T. C.: „Facts and fallacies of orbital floor injuries“, *Int. J. Oral. Surg.*, 1981; 10 (Suppl. 1): 225–228
17. Desloovere, C.; Meyer-Breitling, E.; Häuser, H.: „Miniplattenosteosynthese bei Jochbeinfrakturen – Ergänzung oder Alternative?“, *Laryngol. Rhinol. Otol.*, 1988; 67: 634–638
18. De Man, K.: „Fractures of the orbital floor: indications for exploration and for the use of a floor implant“, *J. Maxillofac. Surg.*, 1984; 12 (2): 73–77
19. Dietze, Holger: „Die optometrische Untersuchung“, Thieme Verlag Stuttgart, 1. Auflage, 2008; S. 126ff
20. Düker, J.; Olivier, D.: „Drahtosteosynthese der Jochbeinfrakturen“, *Fortschritte Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 1975; 19: 159
21. El Mansouri, Y. et al.: „The oculomotor after effects of the fractures of the floor of the orbit“, *J. Fr. Ophthalmol.*, 2000; 23 (5): 445–448

22. Emery, J. M.; Van Noorden, G. K.; Sclesnitzaver, D. A.: „Orbital floor fractures: Long term follow-up of cases with and without surgical repair“, *Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol.*, 1971; 75: 802
23. Emery, J. M. et al.: „Management of orbital floor fractures“, *American Journal of Ophthalmology*, 1972; 74 (2): 299–306
24. Esser, J.; Mohr, C.: „Development of postoperative motility in orbital floor, zygomatic and mid-face fractures“, *Fortschr. Ophthalmol.*, 1991; 88 (3): 286–290
25. Gerlock, A.; Sinn, D.: „Anatomic, clinical, surgical and radiographic correlation of the zygomatic complex fracture“, *Am. J. Roentgenol.* 1977; 128: 235–238
26. Ghahremani, M.; Kovacs, T. A.: „Bewertung einer wenig invasiven Therapie von Jochbeinfrakturen mit einem Klassifikationsvorschlag“, *Mund-, Kiefer- Gesichtschir.*, 1999; 3: 146–151
27. Godoy, J.; Mathog, R.: „Malar fractures associated with exophthalmos“, *Arch. Otolaryngol.*, 1985; 111: 174–177
28. Hammer, B.; Prein, J.: „Correction of post-traumatic orbital deformities: operative techniques and reviews of 26 patients“, *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 1995; 23: 81–90
29. Hammer, B.; Kunz, C.; Schramm, A.; de Roche, R.: „Repair of complex orbital fractures: technical problems, state-of-the-art solutions and fracture perspectives“. *Annals Academy of Medicine*, 1999; 28 (5): 687–691
30. Hang, R.; Nuveen, E.; Bredbenner, T.: „An evaluation of the support provided by common internal orbital reconstruction materials“, *J. Oral Maxillofacial Surg.*, 1999; 57: 546–570
31. Harris, A.; Bromberg, B.; Song, Ch.: „Fractures of the malar compound“, *Surgery Gynecology & Obstetrics*, 1966; March: 541–543
32. Hauch, A. M. et al.: „Orbital Floor Fractures – Diagnosis, Treatment and Results“, *Acta Otolaryngol. (Stockholm)*, 1992; Suppl. 492: 141–143

33. Helveston, E. M. et al.: „The relationship of extraocular muscle problems to orbit floor fractures: early and late management“, 1977; 83 (4): 660–662
34. Himmelfarb, R.: „Classification and treatment of malar fractures“, O. S., O. M., O. P., 1968; 26: 753–758
35. Hovinga, J.: „Some aspects of zygomaticomaxillary fractures“, Archivum Chirurgicum Netherlandicum, 1976; 28 (3): 197–204
36. Iliff, N.: „The ophthalmic implications of the correction of late Enophthalmos following severe midfacial trauma“, Tr. Am. Ophth. Soc., 1991; 89: 477–548
37. Jackson, I.: „Classification and treatment of orbitozygomatic and orbitoethmoid fractures“, Clinics in Plastic Surgery, 1989; 16 (1): 77–91
38. Jank, S.; Emshoff, R.; Schuchter, B.; Strobl, H.; Brandlmaier, I.; Norer, B.: „Orbital floor reconstruction with flexible Ethisorb patches: a retrospective long-term follow-up study“, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod., 2003; 95 (1): 16–22
39. Jayamanne, D.; Gillie, R.: „Do patients with facial trauma to the orbitozygomatic region also sustain significant ocular injuries?“, J. R. Coll. Surg. Edinb., 1996; 41: 200–203
40. Jones, D. E.; Evans, J. N.: „Blow-out fractures of the orbit: an investigation into their anatomical basis“, J. Laryngol. Otol., 1967; 81 (10), 1109–1120
41. Kanski, J. J.: „Lehrbuch der klinischen Ophthalmologie“, Urban & Fischer Verlag München/Jena, 5. Auflage, 2004, S. 28
42. Kaufmann, H.: „Strabismus“, Thieme Verlag Stuttgart, 3. Auflage, 2004, S. 58
43. Kaufmann, H.: „Strabismus“, Thieme Verlag Stuttgart, 3. Auflage, 2004, S. 341ff.
44. Kaufmann, H.: „Strabismus“, Thieme Verlag Stuttgart, 3. Auflage, 2004, S. 355
45. Kaufmann, H.: „Strabismus“, Thieme Verlag Stuttgart, 3. Auflage, 2004, S. 369ff.

46. Kaufmann, H.: „Strabismus“, Thieme Verlag Stuttgart, 3. Auflage, 2004, S. 370
47. Kaufmann, H.: „Strabismus“, Thieme Verlag Stuttgart, 3. Auflage, 2004, S 391ff.
48. Kaufmann, H.: „Strabismus“, Thieme Verlag Stuttgart, 3. Auflage, 2004, S. 420
49. Kaufmann, H.: „Strabismus“, Thieme Verlag Stuttgart, 3. Auflage, 2004, S. 423
50. Kittel, H.: „Funktionelles Endergebnis nach Operation von Blow-out-Fraktur mit Muskeleinklemmung“, *Klin. Monatsblatt Augenheilkunde*, 1974; 165 (6), 863–864
51. Korneef, L. et al.: „Extraocular muscle surgery for graves ophthalmopathy“, *British J. of Ophthalmology*, 1990; 74 (8): 481–483
52. Kramp, B. et al.: „Klinische und erste numerische Untersuchungen zum Entstehungsmechanismus von Blowout-Frakturen“ aus: Rochels, R.; Behrendt, S. (Hrsg.) *Orbita-Chirurgie*, Einhorn-Verlag, 1997; 183–193
53. Krzystkowa, K.; Bartkowski, St.: „Diagnostik und Behandlung der posttraumatischen Diplopie“, *Klin. Monbl. Augenheilkd.*, 1975; 167 (2): 245–257.
54. Martinez-Lage, J.: „Bony reconstruction in the orbital region“, *Am. Plast. Surg.*, 1981; 7 (6): 464–479
55. Metzger, M. C.; Schon, R.; Weyer, N.; Rafii, A.; Gellrich, N. C.; Schmelzeisen, R.; Strong, B. E.: „Anatomical 3-dimensional Pre-bent Titanium Implant for Orbital Floor Fractures“, *Ophthalmology*, 2006; 113 (10): 1863-1868
56. Nordgaard, J.: „Persistent sensory disturbances and diplopia following factures of the zygoma“, *Arch. Otolaryngol.*, 1976; 102 (2): 80–82
57. Prendergast, M.; Wildes, Th.: „Evaluation of the orbital floor in zygoma fractures“, *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1988; 114: 446–450
58. Potter, J. K.; Ellis, E.: „Biomaterials for reconstruction of the internal orbit“, *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2004; 62 (10): 1280–1297

59. Putterman, A. M.: „Management of orbital floor blowout fractures“, *Adv. Ophthalmic Plast. Reconstr. Surg.*, 1987; 6: 281–285
60. Reichelt, S.: „Langzeitergebnisse nach Rekonstruktion von Orbitabodenfrakturen mit Polyglykol/Polydioxanon (Polyglactin/Poly-pdioxanon)“, Dissertation, Universität Freiburg im Breisgau, 2009
61. Rhee, J. S.; Kilde, J.; Yoganadan, N.; Pintar, F.: „Orbital blowout fractures: experimental evidence for the pure hydraulic theory“, *Arch. Facial Plast. Surg.*, 2002; 4 (2): 98–101
62. Roccia, F.; Servadio, F.; Gerbino, G.: „Maxillofacial fractures following airbag deployment“, *J. Cranio-Maxillofac. Surg.*, 1999; 27: 335–338
63. Roth, A.; Desmangles, Ph.; Rossillion, B.: „Early treatment of secondary muscle restriction due to orbital blow-out fractures“, *J. Fr. Ophthalmol.*, 1999; 22: 645–650
64. Sachsenweger, M.: „Augenheilkunde“, 2. Auflage 2003; Thieme Verlag Stuttgart, S. 54
65. Sachsenweger, M.: „Augenheilkunde“, 2. Auflage 2003; Thieme Verlag Stuttgart, S. 70
66. Sachsenweger, M.: „Augenheilkunde“, 2. Auflage 2003; Thieme Verlag Stuttgart, S. 357
67. Sachsenweger, M.: „Augenheilkunde“, 2. Auflage 2003; Thieme Verlag Stuttgart, S. 391f.
68. Sacks, A. C.; Friedland, J. A.: „Orbital floor fractures – should they be explored early?“, *Plastic and Reconstructive Surgery*, 1975; 64 (2): 190–193
69. Samek, M.; Pape, H. D.; Ruessmann, W.; Berg, S.: „Localization and extent of orbital floor fracture and indication for covering of the defect“, *Fortschr. Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 1991; 36: 193–194

70. Schiffer, H. P.; Austermann, K. H.; Busse, H.: „Ophthalmologische Spätfolgen nach Jochbeinfrakturen“, *Klin. Mbl. Augenheilkunde*, 1977; 171: 567–570
71. Schindelhauer, P.: „Zur Therapie der Jochbeinfraktur“, *Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde mit Zentralblatt*, 1990, 78: 615–619
72. Schneider, A.; Hommel, G.; Blettner, M.: „Linear regression analysis: part 14 of a series on evaluation of scientific publications“, *Dtsch Arztebl Int*, 2010; 107 (44): 776–782
73. Schroll, K.: „Indikation der transkutanen und chirurgischen Versorgung von Jochbeinfrakturen“, *Fortschritte Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 1975; 19: 159–160
74. Schuchardt, K.: „Diagnosis and therapy of orbital injuries“, *Fortschritte Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 1966; 11: 52–58
75. Schwenger, N.; Ehrenfeld, M.: „Spezielle Chirurgie“, 3. Auflage, 2002, 354–355
76. Seidl, R. O.; Todt, I.; Ernst, A.: „Reconstruction of traumatic skull base defects with alloplastic, resorbable fleece“, *HNO*, 2000; 48 (10): 753–757
77. Souyris, F.; Klersy, F.; Jammet, P.; Payrot, C.: „Malar bone fractures and their sequelae“, *J. Cranio-Maxillofac. Surg.*, 1989; 17: 64–68
78. Stanley, R.; Mathog, R.: „Evaluation and correction of combined orbital trauma syndrome“, *Laryngoscope*, 1983; 93: 856–865
79. Strong, E.; Sykes, J.: „Zygoma complex fractures“, *Facial Plastic Surgery*, 1998; 14 (1): 105–115
80. Vriens, J. P. M. et al.: „Information on infraorbital nerve damage from multitest of sensory function“, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1998; 27: 26
81. Waldhart, E.: „Ergebnisse einer Kontrolluntersuchung von Patienten mit Jochbeinfrakturen“, *Fortschritte Kiefer- und Gesichtschirurgie*, 1975; 19: 166–167

82. Wang, H.; Lai, S.; Chang, C.: „Using a titanium mesh plate to reconstruct the orbital floor after an incompletely reduced zygomaticomaxillary complex fracture“, *Kaohsiung J. Med. Sci.*, 1995; 11: 359–365
83. Waterhouse, N.; Lyne, J.; Urdang, M.; Garey L.: „An investigation into the mechanism of orbital blowout fractures“, *Br. J. Plast. Surg.*, 1999; 52: 607–612
84. Westermarck, A. et al.: „Zygomatic fractures and infraorbital nerve disturbance. Miniplate osteosynthesis vs. other treatment modalities“, *Oral. Surg. Oral Diagnosis*, 1992; 3: 27–30
85. Wikipedia: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Exophthalmometer.jpg>, lizenziert unter Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
86. Winstanley, R.: „The management of fractures of the zygoma“, *Int. J. Oral. Surg.*, 1981; 10 (1): 235–240
87. Wolff, E.: „Anatomy of the eye and orbit“, 4th edn, McGraw-Hill, New York, 1955
88. Zingg, M.; Chowdhury, K.; Lädach, K.; Vuillemin, T.: „Treatment of 813 zygoma-lateral orbital complex fractures“, *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 1991; 117: 611–622
89. Zingg, M.; Laedrach, K.; Chen, J.; Chowdhury, K.; Vuillemin, T.; Sutter, F.; Raveh, J.: „Classification and treatment of zygomatic fractures: a review of 1,025 cases“, *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 1992; 50 (8): 778–790

8. Ethikvotum

Die Ethik-Kommission am Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen hat der Auswertung der in den Kliniken für MKG-Chirurgie und Augenheilkunde erhobenen und archivierten Befunde zugestimmt. Die Kommission tagte am 22.10.2015 unter Vorsitz von Herrn Prof. Dr. H. Tillmanns. Das Vorhaben wurde dort von Herrn Prof. Dr. Dr. H.-P. Howaldt vorgestellt. Mit Schreiben vom 22.01.2016 wurde unter dem Aktenzeichen 172/15 ein positives Votum ausgesprochen.

9. Ehrenwörtliche Erklärung zur Dissertation

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Unterschrift

10. Danksagung

Eine Danksagung zu erstellen, die jeder und jedem Beteiligten gerecht wird, ist ein schwieriges Kapitel. Alle Personen, die in diese Arbeit involviert waren, bilden im Grunde eine Kette. Versagt ein einziges Glied, so bricht diese Kette. Gerade bei einer, wie hier geschehen, retrospektiven Studie sind an der Gewinnung und Verarbeitung der Befunde so viele Menschen beteiligt gewesen, dass es unmöglich wäre, diese alle im Einzelnen aufzuzählen. Ohne die Arbeit dieser, direkt oder indirekt, behilflich gewesenen Menschen zu schmälern, möchte ich einige wichtige Personen dennoch dezidiert erwähnen:

Ich danke Herrn Prof. Dr. Dr. H.-P. Howaldt, der mir die Möglichkeit gegeben hat, diese Arbeit an seiner Klinik durchzuführen und die dort erhobenen Befunde zu verarbeiten.

Herrn Prof. Dr. H. Kaufmann und Frau Prof. Dr. B. Lorenz danke ich für die Bereitstellung der augenärztlichen Befunde, ohne diese die Bearbeitung dieses Themas ebenfalls nicht möglich gewesen wäre.

Mein Dank an dieser Stelle gilt ebenfalls Herrn Prof. Dr. T. Krzizok, der mich über die gesamte Zeit dieser Dissertation fachlich und methodisch unermüdlich und zu jedem Zeitpunkt unterstützt hat.

Ich danke dem gesamten beteiligten ärztlichen und nichtärztlichen Personal für die gute behandlungsbegleitende Dokumentation.

Ich danke Frau Dr. Stefanie Senger und Dr. Jörn Pons-Kühnemann für die Unterstützung bei der biometrischen Auswertung der Befunde.

Nicht zuletzt danke ich natürlich meiner kleinen Familie: Sabrina, Paul Martin und Martha Johanna. Weil ich euch liebe.