

Aus der Klinik für Neurochirurgie
der Heinrich-Heine- Universität Düsseldorf
Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. Hans-Jakob Steiger

**Ergebnisse nach konservativer und chirurgischer
Therapie von Schädelbasisfrakturen**

Dissertation

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

vorgelegt von
David Chaled
2017

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

gez.:

Dekan: Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Hans-Jakob Steiger

Zweitgutachterin: PD Dr. med. Dr. med. dent. Rita Depprich

Widmung:

*Die vorliegende Dissertation widme ich in tiefer Dankbarkeit lediglich
einer Person:*

Meinem Vorbild, Wegweiser und besten Freund,

meinem geliebten Vater

Dr. med. Mohammad Nazier Chaled

Zusammenfassung

Fragestellung: Die vorliegende Studie widmet sich der Erforschung von Frontobasisfrakturen. Dabei werden Indikationen und Behandlungsansätze untersucht und mit dem Patientenoutcome analysiert. Anhand einer universitären Patientenkohorte werden drei definierte Frakturtypen in ihrem Verlauf im Rahmen auftretender Komplikationen und weiteren Verletzungen untersucht und gegenübergestellt.

Methodik: Die Studie hat einen retrospektiven Charakter und umfasst 169 Patienten (132 Männer und 37 Frauen), die im Zeitraum von 2003-2012 in der neurochirurgischen Abteilung des Universitätsklinikums Düsseldorf aufgrund einer Schädelbasisfraktur behandelt wurden.

Ergebnisse: Die Untersuchungen ergaben, dass die Höhe des initialen GCS der ausschlaggebende Faktor für die Entscheidung einer operativen Intervention war. Dabei ergaben die Analysen, dass jene Patienten mit niedrigerem initialen GCS mit hoher Wahrscheinlichkeit chirurgisch behandelt wurden und jene mit hohem GCS dagegen konservativ. Die Rhinoliqorrhö und Komplikationen hingen ebenfalls stark vom initialen GCS ab. Daher stieg das Risiko eine Rhinoliqorrhö oder Komplikation zu erleiden, je geringer der GCS bei der Aufnahme war.

GCS bei Aufnahme, Begleitverletzungen und das Alter ergaben signifikante Ergebnisse in Korrelation zum GOS. Daher stellte man fest, dass je höher das Alter war, desto schlechter das Outcome drei Monate poststationär. Auch das Vorhandensein von Begleitverletzungen oder ein niedrigerer GCS waren Grund für ein schlechteres Outcome.

Schlussfolgerung: Bei schweren Traumen diagnostizierte man vermehrt eine Rhinoliqorrhö oder Begleitverletzungen. Diese beiden Faktoren und die Höhe des initialen GCS bestimmten weitestgehend die Behandlung, jedoch auch den Verlauf und den Ausgang. Diese Faktoren sollten Ausgangspunkte für weitere Untersuchungen sein. Eine wesentliche Korrelation der einzelnen definierten Frakturtypen mit dem GCS und dem GOS konnte bislang nicht verdeutlicht werden, da derzeit noch keine ausreichende Studienlage existiert. Auch dies sollte Gegenstand zukünftiger Studien sein.

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
z. B.	Zum Beispiel
u.a.	unter anderem
CT	Computertomografie
et al.	und andere
Kap.	Kapitel
MRT	Magnetresonanztomografie
mm	Millimeter
GCS	Glasgow Coma Scale
GOS	Glasgow Outcome Scale
GOSE	Glasgow Outcome Scale Extended
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
HWS	Halswirbelsäule
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
OR	Odds Ratio

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	I
Abkürzungsverzeichnis	II
1. Einleitung	1
1.1 Anatomie der Schädelbasis	4
1.1.1 Anatomie der Stirnhöhle	5
1.2 Radiologische Diagnose	7
1.3 Frakturtypen.....	7
1.4 Komplikationen	9
1.4.1 Liquorrhö	10
1.4.2 Verletzungen des Hirnnerven	11
1.4.3 Vaskuläre Verletzungen.....	12
1.5 Therapie	13
1.5.1 Chirurgisches Management.....	13
1.5.2 Konservatives Management	14
1.6 Klinischer Zustand der Patientenkohorte	15
1.6.1 Glasgow Coma Scale (GCS).....	15
1.6.2 Glasgow Outcome Scale (GOS).....	17
2. Ziele dieser Arbeit	18
3. Material und Methoden	19
3.1 Patientenkollektiv.....	19
3.1.1 Ein-und Ausschlusskriterien	20
3.1.2 Zusammengefasste Daten.....	20
3.2 Statistische Auswertung	26
4. Ergebnisse	27
4.1 Deskriptive Auswertung.....	27
4.2 Klinische Ergebnisse nach GCS	28
4.2.1 Vergleich zwischen GCS Prä- und Poststationär.....	28
4.2.2 Vergleich der GCS Veränderung prä- und poststationär in Abhängigkeit vom Frakturtyp	29
4.2.3 Zusammenhang zwischen dem prä- und poststationären GCS und der Behandlung.....	30
4.2.4 GCS-Veränderung prä-und poststationär in Abhängigkeit vom Geschlecht.....	31
4.2.5 Rhinoliquorrhö in Abhängigkeit zur GCS-Veränderung prä-und poststationär und die logistische Regressionsanalyse	32
4.2.6 Relevante Begleitverletzungen in Abhängigkeit zur GCS- Veränderung prä- und poststationär.....	33

4.2.7	Komplikationen in Abhängigkeit zur GCS-Veränderung prä- und poststationär	34
4.2.8	GCS-Veränderung prä- und poststationär in Korrelation mit schwerwiegenden Komplikationen	36
4.2.9	GCS-Veränderung prä- und poststationär in Korrelation mit Hirnnervenproblematiken	36
4.3	Klinische Ergebnisse nach GOS	37
4.3.1	GOS-Gruppenvergleich mit den Frakturtypen	37
4.3.2	GOS-Gruppenvergleich mit konservativer und chirurgischer Therapie	37
4.3.3	GOS-Gruppenvergleiche in Abhängigkeit zum Geschlecht	38
4.3.4	GOS-Gruppenvergleiche mit der Rhinoliqorrhö	39
4.3.5	GOS-Gruppenvergleiche mit relevanten Begleitverletzungen ...	40
4.3.6	GOS-Gruppenvergleich mit (schwerwiegenden) Komplikationen	41
4.3.7	GOS-Gruppenvergleich mit Hirnnervenproblematiken.....	42
4.3.8	GOS-Gruppenvergleiche mit dem Ausmaß der Fraktur.....	42
4.3.9	GOS-Gruppenvergleiche mit dem Alter und der Aufenthaltsdauer	43
4.4	Weitere Auswertungen	45
4.4.1	Korrelation zwischen dem Aufenthalt und dem Ausmaß der Fraktur.....	45
4.4.2	Korrelation zwischen Aufenthalt und relevanten Begleitverletzungen.....	45
4.4.3	Korrelation zwischen dem Alter und dem Ausmaß der Fraktur..	46
4.4.4	Regressionsanalyse des GCS bei Aufnahme, der Begleitverletzungen und des Alter in Korrelation zum GOS.....	46
4.4.5	Regressionsanalyse des GCS bei Entlassung, von Begleitverletzungen und dem Alter in Korrelation zum GOS....	47
5.	Diskussion.....	48
5.1	Initiale Einweisung	49
5.2	Therapeutisches Vorgehen.....	50
5.3	Rhinoliqorrhö und relevante Begleitverletzungen	52
5.4	Grad der Erholung	52
6.	Schlussfolgerung.....	58
7.	Literaturverzeichnis	60

1. Einleitung

Traumatische Kopfverletzungen stellen weltweit ein großes Problem in der Gesundheit der Bevölkerung dar.[1] Sie gelten sowohl als eine der häufigsten Ursachen für Behandlungen in der Notfallambulanz als auch eine der häufigsten Todesursachen bei Menschen im jungen und mittleren Alter.[2, 3]

Hauptursachen für schwerwiegende Kopfverletzungen sind nach wie vor Auto- und Motorradunfälle sowie menschlichen Gewalttaten.[2, 3]

Schätzungsweise 30 bis 50 % aller Patienten mit traumatischen Kopfverletzungen sterben in Deutschland an den Folgen des Unfalls oder während des Transports zum Krankenhaus.[4]

Die Inzidenz von fortgeschrittenen traumatischen Kopfverletzungen liegt in Deutschland laut einer prospektiven Studie mit einer Patientenpopulation von 6783 von Rickels et al. (2000) bei 331 Patienten pro 100 000 Einwohner.[5]

Anknüpfend an diese Studie werden traumatische Kopfverletzungen hinsichtlich ihres Schweregrades in eine leichte Form (90,9 %), eine mittelschwere Form (3,9 %) und in eine schwere Form (5,2 %) unterteilt.[5-8]

Mit 58 bis 74 % machen Männer die Mehrzahl der Patienten aus, die eine derartige Kopfverletzung erleiden.[5, 6, 9, 10]

Tatsächlich sterben jedoch Frauen um 1,8 Mal häufiger an ihren nachhaltigen Verletzungen als Männer und erfahren ein 1,6-mal schlechteres Outcome aufgrund von beispielsweise fortgeschrittenen Behinderungen und persistierenden vegetativen Status.[6]

Das Alter der Patienten stellt für die Ergebnisse dieser Studie einen ausschlaggebenden Faktor dar. Das Durchschnittsalter der Patienten, die eine traumatische Kopfverletzung erleiden, liegt in Deutschland, anlehnend an die Studie von Rickels et al. (2000), zwischen 16 bis 35 Jahren.[5]

Die neurologische Rehabilitation bei traumatischen Kopfverletzungen ist in der Regel ein sehr langwieriger Prozess, wobei es nach mehreren Monaten zu deutlichen neurologischen Fortschritten kommen kann.[7]

Im Idealfall resultiert ein erfolgreiches Outcome nach traumatischer Kopfverletzung aus einer frühen intensiven Rehabilitation, welche einen positiven Einfluss auf die Reintegration der Patienten in Umwelt und Beruf ausübt.[8, 9]

Vordere Schädelbasisfrakturen stellen eine der häufigsten Konsequenzen von Kopfverletzungen dar.[2, 3] Schädelbasis-Verletzungen werden überwiegend mit komplexen Gesichts- oder Augenfrakturen assoziiert. So können lineare, nicht verschobene und verschobene Frakturen mit multiplen kritischen Komplikationen auftreten, die mitunter eine intrakranielle und orbitale Beteiligung, Nervenpareesen, vaskuläre Verletzungen sowie Liquoraustritt inkludieren. Obgleich Gesichtsfrakturen in der Regel erfolgreich wiederhergestellt werden können, um kosmetische und funktionelle Defizite zu rekonstruieren, hängt das Management zur Behandlung einer Schädelbasisfraktur vom Ausmaß der intrakraniellen Verletzung und dem Schweregrad der Komplikation ab.[2, 3]

Das Schädel-Hirn-Trauma wird in eine leichte, mittelschwere und in eine schwere Form unterteilt.[1, 10] Die leichte Form ist vor allem durch eine kurzzeitige Bewusstseinsstrübung, die in der Regel weniger als etwa 15 Minuten andauert oder durch ein Erinnerungsdefizit bzw. eine retro-, anterograden Amnesie gekennzeichnet.[1] Diese dauert weniger als 24 Stunden und weist keine neurologischen Auffälligkeiten auf.[1] Das Orientierungsschema ist das sogenannte *Glasgow Coma Scale* (GCS, s. Kap.1.6.1).[1, 58, 59] Dabei verzeichnen Patienten mit einem minimalen Schädel-Hirn-Trauma (SHT) ein GCS von 15.[1] Jene mit einem GCS von 13 bis 15 haben ein leichtes SHT erfahren.[1] Einem GCS von 9 bis 12 schreibt man Patienten mit einem mittelschwerem SHT zu. Einem GCS von 3 bis 8 weisen jene mit einem schweren SHT auf.[1] Symptomatisch für ein leichtes SHT sind Auffälligkeiten wie Kopf und Nackenschmerzen sowie Erbrechen, Übelkeit und Schwindel.[1]

Diagnostisch ist eine akkurate Anamnese inklusive einer körperlichen Untersuchung obligatorisch.[1] Die Anfertigung einer CT-Aufnahme ist nur dann indiziert, wenn es einen Verdacht auf intrakranielle Beschädigungen gibt oder der Patient Nackenschmerzen mit HWS-Beteiligung angibt.[1] Therapiert wird konservativ mit beispielsweise Analgetika für die Kopfschmerzsymptomatik oder Antiemetika für das Erbrechen und die Übelkeit.[1] Prognostisch schreibt man

dem leichten SHT einen guten Verlauf zu.[1] Bei einem mittleren Schädelhirntrauma gibt der Patient eine Bewusstseinsstörung von bis zu 30 Minuten an. Dabei können eine Atmungs- und Zirkulationsstörung ausgeprägte Schädigungszeichen sein.[10]

Im Gegensatz zum leichten SHT sind die Patienten bei einem schweren SHT in einem komatösen Zustand (GCS 3-8).[1] Man spricht ebenfalls dann von einem schweren SHT, wenn sich Blutungen (epidural, subdural), Frakturen oder Kontusionen diagnostizieren lassen.[1] Man differenziert hierbei zwischen einem offenen Trauma und einem indirekt offenen Trauma.[1] Bei einer offenen Läsion liegt die Dura mater in einem offenen Zustand vor.[1] Ein indirekt offenes Trauma liegt dann vor, wenn die Verletzung der Schädelbasis dem Nasendach oder dem Felsenbein topographisch nahe liegt.[1] Somit besteht eine Verbindung zu luftgefüllten bzw. pneumatisierten Räumen.[1]

Wichtig bei der klinischen Untersuchung ist die Betrachtung der Pupillen, welche bei einer Hirnschwellung erweitert erscheinen können.[1] Zusätzlich testet man pathologische Reflexe, um Deafferenzierungen auszuschließen.[1]

Ein indirekt offenes SHT wird dann diagnostiziert, wenn der Patient z. B. ein Brillenhämatom aufweist und ihm Hirnbrei oder Liquor aus der Nase fließen.[1] Diese sind Zeichen einer frontobasalen Verletzung.[1] Zusätzlich assoziiert man mit einem indirekt offenen SHT eine Fraktur des Os Temporale, wodurch es gegebenenfalls zu einem Ausfluss von Hirnmasse oder Liquor aus dem Ohr kommen kann.[1] Daher ist die Ohruntersuchung diagnostisch überaus wichtig.[1] Diese Symptome entsprechen einer Otobasalen Beschädigung.[1]

Anders als bei einem leichten SHT greift man bei einem schweren direkt auf das CT zurück.[1]

Therapeutisch beginnt man mit einer intensivmedizinischen neurologischen Versorgung und schließt danach neurochirurgische Maßnahmen an.[1] So schützt man den Patienten vor weiteren sekundären Schäden wie beispielsweise Hirnödemen oder nicht ausreichender Oxygenierung von Hirnbezirken.[1] Aufgrund dessen muss eine ausreichende Oxygenierung, eine Vermeidung von Hypo- und Hyperglykämie, Azidose, Alkalose, Hypotension sowie Fieber gewährleistet sein.[1]

Eine Hirnschwellung und die daraus resultierende Erhöhung des intrakraniellen Drucks lassen sich posttraumatisch nicht vermeiden.[1] Daher wird in einer Operation eine Sonde (z. B. Ventrikeldrainage) eingesetzt, um den intrakraniellen Druck zu kontrollieren und diesen unter 20 mmHg zu halten.[1]

Zusätzliche Möglichkeiten um den intrakraniellen Druck zu senken sind u. a. das Ablassen von Liquor, der Einsatz von osmotisch aktiven Medikamenten oder die Dekompression des Kraniums.[1]

Patienten mit einem schweren SHT haben grundsätzlich eine schlechte Prognose.[1] Essentiell für einen erfolgreichen Therapieverlauf sind die Stabilisierung des intrakraniellen Drucks und die ausreichende Oxygenierung des Gehirnparenchyms.[1]

1.1 Anatomie der Schädelbasis

Die Schädelbasis wird von sieben Knochen gebildet, nämlich aus den paarigen Frontal- und Temporalknochen und den unpaarigen Ethmoidal-, Sphenoidal- und Okzipitalknochen. Grob wird diese in eine vordere, mittlere und hintere Fossa bzw. Schädelgrube unterteilt (s. Abb. 1).[11]

Die vordere Schädelbasis wird geformt vom frontalen und ethmoidalen Knochen, welche den vorderen und inneren Frontallappen und olfaktorische Strukturen begrenzen.[11]

Die seitliche und vordere Begrenzung der anterioren kranialen Fossa wird gebildet von der orbitalen Platte des frontalen Knochens und der hinteren Seite des Sinus frontalis.[11] Darunter befindet sich der Boden der anterioren Fossa, welcher durch die kribriiforme Platte und das Dach des Sinus ethmoidalis geformt wird. Die hintere Grenze zwischen der vorderen und mittleren Schädelbasis wird gebildet durch den kleineren Flügel des sphenoidalen Knochens, den Processus clinoideus und das Planum sphenoidale (s. Abb. 1).[11]

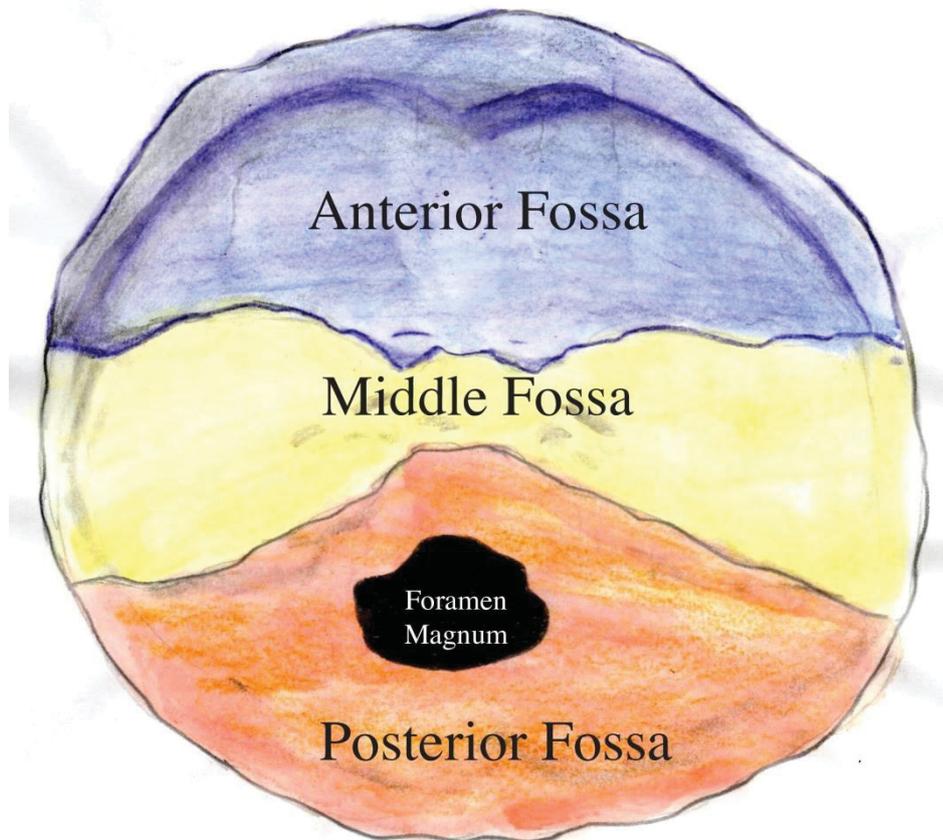


Abb. 1. Axiale Betrachtung der Schädelbasis mit Unterteilung in vordere, mittlere und hintere Schädelgrube, modifiziert nach Baugnon et al. (2014).[11]

Der mittlere Teil der Schädelbasis inkludiert große Teile des sphenoidalen und temporalen Knochens.[12] Die hintere Sektion der Schädelbasis beinhaltet unter anderem den Clivus, die Kondylen, sowie Teile der Pars petrosa des temporalen Knochens.[12]

1.1.1 Anatomie der Stirnhöhle

Die paarigen Stirnhöhlen, die Sinus frontale, formen mit ihrer Vorderwand die Stirn, Augenbraue und die Glabella aus. Separiert werden diese durch das Septum interfrontale, wie in Abb. 2 ersichtlich.[13]

Über das Infundibulum frontale führen die Stirnhöhlen durch den Recessus frontalis in den Hiatus semilunaris und münden schließlich in den mittleren Nasengang. Die Sinus frontales sind histologisch mit respiratorischem Flimmerepithel ummantelt.[13]

Die Stirnhöhlen sind bei der Geburt nicht vorhanden. Ab dem zweiten Lebensjahr kommt es zur Einwanderung von ethmoidalen Zellen in das Os frontale. Vollständig ausgereift sind die Stirnhöhlen etwa mit dem 15. Lebensjahr.[13]

Der mediale Teil des Orbitadaches formt den Boden des Sinus aus. Der posteriore Teil gestaltet einen Teil der anterioren kranialen Fossa.[13]

Die Sinus frontalis weisen viele Anomalien auf, sodass ganze Aplasien oder auch enorme Pneumatisierungen, welche das Orbitadach überragen können, beobachtet werden, somit sind sie in ihrer Gestalt und Größe variabel.[13, 14]

A.



B.

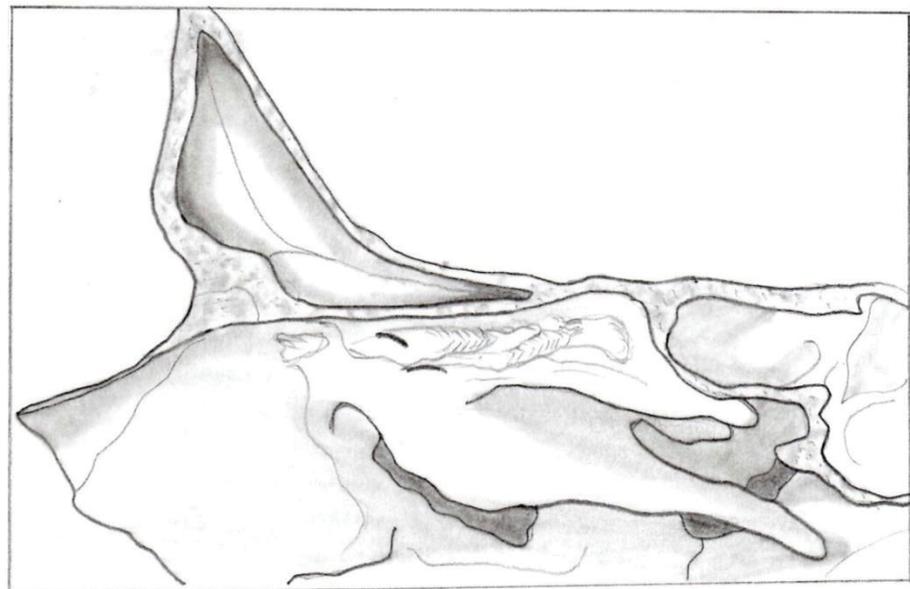


Abb. 2. Schematische Darstellung der Stirnhöhlen in frontaler (A) und lateraler (B). Ansicht, modifiziert nach Strong et al. (2009).[13]

1.2 Radiologische Diagnose

Zweidimensionale Röntgenbilder haben sich in der Vergangenheit für die Begutachtung des Ausmaßes von Schädelbasisfrakturen bewährt. Dabei lassen sich Projektionen sowohl in antero-posteriorer als auch in lateraler und basaler Darstellung einstellen.[12]

Nichtsdestotrotz profitiert man gegenwärtig mehr von CT-Projektionen, die es möglich machen, in einem Knochenfenster Schichten von 1-1,5 mm mit zusätzlicher koronarer, dreidimensionaler Darstellung zu betrachten, sodass sich sogar dünne Frakturen begutachten lassen, ohne den Patienten einer größeren Strahlenbelastung aussetzen zu müssen.[12, 15, 16] Indirekte radiologische Befunde, wie etwa Pneumocephalus, lassen sich bei beiden Röntgenformen diagnostizieren.[12]

Das für diese Studie nicht verwendete MRT ist für die Erkennung früher oder später Komplikationen einer Schädelbasisverletzung von erheblichem Nutzen. So können supplementär verdächtige Verletzungen vaskulären Ursprungs, Infektionen, Gehirnkontusionen und generelle Weichgewebsbeteiligungen am exaktesten diagnostiziert werden.[12]

1.3 Frakturtypen

Frontale Traumata mit einer direkten Einwirkung haben meistens eine sogenannte frontobasale Verletzung zur Folge. Mit dem Ausdruck „frontal“ wird das obere Drittel des Gesichtes bezeichnet, welches das Os frontale, Sinus frontale und den oberen bzw. unteren Rand der Orbita einschließt. Mit dem Begriff „basal“ bezeichnet man die anteriore Schädelbasis mit ihren zugehörigen anatomischen Strukturen (kribriiforme Platte, ethmoidales Dach, Planum sphenoidale).[11]

Es wurden viele Klassifikationen der frontobasalen Frakturen beschrieben, um das therapeutische Vorgehen und das Komplikationsmanagement zu vereinfachen. Ein gegenwärtiges, oft verwendetes anatomisches Klassifikationssystem, erstmalig beschrieben von Manson et al. (2009), kategorisiert frontobasale

Frakturen, ähnlich wie die Einteilung der Gesichtsfrakturen von Lefort, in drei Typen.[11, 17, 18]

Frakturtyp eins beschreibt Frakturen, welche mit einer eher geringeren frontobasalen Verletzung assoziiert werden. Sie werden als lineare Frakturen definiert, welche initial parallel zur kribriiformen Platte verlaufen. Die posteriore Extension dieser Fraktur geht maximal bis zur Sella turcica und zum Processus petrosus des Os temporale. Daher bedingen diese eine Separierung der anterioren und mittleren kranialen Fossa von der posterioren. Dieser Frakturtyp ist generell medial lokalisiert und inkludiert meistens den medialen Teil des supraorbitalen Randes.

Diese Frakturform ist mit weniger Komplikationen assoziiert.[11, 18]

Frakturtyp zwei beschreibt eine mehr nach lateral verlagerte, vertikale Linearfraktur des Os frontale und der Frontobasis. Diese Frakturform kann folgende anatomische Strukturen involvieren: Die lateralen zwei Drittel des supraorbitalen Randes, die Pars squamosa des Os temporale, das Orbitadach, die laterale Orbitawand oder den orbitalen Apex.

Bei dieser Ausprägung kommt es bereits häufiger zu Liquorausstritt und intrakraniellen Verletzungen.[11, 18]

Frakturtyp drei definiert eine Kombination aus einer zentralen und lateralen frontobasalen Fraktur, die sehr oft mit einer Zertrümmerung des gesamten frontalen Knochens und des Orbitadaches einhergeht.

Frakturtyp zwei und drei haben häufig als Ursache eine Gewalteinwirkung aus einem lateralen, frontalen oder supraorbitalen Vektor und werden dadurch auch häufiger mit enormen Mittelgesichtsverletzungen assoziiert.

Letzterer weist die meisten Komplikationen auf. So werden intrakranielle Verletzungen und Liquorausstritt in etwa 25 % der Fälle nachgewiesen.[11, 18]

Piccirilli et al. (2012) definieren ein weiteres Klassifikationssystem, welches auch in der vorliegenden Studie verwendet wurde.

Bei dieser Klassifikationsform wird zwischen Typ A (Fraktur der vorderen Wand des Sinus frontalis), Typ B (Fraktur der hinteren Wand des Sinus) und Typ C (basale Fraktur ohne Beteiligung des Sinus) unterschieden (s. Kapitel 3.1.2).[19]

Dalla Torre et al. (2014) berichten über eine Sinus frontalis Fraktur-Klassifizierung, welche nicht explizit die Lokalisation der Fraktur beschreibt, sondern lediglich die maximale Dislokation des frakturierten Knochens betrachtet. Die Dislokationen der Frakturen wurden im CT in axialen, koronaren und sagittalen Schnitten in Millimeter ausgemessen.

Die Patientenkohorte wurde klassifiziert in Frakturtyp A bis D. Patienten mit einer Typ A-Fraktur zeigten eine nicht dislozierte Fraktur auf (Dislokation: 0 mm). Patienten mit einer Typ B-Fraktur zeigten eine minimale Dislokation auf (Dislokation: 0 – 2 mm). Bei Frakturtyp C zeigt sich eine moderate Dislokation (Dislokation: 2 – 5 mm). Anschließend folgt Frakturtyp D mit einer fortgeschrittenen Dislokation (Dislokation: 5 mm).[20]

In der Literatur existieren weitere Frakturtyp-Klassifikationen.[17, 18, 21-26]

1.4 Komplikationen

Die Behandlung einer Schädelbasisfraktur ist stark abhängig von dem Schweregrad der damit verbundenen Komplikationen und deren Ausmaß.

Frakturen im sichtbaren Facialbereich benötigen häufig chirurgische Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktion und Kosmetik, wohingegen es bei Schädelbasisfrakturen häufig nur dann zu einer chirurgischen Intervention kommt, wenn es zu Verletzungen intrakranialer Strukturen, im Sinne von Dekompression, Liquorausfluss und Frakturen der hinteren Wand des Sinus frontalis, kommt. [11]

Vordere Schädelbasisverletzung werden häufig mit Kontusionen des Lobus frontalis und intraorbitalen Verletzungen assoziiert.[11]

Die am häufigsten auftretende Komplikation ist der Ausfluss von zerebrospinaler Flüssigkeit (mit oder ohne Meningitis), gefolgt von der Verletzung des olfaktorischen Nervs, was folglich in einer Anosmie resultiert.[11]

1.4.1 Liquorrhö

Der Austritt von zerebrospinaler Flüssigkeit entsteht durch ein gleichzeitiges Trauma des Knochens und der eng haftenden Dura mater.[11] Ein Riss der Dura führt zu einem Liquoraustritt, welcher durch die Subarachnoidalregion in die nasale Kavität (bei Frontobasalfrakturen) oder in das Mittelohr und die Mastoidzellen (Trauma des temporalen Knochens) führt.[11] Bezeichnet werden diese klinischen Symptome in der Fachsprache als Rhinorrhö bzw. Otorrhö.[11]

Je höher der klinische Grad der Zertrümmerung und Dislokation einer Schädelbasisfraktur ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit des Liquoraustritts.[11] Eine Assoziation mit der Flora der nasalen Kavität oder der Kavität des Mittelohres hat unbehandelt zur Folge, dass eine Meningitis in bis zu 50 % der Fälle resultieren kann.[11, 27] Das Risiko liegt bei ungefähr 1 % in den ersten 24 Stunden und steigt auf bis zu 18 % nach zwei Wochen.[11, 28, 29]

Traumatischer zerebrospinaler Austritt ist die häufigste Form der Liquorrhö. Diese tritt in 10 bis 30 % der Fälle bei einer Schädelbasisfraktur auf und präsentiert sich am häufigsten in Form einer Rhinorrhö (80 % der Fälle).[11, 30-32]

In den meisten Fällen stellen sich die Patienten mit Symptomen einer Rhinorrhö in den ersten drei Monaten nach Trauma vor. Jedoch wird in etwa 5 % der Untersuchungen ein verzögerter Symptom-Eintritt nachgewiesen, wobei es nach mehreren Monaten bis zu mehreren Jahren zu Symptomerscheinungen kommt.[11] Eine Theorie dazu ist, dass wahrscheinlich Frakturfragmente zerfallen und dadurch die Dura ausgedünnt wird.[11, 33]

Bis zu 85 % der posttraumatischen Liquorrhöerscheinungen treten akut auf und heilen spontan durch ein konservatives Therapievorgehen aus, was zum Beispiel Bettruhe, Kopferhöhung, Acetazolamid-Therapie zur Volumenverringern und Stuhlweichmacher zur Reduzierung des Liquordrucks beinhaltet.[11, 34-36]

Baugnon et al. (2014) schildern, dass eine sofortige chirurgische Intervention bei einer akuten Rhinolithorrhö mit intrakranialen Verletzungen unabdingbar

sei. So sollte eine offene intrakraniale Wiederherstellung mit einer gleichzeitigen Duraplastik in derselben Sitzung stattfinden.[11]

Patienten mit einem länger als sieben bis zehn Tagen persistierenden Dura-Leck benötigen dringend eine operative Wiederherstellung, sei es endoskopisch oder intrakranial.[11] Patienten mit Frakturdefekten, welche größer sind als 1,5 cm, haben für eine spontane Ausheilung eine schlechte Prognose und bedürfen ebenso einer chirurgischen Wiederherstellung.[28, 37, 38]

Ein konservatives Therapievorgehen, etwa mit einer prophylaktischen Antibiotikagabe zur Vermeidung einer Meningitis, wird in der Literatur kontrovers diskutiert.[11] Eine große Meta-Analyse von Villalobos et al. (1998) mit insgesamt 1241 Patienten ergab keine signifikante Abnahme der Meningitisrate durch prophylaktische Antibiotikagabe.[39]

Ein ähnliches Fazit stellten Ratilal et al. (2011) in einer Studie mit insgesamt 2168 Patienten auf.[40]

1.4.2 Verletzungen des Hirnnerven

Eine weitere häufige Komplikation im Zusammenhang mit einer Schädelbasisfraktur ist die Verletzung des Nervus olfactorius und somit die Geruchssinnabnahme, welche bis zur Anosmie führen kann und eine Inzidenz von bis zu 7 % aufweist mit erhöhtem Risiko bei einer Frontobasisfraktur.[11]

Das Risiko eine Anosmie zu entwickeln, ist bei einem traumatischen cerebrospinalen Ausfluss, besonders wenn es eine chirurgische Wiederherstellung erfordert, erhöht.[11]

Bei nur etwa 10 % aller Patienten mit traumatischer Anosmie ist ein Wiederaufkommen des Geruchssinns zu erwarten, dies beansprucht jedoch einen längeren Zeitraum, welcher sich Monate bis Jahre nach dem Trauma-Ereignis hinauszögern kann.[11, 41]

Die Schädigung des Nervus facialis ist eine weitere Komplikation, die mit einer traumatischen Schädelbasisfraktur assoziiert ist. Circa 90 % aller Patienten mit verspätetem Beginn einer Lähmung des Nervus facialis bzw. jene mit partieller Schwäche des Nervs, erlangen eine vollständige spontane Heilung.[12]

Eine konservative Behandlung mit oralen Kortikosteroiden zur Reduzierung des Ödems innerhalb des Fazialiskanals wird angeraten.[12]

Eine chirurgische Intervention wird nur dann empfohlen, wenn eine schwerwiegende Verletzung des Nervs vorliegt, oder eine klinisch akute Fazialisparese, verbunden mit einem diskontinuierlichem Nervenkanal im CT, vorliegt.[12]

Massive Quetschungen oder gar Nervenabriss erfordern eine Resektion der zerstörten Fasern und bedingen eine chirurgische End-zu-End-Anastomose, vorausgesetzt der Nerv ist spannungsfrei.[12]

Eine traumatische Neuropathie des Nervus opticus ist eine zusätzliche Komplikation, welche zur Amaurose führen kann.[42]

Entstehungsgründe sind ein kompletter Abriss des Nervs, eine Kompression, etwa durch Ödembildung am Nerven bzw. eine Retroorbitale Blutung oder eine komplette Durchtrennung, etwa durch Fraktur des Canalis opticus.[42]

Für die Behandlung einer Verletzung des Nervus opticus gibt es international noch keinen Konsens.[42]

Die Dekompression des Optikus-Kanals repräsentiert die primäre chirurgische Therapieform.[42] Levin et al. (1999) stellten jedoch in einer Untersuchung fest, dass weder eine Steroid-Therapie noch eine Dekompression dem Patienten therapeutisch einen Nutzen erbringen.[43]

1.4.3 Vaskuläre Verletzungen

Die Beteiligung des Clivus bei einer zentralen bzw. posterioren Fraktur der Schädelbasis müssen in diesem Zusammenhang auch erwähnt werden. So ist die häufigste Komplikation einer zentralen Schädelbasisfraktur, eine vaskuläre Beteiligung.[11]

Auch wenn diese Art von Fraktur nur etwa 2 % aller kranialen Frakturen ausmacht, muss sie besonders erwähnt werden, da sie eine Mortalitätsrate von bis zu 24 bis 80 % aufweist, aufgrund der direkten anatomischen Beziehung zum Hirnstamm und der somit bestehenden Assoziation mit neurologischen und vaskulären Verletzungen (bis zu 46 %).[44]

1.5 Therapie

Eine chirurgische Intervention der vorderen Schädelbasis wird gegenwärtig stark diskutiert.[19] So lässt sich feststellen, dass ein chirurgisches Management bei einer dislozierten Vorderwandfraktur des Sinus frontalis akzeptiert wird.[19] Jedoch findet man keine Einigung in der Literatur bezüglich dislozierter oder nicht- dislozierter Frakturen der hinteren Wand des Sinus frontalis.[19] Dies wird im Folgenden dargestellt.

1.5.1 Chirurgisches Management

Zweifellos wird ein multidisziplinäres Zusammenarbeiten zwischen mehreren medizinischen Fachdisziplinen für eine erfolgreiche chirurgische oder konservative Behandlung vorausgesetzt. So kommt es vor allem auf die Kommunikation zwischen Neurochirurgen, Hals-Nasen-Ohren-Ärzten, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen, Augenärzten und Intensivmedizinern an.[45]

Diese Zusammenarbeit sollte als Zielsetzung neue Therapiekonzepte, den frühzeitigen Einsatz von modernsten bildgebenden Verfahren, chirurgisches Management mit atraumatischen, mikrochirurgischen Operationstechniken und die frühestmögliche plastische und funktionelle Wiederherstellung inne haben.[45]

Krier et al. (1997) geben an, dass die Voraussetzung einer operativen Intervention nicht ausschließlich vom klinischen Nachweis einer Liquorrhö abhängig ist, da die Dura oftmals stärker zu Schaden kommt, als durch den Befund der Liquordiagnostik zu erkennen ist.[45]

Um bei den operativen Vorgehen speziell den Fokus auf die vordere Schädelbasis zu setzen, bieten Piccirilli et al. (2012) einen übersichtlichen Leitfaden.

Dabei nahm man bei 78 von 118 chirurgisch behandelten Patienten eine koronare Inzision vor. Bei 22 Patienten nutze man als operativen Eingang die vorhandene Wunde. Zehn emikoronare Inzisionen wurden durchgeführt. Bei sechs Patienten nahm man die Augenbraue als chirurgischen Eingang und bei zwei Patienten nutze man eine temporale Inzision.[19]

Eine starre interne Fixation durch Titanplatten und Schrauben wurde bei nahezu allen Patienten angewendet. Lediglich bei sehr jungen Patienten wurde anders vorgegangen.[19]

Patienten mit einer Sinus frontalis Vorderwandfraktur (Typ A) wurden teilweise durch eine bikoronare Schnitfführung mit Titan-Platten und Schrauben behandelt, um eine Rekonstruktion der beschädigten Wand zu gewährleisten.[19]

55 Patienten mit einer Typ B-Fraktur, also einer Beschädigung der hinteren Wand des Sinus frontalis, präsentierten mindestens eine der folgenden Komplikationen: Pneumocephalus, Rhinoliqorrhö, dislozierte Fraktur.[19]

Man versuchte dieses Patientenkollektiv konservativ zu behandeln, jedoch waren alle erneut mit Symptomen in der Klinik vorstellig (Liquorrhö, Meningitis), sodass sich eine chirurgische Therapie obligatorisch an die konservative anschloss und man überwiegend einen koronaren chirurgischen Eingang nutzte.[19, 37]

Von 1991 bis 2000 wurden 26 Patienten operiert. Damals operierte man mit einer weiten frontalen Kraniotomie, um die hintere Wand des Sinus zu erreichen.[19,46-48]

Von 2001 bis 2010 wurden 29 Patienten ebenfalls mit einer frontalen Kraniotomie behandelt, wobei bei neun Patienten ein subkranial-transsinusales Herangehen bevorzugt wurde, um eine Retraktion der Gehirnmasse zu vermeiden.[19, 46-48]

Unter anderem wurden zur Liquorrhö-Prävention Membranen verwendet.[19]

Galea pericranium-Transplantate und Tissucol wurden für die Kranialisation des Sinus frontalis eingesetzt, wie auch in anderen Untersuchungen berichtet wurde.[19, 49, 50]

1.5.2 Konservatives Management

Piccirilli et al. (2012) behandelten 46 Patienten, welche eine Typ A-Fraktur zeigten (Vorderwandfraktur des Sinus frontalis), aber bei denen kein radiologisches Zeichen einer Frakturdislokation sichtbar war oder welche ästhetischen Einschränkungen unterlagen, mit Bettruhe, enger klinischer Überwachung und symptomatischer analgetischer Therapie.[19]

Das Patientenkollektiv mit einer linearen, leicht dislozierten Fraktur (< 2mm) der hinteren Wand des Sinus frontalis, ohne jegliche Zeichen eines Pneumocephalus oder Rhinoliqorrhö, inkludiert 36 Patienten und wurde ebenso mit Bettruhe, enger klinischer Überwachung und symptomatischer analgetischer Therapie behandelt.[19]

Ebenso wie Typ A und B, wurden Typ C-Patienten, mit einer basalen Fraktur ohne Sinus frontalis-Beteiligung behandelt. Auch bei dieser Gruppe, zu welcher 23 Patienten zählen, wurden keine Zeichen eines Pneumocephalus oder einer Rhinoliqorrhö diagnostiziert.[19]

Im Median waren die Patienten durchschnittlich vier Tage in stationärer Behandlung.[19]

1.6 Klinischer Zustand der Patientenkohorte

Um das Ausmaß und die Qualität des Kopf-Traumas zu untersuchen und zu verifizieren, wurden gegenwärtige Bewertungssysteme verwendet. Diese werden nachfolgend vorgestellt.

1.6.1 Glasgow Coma Scale (GCS)

Die am häufigsten verwendete Methode zur Beurteilung eines Zustandes nach einer traumatischen Hirnverletzung ist das sogenannte *Glasgow Coma Scale* (GCS).[51, 52]

Dieses System wird seit 1974 ohne jegliche Modifikation benutzt, um das Ausmaß und die Schwere eines neurologischen Defizits zu erkennen.[51, 52]

Teasdale & Jennett et al. (1974) fokussierten sich hierbei auf die Funktion des zentralen Nervensystems, welches auf die verbale bzw. motorische Antwort und die Augenaktivität abzielt.[51, 52]

Die Autoren bestimmten, dass die Dauer und der Grad einer Bewusstseinsstörung bei einem Schädel-Hirn-Trauma eine zentrale klinische Rolle spielen und dass diese für die Beurteilung des Schweregrades am aussagekräftigsten sind.

Diese bieten auch die Möglichkeit, eine Prognose des Zustandes zu geben.[52-55]

Die klinische Skala ist, wie in Tabelle 1 ersichtlich, ein numerisches Trauma score-System, welches 14 Punkte beinhaltet, wobei vier Punkte für das Augen öffnen und fünf Punkte für die beste verbale und motorische Reaktion vergeben werden.[52, 53] Ein sechster Punkt bezüglich der motorischen Antwort wurde zwei Jahre später hinzugefügt.[53, 54] Somit ergibt sich durch Addition der Punkte ein Ergebnis zwischen 3 und 15 und lässt daher eine Aussage über die Bewusstseinsstörung und Reaktionsfähigkeit des Patienten zu.[52, 55] Dieses System wurde in dieser Studie bei der initialen Aufnahme und Entlassung der Patienten verwendet.

Parameter	Punkte
<i>Augenöffnung</i>	
Spontan	4
auf Ansprache	3
auf einen Schmerzreiz	2
ohne Reaktion	1
<i>Motorische Reaktion</i>	
Reaktion auf Aufforderungen	6
gezielte Abwehrreaktion auf Schmerzreiz	5
ungezielte Abwehrreaktion auf Schmerzreiz	4
auf Schmerzreiz Beugesynergismen	3
auf Schmerzreiz Strecksynergismen	2
keine motorische Antwort	1
<i>Verbale Rückmeldung</i>	
voll orientiert	5
Verwirrt	4
unsachgemäße Antwort	3
unverständliche Laute	2
keine verbale Antwort	1
Summe	3-15

Tabelle 1: Glasgow Coma Scale in Anlehnung an Jennett & Teasdale et al. (1977). [52, 55]

1.6.2 Glasgow Outcome Scale (GOS)

Der *Glasgow Outcome Score* (GOS) (Tabelle 2), stellt ein klinisches Diagnose-System dar, welches am häufigsten für die Erfassung der Lebensqualität des Patienten, ein Jahr nach traumatischer Kopfverletzung, verwendet wird.[56]

Pettigrew et al. (1998) fanden in Untersuchungen heraus, dass eine große Probandencompliance geschaffen werden kann, da die Anwendung des Systems einfach und unkompliziert zu handhaben ist.[56] Der Fragebogen, welcher durch Jennett & Bond (1975) entwickelt wurde, setzt sich aus fünf Kategorien zusammen.[57] Es erstreckt sich von der völligen Rehabilitation bis hin zu mehr oder weniger schweren Behinderungsgraden und dem Tod.[57]

Dieses Bewertungssystem wurde drei Monate nach dem Trauma bei der poststationären Untersuchung zur Verlaufskontrolle angewendet.

5.	vollständig rehabilitiert
4.	schwerbehindert/ nicht pflegebedürftig
3.	schwerbehindert/ pflegebedürftig
2.	vegetativer Zustand
1.	Tot

Tabelle 2: Glasgow Outcome Scale in Anlehnung an Jennett & Bond (1975).[57]

2. Ziele dieser Arbeit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Behandlungsansätze und Indikationen für die therapeutische Versorgung von vorderen Schädelbasisfrakturen genauestens zu untersuchen.

In der internationalen Literatur existiert eine Vielzahl an Studien über vordere Schädelbasisfrakturen. Jedoch gibt es nach wie vor keinen Konsens, sondern lediglich zahlreiche Debatten bezüglich der Präferenz einer chirurgischen oder konservativen Therapie.

So werden anhand einer Patientenkohorte eines universitären neurochirurgischen Zentrums, konservative und chirurgische Therapiemöglichkeiten gegenübergestellt, um einen Beitrag für die Optimierung von Therapiestrategien zu leisten und den schmalen Grat für die Entscheidung zwischen konservativem und chirurgischem Management näher zu erörtern.

Die definierten Frakturtypen werden in ihrem Verlauf untersucht und in Beziehung mit dem Outcome analysiert.

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Studie ist die Untersuchung des Zustandes der Patienten vor und nach dem Trauma. So wird versucht herauszufinden, welches bestimmte Trauma verbunden mit den eventuell zugehörigen Komplikationen und welches therapeutische Ereignis für welchen körperlichen bzw. gesundheitlichen Zustand des Patienten verantwortlich ist. Daher wird ein weiterer Fokus auf das Outcome der Patienten mit ihren bestimmten Frakturtypen und nach der therapeutischen Behandlung gelegt. Faktoren wie Lebensqualität und Berufsfähigkeit nach dem Trauma werden auch in der vorliegenden Studie thematisiert.

3. Material und Methoden

Die vorliegende Arbeit behandelt eine klinisch retrospektive Studie zur Untersuchung von Schädelbasisfrakturen nach konservativer und chirurgischer Therapie.

Dazu wurden aus dem Patientengut des Universitätsklinikums Düsseldorf alle in der Neurochirurgie behandelten Fälle aus den Jahren 2003 bis 2012, welche Schädelbasisfrakturen beinhalten, gesammelt. Die extrahierten Daten für diese Untersuchung wurden aus den klinikinternen Arztbriefen, Operationsberichten und pathologischen Untersuchungen der Patienten entnommen. Patientenakten wurden gesammelt und ausgewertet. Die Daten lagen entweder in Papierform oder in digitaler Form vor. Darüber hinaus trugen radiologische Bilddaten des Universitätsklinikums Düsseldorf in Form von medizinischen Untersuchungen, wie z. B., Computer-Tomographie-Bilder, zur Extrahierung bei.

Diese wurden über das interne PACS Web System des Universitätsklinikums bereitgestellt. Die Daten wurden in eine Excel-Tabelle eingepflegt und anschließend statistisch ausgewertet.

Aufgrund der Tatsache, dass die Durchführung dieser Studie das Verwenden von Patientendaten erfordert, wurde bei der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ein Ethikvotum beantragt. Das Ethikvotum wurde genehmigt und mit der Studiennummer 4483 versehen.

3.1 Patientenkollektiv

Die vorliegende Studie umfasste 169 Patienten. Generiert wurden insgesamt 573 Patienten, die im Zeitraum von 2003 bis 2012 an dem Universitätsklinikum Düsseldorf behandelt wurden. Dabei wurden zunächst alle Schädelbasisfrakturen berücksichtigt, da die ICD-Codierung für die Patientenlisten nicht präzise war, um im Anschluss explizit Schädelbasisfrakturen herauszufiltern.

3.1.1 Ein-und Ausschlusskriterien

Um die Datengrundlage zu selektieren, wurden axiale, sagittale und koronare CT Schichttechnik-Rekonstruktionen, Arztbriefe und Operationsberichte herangezogen.

Einschlusskriterium hierbei waren sowohl die deutliche Betroffenheit der vorderen Schädelbasis in Form von knöchernen Frakturen, mit besonderem Augenmerk auf die vordere und hintere Wand des Sinus frontalis, als auch basale Frakturen ohne Beteiligung des Sinus frontalis. Weiterhin war eine ausreichende Datenlage in digitaler- und Papierform des Patienten für die statistische Auswertung obligatorisch.

Aus der Studie ausgeschlossen wurden Patienten mit Gehirnschwellungen und neurologischen Auffälligkeiten im Sinne von Epilepsiesyndromen und Psychosen bzw. Depressionen ohne knöcherne Beteiligung der Schädelbasis.

Zeigten die bildgebenden Verfahren, oder die archivierten Befunde eine ungenügende Datensituation, so galt dies ebenfalls als ein ausschließender Faktor. Exkludiert wurden zusätzlich Patienten, die posttraumatisch verstarben und somit keine ausreichende Follow-Up-Datenlage aufwiesen.

3.1.2 Zusammengefasste Daten

Zunächst wurden neben dem Namen der Patienten auch das Alter und das Geschlecht ermittelt.

Der Dokumentationszeitraum betrachtete die Zeit zwischen der stationären Aufnahme und der Kontrolluntersuchung drei Monate nach der stationären Entlassung. Um den Schweregrad der jeweiligen Traumata einschätzen zu können, wurde bei der Aufnahme und bei der Entlassung jedes Patienten der klinische Zustand mit dem sogenannten *Glasgow Coma Score* (GCS) bestimmt (s. Kapitel 1.).[52, 55, 58]

Die Lokalisation der Frakturen ließ eine allgemeine Klassifikation des Patientenguts zu, welches schon in bereits veröffentlichten Publikationen bei der Erforschung von Schädelbasisfrakturen ihre Verwendung gefunden hat, hier schematisch dargestellt in Abb. 3.[19]

Mit Hilfe von CT-Bildern wurde eine Kategorisierung in drei Frakturtypen vorgenommen: Frakturtyp A, B und C.

Typ A: Dieser Frakturtyp beschreibt Frakturen der vorderen Wand des Sinus frontalis mit oder ohne Extension zu anderen Knochensegmenten der vorderen Schädelgrube und ohne jegliche Beteiligung der hinteren Wand des Sinus frontalis, wie in Abb. 3 und in Abb. 4 dargestellt.[19]

Typ B: Grenzte Frakturen der vorderen und hinteren Wand des Sinus frontalis ab, wie in Abb. 3 und in Abb. 5 dargestellt.[19]

Typ C: Zeigte, wie in Abb. 3 und in Abb. 6 ersichtlich, Frakturen der vorderen Schädelbasis an, ohne jegliche Beteiligung des Sinus frontalis.[19]

Zusätzlich wurde neben dem Frakturtyp noch das Ausmaß der Fraktur bestimmt, wodurch eine Einteilung in Impressions- bzw. Linearfraktur möglich war. Der Frakturanalyse folgte der expliziten Ermittlung des Vorhandenseins von Begleitverletzungen, wobei jede Begleitverletzung berücksichtigt wurde.

Das Patientenkollektiv wies folgende Begleitverletzungen auf:

Intrakraniale Kontusionen, Hirnödeme, Epidurale-/ Subdurale und Subarachnoidale Blutungen, Hydrozephalus, Pneumozephalus, Orbitafrakturen, Orbitahämatome, Mandibularfrakturen, Amaurosen, Cephalgien, Hypakusis, Trommelfellrupturen, Schädelhirntraumata, Mastoidfrakturen, Hemiparesen bis hin zu spinalen Blutungen.

In der Gesamtheit wurden diese Begleitverletzungen als relevante Begleitverletzungen deklariert, mit Ausnahme von Orbitafrakturen. Daraufhin wurde der Austritt von Liquor und Hirnnervenproblematiken untersucht, wobei Verletzungen der 12 Hirnnerven spezifisch betrachtet wurden.

Folglich wurden Komplikationen im Sinne von Aneurysmen und Rupturen der Hirnarterien, Wundheilungsstörungen, Infektionen, Meningitiden, Neuralgien und Fisteln betrachtet.

Die endgültige Therapieform, welche chirurgisch oder konservativ war, wurde danach erfasst.

Die chirurgischen Maßnahmen umfassten Kraniotomien und endoskopische hirnchirurgische Eingriffe, die aufgrund von plastischen Rekonstruktionen oder Hämatomevakuationen erforderlich waren.

Konservative Maßnahmen fokussierten sich hingegen auf die medikamentöse Einstellung.

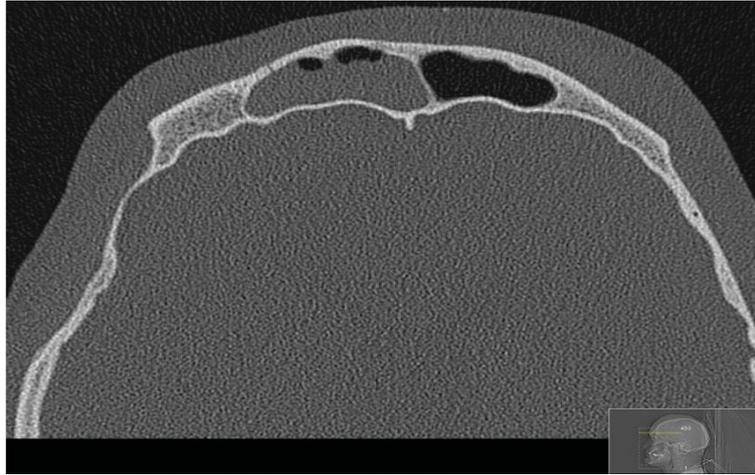
Jene Informationen sollten sowohl Aufschluss über die Indikation zur Operation bzw. zur konservativen Therapie geben, als auch eventuelle Zusammenhänge zum Patienten-Outcome darstellen.

Die klinische Situation der Patienten drei Monate nach der stationären Behandlung war in dieser Studie von besonderer Bedeutung. Daher wurden die Follow-Up Ergebnisse gesondert auf neurologische Störungen, Dysfunktionen des kranialen Systems und auch auf vollständige Rehabilitation untersucht.

Um diesen poststationären Informationspool zusammenhängend zu beurteilen, aber auch statistisch auswerten zu können, wurde der sogenannte *Glasgow Outcome Score* (GOS) verwendet (s. Kapitel 1.).[56, 57] Dieses Bewertungssystem ließ eine sachliche und standardisierte Beurteilung des Allgemeinzustandes des Patienten drei Monate nach der stationären Entlassung zu.[56, 57] Daher unterzogen sich die Patienten drei Monate nach dem Trauma einem Follow-Up-Programm, welches die jeweiligen medizinisch relevanten Gesichtspunkte untersuchte. Diese Resultate wurden retrospektiv analysiert.

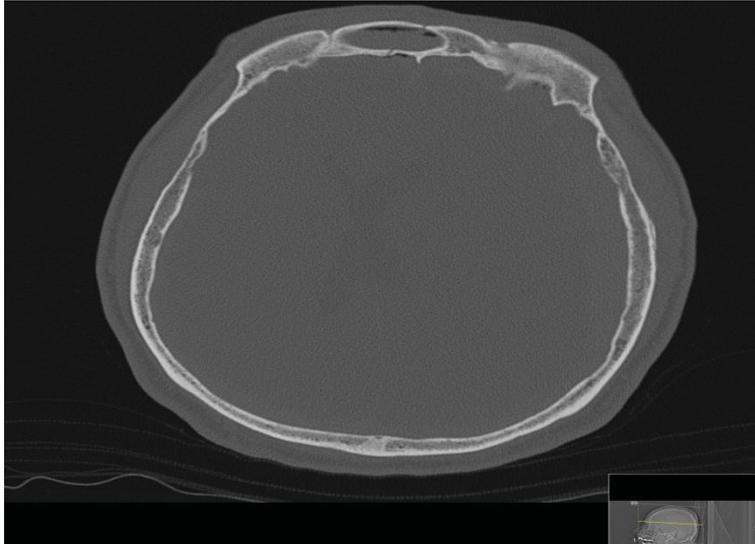
Typ A

Fraktur der vorderen
Wand des Sinus frontalis



Typ B

Fraktur der hinteren
Wand des Sinus frontalis



Typ C

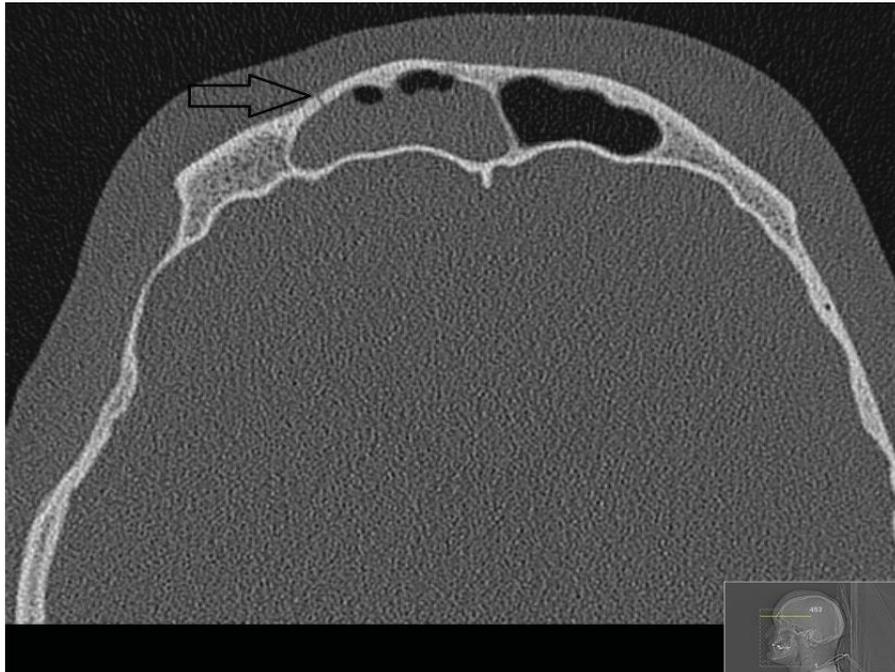
Frontobasal-Fraktur ohne
Beteiligung des Sinus
frontalis



Abb. 3. Klassifikation der frontobasalen Frakturen; in Anlehnung an Piccirilli et al. (2012). [19]

(Diese Aufnahmen wurden vom Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie zur Verfügung gestellt).

Axiale Ansicht:



Sagittale Ansicht:

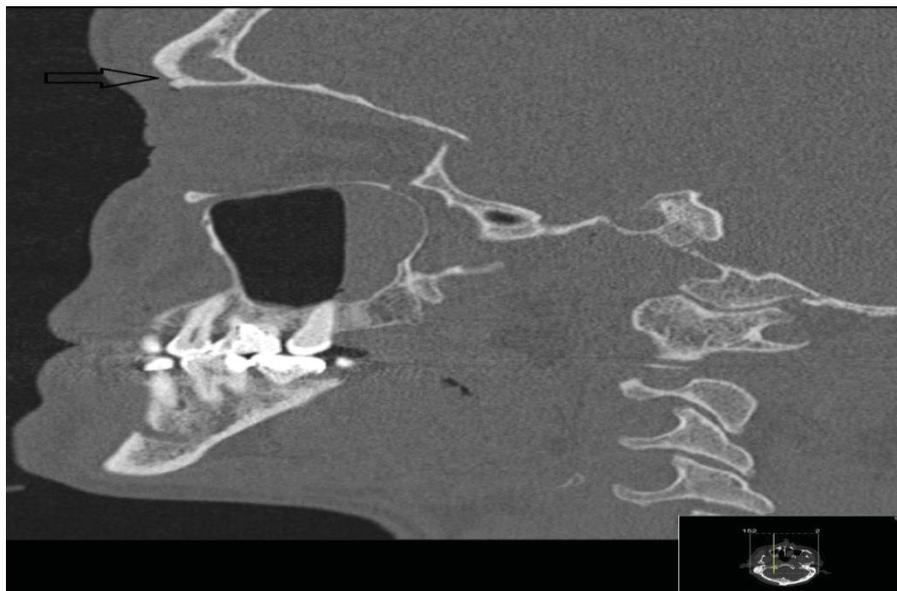
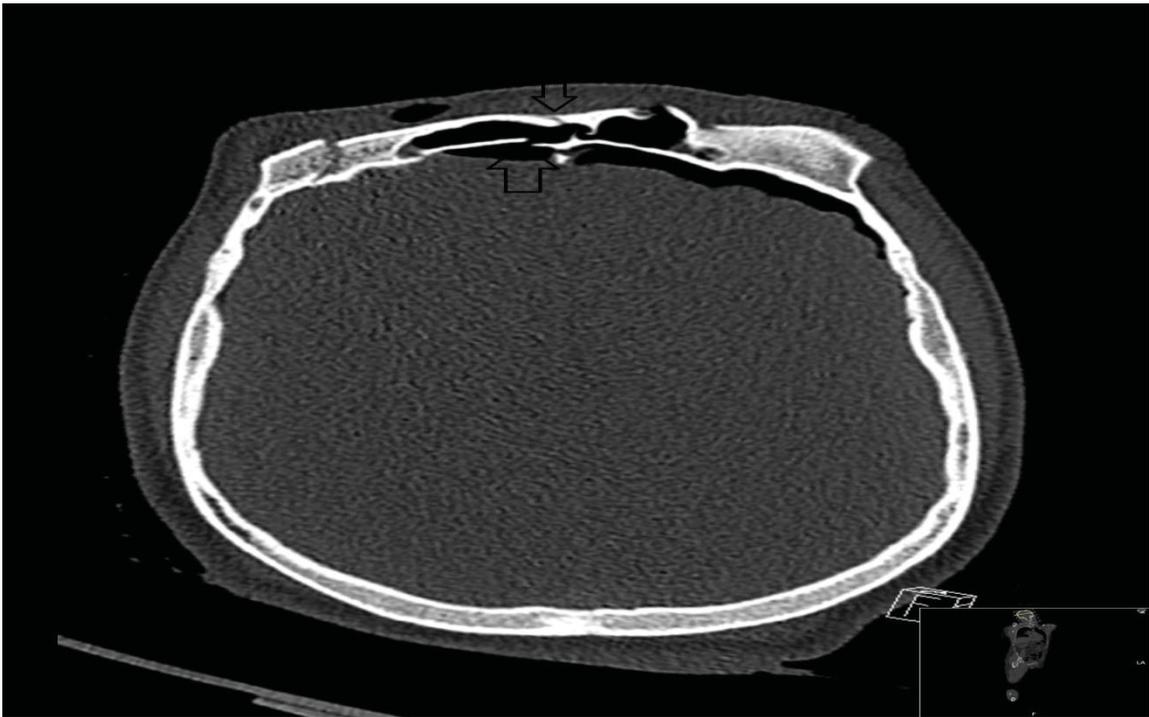


Abb. 4. Typ A – Fraktur der vorderen Wand des Sinus frontalis (schwarzer Pfeil), ohne Beteiligung der hinteren Wand; in Anlehnung an Piccirilli et al. (2012).[19]

(Diese Aufnahmen wurden vom Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie zur Verfügung gestellt).

Axiale Ansicht:



Sagittale Ansicht:

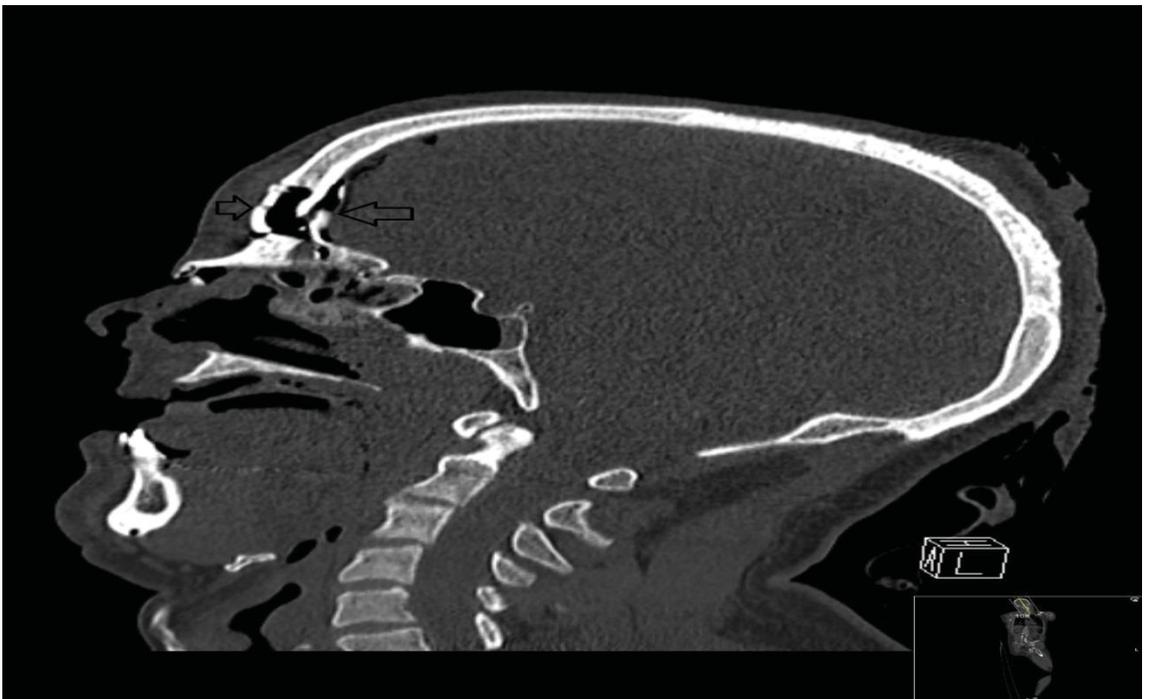


Abb. 5. Typ B: Fraktur der vorderen und hinteren Wand des Sinus frontalis (schwarze Pfeile); in Anlehnung an Piccirilli et al. (2012).[19]

(Diese Aufnahmen wurden vom Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie zur Verfügung gestellt).



Abb. 6. Typ C: Fraktur der vorderen Schädelbasis ohne Beteiligung des Sinus frontalis; Koronale Ansicht zeigt Fraktur des Orbita Daches (schwarzer Pfeil). In Anlehnung an Piccirilli et al. (2012).[19]

(Diese Aufnahmen wurden vom Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie zur Verfügung gestellt).

3.2 Statistische Auswertung

Die Patientendaten wurden gesammelt, in einer Excel-Tabelle erfasst (Microsoft Office 2010) und anonymisiert eingepflegt. Anschließend folgte die statistische Auswertung mittels des Programms SPSS (Statistics Version 22.0.0.2). Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe von nicht-parametrischen Tests und binärer bzw. linearen Regressionsanalysen. Zu nennen sind hier der Wilcoxon-Test, der Kruskal-Wallis-Test, der Mann-Whitney-U-Test, die Spearman-Korrelation und der Chi-Quadrat-Test nach Pearson. Jegliche Abbildungen dieser Dissertation wurden mit dem Programm Microsoft Office Excel 2010 angefertigt.

4. Ergebnisse

4.1 Deskriptive Auswertung

Die vorliegende Studie beinhaltete einen Stamm von insgesamt 169 Patienten, welche im Zeitraum von 2003 bis 2012 in der neurochirurgischen Klinik des Universitätsklinikums Düsseldorf aufgrund eines Schädelbasis-Traumas therapiert wurden.

Die Studienpopulation umfasste 37 Frauen (21,9 %) und 132 Männer (78,1 %). Zusammenfassend lag der Mittelwert des Alters zum Zeitpunkt der Einweisung bei beiden Geschlechtern bei 46,91 Jahren. Der Mittelwert des Alters betrug bei den Männern 44,97 Jahre, wohingegen das arithmetische Mittel der Frauen bei 53,81 Jahren lag. Der jüngste Patient dieser Studie war 6 Jahre alt, und der älteste 94.

Abb. 7 stellt die Verteilung des Alters und des Geschlechtes dar.

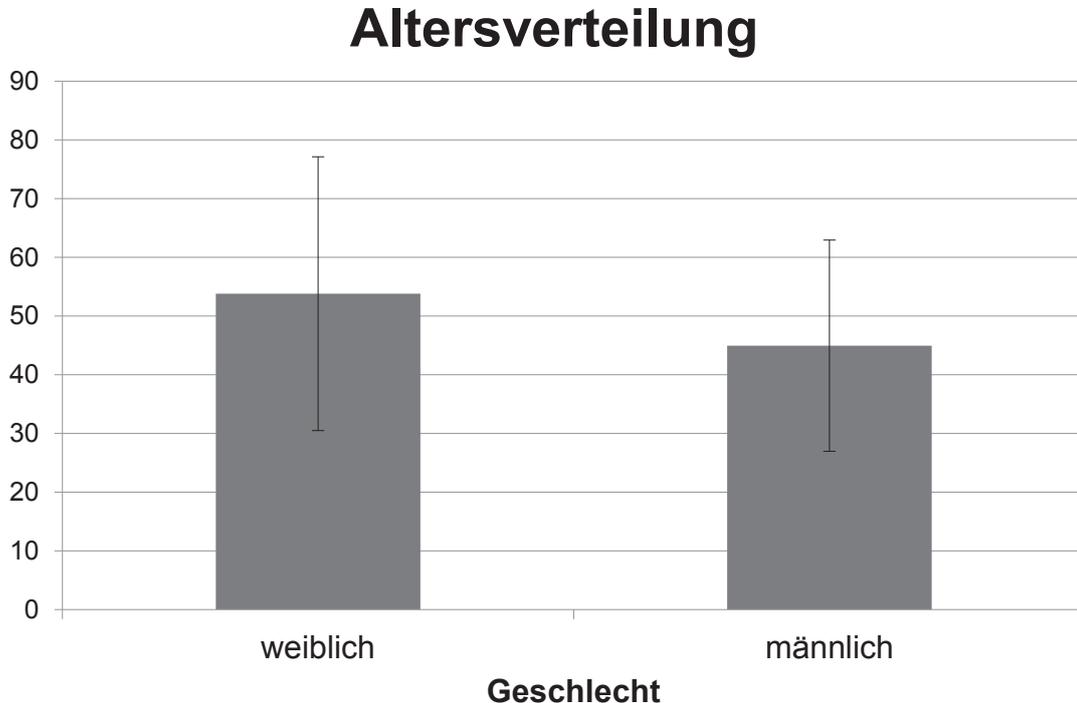


Abb. 7. Verteilung des Alters und des Geschlechts der Patienten.

Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar (Y-Achse = Alter [Jahre]).

4.2 Klinische Ergebnisse nach GCS

Die jeweilig untersuchten Parameter wurden analysiert und miteinander korreliert. Dies wird im Folgenden dargestellt.

4.2.1 Vergleich zwischen GCS Prä- und Poststationär

Es wurden bei diesem Korrelationstest der GCS-Werte zum Zeitpunkt der Aufnahme und zum Zeitpunkt der Entlassung nicht-parametrische Tests verwendet, da weder die GCS-Werte zu den beiden Zeitpunkten, noch die Differenz zwischen beiden Zeitpunkten (= Ausmaß der Veränderung) normalverteilt waren.

Zum Vergleich der Messzeitpunkte wurde ein Wilcoxon-Matched-Pairs-Test angewendet. Der erfasste GCS-Mittelwert bei der Aufnahme betrug 8,36, wobei der geringste Wert 3 und der höchste 15 war. Der GCS-Mittelwert bei der Entlassung betrug 12,93, wobei auch hier der geringste Wert bei 3 und der höchste bei 15 lagen, wie in Abb. 8 dargestellt.

Die Untersuchung dieser Parameter ergaben eine signifikante Veränderung der GCS-Werte, beginnend von der Aufnahme bis hin zur Entlassung der 169 untersuchten Patienten ($z = -8,75$, $p < 0,001$).

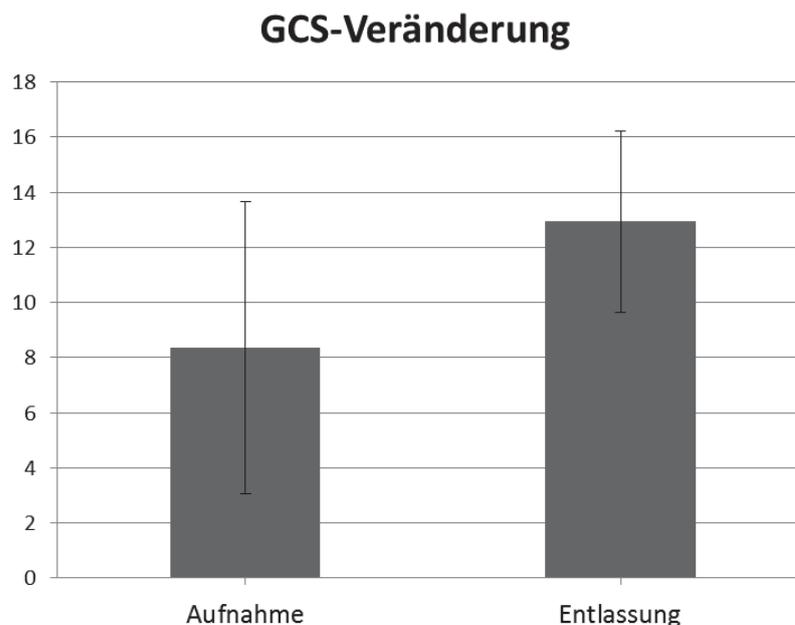


Abb. 8. GCS bei Aufnahme vs. GCS bei Entlassung (Y-Achse = GCS).

4.2.2 Vergleich der GCS Veränderung prä- und poststationär in Abhängigkeit vom Frakturtyp

Ein wichtiger Aspekt für die Studie war die Korrelation der GCS-Veränderung, vor und nach der stationären Behandlung in Abhängigkeit zu den eingeteilten Frakturgruppen.

Relevant war in diesem Zusammenhang die Fragestellung, ob Patienten mit einer verhältnismäßig geringeren Betroffenheit der Schädelbasis (Typ A) verglichen mit denen, welche eine erweiterte Fraktur der Schädelbasis aufzeigten (Typ B und C), mit einem poststationär höheren GCS-Wert aus der stationären Behandlung gingen.

Schlüssig wäre die Hypothese, dass Patienten aus den Gruppen B und C statistisch gesehen, einen niedrigeren GCS-Wert poststationär aufzeigen würden als jene aus der Gruppe A.

Aus der deskriptiven Statistik geht hervor, dass Patienten aus der Gruppe A, welche insgesamt sechs Patienten beinhaltet (3,6 %), bei der stationären Aufnahme einen GCS-Mittelwert von 11 und bei der Entlassung einen von 14,5 aufzeigten.

Gruppe B zählte insgesamt 24 Patienten (14,2 %). Diese haben einen GCS-Mittelwert von 7,92 bei der Aufnahme, und einen von 13,04 bei der Entlassung aufgewiesen.

Die größte Gruppe war Frakturgruppe C, die zusammenfassend 139 Patienten zählte (82,2 %). Der GCS-Mittelwert bei der Aufnahme ergab 8,32 und der bei der Entlassung 12,84.

Zum Vergleich der Werte wurde der sogenannte Kruskal-Wallis-Test verwendet. Es zeigte sich bei dieser Auswertung weder ein signifikanter Einfluss des Frakturtyps auf die GCS-Werte zum Zeitpunkt der Aufnahme ($\chi^2(2) = 1,96$, $p = 0,37$), noch zum Zeitpunkt der Entlassung ($\chi^2(2) = 1,60$, $p = .0,449$). Das Ausmaß der Veränderung unterschied sich nicht signifikant zwischen den Frakturtypen.

4.2.3 Zusammenhang zwischen dem prä- und poststationären GCS und der Behandlung

Die Art der Behandlung wurde unterteilt in zwei große Hauptgruppen, in denen die Patienten eingeordnet wurden. Dabei wurde die chirurgische Gruppe der konservativen Gruppe gegenübergestellt und mit dem GCS zu Beginn und zur Entlassung korreliert.

De facto wurden in der Summe 91 Patienten chirurgisch behandelt. Der GCS-Mittelwert betrug bei der Aufnahme 6,42, und bei der Entlassung 12,10.

Konservativ wurden insgesamt 78 Patienten behandelt, wobei der GCS-Mittelwert bei der Aufnahme 10,63, und bei der Entlassung 13,90 betrug.

.

So hat sich herausgestellt, dass eine Signifikanz zwischen der Behandlung (chirurgisch/ konservativ) und der GCS-Werte zum Aufnahmezeitpunkt ($z = -5,31$, $p < 0,001$), zum Zeitpunkt der Entlassung ($z = -3,82$, $p < 0,001$), sowie auf das Ausmaß der Veränderung zwischen Aufnahme und Entlassung

($U = 2442,50$, $z = -3,57$, $p < 0,001$) bestand, wie in Abb. 9 dargestellt.

In einer weiteren Analyse wurde eine binäre logistische Regressionsanalyse gerechnet, bei welcher die Wahrscheinlichkeit der Durchführung einer konservativen Behandlung prognostiziert wurde.

Regressionsanalysen dienen zur Vorhersage eines Kriteriums anhand diverser Prädiktoren.

Bei der Berechnung der Wahrscheinlichkeit einer konservativen Behandlung gegenüber einer chirurgischen Behandlung, zeigte sich ein signifikanter Einfluss des GCS zum Aufnahmedatum auf die Behandlung (OR = 1,17 [95%CI: 1,02; 1,25], $p < .001$).

Die Durchführung einer konservativen Behandlung ist bei einem höheren GCS im Vergleich zu einem niedrigeren GCS zum Aufnahmedatum 1,17 Mal so wahrscheinlich. Dies bedeutet, dass je höher der GCS, desto wahrscheinlicher ist eine konservative Behandlung.

Behandlung in Abhängigkeit vom GCS

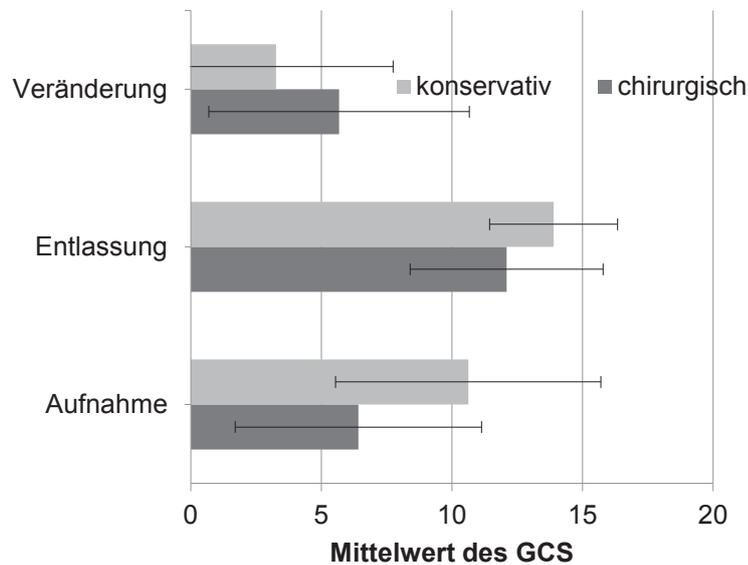


Abb. 9. Korrelation der Behandlungsart mit der GCS-Veränderung und dem Ausmaß der Veränderung.

Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. (X-Achse = GCS)

4.2.4 GCS-Veränderung prä- und poststationär in Abhängigkeit vom Geschlecht

Um die GCS-Veränderung mit dem Geschlecht in Verbindung setzen zu können, wurde ebenfalls der Mittelwert mit dem Mann-Whitney-U-Test ermittelt.

Dabei lag dieser bei den weiblichen Patienten zum Zeitpunkt der Aufnahme bei 8,35, und zum Zeitpunkt der Entlassung bei 13,14. Die männlichen Patienten verzeichneten zum Zeitpunkt der Aufnahme ein arithmetisches Mittel von 8,36 und zum Zeitpunkt der Entlassung 12,87.

Somit ergab sich für beide Gruppen zusammenfassend ein Mittelwert von 8,36 bei der Aufnahme und 12,93 bei der Entlassung.

Es zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen dem Geschlecht und dem *Glasgow Coma Scale* (prästationär: $z = -0,08$, $p < 0,001$; poststationär: $z = -0,02$, $p < 0,001$).

4.2.5 Rhinoliquorrhö in Abhängigkeit zur GCS-Veränderung prä- und poststationär und die logistische Regressionsanalyse

Hierbei wurden die Patienten unterteilt in eine Rhinoliquorrhö Gruppe, und eine Gruppe, die keine dieser traumatischen Begleitverletzungen aufwies.

Bei insgesamt zwei Patienten wurden keine Angaben zu dieser Symptomatik dokumentiert. Somit ließen sich insgesamt 167 Patienten untersuchen.

88 Patienten (52,7 %) verzeichneten keine Rhinoliquorrhö, wohingegen sich ein GCS-Mittelwert bei der Aufnahme von 10,59, und bei der Entlassung von 13,82 errechnen ließ.

Im Gegensatz zu dieser Gruppe, zeichnete sich die Gruppe mit einem Liquor-Abfluss aus der Nase mit 79 Patienten (47,3 %) aus.

Dies ergab bei diesem Patientenkollektiv einen Mittelwert von 5,76 bei der Aufnahme, und 12,04 bei der Entlassung.

Es hat sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Rhinoliquorrhö und der GCS-Veränderung prästationär ($z = -5,67$, $p < 0,001$) und poststationär ($z = -4,20$, $p < 0,001$) herausgestellt, wie in Abb. 10 ersichtlich.

Auch bei der logistischen Regressionsanalyse zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang bei Aufnahme (OR = 0,82, 95%CI: 7,72; 8,84), $p < 0,001$) und bei Entlassung (OR = 0,82, 95%CI: 7,34; 9,23, $p < 0,001$). Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Rhinoliquorrhö stieg um das 0,8-fache, je höher der GCS, sowohl bei der Aufnahme, als auch bei der Entlassung, war.

Konkret stellte sich heraus, dass es mit höherem GCS (prä- und poststationär) unwahrscheinlicher wird, eine Rhinoliquorrhö zu erleiden.

Rhinoliquorrhö in Abhängigkeit vom GCS

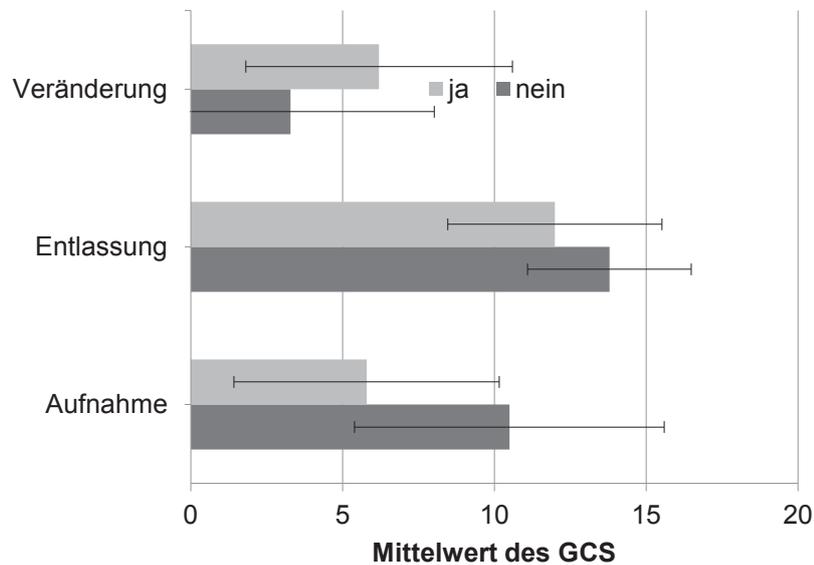


Abb. 10. Die Abhängigkeit einer Rhinoliquorrhö vom GCS. Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. (X-Achse = GCS)

4.2.6 Relevante Begleitverletzungen in Abhängigkeit zur GCS-Veränderung prä- und poststationär

Ähnlich wie bei der Korrelation des Rhinoliquorrhö-Abflusses mit der GCS-Veränderung spielten auch die relevanten Begleitverletzungen in Abhängigkeit von den GCS-Werten eine gesonderte Rolle.

Um eine Relation zu untersuchen, wurde an dieser Stelle gleichermaßen der sogenannte Mann-Whitney-U-test verwendet.

Dabei ergab die Statistik einen Mittelwert von 13,25 bei der Aufnahme, und 13,96 bei der Entlassung der Patienten ohne jegliche Begleitverletzungen, welche 24 von 169 Patienten betraf.

Hingegen füllten 145 Patienten die Gruppe mit relevanten Begleitverletzungen. Derweil lag das arithmetische Mittel des GCS bei der Aufnahme dieser Patientengruppe bei 7,55 bzw. 12,76 bei der Entlassung.

Abb. 11 zeigt nachfolgend, dass auch hier ein signifikanter Zusammenhang zwischen den GCS-Werten sowohl bei der Aufnahme ($z = -4,64$, $p < 0,001$), als auch bei der Entlassung ($z = -2,43$, $p < 0,001$) bestand.

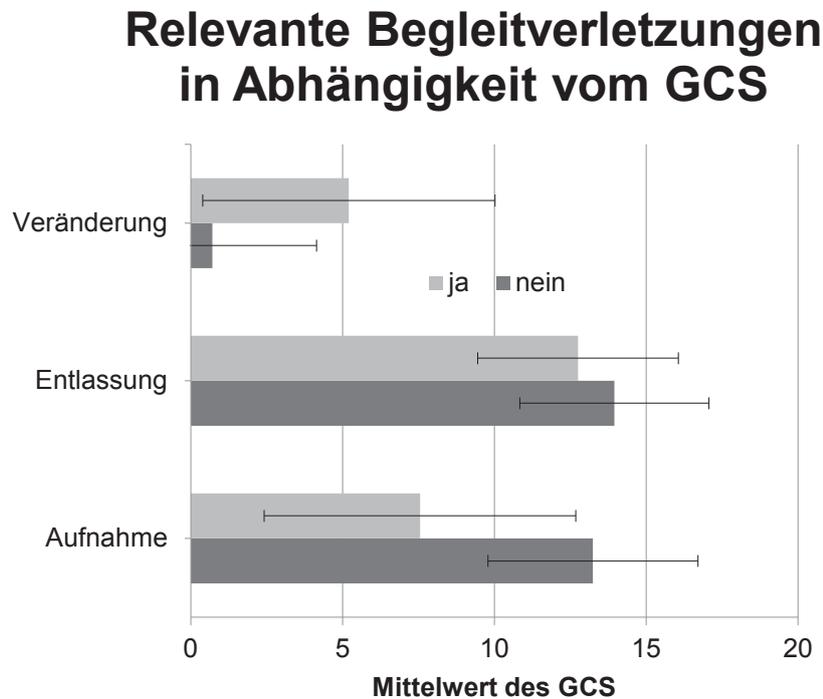


Abb. 11. Zusammenhang zwischen relevanten Begleitverletzungen und dem GCS. Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. (X-Achse = GCS)

4.2.7 Komplikationen in Abhängigkeit zur GCS-Veränderung prä- und poststationär

Mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests wurden die Komplikationen, welche ausgehend von den Traumata entstanden, mit den GCS-Werten der Patienten untersucht.

Dabei wurden bei 117 Patienten (69,2 %) keine Komplikationen festgestellt, wohingegen es bei 52 Patienten (30,8 %) neben dem eigentlichen Trauma zu weiteren Komplikationen kam.

Der Mittelwert bei den Patienten ohne Komplikationen lag bei 9 zum Zeitpunkt der Aufnahme, und bei 13,21 zum Zeitpunkt der Entlassung.

Verglichen dazu stellte man bei Aufnahme der Patienten mit vorhandenen Komplikationen einen Mittelwert von 6,92 und bei der Entlassung einen Wert von 12,31, fest.

Es zeigte sich bei dieser Korrelation, wie in Abb. 12 zu erkennen ist, ein knappes, nicht signifikantes Ergebnis.

Daher ließ sich lediglich eine Tendenz beobachten. Somit handelte es sich um ein marginal signifikantes Ergebnis. Das bedeutet, dass der p-Wert über 0,05, jedoch unter 0,10 lag.

Bei der logistischen Regressionsanalyse kristallisierte sich ein signifikantes Ergebnis heraus (OR: 0,926+ 95%CI: 8.68; 9,88 und $p < 0,001$).

Je höher der GCS bei der Aufnahme war, desto weniger wahrscheinlich ist das Auftreten einer Komplikation.

Der GCS zum Zeitpunkt der Entlassung zeigte keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Komplikationen (OR = 0,93, 95%CI: 0,84; 1,02, $p = 0,106$).

Komplikationen in Abhängigkeit vom GCS

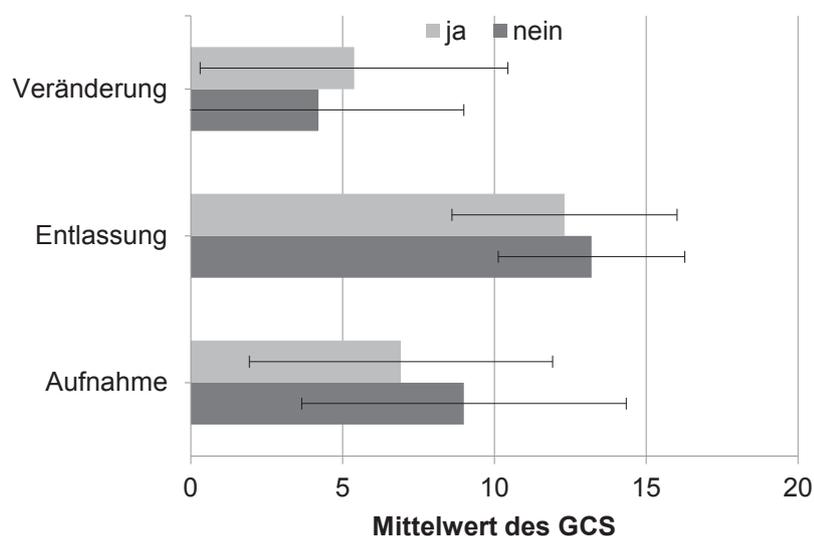


Abb. 12. Zusammenhang zwischen Komplikationen und dem GCS. Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. (X-Achse = GCS)

4.2.8 GCS-Veränderung prä- und poststationär in Korrelation mit schwerwiegenden Komplikationen

Um die Wichtigkeit der Komplikationen zu akzentuieren, wurden die Komplikationen nochmals unterteilt in schwerwiegende und nicht schwerwiegende Komplikationen.

Von insgesamt 52 Patienten, welche Komplikationen erlitten, stellte man bei 42 Patienten (80,8 %) eine schwerwiegende und bei lediglich zehn Patienten (19,2 %) eine nicht schwerwiegende Komplikation fest.

Der Mittelwert der Gruppe mit schwerwiegenden Komplikationen lag zum Zeitpunkt der Aufnahme bei 6,93 und bei 11,95 zum Zeitpunkt der Entlassung.

Bei Patienten ohne schwerwiegende Komplikationen, ließ sich ein Mittelwert von 6,9 zum Zeitpunkt der Aufnahme, und 13,8 zum Zeitpunkt der Entlassung, errechnen. Auch hier wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bzgl. der GCS-Werte zwischen Patienten mit und ohne schwerwiegende Komplikationen.

Die logistische Regressionsanalyse ergab sowohl bei der Aufnahme als auch bei der Entlassung ein signifikantes Ergebnis (OR: 0,93 + 95%CI: 8,69; 9,99 und $p < 0,001$ (Aufnahme); OR: 0,89 + 95%CI: 8,30; 9,90 und $p < 0,001$ (Entlassung)).

Je höher der GCS sowohl bei der Aufnahme als auch bei der Entlassung war, desto unwahrscheinlicher das Auftreten einer schwerwiegenden Komplikation

4.2.9 GCS-Veränderung prä- und poststationär in Korrelation mit Hirnnervenproblematiken

Auch bei dieser Untersuchung wurde der Mann-Whitney-U-Test genutzt. 21 Patienten litten an Hirnnerven-Komplikationen (12,4 %), wobei der GCS-Mittelwert bei dieser Gruppe bei 6,67, zum Zeitpunkt der Aufnahme, und bei 12,29 zum Zeitpunkt der Entlassung lag.

Bei 148 Patienten (87,6 %) konnte kein Zusammenhang zwischen dem Trauma und Hirnnerven-Verletzungen festgestellt werden.

Hierbei lag der GCS-Mittelwert zum Zeitpunkt der Aufnahme bei 8,6, und bei 13,02 zum Zeitpunkt der Entlassung.

Bei dieser Untersuchung ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen GCS und den Hirnnervenproblematiken feststellen (GCS Aufnahme: $z = -1,61$, $p > 0,001$; GCS Entlassung: ($z = -0,34$; $p > 0,001$).

Die logistische Regressionsanalyse ergab kein signifikantes Ergebnis (GCS Aufnahme: OR = 0,93, 95%CI: 0,85; 1,02, $p = 0,123$; GCS Entlassung: OR = 0,94, 95%CI: 0,83; 1,06, $p = 0,342$).

4.3 Klinische Ergebnisse nach GOS

4.3.1 GOS-Gruppenvergleich mit den Frakturtypen

Zum Vergleich der GOS-Werte wurden nicht-parametrische Tests verwendet. Der Grund dafür ist, dass die GOS-Werte nicht normalverteilt waren. Zur Gegenüberstellung der beiden Messzeiten bei der Aufnahme bzw. der Entlassung und der Veränderung vom ersten zum zweiten Zeitpunkt in Abhängigkeit des Frakturtyps wurde der sogenannte Kruskal-Wallis-Test gerechnet.

Der Vergleich des GOS mit Frakturtyp A, zeigte einen Mittelwert von 4,83, einen von 4,75 für Frakturtyp B und einen von 4,27 für Frakturtyp C.

Somit konnte kein Vergleich zwischen den jeweiligen Frakturtypen eine Signifikanz aufgezeigt werden ($\chi^2(2) = 4,15$, $p = 0,126$).

4.3.2 GOS-Gruppenvergleich mit konservativer und chirurgischer Therapie

Bei den insgesamt 91 chirurgisch therapierten Patienten (53,8 %) ließ sich ein GOS-Mittelwert von 4,32 ermitteln. Die Gruppe der konservativ behandelten Patienten, zu der 78 gehörten (46,2 %), verzeichnete ein Mittel von 4,41. Somit

ließ der Gruppenvergleich mit den zwei Behandlungsgruppen (konservativ und chirurgisch) folgende Schlüsse zu:

Im Vergleich zu den Behandlungsalternativen kristallisierte sich eine Signifikanz bezüglich des *Glasgow Outcome Score* heraus (s. Abb. 13).

Durch den Mann-Whitney-U-Test hat sich gezeigt, dass konservativ behandelte Patienten im Mittel einen signifikant höheren GOS aufgewiesen haben, als jene mit chirurgischem Behandlungskonzept ($z = -2,10$, $p < 0,001$).

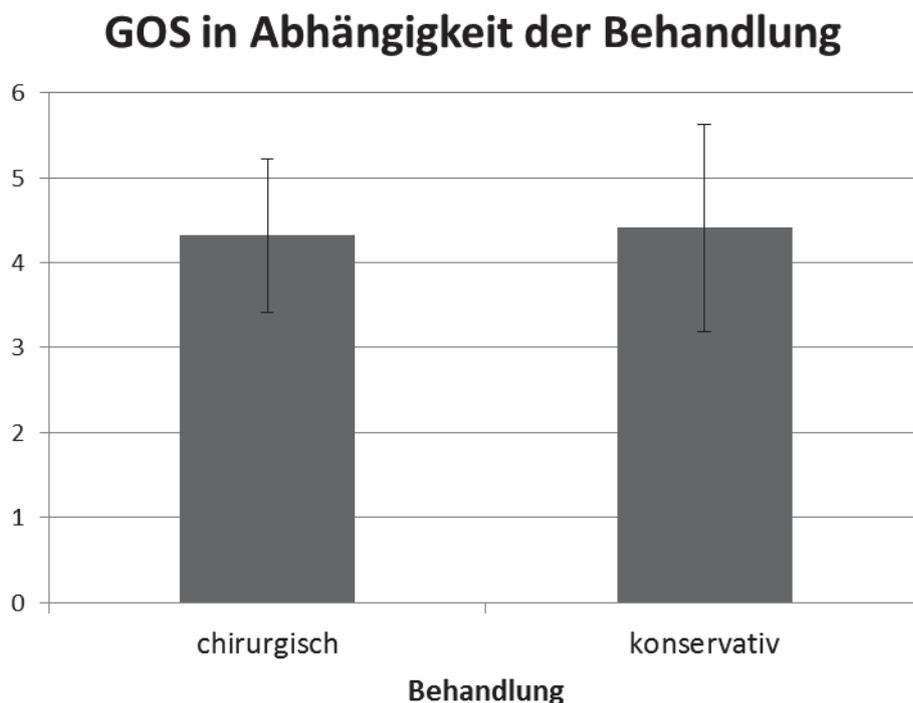


Abb. 13. GOS-Gruppenvergleiche mit der Behandlungsart. Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. (Y-Achse = GOS)

4.3.3 GOS-Gruppenvergleiche in Abhängigkeit zum Geschlecht

Verglichen mit dem Geschlecht zeigte sich bei dieser Untersuchung bei den weiblichen Patienten, welche 37 von 169 ausmachten, ein GOS-Mittelwert von 4,51. Die männliche Gruppe, mit zusammenfassend 132 Vertretern, ergab einen Mittelwert von 4,32.

Der hier verwendete Mann-Whitney-U-Test zeigte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen GOS und dem Geschlecht der Patienten ($z = - 0,72$, $p > 0,001$).

4.3.4 GOS-Gruppenvergleiche mit der Rhinoliquorrhö

88 Patienten verzeichneten keine Rhinoliquorrhö (52,7 %). Daraus resultierte ein GOS-Mittelwert von 4,53, wohingegen 79 von 167 Patienten eine Rhinoliquorrhö verzeichneten (47,3 %). Bei diesem Patientenkollektiv ergab sich ein Mittel von 4,19.

Es zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen der Rhinoliquorrhö und dem *Glasgow Outcome Score*. Patienten mit einer Rhinoliquorrhö verzeichneten im Mittel einen niedrigeren GOS-Wert als jene ohne ($z = - 2,40$, $p < 0,001$) (s. Abb. 14). Auch hier kam der Mann-Whitney-U-Test zur Verwendung.

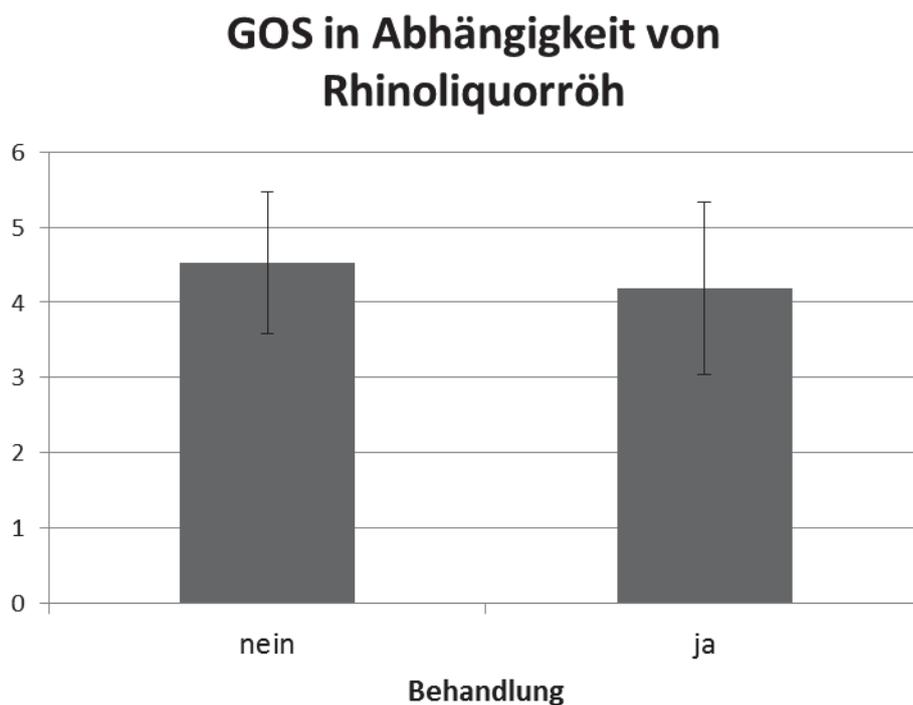


Abb. 14. Gruppenvergleiche mit der Rhinoliquorrhö. Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. (Y-Achse = GOS)

4.3.5 GOS-Gruppenvergleiche mit relevanten Begleitverletzungen

24 von 169 Patienten präsentierten sich eingangs ohne relevante Begleitverletzungen (14,2 %).

Dabei ließ sich ein arithmetisches Mittel von 4,92 errechnen. Die größte Gruppe des Patientenkollektivs mit 145 Patienten (85,8 %), stellte sich zu Beginn mit relevanten Begleitverletzungen vor. Schädelhämatome (epidurale, subdurale, subarachnoidale und intrazerebrale Einblutungen) machten die größte Gruppe der relevanten Begleitverletzungen aus. Der Mittelwert lag bei 4,27.

Der Mann-Whitney-U-Test wurde für diese Untersuchung verwendet.

Eine Signifikanz, so wie sie in Abb. 15 aufgeführt ist, wurde bei diesem Gruppenvergleich festgestellt. Patienten ohne relevante Begleitverletzungen hatten im Mittel einen höheren GOS-Wert als jene ohne ($z = -3,11$, $p < 0.001$).

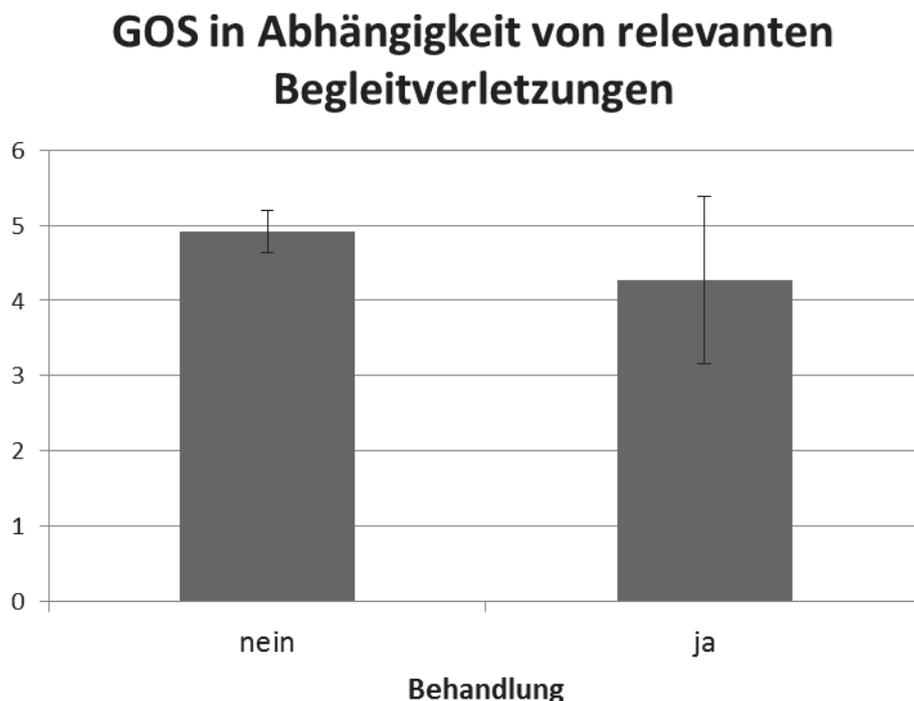


Abb. 15. GOS-Gruppenvergleich mit relevanten Begleitverletzungen. Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. (Y-Achse = GOS)

4.3.6 GOS-Gruppenvergleich mit (schwerwiegenden) Komplikationen

Folgend werden die Ergebnisse der Untersuchung zwischen den GOS-Werten und den entstandenen Komplikationen dargestellt.

Bei 117 Patienten entwickelten sich im stationären Verlauf Komplikationen. Dabei ergab sich für diese Gruppe ein Mittelwert von 4,34. Die Gruppe der Patienten mit Komplikationen machte ein Patientenkollektiv von 52 aus. Der Mittelwert bei dieser Gruppe lag bei 4,40.

Unter Verwendung des Mann-Whitney-U-Tests wurde in diesem Gruppenvergleich keine Signifikanz festgestellt ($z = -0,16$, $p > 0,001$).

Geprüft wurde außerdem eine mögliche Signifikanz zwischen den schwerwiegenden Komplikationen und dem *Glasgow Outcome Score*.

Unter den 52 Patienten mit generellen Komplikationen präsentierten sich 10 von ihnen ohne hohen Schweregrad. Hierbei ergab sich ein Mittelwert von 4,90.

42 Patienten (80,8 %) erlitten jedoch schwerwiegende Komplikationen. Dabei ließ sich ein arithmetisches Mittel von 4,29 errechnen. 21,4 % dieser Patienten haben eine Hörminderung bis hin zu Hörverlust als schwerwiegende Komplikation erlitten. 11,9 % dieser Patienten mit schwerwiegenden Komplikationen haben eine Meningitis erfahren.

Das Ergebnis dieser Untersuchung, errechnete sich mit dem Mann-Whitney-U-Test und ergab eine Signifikanz ($z = -2,07$, $p < 0,001$). Patienten mit schwerwiegenden Komplikationen wurden mit einem niedrigeren GOS-Wert entlassen, so wie in Abb. 16 dargestellt.

GOS in Abhängigkeit von schwerwiegenden Komplikationen

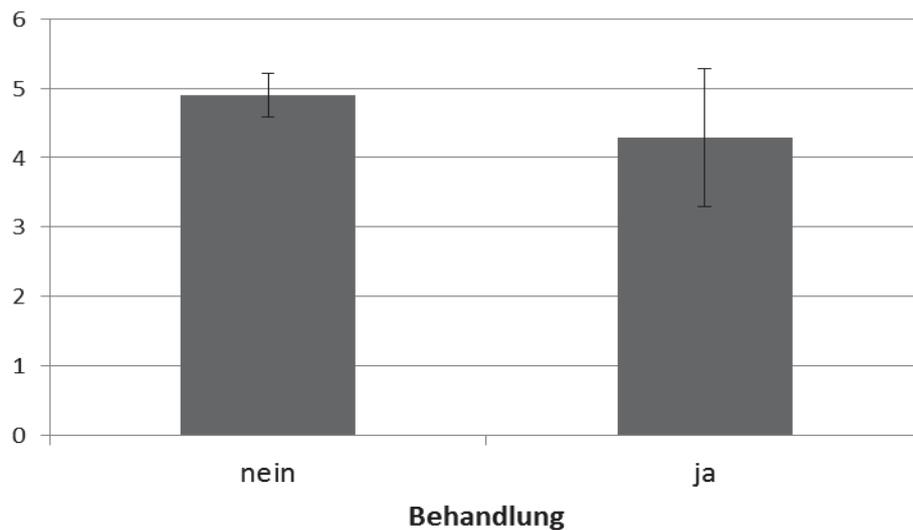


Abb. 16. Gruppenvergleich des GOS mit schwerwiegenden Komplikationen. Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. (Y-Achse = GOS)

4.3.7 GOS-Gruppenvergleich mit Hirnnervenproblematiken

148 Patienten verzeichneten keine traumatischen Verletzungen an den Hirnnerven. Folglich wurde ein GOS-Mittelwert von 4,32 errechnet.

Von den 21 Patienten mit Hirnnervenproblematiken wurde ein Mittelwert von 4,62 bestimmt. Auch bei dieser Untersuchung kam der Mann-Whitney-U-Test zur Verwendung.

Es ließen sich keinerlei Signifikanzen zwischen Hirnnervenproblematiken und dem *Glasgow Outcome Score* feststellen ($z = -0,92$, $p > 0,001$).

4.3.8 GOS-Gruppenvergleiche mit dem Ausmaß der Fraktur

Der *Glasgow Outcome Score* wurde in diesem Fall mit dem Ausmaß der Fraktur in Zusammenhang gebracht. Hierbei wurde zwischen einer Impressionsfraktur und einer Linearfraktur differenziert. Letzterer zählten 129 Patienten (76,3 %), wodurch sich ein Mittelwert von 4,27 errechnen ließ.

Patienten mit einer Impressionsfraktur bestimmten mit 40 Personen die Gruppe (23,7%). Folglich wurde ein Mittelwert von 4,65 bestimmt. Auch hier kam der Mann-Whitney-U-Test zur Verwendung.

Dieser konnte keinerlei Signifikanzen zwischen dem GOS und der Ausdehnung der Fraktur aufzeigen ($z = -1,58$, $p > 0,001$).

4.3.9 GOS-Gruppenvergleiche mit dem Alter und der Aufenthaltsdauer

Abschließend wurden zur Überprüfung eines möglichen Zusammenhangs zwischen dem Alter, der Aufenthaltsdauer und der GOS-Werte die sogenannten Spearman-Korrelationen berechnet.

Der resultierende Korrelationskoeffizient gab an, ob mit steigenden Werten in A auch steigende Werte in B einhergehen würden (= positive Korrelation), oder ob mit steigenden Werten in A sinkende Werte in B einhergehen würden (= negative Korrelation).

Der p-Wert gab wieder Auskunft darüber, ob überhaupt ein signifikanter Zusammenhang bestand.

Patienten dieser Studie waren im Mittel 11,27 Tage in stationärer Obhut. Dabei betrug der längste stationäre Aufenthalt 54 Tage und der kürzeste lediglich einen Tag.

Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und dem GOS ermittelt ($r_s = -0,34$, $p < 0,001$). Je älter der Patient, desto geringer war der GOS, wie in Abb. 17 dargestellt. Außerdem zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Aufenthaltsdauer und dem GOS ($p = 0,003$). Je länger die Aufenthaltsdauer, desto geringer der GOS (siehe Abb. 18).

GOS und Alter

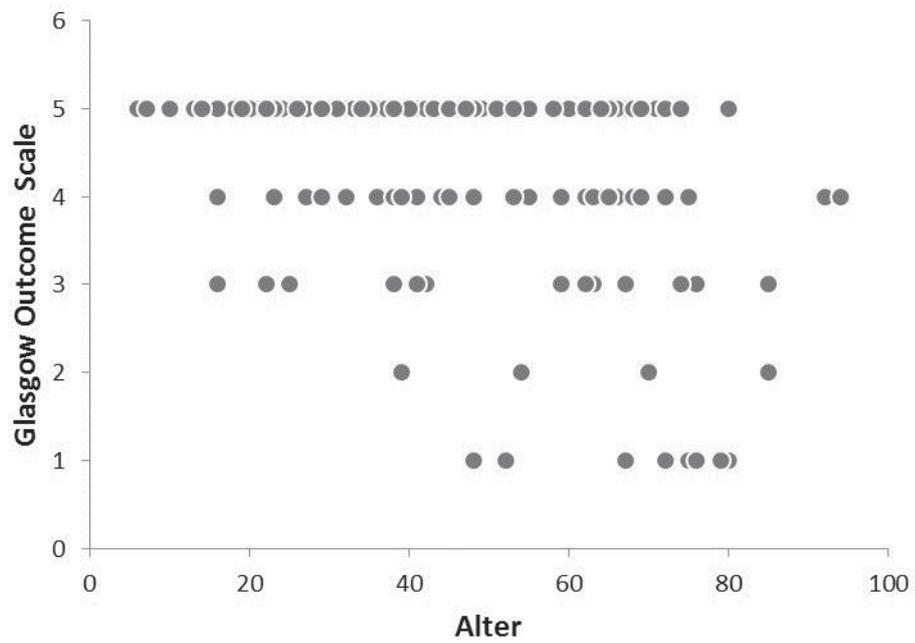


Abb. 17. GOS in Abhängigkeit mit dem Alter

GOS und Aufenthaltsdauer

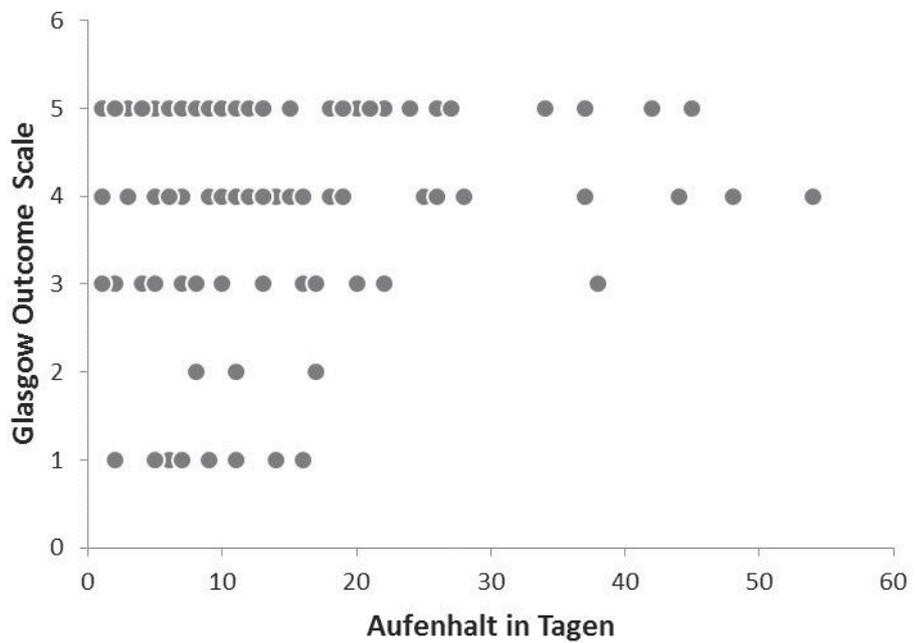


Abb. 18. GOS in Abhängigkeit von der Aufenthaltsdauer

4.4 Weitere Auswertungen

Abgesehen von den primären Outcome-Variablen (GCS und GOS), wurde noch zwischen den sekundären Variablen korreliert und Signifikanzen festgestellt.

Keine signifikanten Zusammenhänge konnten sowohl bei Gruppenunterschieden zwischen den Frakturtypen und dem Geschlecht, den Frakturtypen und der Rhinoliquorrhö, dem Alter und den vorhandenen Begleitverletzungen, als auch zwischen dem Alter und den Hirnnervenproblematiken festgestellt werden.

4.4.1 Korrelation zwischen dem Aufenthalt und dem Ausmaß der Fraktur

Bei der Gegenüberstellung des Aufenthaltes und dem Ausmaß der Fraktur, ergab sich mittels des Mann-Whitney-U-Tests eine Signifikanz. Bei den 40 Patienten mit einer Impressionsfraktur errechnete sich ein Mittelwert von 15,4. 129 Patienten mit einer Linearfraktur waren im Mittel 9,9 Tage in stationärer Behandlung.

Somit korrelierte das Ausmaß der Fraktur signifikant mit der Aufenthaltsdauer ($z = -3,1$, $p < 0,002$).

4.4.2 Korrelation zwischen Aufenthalt und relevanten Begleitverletzungen

24 Patienten ohne jegliche relevante Begleitverletzung machten einen Mittelwert von 5,92 aus. Dabei errechnete sich bei 145 Patienten mit relevanten Begleitverletzungen ein arithmetisches Mittel von 12,16.

Durch den Mann-Whitney-U-Test ließ sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Variablen herausstellen ($z = -3,3$, $p < 0,001$).

Demnach unterlagen Patienten, welche relevante Begleitverletzungen präsentierten, im Durchschnitt einem längeren stationären Aufenthalt.

4.4.3 Korrelation zwischen dem Alter und dem Ausmaß der Fraktur

Für die Erklärung dieser Wechselbeziehung wurde ebenfalls der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Dabei ist ein Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Ausmaß der Fraktur untersucht worden.

Patienten mit einer Impressionsfraktur (40 Patienten) waren im Mittel 38,8 Jahre alt. Bei Patienten mit einer Linearfraktur (129 Patienten) lag das mittlere Alter bei 49,55.

Daraus ließ sich schließen, dass es einen signifikanten Altersunterschied zwischen Patienten mit einer Impressions- und einer Linearfraktur gab ($t: (167) = -3,25$, $p = 0,001$). Patienten mit Linearfrakturen waren im Durchschnitt älter als jene mit Impressionsfrakturen.

4.4.4 Regressionsanalyse des GCS bei Aufnahme, der Begleitverletzungen und des Alter in Korrelation zum GOS

Im Gegensatz zu den vorherigen Analysen wurde hier eine lineare Regressionsanalyse gerechnet. Die Regressionsanalyse zeigt, dass von den Prädiktoren, „GCS bei Aufnahme“, „vorhandene Relevante Begleitverletzungen“ und „das Alter“ (zum Zeitpunkt der Einweisung), der GCS und das Alter einen signifikanten Einfluss auf den GOS haben.

Für den Prädiktor GCS erhält man: $b = 0,24$, $p < 0,001$. Ein positiver Wert besagt, dass mit zunehmenden Werten im Prädiktor (GCS), die Werte im Kriterium (GOS), ebenfalls steigen. Je höher der GCS bei der Aufnahme, desto höher der GOS.

Für den Prädiktor Alter erhält man: $b = -0,35$, $p < 0,001$. Ein negativer Wert besagt, dass mit zunehmenden Werten im Prädiktor (Alter) die Werte im Kriterium (GOS) sinken.

Daher: Je älter der Patienten, desto geringer der GOS.

Ob relevante Begleiterkrankungen vorhanden waren oder nicht, hat keinen signifikanten Einfluss auf die Vorhersage des GOS ($b = -0,10$, $p = 0,193$).

4.4.5 Regressionsanalyse des GCS bei Entlassung, von Begleitverletzungen und dem Alter in Korrelation zum GOS

Bei dieser Analyse haben alle Prädiktoren Einfluss auf den GOS.

Für den Prädiktor „GCS bei Entlassung“ erhält man: $b = 0,42$, $p < 0,001$. Je höher der GCS bei Entlassung, desto höher der GOS. Für den Prädiktor „vorhandene relevante Begleitverletzungen“ erhält man: $b = -0.14$, $p < 0,001$.

Daher: Bei „vorhanden relevanten Begleitverletzungen“ fällt der „GOS“ niedriger aus.

Für das „Alter“ erhält man folgendes Ergebnis: $b = -0,26$, $p < 0,001$. Das heißt, dass je älter der Patient bei der Entlassung, desto niedriger der GOS.

5. Diskussion

Unumstritten bleibt die Tatsache, dass bei Einweisung von Patienten in die Klinik mit Verdacht auf Schädelbasisfraktur, diese ausreichend evaluiert werden sollte.

Die klinische Untersuchung sollte eine Inspektion, sowie eine Palpation des gesamten Schädels beinhalten. Untersuchungen von Schmerzempfindlichkeiten, Narben, Blutungen, Asymmetrien, Abfluss von Flüssigkeiten, im Sinne von Otorrhö bzw. Rhinoliquorrhö, und orbitale Ödeme sind essentielle Bestandteile der Diagnostik.[19, 59]

Unabdingbar ist nicht nur die klinische, sondern auch die radiologische Betrachtung des Patienten mittels CT, um eine eventuell vorhandene Fraktur exakt definieren zu können.

Wie eine Studie von Asano et al. (1995) aus Japan gezeigt hat, spielt die CT Untersuchung für die allgemeine Diagnostik von Schädelbasis-Traumata eine gesonderte Rolle.[60]

Denn nicht nur Frakturen werden erkannt, sondern auch raumfordernde Ereignisse wie beispielsweise Pneumocephalus werden zuverlässig dargestellt.[60] Dies lässt außerdem eine souveräne Examination des Sinus Frontalis zu.

Nicht selten kommt es vor, dass bei Extension des Traumas eine multidisziplinäre chirurgische Versorgung des Patienten stattfindet.

Auch wenn das Feld der Schädelbasisfrakturen international von den neurochirurgischen Kliniken gut abgedeckt und mittlerweile erfolgreich beherrscht wird, gibt es dennoch keinen Konsens bezüglich der optimalen Therapie dieser Traumata und der exakten Vorgehensweise.

Daher wurden in dieser Studie bestimmte Resultate mit der gegenwärtigen Wissenschaft verglichen und kritisch betrachtet.

Um einen Überblick zu verschaffen, werden die wesentlichen Resultate folgend zusammengefasst und anschließend diskutiert.

Abgesehen von der Tatsache, dass die Patientenkohorte, gemessen an dem GCS, im allgemeinen einen verbesserten Allgemeinzustand nach der Behandlung erlangte, ergab die hiesige Studie, dass die chirurgisch behandelte Patientenkohorte gegenüber der konservativ behandelten Kohorte im Schnitt einen geringeren GCS, sowohl bei der Aufnahme als auch bei der Entlassung, präsentierten.

Weitere ausgeprägte Ergebnisse dieser Arbeit ergaben die Korrelationen zwischen der Rhinoliqorrhö, den relativen Begleitverletzungen und den Komplikationen, mit dem GCS.

Defacto war die Entscheidung zu einer operativen Therapie und das Outcome der Patienten, von der Höhe des GCS und dem Vorkommen von Begleitverletzungen stark abhängig.

Die Korrelationen des GOS als Bewertungsschema drei Monate nach der Entlassung, zeigte ein ähnliches Ergebnismuster. So ergab die Statistik, dass die konservativ behandelte Patientenkohorte einen besseren GOS aufzeigte als die chirurgische. Auch jene Patienten mit Erscheinungen einer Rhinoliqorrhö, Begleitverletzungen oder schwerwiegenden Komplikationen, zeigten in der direkten Korrelation mit dem GOS ein schlechteres Resultat.

Prägnant war auch die Untersuchung des Alters und der Aufenthaltsdauer in Korrelation mit dem GOS. So ergab die Statistik, dass ältere Patienten ein schlechteres Outcome zeigten als jüngere und dass eine längere Aufenthaltsdauer sich negativ auf das Outcome widerspiegelte.

5.1 Initiale Einweisung

Innerhalb dieser Studie war das männliche Geschlecht deutlich häufiger betroffen als das Weibliche.

Mit 132 Individuen (78,1 %) übertraf die Patientenzahl das weibliche Geschlecht, bei welchem lediglich 37 Individuen (21,9 %) betroffen waren. Interessanterweise deckt sich diese Quote mit den beschriebenen Ergebnissen bei frontobasalen Frakturen in der Literatur.[32]

Während das Durchschnittsalter des Trauma-Patienten in dieser Studie bei 46,91 lag, lässt sich ein besonders hohes Risiko für die Altersgruppe von 20 bis 29 Jährigen in der Literatur erkennen.[32]

Um den Zustand der Patienten eindeutig definieren zu können, wurden diese nach dem Schema des *Glasgow Coma Score* (GCS) prä- und poststationär bewertet.

Das Resultat aus dem Vergleich zwischen Einweisungs- und Entlassungswerten zeigte, dass das Patientenkollektiv im Durchschnitt einen signifikant besseren Zustand erlangt hat.

Ob nun chirurgisch oder konservativ therapiert wurde, beide Therapieformen zogen eine Verbesserung des Zustandes nach sich.

Nichtsdestotrotz signalisiert auch ein GCS-Wert von 15 nicht zwangsläufig eine vollständige Rehabilitation. Die Studie von Meares et al. (2015) zeigt, dass auch Individuen mit einem GCS von 15 und einer nicht vollständig posttraumatisch kognitiven Rehabilitation hochgradig gefährdet sind.[61]

Daher sollte zusätzlich zu dem Bewertungssystem nach dem *Glasgow Coma Score* (GSC) an ein Schema gedacht werden, welches posttraumatisch die kognitive Bewertung erfasst und dem GCS in der Diagnostik somit assistiert.[61]

5.2 Therapeutisches Vorgehen

Traumata der vorderen Schädelbasis bleiben ein kontrovers diskutiertes Thema. Es gibt international keine spezifischen Leitlinien für konservative oder chirurgische Indikationen.[19]

Daher ist es wichtig herauszufinden, welche Kriterien erfüllt sein müssen, um eine chirurgische Intervention rechtfertigen zu können, und wo die Grenzen zur konservativen Strategie zu setzen sind.

Piccirilli et al. (2012) zeigten bei einem chirurgisch behandelten Patientenkollektiv von 118 Individuen, dass jene mit vorderer Wandfraktur des Sinus frontalis (siehe Typ A) aus ästhetischen Gründen bei dislozierter Fraktur im Gesicht zur Rekonstruktion operiert wurden.

Bei linearen einfachen Frakturen wurde auf eine chirurgische Therapie verzichtet und eine konservative eingeleitet.[19]

Für die Typ B-Patienten mit einer Fraktur der hinteren Wand des Sinus frontalis, lässt sich ein Leitfaden erstellen, der für eine nicht dislozierte Fraktur auch eine konservative Behandlung mit antibiotischer Gabe vorsieht.[25, 62]

Bei Anzeichen einer dislozierten Fraktur mit Gefahr der Entwicklung eines Pneumocephalus bzw. einer Rhinoliqorrhö besteht laut Piccirilli et al. (2012) das Risiko einer posttraumatischen Infektion, daher empfehlen sie in dieser Situation chirurgisch mit einer zusätzlichen antibiotischen Abschirmung zu intervenieren.[19]

Zusätzlich wird nahe gelegt, dass bei nicht dislozierten Frakturen mit Anzeichen eines Pneumocephalus im CT eine Operation einzuleiten sei, da die Gefahr einer duralen Verletzung hierdurch stark erhöht ist.[19]

Gleichartig sieht die Vorgehensweise bei Patienten mit Frakturtyp C, also einer basalen Fraktur ohne Beteiligung der Stirnhöhle, aus.

Auch hier bedarf es einer chirurgischen Intervention bei dislozierten Frakturen, Rhinoliqorrhö oder Pneumocephalus.[19]

Diese Erkenntnisse zeigen, dass die Entscheidung über eine korrekte Therapieform von sekundär traumatischen Symptomen wie z. B. Rhinoliqorrhö bzw. Pneumocephalus oder dem Verlauf der Fraktur abhängig ist.

5.3 Rhinoliqorrhö und relevante Begleitverletzungen

Die aus dieser Studie entstandene Erkenntnis, dass es durch den vorhandenen Liquorabfluss aus der Nase und den Begleitverletzungen zu einem Abfall des GCS kam, hat verdeutlicht, dass die Notwendigkeit eines operativen Eingriffes von diesen Faktoren abhängig war.

In der Studie von Rocchi et al. (2005) kam es bei insgesamt 30 von 36 chirurgisch behandelten Patienten prompt posttraumatisch, bzw. bei sechs Individuen in den nachfolgenden Tagen, zu einem Liquorabfluss aus der Nase.[37] Bei allen Individuen dieser Kohorte kam es zu einem operativen Eingriff. Zwei Patienten erlitten posttraumatisch eine Meningitis.

Die Autoren dieser Studie empfehlen eine für jeden Patienten zugeschnittene individuelle Therapie, die eine chirurgische Intervention bei einer Rhinoliqorrhö nicht voraussetzt.[37]

Weitere Autoren berichten von einer konservativen Therapie bei spontaner Heilung der Rhinoliqorrhö nach einigen Tagen.[63]

Auch bei diesem Thema lässt sich unter den Chirurgen kein Konsens bilden. Festzuhalten ist die Erkenntnis, dass für jeden Patienten individuell, mit Rücksichtnahme der Begleitverletzungen, entschieden werden sollte, ob chirurgisch oder konservativ behandelt wird.

5.4 Grad der Erholung

Der für jeden Patienten poststationär ermittelte *Glasgow Outcome Score* (GOS), beschrieb standardisiert den Grad der Erholung des Patientenkollektivs. Über dieses globale Messsystem ließ sich herauskristallisieren, dass der Grad des GCS (Aufnahme) und Begleitverletzungen die Höhe des GOS bestimmten. Es stellte sich auch heraus, dass Patienten ohne Vorkommnisse wie Rhinoliqorrhö, relativen Begleitverletzungen oder schweren Komplikationen einen besseren Allgemeinzustand erlangten.

Um diese Ergebnisse mit anderen Studien zu vergleichen, wurde die Retrospektive Studie von Splavski et al. (1998) näher betrachtet.

Dort wurden 21 Kriegsopfer, welche unter anderem durch Schießkörper Schädelverletzungen erlitten, analysiert und unter den Gesichtspunkten der Ausweitung von Gehirn und intrakraniellen Verletzungen untersucht. Komplikationen wie etwa Infektionen, Ausfluss von Spinalflüssigkeit, intrakranielle Blutungen, welche die Prognose beeinflussten, wurden zusätzlich in Betracht gezogen. Sieben Patienten verstarben an ihren Verletzungen, drei wiesen einen persistierenden vegetativen Zustand auf, zwei erlitten moderate Behinderungen und zwei weitere rehabilitierten komplett. Alle Individuen wurden chirurgisch behandelt.[64]

Was die Lokalisation der Wunden anging, stellte sich heraus, dass jene mit Verletzungen in der vorderen Schädelbasis ein günstigeres Outcome aufzeigten als diejenigen mit Verletzungen in der mittleren und hinteren Schädelbasis.

Überraschend wurde festgestellt, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Patienten mit und ohne postoperative Komplikationen im Verlauf der Prognose gab.

Auch wenn die Studie mit einer hohen Sterberate assoziiert war (33,3 %) und ein relativ kleiner Patientenstamm untersucht wurde, war die Schlussfolgerung von Splavski et al. (1998), dass das Outcome stark von weiteren klinischen Aspekten beeinflusst wurde.[64]

Selbst wenn sich die Ergebnisse der Studie von Splavski et al. (1998) nicht in allen Aspekten mit der hiesigen Studie decken, lässt sich dennoch schlussfolgern, dass die eigentlichen Schwierigkeiten der Behandlung von Schädelbasisfrakturen, auch in der Langzeitprognose, weitestgehend von den sekundären Begleitverletzungen bzw. Komplikationen abhängen und es somit von großer Bedeutung ist, diese souverän zu behandeln.

Die allgemeine Empfehlung bei zerebrospinalem Ausfluss, Trümmer- oder verschobenen Frakturen, ist die operative Intervention.[22, 65, 66]

Eine Studie von Choi et al. (2012) setzte sich mit diesem Thema kritisch auseinander und analysierte das Outcome der 68 Patienten mit Fraktur der hinteren Wand des Sinus frontalis.[67]

Elf Patienten (19 %) wiesen zerebrospinalen Ausfluss auf. Von 27 Individuen mit Zertrümmerung bzw. verschobener Fraktur der hinteren Wand des Sinus Frontalis wurden 16 (59 %) konservativ und 11 (41 %) chirurgisch behandelt.

Das Ergebnis dieser Studie zeigte, dass bei 96 % der Patienten mit Zertrümmerungs- bzw. verschobenen Frakturen oder bei Patienten mit zerebrospinalen Ausfluss keine Komplikationen durch eine konservative Behandlung entstanden.[67]

Somit belegt diese Untersuchung das Gegenteil der allgemeinen Meinung bezüglich Trümmer- respektive verschobenen Frakturen und stellt heraus, dass auch ein konservatives Management bei Rhinoliquirrhö durchaus angezeigt ist.

Die Konklusion hierbei ist, dass nicht nur die korrekte initiale Untersuchung, sondern auch die Erfahrung und die Zusammenarbeit von Fachärzten beispielsweise in polytraumatischen Fällen entscheidend für den weiteren Therapieverlauf der Patienten sind.

Bezüglich des GOS stellte sich heraus, dass chirurgisch behandelte Patienten drei Monate nach der Therapie einen niedrigeren GOS aufwiesen als jene, die konservativ behandelt wurden.

Zu diesem Ergebnis wird in der Literatur eine sehr aufschlussreiche Studie von Klemenc-Ketis et al. (2011) mit einer gegensätzlichen Intention beschrieben. Bei dieser retrospektiven Arbeit wurde eine konfektionierte Form des *Glasgow Outcome Scale*, und zwar das *Glasgow Outcome Scale Extended* (GOSE) verwendet, die eine detailreichere Variante des GOS darstellt.[57, 68-71]

Unter 60 Individuen mit fortgeschrittenen traumatischen Kopfverletzungen wurde festgestellt, dass Patienten, bei denen eine chirurgische Behandlung vollzogen wurde, einen höheren GOSE, und somit ein besseres Outcome, aufwiesen als jene ohne.[71] Dieser günstige Effekt der chirurgischen Therapie lässt sich auch in weiteren Studien aufzeigen.[72]

Diese Annahme unterscheidet sich stark von der restlichen allgemeinen Meinung.

Da die Studienlage zu rar ist, um eine allgemeine Konsequenz daraus zu ziehen, müsste in Zukunft dieses Gebiet tiefgründiger erforscht werden.

Der GOS-Gruppenvergleich mit dem Alter und der Dauer des Aufenthaltes zeigte, dass Patienten mit einem höheren Alter einen niedrigeren GOS aufzeigten als andere.

Außerdem wurde beobachtet, dass Patienten mit einem längeren stationären Aufenthalt einen niedrigeren GOS aufzeigten, als jene mit kürzerem stationärem Aufenthalt.

Das Durchschnittsalter in dieser Studie zum Zeitpunkt des Traumas lag bei 46,9 Jahren, welches sich mit der Studie von Klemenc-Ketis et al. (2011) vergleichen lässt. Hierbei lag das durchschnittliche Alter bei 49,5 Jahren zum Zeitpunkt der traumatischen Ereignisse.[71] Das Durchschnittsalter lag hierbei höher als bei gegenwärtigen Studien aus Schweden und Australien (31,2 Jahre, 31,4 Jahre).[71, 73, 74]

Auch Klemenc-Ketis et al. (2011) beschrieben eine negative Korrelation des GOSE mit dem Alter der Patienten, welches das hiesige Ergebnis bestätigt.[71] Einen höheren GOSE machten Patienten aus, die chirurgisch behandelt wurden, einen höheren GCS aufzeigten und einem längeren stationären Aufenthalt unterlagen.

Die Aufenthaltsdauer war bei der Studie von Klemenc-Ketic et al. (2011) der bestimmende Faktor für das Outcome der Patienten. Dabei lag die Dauer des Aufenthaltes bei durchschnittlich 20 Tagen, deutlich höher als in der hiesigen Studie, wobei der Mittelwert der Aufenthaltsdauer bei 11,27 lag. Eine weitere Studie zeigte auch eine höhere durchschnittliche Aufenthaltsdauer an.[75]

Untersuchte, die länger als zwölf Tage stationär lagen, hatten durchschnittlich bezüglich des GOSE 3.5 Punkte mehr als jene mit einem geringeren Aufenthalt, was im Gegensatz zu der vorliegenden Studie steht.

Schlussfolgernd zeigt die Studie von Klemenc-Ketis et al. (2011) und die hiesige, dass auch die Aufenthaltsdauer eine wichtige Rolle für das Langzeit Outcome spielen kann. Daher sollte die Entscheidung des behandelnden Arztes über die Dauer des stationären Aufenthaltes gut erwägt werden.

Eine der aussagekräftigsten Studien der Neuzeit zum Thema Outcome und Lebensqualität nach schweren Trauma ist die Untersuchung von Holbrook et al. (1999). Die Studie beinhaltete 1048 Patienten, welche in den Jahren 1993 bis 1996 analysiert wurden.[76]

Die Patientenkohorte wurde zum Zeitpunkt der Entlassung und 6, 12 und 18 Monate danach untersucht. [76]

Das Ergebnis zeigte, dass die Patienten zwölf Monate nach der stationären Entlassung deutliche Defizite in der Lebensqualität aufzeigten. Nur 18 % der Individuen hatten ein Allgemeinbefinden auf Niveau der Normalbevölkerung.[76]

Auch 18 Monate nach stationärer Entlassung hatten 80 % einen unterdurchschnittlichen Allgemeinzustand bemessen an der Normalbevölkerung.

Schlussfolgernd ließ sich in den darauffolgenden 6,12 und 18 Monaten keine wesentlichen Verbesserungen nachweisen.[76]

Weitere Analysen des Patientenkollektivs ergaben, dass bei 10,1 % der Individuen postoperative Komplikationen wie z. B. neurologischen Störungen vorhanden waren und somit eine Einschränkung der Lebensqualität empfunden wurde.[77]

Viel geringer als bei der hiesigen Studie. Demnach entwickelten 30,77 % der Patienten Komplikationen.[77]

Vazquez Mata et al. (1996) zeigten in ihrer Studie vergleichbare Ergebnisse. Dabei wurden Patienten hinsichtlich ihres Outcomes, ihrer Wiederaufnahme der Erwerbstätigkeit und ihrer Lebensqualität ein und zwei Jahre nach Trauma untersucht.[78]

Es resultierten zwar Verbesserungen der Patientenkohorte zwischen dem ersten und zweiten Jahr nach Trauma, dennoch lag die Lebensqualität noch unterhalb des Zustandes vor dem traumatischen Ereignis.[78]

Der Traumapatient zeichnete vor dem Unfall eine maximale sozioökonomische Produktivität aus. Er wies davor eine Lebensqualität auf höchstem Niveau auf. 96 % der Individuen waren vor dem Trauma voll beruflich integriert. Die Arbeitsquote lag posttraumatisch nur noch bei 57 %.[78]

Auch wenn ein Langzeit-Outcome aufgrund einer mangelnden Response Rate in dieser Studie nicht realisierbar war, ist dies ein wichtig zu thematisierender Bestandteil, da nur Langzeitergebnisse eine vollständige Konsequenz hinsichtlich des korrekten Behandlungsablaufs erlauben.

6. Schlussfolgerung

Abschließend muss erwähnt werden, dass die vorliegende Studie einigen Limitationen unterliegt. Ein Aspekt ist der retrospektive Charakter dieser Arbeit. Da eine prospektive Beurteilung durch einen unzureichenden Informationsfluss nicht möglich war, lassen sich Langzeitergebnisse nicht darstellen und beurteilen. Ein anderer Faktor ist die relativ kleine Studienpopulation, die es nicht zulässt, die beschriebenen Erkenntnisse zu verallgemeinern.

Diese Gegebenheiten beschränken das Potenzial gewisse Kausalitäten zu erfassen.

Basierend auf den hiesigen Studienergebnissen lassen sich die wichtigsten Erkenntnisse folgend zusammenfassen:

De facto zeigte die binäre Regressionsanalyse, dass die Art der Behandlung stark von dem GCS abhängig war. Patienten, deren GCS initial hoch war, wurden mit einer hohen Wahrscheinlichkeit konservativ behandelt, jene mit einem niedrigen GCS daher chirurgisch.

Ein ähnliches Ergebnismuster stellte sich bei der Analyse der Rhinoliqorrhö und den Komplikationen in Korrelation zum GCS heraus.

Daher bestimmte die Höhe des initialen GCS, ob es einen Liquorausfluss gab oder nicht. Je höher der GCS initial ermittelt wurde, desto geringer war die Wahrscheinlichkeit für den Patienten eine Rhinoliqorrhö zu erleiden.

Weniger Wahrscheinlich war auch das Auftreten von Komplikationen und schwerwiegenden Komplikationen mit einem initial hohem GCS.

Die lineare Regressionsanalyse ließ einen Zusammenhang zwischen dem GCS bei Aufnahme, den Begleitverletzungen und dem Alter in Korrelation zum GOS zu.

Daher wurde festgestellt, dass je höher der initiale GCS war, desto höher auch der GOS drei Monate poststationär.

Das Alter bei stationärer Entlassung beeinflusste den GOS in dem Ausmaß, dass je älter die Patienten waren, desto geringer der GOS ausfiel.

Auch die Patientenkohorte mit erweisbaren relevanten Begleitverletzungen wies mit hoher Wahrscheinlichkeit einen niedrigeren GOS auf als jene ohne.

Die Hoffnung, eine elementare Korrelation der einzelnen Frakturtypen sowohl mit dem GSC als auch mit dem GOS festzustellen, hat sich nicht bestätigt. Auch wenn die Mittelwerte des Frakturtyps A deutlich höher waren als die der Gruppe B und C, konnte kein signifikantes Ergebnis gesichert werden.

Als Konsequenz daraus kommt künftigen Studien die Aufgabe zu, diese Frakturtyp-Aufteilung mit möglicherweise anderen Einschlusskriterien, wie etwa die präzisere Analyse mit der GOSE Begutachtung, genauer zu untersuchen, um gegebenenfalls mehr Kausalitäten begreifbar zu machen.

Außerdem bleibt die Frage offen, ob zwischen dem Austritt von Liquor und dem Ausgang des Traumas tatsächlich ein kausaler Zusammenhang besteht. Es kann diesbezüglich keine fundierte Aussage getroffen werden, da die Größe der Studienpopulation nicht hinreichend ist und keine prospektiven Ergebnisse darstellbar sind. Daher sollte auch dies Gegenstand zukünftiger Studien sein.

7. Literaturverzeichnis

1. Dützmann, S., *Basics Neurochirurgie*. 2014, Elsevier GmbH, Urban&Fischer Verlag, München: München.
2. Rocchi, G., et al., *Craniofacial trauma in adolescents: incidence, etiology, and prevention*. *J Trauma*, 2007. **62**(2): p. 404-9.
3. Servadei, F., et al., *Descriptive epidemiology of head injury in Romagna and Trentino. Comparison between two geographically different Italian regions*. *Neuroepidemiology*, 2002. **21**(6): p. 297-304.
4. W.Arnold, U.G., C.B Lumenta, J.Haase, C. Di Rocco, J.J.A.Mooij,, *Neurosurgery*, ed. U.G. W.Arnold. 2011, Heidelberg: Springer Verlag.
5. Rickels, E., K. von Wild, and P. Wenzlaff, *Head injury in Germany: A population-based prospective study on epidemiology, causes, treatment and outcome of all degrees of head-injury severity in two distinct areas*. *Brain Inj*, 2010. **24**(12): p. 1491-504.
6. Kraus, J.F., C. Peek-Asa, and D. McArthur, *The independent effect of gender on outcomes following traumatic brain injury: a preliminary investigation*. *Neurosurg Focus*, 2000. **8**(1): p. e5.
7. Corral, L., et al., *Improvement in GOS and GOSE scores 6 and 12 months after severe traumatic brain injury*. *Brain Inj*, 2007. **21**(12): p. 1225-31.
8. Zhu, X.L., et al., *Does intensive rehabilitation improve the functional outcome of patients with traumatic brain injury (TBI)? A randomized controlled trial*. *Brain Inj*, 2007. **21**(7): p. 681-90.
9. Sorbo, A., et al., *Outcome after severe brain damage, what makes the difference?* *Brain Inj*, 2005. **19**(7): p. 493-503.
10. J.Piek, *Schädel-Hirn-Trauma*. Notfall & Rettungsmedizin, 2002.
11. Baugnon, K.L. and P.A. Hudgins, *Skull base fractures and their complications*. *Neuroimaging Clin N Am*, 2014. **24**(3): p. 439-65, vii-viii.
12. Wani, A.A., et al., *Skull base fractures: An institutional experience with review of literature*. *The Indian Journal of Neurotrauma*, 2013. **10**(2): p. 120-126.
13. Strong, E.B., *Frontal Sinus Fractures: Current Concepts*. *Cranio-maxillofac Trauma Reconstr*, 2009. **2**(3): p. 161-75.
14. Stammberger, H.R. and D.W. Kennedy, *Paranasal sinuses:anatomic terminology and nomenclature*. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*, 1995. **167**: p. 7-16.
15. Eisenberg, H.M., et al., *Initial CT findings in 753 patients with severe head injury. A report from the NIH Traumatic Coma Data Bank*. *J Neurosurg*, 1990. **73**(5): p. 688-98.
16. Connor, S.E., et al., *Computed tomography pseudofractures of the mid face and skull base*. *Clin Radiol*, 2005. **60**(12): p. 1268-79.
17. Manson, P.N., et al., *Frontobasal fractures: anatomical classification and clinical significance*. *Plast Reconstr Surg*, 2009. **124**(6): p. 2096-106.
18. Madhusudan, G., et al., *Nomenclature of frontobasal trauma: a new clinicoradiographic classification*. *Plast Reconstr Surg*, 2006. **117**(7): p. 2382-8.
19. Piccirilli, M., et al., *Anterior cranial fossa traumas: clinical value, surgical indications, and results-a retrospective study on a series of 223 patients*. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2012. **73**(4): p. 265-72.
20. Dalla Torre, D., et al., *Management of frontal sinus fractures – Treatment decision based on metric dislocation extent*. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2014. **42**(7): p. 1515-1519.

21. Buitrago-Tellez, C.H., et al., *A comprehensive classification of craniofacial fractures: postmortem and clinical studies with two- and three-dimensional computed tomography*. *Injury*, 2002. **33**(8): p. 651-68.
22. Gerbino, G., et al., *Analysis of 158 frontal sinus fractures: current surgical management and complications*. *J Craniomaxillofac Surg*, 2000. **28**(3): p. 133-9.
23. Ioannides, C., et al., *Fractures of the frontal sinus: a rationale of treatment*. *Br J Plast Surg*, 1993. **46**(3): p. 208-14.
24. Lee, T.T., et al., *Early combined management of frontal sinus and orbital and facial fractures*. *J Trauma*, 1998. **44**(4): p. 665-9.
25. Rohrich, R.J. and L.H. Hollier, *Management of frontal sinus fractures. Changing concepts*. *Clin Plast Surg*, 1992. **19**(1): p. 219-32.
26. Wilson, B.C., et al., *Comparison of complications following frontal sinus fractures managed with exploration with or without obliteration over 10 years*. *Laryngoscope*, 1988. **98**(5): p. 516-20.
27. Aarabi, B. and L.G. Leibrock, *Neurosurgical approaches to cerebrospinal fluid rhinorrhea*. *Ear Nose Throat J*, 1992. **71**(7): p. 300-5.
28. Ziu, M., J.G. Savage, and D.F. Jimenez, *Diagnosis and treatment of cerebrospinal fluid rhinorrhea following accidental traumatic anterior skull base fractures*. *Neurosurg Focus*, 2012. **32**(6): p. E3.
29. Eljamel, M.S. and P.M. Foy, *Acute traumatic CSF fistulae: the risk of intracranial infection*. *Br J Neurosurg*, 1990. **4**(5): p. 381-5.
30. Yilmazlar, S., et al., *Cerebrospinal fluid leakage complicating skull base fractures: analysis of 81 cases*. *Neurosurg Rev*, 2006. **29**(1): p. 64-71.
31. Ratilal, B.O., et al., *Antibiotic prophylaxis for preventing meningitis in patients with basilar skull fractures*. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015. **4**: p. CD004884.
32. Wax, M.K., et al., *Contemporary management of cerebrospinal fluid rhinorrhea*. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1997. **116**(4): p. 442-9.
33. Schlosser, R.J. and W.E. Bolger, *Nasal cerebrospinal fluid leaks: critical review and surgical considerations*. *Laryngoscope*, 2004. **114**(2): p. 255-65.
34. Mincy, J.E., *Posttraumatic cerebrospinal fluid fistula of the frontal fossa*. *J Trauma*, 1966. **6**(5): p. 618-22.
35. Bell, R.B., et al., *Management of cerebrospinal fluid leak associated with craniomaxillofacial trauma*. *J Oral Maxillofac Surg*, 2004. **62**(6): p. 676-84.
36. Savva, A., M.J. Taylor, and C.W. Beatty, *Management of cerebrospinal fluid leaks involving the temporal bone: report on 92 patients*. *Laryngoscope*, 2003. **113**(1): p. 50-6.
37. Rocchi, G., et al., *Severe craniofacial fractures with frontobasal involvement and cerebrospinal fluid fistula: indications for surgical repair*. *Surg Neurol*, 2005. **63**(6): p. 559-63; discussion 563-4.
38. Scholsem, M., et al., *Surgical management of anterior cranial base fractures with cerebrospinal fluid fistulae: a single-institution experience*. *Neurosurgery*, 2008. **62**(2): p. 463-9; discussion 469-71.
39. Villalobos, T., et al., *Antibiotic prophylaxis after basilar skull fractures: a meta-analysis*. *Clin Infect Dis*, 1998. **27**(2): p. 364-9.
40. Ratilal, B.O., et al., *Antibiotic prophylaxis for preventing meningitis in patients with basilar skull fractures*. *Cochrane Database Syst Rev*, 2011(8): p. CD004884.
41. Jimenez, D.F., S. Sundrani, and C.M. Barone, *Posttraumatic anosmia in craniofacial trauma*. *J Craniomaxillofac Trauma*, 1997. **3**(1): p. 8-15.

42. Singman, E.L., et al., *Indirect traumatic optic neuropathy*. Mil Med Res, 2016. **3**: p. 2.
43. Levin, L.A., et al., *The treatment of traumatic optic neuropathy: the International Optic Nerve Trauma Study*. Ophthalmology, 1999. **106**(7): p. 1268-77.
44. Ochalski, P.G., et al., *Fractures of the clivus: a contemporary series in the computed tomography era*. Neurosurgery, 2009. **65**(6): p. 1063-9; discussion 1069.
45. Krier, C. and D. Weingart, *[Management of frontobasal fractures: an interdisciplinary challenge]*. Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther, 1997. **32**(2): p. 69-71.
46. Raveh, J., et al., *The subcranial approach for fronto-orbital and anteroposterior skull-base tumors*. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 1993. **119**(4): p. 385-93.
47. Raveh, J. and T. Vuillemin, *The surgical one-stage management of combined cranio-maxillo-facial and frontobasal fractures. Advantages of the subcranial approach in 374 cases*. J Craniomaxillofac Surg, 1988. **16**(4): p. 160-72.
48. Raveh, J., T. Vuillemin, and F. Sutter, *Subcranial management of 395 combined frontobasal-midface fractures*. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 1988. **114**(10): p. 1114-22.
49. Caroli, E., et al., *Management of the entered frontal sinus*. Neurosurg Rev, 2004. **27**(4): p. 286-8.
50. Donath, A. and R. Sindwani, *Frontal sinus cranialization using the pericranial flap: an added layer of protection*. Laryngoscope, 2006. **116**(9): p. 1585-8.
51. Salottolo, K., et al., *The effect of age on Glasgow Coma Scale score in patients with traumatic brain injury*. JAMA Surg, 2014. **149**(7): p. 727-34.
52. Teasdale, G. and B. Jennett, *Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale*. Lancet, 1974. **2**(7872): p. 81-4.
53. Sternbach, G.L., *The Glasgow coma scale*. J Emerg Med, 2000. **19**(1): p. 67-71.
54. Teasdale, G. and B. Jennett, *Assessment and prognosis of coma after head injury*. Acta Neurochir (Wien), 1976. **34**(1-4): p. 45-55.
55. Jennett, B. and G. Teasdale, *Aspects of coma after severe head injury*. Lancet, 1977. **1**(8017): p. 878-81.
56. Pettigrew, L.E., J.T. Wilson, and G.M. Teasdale, *Assessing disability after head injury: improved use of the Glasgow Outcome Scale*. J Neurosurg, 1998. **89**(6): p. 939-43.
57. Jennett, B. and M. Bond, *Assessment of outcome after severe brain damage*. Lancet, 1975. **1**(7905): p. 480-4.
58. Teasdale, G.M., et al., *A universal subarachnoid hemorrhage scale: report of a committee of the World Federation of Neurosurgical Societies*. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1988. **51**(11): p. 1457.
59. Katzen, J.T., et al., *Craniofacial and skull base trauma*. J Trauma, 2003. **54**(5): p. 1026-34.
60. Asano, T., et al., *Fractures of the floor of the anterior cranial fossa*. J Trauma, 1995. **39**(4): p. 702-6.
61. Meares, S., et al., *Identifying posttraumatic amnesia in individuals with a Glasgow Coma Scale of 15 after mild traumatic brain injury*. Arch Phys Med Rehabil, 2015. **96**(5): p. 956-9.
62. Yavuzer, R., et al., *Management of frontal sinus fractures*. Plast Reconstr Surg, 2005. **115**(6): p. 79e-93e; discussion 94e-95e.
63. Talamonti, G., et al., *"High risk" anterior basal skull fractures. Surgical treatment of 64 consecutive cases*. J Neurosurg Sci, 1995. **39**(3): p. 191-7.

64. Splavski, B., et al., *Early surgery and other indicators influencing the outcome of war missile skull base injuries*. Surg Neurol, 1998. **50**(3): p. 194-9.
65. Gossman, D.G., S.M. Archer, and O. Arosarena, *Management of frontal sinus fractures: a review of 96 cases*. Laryngoscope, 2006. **116**(8): p. 1357-62.
66. Day, T.A., et al., *Management of frontal sinus fractures with posterior table involvement: a retrospective study*. J Craniomaxillofac Trauma, 1998. **4**(3): p. 6-9.
67. Choi, M., et al., *A 10-year review of frontal sinus fractures: clinical outcomes of conservative management of posterior table fractures*. Plast Reconstr Surg, 2012. **130**(2): p. 399-406.
68. Teasdale, G.M., et al., *Analyzing outcome of treatment of severe head injury: a review and update on advancing the use of the Glasgow Outcome Scale*. J Neurotrauma, 1998. **15**(8): p. 587-97.
69. Wilson, J.T., L.E. Pettigrew, and G.M. Teasdale, *Structured interviews for the Glasgow Outcome Scale and the extended Glasgow Outcome Scale: guidelines for their use*. J Neurotrauma, 1998. **15**(8): p. 573-85.
70. Wilson, J.T., et al., *Observer variation in the assessment of outcome in traumatic brain injury: experience from a multicenter, international randomized clinical trial*. Neurosurgery, 2007. **61**(1): p. 123-8; discussion 128-9.
71. Klemenc-Ketis, Z., et al., *Outcome predictors of Glasgow Outcome Scale score in patients with severe traumatic brain injury*. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 2011. **17**(6): p. 509-15.
72. Howard, J.L., et al., *Outcome after decompressive craniectomy for the treatment of severe traumatic brain injury*. J Trauma, 2008. **65**(2): p. 380-5; discussion 385-6.
73. Andelic, N., et al., *Functional outcome and health-related quality of life 10 years after moderate-to-severe traumatic brain injury*. Acta Neurol Scand, 2009. **120**(1): p. 16-23.
74. Ponsford, J., K. Draper, and M. Schonberger, *Functional outcome 10 years after traumatic brain injury: its relationship with demographic, injury severity, and cognitive and emotional status*. J Int Neuropsychol Soc, 2008. **14**(2): p. 233-42.
75. von Elm, E., et al., *Severe traumatic brain injury in Switzerland - feasibility and first results of a cohort study*. Swiss Med Wkly, 2008. **138**(23-24): p. 327-34.
76. Holbrook, T.L., et al., *Outcome after major trauma: 12-month and 18-month follow-up results from the Trauma Recovery Project*. J Trauma, 1999. **46**(5): p. 765-71; discussion 771-3.
77. Holbrook, T.L., D.B. Hoyt, and J.P. Anderson, *The impact of major in-hospital complications on functional outcome and quality of life after trauma*. J Trauma, 2001. **50**(1): p. 91-5.
78. Vazquez Mata, G., et al., *Analysis of quality of life in polytraumatized patients two years after discharge from an intensive care unit*. J Trauma, 1996. **41**(2): p. 326-32.

Danksagung:

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Doktorvater, der mir viel Geduld entgegenbrachte und mit seinen wertvollen Ratschlägen das Gelingen dieser Arbeit unterstützte. Ferner ist es mir eine Ehre bei ihm promovieren zu dürfen.

Ein großer Dank gilt aber auch meinen Geschwistern Matthias-Nazier,- Nilofar,- Maryam und Alexander-Farid Chaled, die mir stets zur Seite standen und mich seelisch motivierten.

Zudem möchte ich mich herzlich bei meinen Freunden für all die Motivation und Inspiration bedanken, mit der sie mich in den letzten Jahren begleitet haben. Speziell möchte ich Frau Dr. Minola Berger erwähnen, die sich immer die Zeit genommen hat, um mir Anstöße und Ratschläge zu geben.

Das letzte Wort gilt meiner geliebten Mutter Fereba Chaled, die 5 erfolgreiche Kinder erzogen und sich allzeit aufopfernd um Ihre große Familie gekümmert hat.

Vielen Dank für alles!

Eidesstattliche Versicherung

Ich, Herr David Chaled, versichere an Eides statt, dass die vorliegende Dissertation von mir selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe unter Beachtung der „Grundsätze zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“ erstellt worden ist.

Düsseldorf, der 29 Juni 2017

Unterschrift