



Fakultät für Medizin

Retrospektive Evaluation der operativen Therapie von Frontobasisfrakturen – Erfassung der Morbidität und Mortalität dieser Operation direkt postoperativ und im Langzeitverlauf

Sidonie Schwab-Möritz

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr. Jürgen Schlegel

Prüfende/-r der Dissertation:

1. Priv.-Doz. Dr. Jens Gempt

2. Priv.-Doz. Dr. Dr. Jochen Weitz

Die Dissertation wurde am 09.06.2020 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 03.11.2020 angenommen.



Meiner Familie gewidmet.

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	7
Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis.....	10
<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>11</b>
1.1 Schädel-Hirn-Trauma .....	11
1.2 Hintergrund der Studie .....	12
1.3 Klassifikationen der Frontobasisfrakturen.....	14
1.4 Ätiologie .....	15
1.5 Pathogenese.....	16
1.6 Symptomatik .....	16
1.7 Diagnostik.....	18
1.8 Indikationen für eine Frontobasisdeckung .....	18
1.9 Operationsmethoden .....	20
1.10 Komplikationen.....	26
1.11 Fragestellung.....	28
<b>2. MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>29</b>
2.1 Kollektiv.....	29
2.2 Bildgebung .....	29
2.3 Klinik – präoperativ .....	30
2.4 OP-Verfahren und Behandlung.....	31
2.5 Klinik – postoperativ.....	31
2.6 Langzeitverlauf .....	31
<b>3. ERGEBNISSE .....</b>	<b>33</b>
3.1 Patienten.....	33
3.1.1 Geschlecht und Alter .....	33
3.1.3 Voroperationen.....	35
3.1.5 Alkohol- und Drogenabusus.....	36
3.1.7 Frakturen .....	38
3.1.8 Einteilung nach Escher .....	40

3.1.9 Präoperative Befunde .....	41
3.1.10 Behandlung.....	43
3.3 Langzeit Outcome .....	46
3.3.1 Weitere Operationen .....	47
3.3.2 Langzeitkomplikationen .....	47
3.3.2.1 Langzeitkomplikationen bezogen auf GCS .....	48
3.3.3 Kosmetische Zufriedenheit .....	48
3.3.4 Depressionen.....	49
3.3.5 Glasgow Outcome Scale .....	50
3.3.5.1 GOS bezogen auf die Einteilung nach Escher.....	50
3.3.5.2 GOS bezogen auf ein- bzw. beidseitige Fraktur.....	51
3.3.5.3 GOS bezogen auf die Ätiologie .....	51
3.3.5.4 GOS bezogen auf GCS .....	52
3.3.5.5 GOS bezogen auf Pneumocephalus und Liquorrhoe.....	52
3.3.5.6 GOS bezogen auf den Einsatz von Drainagen.....	53
3.3.5.7 GOS bezogen auf Liquorfisteln und Blutungen .....	53
3.3.5.8 GOS bezogen auf den Operationszeitpunkt .....	53
3.3.5.9 GOS bezogen auf die spezifische Deckung.....	53
3.3.5.10 GOS bezogen auf operativen Zugang.....	53
3.3.5.11 GOS bezogen auf das Patientenalter .....	54
3.3.6 Mini-Mental-Status-Test.....	55
3.3.7 Bereuen .....	55
<b>4 DISKUSSION .....</b>	<b>56</b>
4.1 Patientenkollektiv .....	56
4.1.1 Geschlecht und Alter .....	56
4.1.2 Ätiologie des Frontobasisdefekts .....	56
4.1.3 Einteilung nach Escher .....	57
4.1.4 Präoperative Befunde .....	57
4.2 Postoperatives Outcome.....	58
4.3 Langzeit Outcome .....	59
4.3.1 Weitere Operationen .....	59
4.3.2 Langzeitkomplikationen.....	60

4.3.3 Depressionen.....	61
4.3.4 Glasgow Outcome Scale .....	61
4.3.4.1 GOS bezogen auf GCS .....	62
4.3.4.2 GOS bezogen auf ein- bzw. beidseitige Fraktur .....	62
4.3.4.3 GOS bezogen auf die Einteilung nach Escher.....	62
4.3.4.4 GOS bezogen auf Pneumocephalus und Liquorrhoe.....	62
4.3.4.5 GOS bezogen auf den Operationszeitpunkt .....	63
4.3.4.6 GOS bezogen auf die spezifische Deckung.....	63
4.3.5 Mini-Mental-Status-Test.....	64
4.3.6 Bereuen .....	65
4.4 Fragestellung .....	65
4.5 Problematiken der Studie.....	68
<b>5. ANHANG .....</b>	<b>72</b>
5.1 Eidesstaatliche Erklärung .....	68
5.2 Modifizierter MMSE-Test: Telefonische Version.....	68
<b>6. LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>78</b>

## Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
Bzw.	Beziehungsweise
CH	Chirurgie
CT	Computertomographie
EK	Erkrankung
EVD	Externe Ventrikeldrainage
Evt.	Eventuell
GCS	Glasgow Coma Scale
Ggf.	Gegebenenfalls
GF-einschr.	Gesichtsfeld-Einschränkungen
GOS	Glasgow Outcome Scale
Hirnerg. PS	Hirnorganisches Psychosyndrom
HNO	Hals-Nasen-Ohren
M.	Musculus
MER	Muskeleigenreflexe
MKG	Mund-Kiefer-Gesichts
mm	Millimeter
MMST	Mini-Mental-State-Test
MRT	Magnetresonanztomographie
N.	Nervus
NCH	Neurochirurgie
Nn.	Nervi
PPI	Protonenpumpeninhibitoren
PTBS	posttraumatische Belastungsstörung
R.	Ramus
SD	Standardabweichung
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
Tab.	Tabelle
u.ä.	und ähnliches
UCH	Unfallchirurgie
VCH	Viszeralchirurgie

VP	ventrikuloperitoneal
z.B.	zum Beispiel
Z.n.	Zustand nach

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1 Klassifikation der Frontobasisfrakturen nach Escher.....	14
Abb. 1.2 Operative Zugänge .....	22
Abb. 1.3 Zugang zur Frontobasis .....	22
Abb. 1.4 Präparation .....	24
Abb. 1.5 Deckung der Frontobasis.....	25
Abb. 3.1 Übersicht der Vorerkrankungen.....	33
Abb. 3.2 Voroperationen.....	35
Abb. 3.3 Häufigste Dauermedikation .....	36
Abb. 3.4 Ätiologie .....	37
Abb. 3.5 Häufigste Frakturen.....	39
Abb. 3.6 Mittelgesichtsfrakturen .....	39
Abb. 3.7 Einteilung der Frakturen nach Escher .....	40
Abb. 3.8 Patienten im Langzeitverlauf .....	46
Abb. 3.9 Kosmetisches Ergebnis .....	49
Abb. 3.10 GOS-Verteilung.....	50
Abb. 3.11 Langzeit-Outcome bezogen auf die Escher-Einteilung.....	51
Abb. 3.12 GOS bezogen auf Ätiologie .....	52
Abb. 3.13 GOS bezogen auf den operativen Zugang .....	54

## Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1 Übersicht der Verteilung nach Escher .....	40
Tab. 3.2 Übersicht der präoperativen Defizite .....	42
Tab. 3.3 Übersicht der postoperativen Defizite.....	45
Tab. 3.4 Vergleich von postoperativen mit präoperativen Defiziten.....	45
Tab. 3.5 Übersicht der Interviewteilnehmer .....	46
Tab. 3.6 Defizite im Langzeitverlauf .....	47
Tab. 4.1 Übersicht der Langzeitkomplikationen.....	60

# 1. EINLEITUNG

## 1.1 Schädel-Hirn-Trauma

Jährlich erleiden in Deutschland 273.000 Personen ein Schädel-Hirn-Trauma (Heyn, 2006). Dies bezeichnet eine Verletzung des Gehirns durch äußere Gewalteinwirkung. Meist geht das Schädel-Hirn-Trauma mit Verletzungen der Weichteile, der knöchernen Strukturen und/oder der Halswirbelsäule einher. Sind im Rahmen eines solchen Traumas sowohl die vordere Schädelbasis, als auch Teile des Nasennebenhöhlensystems bzw. der Orbita betroffen, spricht man von einer frontobasalen Fraktur. Ist durch eine penetrierende Kopfverletzung auch die Dura verletzt, entsteht eine Verbindung zwischen Schädelinnerem und -äußerem. Dies bezeichnet man dann als offenes Schädel-Hirn-Trauma und kann Ursache aufsteigender Infektionen, wie einer Meningitis sein. (Scherer, 2015)

Da die Ursachen für Schädel-Hirn-Traumata vor allem Unfälle im häuslichen Umfeld, Verkehrs, Arbeits- und Sportunfälle sind, betrifft es vor allem junge Patienten mit hoher Alltagsaktivität. So bilden Schädel-Hirn-Verletzungen die häufigste Todesursache bei Menschen bis zum 40. Lebensjahr, wobei Männer dreimal häufiger betroffen sind als Frauen. (Firsching, 2009)

Den überwiegenden Teil der Schädel-Hirn-Traumata macht jedoch die leichte Form aus. Lediglich bei 3% liegt ein mittelschweres, bzw. bei 5% ein schweres Schädel-Hirn-Trauma vor. (Scherer, 2015)

Bildgebend lässt sich gerade bei den Patienten mit mittelschwerem oder schwerem Trauma häufig ein epidurales oder subdurales Hämatom, Kontusionsblutungen, Hirnödeme oder eine Kombination dieser Verletzungsmuster finden. Pathophysiologisch kann man bei einem Schädel-Hirn-Trauma primäre und sekundäre Hirnschäden unterscheiden. Der primäre Schaden entsteht direkt bei der Gewalteinwirkung auf das Hirnparenchym. Beispielsweise rufen bei Hochgeschwindigkeitstraumata die Beschleunigungskräfte eher oberflächliche Läsionen hervor, wie Kontusionen oder Blutungen. Rotationsbewegungen betreffen eher die tieferen Bereiche, also vor allem die weiße Substanz des Gehirns. Hier kann es zu einem diffusen Axonschaden kommen, was vor allem im Bereich der Mittelhirnbahnen, der Kerngebiete und des Hirnstamms schwerwiegende Folgen

haben kann. Die sekundären Hirnschäden sind Folge des initialen Traumas und entwickeln sich innerhalb von Minuten bis Wochen. Sie stellen pathophysiologische Abläufe als Reaktion auf das Trauma dar. Beispiele hierfür sind Hirnödeme oder Liquoraufstau und ein daraus resultierender Anstieg des Hirndrucks, sowie Hypoxie im Gewebe. (Stubbe, 2012) (Büttner, 2018)

Auch die Erholung von einem Schädel-Hirn-Trauma und die langfristige neurologische Prognose hängt von diesen Faktoren ab. Daher ist unter anderem die Kontrolle des intrazerebralen Drucks ein wichtiges Therapieziel. Eine Drucksenkung bzw. die Minimierung der Hirnschädigung durch die Reduzierung des Hirnstoffwechsels kann beispielsweise durch Osmotherapeutika, Hyperventilation oder Hypothermie erreicht werden. (Stubbe, 2012)

Neurochirurgisch kann die Druckentlastung beispielsweise über eine externe Ventrikeldrainage erreicht werden. Sie dient nicht nur der offenen Messung des intrakraniellen Drucks, sondern auch der Liquorableitung. Dies ermöglicht die Verkleinerung des Ventrikelvolumens und damit die Senkung des Hirndrucks. (Samandouras, 2010)

Vor allem bei diffusen und großflächigen Verletzungen des Gehirns, kann eine Entlastungskraniektomie nötig werden. Diese schafft einen neuen Reserveraum für die Hirnschwellung und senkt dadurch den Hirndruck. (Stubbe, 2012)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Schädel-Hirn-Trauma eine verhältnismäßig häufige Verletzung ist und mit schwerwiegenden Symptomen und Langzeitfolgen verbunden sein kann, welche eine komplexe Behandlung benötigt.

## 1.2 Hintergrund der Studie

In der folgenden Arbeit soll das Thema der frontobasalen Frakturen und ihrer adäquaten Behandlung untersucht werden. Klassischerweise tritt eine solche Fraktur als Folge eines Schädel-Hirn-Traumas auf und zeichnet sich durch einen Bruch der vorderen Schädelbasis und Teilen des Nasennebenhöhlensystems und/oder des Orbitadachs aus. Frontobasisfrakturen treten häufig gemeinsam mit Frakturen des Mittelgesichts auf, nicht nur wegen der engen topographischen Beziehung der knöchernen Strukturen, sondern auch wegen ihrer pathophysiologischen Verflechtung. Demnach verlaufen die Vektoren der Hauptspannungen des

Mittelgesichts auf die Schädelbasis zu. Da die Dura hier zwar fest angeheftet ist, es sich aber gleichzeitig um filigrane Knochenelemente handelt, ist die Gefahr des Auftretens von Liquorfisteln erhöht. Speziell vertikale Krafteinwirkungen führen hier zu Frontobasisverletzungen. (Rasse, 2014)

Die besondere Gefahr dieser Frakturen besteht darin, dass durch den Bruch eine Liquorfistel, also eine offene Verbindung zwischen der potentiell infektiösen Schleimhaut der Nasennebenhöhlen und dem Gehirn entstehen kann (Litschel et. al., 2015, Firsching, 2005). Dies ermöglicht Keimen bzw. einer Infektion auf das Gehirn überzugreifen, das sonst durch die Dura und knöchernen Strukturen vor dem Infektionsherd geschützt wird. Wenn erst einmal derartige Keime ins Gehirn gelangen, kann dies für den Patienten mit schweren Komplikationen verbunden sein. So sind vor allem die Meningitis, aber auch die Enzephalitis oder Hirnabszesse, gefährliche Komplikationen. (Dimitrijevic, 2014) (Litschel et. al., 2015) Da diese oftmals jedoch nicht gleichzeitig mit dem Trauma auftreten, sondern manchmal auch erst Jahre später, stellen sie zudem auch schwerwiegende Langzeitkomplikationen dar. Ursache hierfür können unter anderem eine beeinträchtigte Drainage aus dem erhaltenen Sinus frontalis sein, unvollständig repositionierte oder freie Knochenfragmente, sowie eine verletzte Mukosa. Darüber hinaus kann auch ein unvollständig verschlossener Sinus oder eine inadäquate chirurgische Rekonstruktion mit alloplastischem Material solche Konsequenzen hervorrufen. (Dimitrijevic et. al., 2014) So können Liquorfisteln, die sich nach dem Trauma temporär wieder verschlossen haben, nicht selten noch nach Jahren bis Jahrzehnten wiedereröffnen und in Folge zu einem Liquorausfluss oder gar zu einer Meningitis führen. Wodurch wiederum für den Patienten irreversible kognitive und weitere neurologische Defizite entstehen können. (Hertel, 2012) Angesichts dieser Tatsache müssen im Behandlungsplan auch speziell die Langzeitkomplikationen berücksichtigt werden, um einen Therapieerfolg zu erreichen und das Risiko von möglicherweise entstehenden Defiziten und Symptomen zu minimieren.

### 1.3 Klassifikationen der Frontobasisfrakturen

Eine übliche Klassifikation der verschiedenen Frontobasisfrakturen, wurde 1973 von Escher aufgestellt. Er berücksichtigte hierbei nicht nur die Lokalisation der Fraktur, sondern auch deren Verlauf, welche hier schematisch in Abbildung 1.1 aufgezeigt werden.

- Escher Typ I: hohe Frontobasisfraktur – Hier bezieht sich die Gewalteinwirkung auf den oberen Bereich des Os frontale, so dass die Fraktur von oben in die Nasennebenhöhlen ziehen kann.
- Escher Typ II: mittlere Frontobasisfraktur – Die Gewalt wirkt auf die Stirn-Nasenwurzel-Region ein, wodurch Lamina cribrosa, Christa galli und das Siebbeindach betroffen sein können.
- Escher Typ III: tiefe Frontobasisfraktur – Sie zeichnet sich durch eine Beteiligung des Mittelgesichts aus, was sogar zum Gesichtsschädelabriss führen kann.
- Escher Typ IV: lateroorbitale Fraktur – Die Gewalteinwirkung kommt von der Seite. Betroffen sein können das Orbitadach und die temporale Schädelkalotte mit Einbeziehung der Stirnhöhle. (Baierlein, 2011) (Durst, 1997)

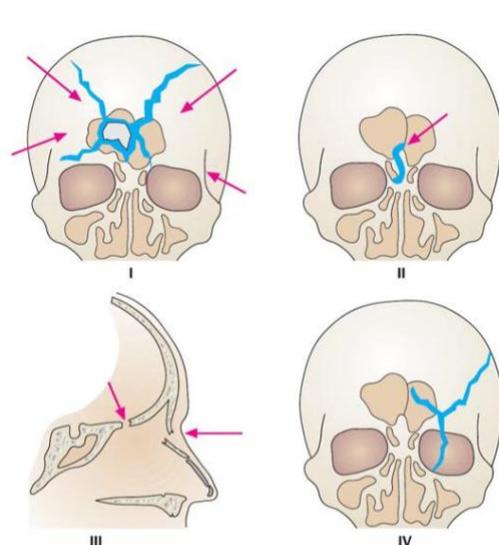


Abb. 1.1 Klassifikation der Frontobasisfrakturen nach Escher

(Arnold, 2005)

Neben der Einteilung nach Escher kann man die Frontobasisfrakturen auch anatomisch nach ihrer betroffenen Region einteilen. Hier finden sich fünf Kategorien: (Reiß, 2009)

1. Stirnhöhlenhinterwand
2. Vorderes Siebbein / Lamina cribrosa
3. Hinteres Siebbein
4. Keilbeinhöhle
5. Orbitadach

## 1.4 Ätiologie

Eine der typischen Ätiologien der Frontobasisfraktur ist das akute Trauma. Dies wird meist hervorgerufen durch Verkehrs- und Arbeitsunfälle, Sportverletzungen, Rohheitsdelikte und Stürze. Seltener Traumata sind Pfählungs- oder Schussverletzungen.

Eine weitere Ursache können Traumata, hervorgerufen durch iatrogene Verletzungen bei vorangegangene Operationen, sein. Hierbei kann es sich beispielsweise um Tumorsektionen in diesem Bereich oder verschiedene HNO-Operationen handeln.

Doch nicht nur das akute Trauma, sondern auch eine unzureichende Behandlung von einem lang zurückliegenden Schädel-Hirn-Trauma, können Ursache eines Frontobasisdefekts sein. Dabei kann die Verletzung zum Beispiel nie richtig verheilt sein, sodass diese offene Verbindung zum Gehirn für rezidivierende Meningitiden sorgt. Diese wiederum können osteomyelitische Prozesse in Gang setzen und den Defekt verschlimmern. Hierbei besteht die Gefahr, dass die Osteomyelitis auf die Kalotte übergreift oder bei einem Durchbruch durch die Stirnhöhlenhinterwand wiederum besagte offene Verbindung zwischen intrakraniellm Raum und Stirnhöhle schafft. Aber nicht nur entzündliche Prozesse, sondern auch ein Tumor kann den Knochen und die Dura infiltrieren und zerstören. (Moskopp, 2005)

## 1.5 Pathogenese

Grundsätzlich lassen sich verschiedene Brüche im Bereich der Frontobasis unterscheiden. Zum einen gibt es die Biegungsbrüche, bei denen die Gewalteinwirkung auf eine kleine Fläche begrenzt ist. Hier entsteht eine Knochenimpression als Trümmer- oder Lochbruch. Dabei breiten sich die Frakturlinien direkt von der Traumastelle aus. (Reiß, 2009)

Darüber hinaus können sogenannte Berstungsbrüche auftreten. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass die Gewalt auf eine verhältnismäßig breite Fläche des Knochens oder indirekt auftritt. Als Folge kann es zu elastischen Verformungen des Schädels kommen, wodurch in Bereichen des Schädels, in denen der Knochen dünn ist, eine Aussprengung stattfinden kann. Dies bedeutet, dass die Knochenaussprengung nicht direkt am Ort der Gewalteinwirkung liegt, sondern an den Stellen des Schädels, die sich physiologisch durch einen dünnen Knochen auszeichnen. (Reiß, 2009) (Gratzl et. al. 2013)

## 1.6 Symptomatik

Der Symptomatik des Patienten kommt klinisch eine sehr große Bedeutung zu, da sie ein sehr guter Indikator für die Schwere des Traumas ist (Solai CA, 2018). Die Leitsymptome einer Frontobasisfraktur lassen sich in klinisch unsichere und sichere Zeichen unterteilen. Klinisch unsichere Zeichen sind Brillenhämatome, Weichteilschwellungen, Ödeme, Hämatome, Hyposmie/Anosmie, Lidemphysem, Protrusio bulbi, Blutungen aus Nase und Mund und evt. Platzwunden auf der Stirn. Klinisch sichere Zeichen einer frontobasalen Fraktur mit gleichzeitiger Durazerreiung umfassen eine Rhinoliqorrhoe, einen Pneumocephalus oder eine Frühmeningitis, die innerhalb weniger Stunden bis Tage auftritt. (Reiß, 2009) (Bonkowsky, 2001)

Darüber hinaus können Sensibilitätsstörungen durch Läsion der Äste des N. trigeminus auftreten. Die einzelnen Ausfälle erlauben es, Rückschlüsse auf die Lokalisation der Fraktur zu ziehen. (Rasse, 2014)

Des Weiteren kann es auch zu motorischen Ausfällen an den Augenmuskeln kommen. Dies geschieht hauptsächlich durch eine Verletzung an der Fissura orbitalis superior, weswegen im CT besonders auf eine Stufenbildung in diesem Bereich zu achten ist. Bei einer Verletzung des N. oculomotorius leidet der Patient unter einer Ptosis des Oberlids, einer Mydriasis und einer Akkomodationsstörung, sowie Doppelbildern. Auch eine Abduzens- oder Trochlearisparese äußert sich durch Doppelbilder. Durch Verletzung des Canalis opticus, Bulbustraumen sowie Frakturfragmente oder Fremdkörper außerhalb des Kanals, kann es außerdem noch zu Visuseinschränkungen bis hin zum Visusverlust kommen. Dies ist besonders bei Patienten mit Pfählungsverletzungen zu beachten. (Rasse, 2014)

Eine Hyposmie bzw. Anosmie, die zu den klinisch unsicheren Zeichen gehört, tritt bei Verletzungen der Frontobasis häufig auf. Dies geschieht durch einen traumatischen Abriss der Fila olfactoria im Bereich der Lamina cribrosa des Os ethmoidale oder des gesamten N. olfactorius. (Bockhorn, 1993)

Eines der wichtigsten klinischen Zeichen ist die Rhinoliqorrhoe, auf die im Folgenden noch genauer eingegangen werden soll. Bei Frontobasisfrakturen kann es sowohl zu einer Rhino- als auch zu einer Otoliquorrhoe kommen. Erstere ist jedoch deutlich häufiger, da die Dura speziell am Übergang von Stirnhöhle zu Siebbein besonders leicht reißt. Grund hierfür ist, dass der Knochen an dieser Stelle besonders dünn ist und zu Splitterungen neigt. (Bonkowsky, 2001)

Bei einer Otoliquorrhoe hingegen tritt der Liquor über das Ohr bzw. den Meatus acusticus externus aus und ist Resultat einer Felsenbeinfraktur. (Schick, 2009)

Eine Liquorrhoe kann sowohl initial auftreten, als auch erst einige Monate nach dem Trauma. Sie entsteht durch Verletzung der Dura mater und Arachnoidea, wodurch Liquor aus dem Subarachnoidalraum austreten kann. Der Liquor kann sowohl direkt in die Nasenhaupthöhle, als auch indirekt über die Nasennebenhöhlen abfließen. (Rasse, 2014)

Darüber hinaus können Schädelfrakturen im Allgemeinen mit schwerwiegenden intrakraniellen Blutungen einhergehen. Hierbei kann es sich um epidurale, subdurale oder subarachnoidale Blutungen handeln.

Die Epiduralblutung ist meist Folge einer Ruptur der A. meningea media oder in seltenen Fällen des venösen Sinus. Sie tritt typischerweise bei Schädel-Hirn-Trauma

auf und zeichnet sich durch ein sogenanntes freies Intervall aus. Hierbei zeigt der Patient zunächst eine Besserung der neurologischen Symptome. Anschließend kommt es jedoch zu einer rapiden Verschlechterung mit möglichem Übergang zum Koma. (Firsching, 2005)

Ein Subduralhämatom hingegen kann sowohl akut als auch chronisch auftreten. Während das chronische vor allem bei älteren Patienten nach leichten Traumata unter Therapie durch Blutgerinnungshemmer auftritt, entsteht das akute durch Schädel-Hirn-Trauma mit Hirnkontusionen. Ursache für die Blutung ist eine Verletzung der Brückenvenen zwischen der Dura mater und der Arachnoidea mater. (Solai et. al., 2018) (Firsching, 2005)

## 1.7 Diagnostik

Diagnostisch wird bei Verdacht auf eine Frontobasisfraktur standardmäßig ein axiales, sagittales und koronares Dünnschicht-CT (1mm) durchgeführt. Hierbei wird eine 3D-Rekonstruktion durchgeführt, die im Anschluss auch die OP-Planung erleichtern soll. Bei der Computertomographie wird auf Frakturspalte und -dislokationen, Blutspiegel in den Sinus oder Unterblutungen der Schleimhäute geachtet, da diese ein indirekter Nachweis einer Fraktur sein können. (Rasse, 2014) Sollte im CT eine Frontobasisfraktur in Kombination mit intrakraniellen Luftansammlungen nachgewiesen werden, kann von einem Duradefekt ausgegangen werden (Greenberg, 2010).

Bei Verdacht auf Liquorrhoe sollte zum Nachweis das austretende Sekret zunächst gesammelt werden und labordiagnostisch eine nephelometrische Bestimmung des beta-Trace-Proteins durchgeführt werden. Da es sich hierbei um ein schnelles und nicht invasives Verfahren handelt, und Patienten mit unbehandelter Liquorrhoe ein signifikantes Risiko für die Entwicklung einer bakteriellen Meningitis tragen, hat diese Untersuchung eine hohe klinische Relevanz. (Petereit et. al., 2007)

## 1.8 Indikationen für eine Frontobasisdeckung

Die Indikationen eines operativen Vorgehens werden derzeit nach wie vor diskutiert. Es gibt derzeit keine allgemeingültigen Leitlinien, sondern Behandlungsempfehlungen, die aus empirischen Studien oder klinischen Erfahrungswerten

stammen. Die Entscheidung zwischen konservativem und operativem Vorgehen, sowie der genaue Zeitpunkt des Eingriffs wird in Absprache von Neurochirurgie und Intensivmedizin anhand der Schwere des Traumas und der vorliegenden Symptomatik des Patienten sowie der Narkosefähigkeit bestimmt.

Nicht-dislozierten Frakturen der Stirnhöhlevorderwand steht man allgemein zunächst mit abwartender Haltung gegenüber. Die Operation der Stirnhöhlenhinterwand wird jedoch kontrovers diskutiert. So vertreten einige Autoren die Meinung, dass bei einer Dislokation von wenigen Millimetern oder bei einer sich spontan verschließenden Liquorfistel keine Indikation für einen chirurgischen Eingriff besteht. Andere Autoren widersprechen dem jedoch vehement. (Greenberg, 2010)

Operationspflicht besteht bei denjenigen Verletzungen der äußeren Hirnoberfläche bzw. der vorderen Schädelgrube, bei denen der Schädel durchbrochen ist und damit das Gehirn offen freiliegt. Andernfalls besteht ein nicht abschätzbares Risiko einer späteren Meningitis. Die Deckung sollte dann mit aufgeschobener Dringlichkeit, also nicht direkt posttraumatisch durchgeführt werden, damit sich das geschwollene Hirnparenchym zunächst von dem Trauma erholen kann. (Firsching, 2005)

Auch bei Impressionsfrakturen um mehr als die Kalottendicke ist davon auszugehen, dass die Dura verletzt ist. Hier sollte auch operiert werden, wenn noch kein Liquorfluss vorliegt, da der Riss der Dura zunächst verlegt sein kann, oder der Liquor anstelle der Nase den Rachen hinunterläuft. (Firsching, 2005)

Bei vielen geschlossenen Impressionsfrakturen kann man jedoch auch konservativ vorgehen, wenn intrakraniell keine größeren Läsionen vorliegen und die Fraktur keine größeren kosmetischen Deformitäten schafft (Bierbrauer, 2006).

Bei Impressionsfrakturen, die direkt über einem größeren venösen Sinus liegen, sollte eine konservative Behandlung, wenn möglich, bevorzugt werden, da die Eröffnung des Sinus mit unabsehbaren Folgen verbunden sein kann (Greenberg, 2010).

Bei Schädelbasisbrüchen ist häufig auch ein konservatives Vorgehen möglich. Jedoch sollten die Patienten streng überwacht werden, um eine Liquorfistel oder Fazialispareesen rechtzeitig festzustellen. Diese Komplikationen können auch noch

bis zu zwei Wochen nach dem Trauma auftreten. Bei Liquorfisteln, die sich weder von selbst noch durch konservative Therapie mit Hochlagerung des Kopfes und lumbaler Liquordrainage wiederverschließen, ist ein operativer Verschluss in jedem Fall indiziert. (Tatagiba, 2005)

## 1.9 Operationsmethoden

In der Regel wird die Operation durch den Neurochirurgen durchgeführt. Da bei den Patienten jedoch häufig Mittelgesichtsfrakturen bzw. die Nase mit Nasennebenhöhlen betroffen ist, werden die Patienten oft interdisziplinär behandelt und gemeinsame Operationen durchgeführt.

Bei frontobasalen Verletzungen ist das Ziel der Operation einen liquordichten Wiederverschluss der Dura herzustellen. Dabei wird der Duradefekt durch ein gestieltes Transplantat, wie einen Galeaperiost-Lappen, oder alternativ durch ein freies Transplantat (z.B.: alloplastisch aus Kunststoff, autologe Faszie, Galea-Periost, Perikard) gedeckt. Das Transplantat der Wahl wird während der Operation fortlaufend aufgenäht und zusätzlich mit Fibrinkleber befestigt. Insbesondere bei größeren Defekten der Frontobasis und bei schwierigem Implantatlager z.B. durch entzündliche Veränderungen, Voroperationen oder Z.n. Radiatio, bietet sich die Verwendung eines Galea-Periostlappens mit oder auch ohne Knochentransplantat an. (Hoffmann et. al., 2013) (Schneider, 2007) (Grundmann, 2004)

Hierbei wird in der Regel ein Bügelschnitt durchgeführt, um den Sinus frontalis freizulegen. Im Anschluss kann dann der Galea-Periostlappen, dessen arterielle Versorgung von der A. supraorbitalis übernommen wird, aus der Stirnlappeninnenseite anatomisch dargestellt und freipräpariert werden. Danach kann dann ggf. mittels der „Calvarian Split“ Technik aus der Lamina interna der Kalotte ein Knochentransplantat gewonnen werden. (Hoffmann et. al., 2014)

Die Frontobasisdeckung wird je nach Lokalisation der Fraktur durch einen unilateralen oder bifrontalen Zugang durchgeführt. Hierbei ist darauf zu achten, nah an der Schädelbasis zu arbeiten, eine großzügige Darstellung des Duradefekts durchzuführen und das Pericranium sowie die Hirnnervenäste zu schonen. (Aarabi et. al., 2006)

So stellen sich dem Chirurgen unterschiedliche Zugangswege und Schnittführungen zur Verfügung, welche hier in Abbildung 1.2 und Abbildung 1.3 dargestellt werden.

In bestimmten Fällen kann die Deckung auch über einen transnasal-transsphenoidal mikrochirurgischen Ansatz gelöst werden (s. Abbildung 1.3, Punkt 4). Da dieser Zugangsweg als minimalinvasiv gilt und mit einer besonders guten Prognose assoziiert ist, sollte insbesondere bei Kinder versucht werden diesen anzuwenden. (Quon et. al., 2019)

Darüber hinaus können als Zugang auch bestehende Wunden benutzt werden. Auch der transfrontal-extradurale Zugang (s. Abbildung 1.3, Punkt 2) über den Bügelschnitt, sowie wie der frontoorbitale Zugang nach Kilian (s. Abbildung 1.3, Punkt 1 bzw. Abbildung 1.2, Punkt 1) werden gelegentlich angewandt und ermöglichen die gleichzeitige Versorgung der Orbita. (Firsching, 2005)

Wobei der bifrontale Ansatz häufig die bessere Wahl ist, um den Boden der vorderen Schädelgrube darzustellen, das Debridement vorzunehmen und eine großflächige Deckung durchzuführen. (Sekhar, 2006b) Bei vielen Frontobasisfrakturen bei denen das vordere Ethmoid bzw. die Lamina cribrosa betroffen sind, gestaltet es sich als sehr schwierig den N. olfactorius zu retten. (Aarabi et. al., 2006)

Die Darstellung des Duradefekts kann sowohl intra- als auch extradural durchgeführt werden (s. Abbildung 1.3, Punkt 2 und 3). In der Literatur wird gelegentlich empfohlen, falls notwendig eine Lumbaldrainage und Mannitol zu verwenden, um reichlich Platz zu schaffen, wodurch der Frontallappen ohne Kontusionen zu verursachen, angehoben werden kann. Bei einem extraduralen Ansatz wird die Dura vom Schädel abpräpariert bis der Defekt erreicht ist. Dieser wird dann durch wasserdichte Duranähte bzw. Galeaperiost verschlossen. Bei älteren Patienten empfiehlt sich eine intradurale Darstellung und Reparatur, da die Dura hier sehr viel stärker an der Schädelwand haftet. Im Anschluss wird die Naht noch durch Fibrinkleber fixiert und der zuvor präparierte Galea-Lappen in der gesamten Fossa frontalis ausgelegt. (Aarabi et. al., 2006)

Für die Deckung der Frontobasis eröffnen sich dem Chirurgen mehrere Möglichkeiten für einen operativen Zugang.

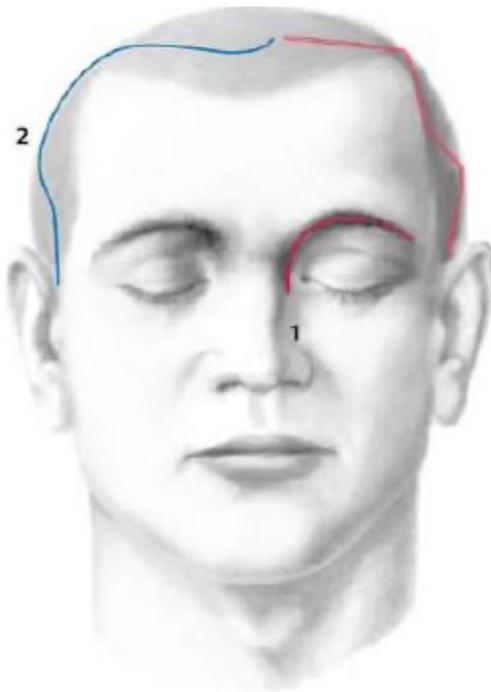


Abb. 1.2 Operative Zugänge (Rasse, 2014)

1. Frontoorbitaler Zugang
2. Koronarer Zugang

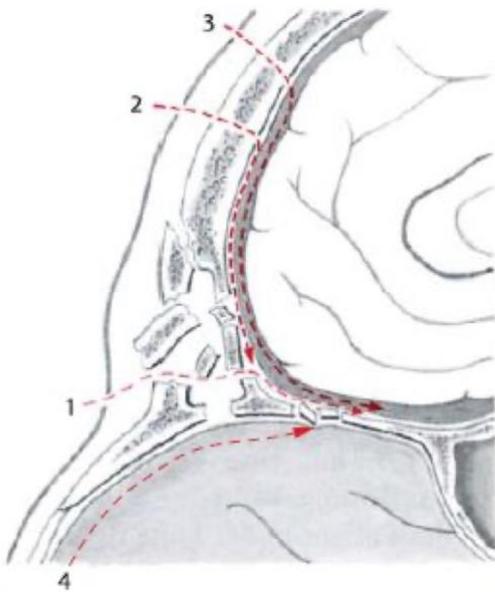


Abb. 1.3 Zugang zur Frontobasis (Rasse, 2014)

1. Transfazialer, frontoorbitaler Zugang
2. Transfrontaler, extraduraler Zugang
3. Transfrontaler, intraduraler Zugang
4. Transnasal, transthemoidal

Eine Option ist der fronto-orbitale Zugang (s. Abbildung 1.2, Punkt 1), welcher jedoch nur noch selten verwendet wird. Hierbei können offene Frakturen oder Wunden

gering erweitert werden und als Zugang benutzt werden. Vorteil dieses Zugangs ist die gute Übersicht über Stirnhöhle, Schädelbasis, mediale Orbitawand und Orbitadach. Deutlicher Nachteil ist jedoch, dass die Inzisionen im faltenfreien Gesicht deutliche Narben hinterlassen. (Rasse, 2014)

Eine weitere Möglichkeit ist der koronare Zugang (s. Abbildung 1.2, Punkt 2). Hierbei verläuft die Inzision von der Helix hinter dem R. frontalis der A. temporalis superficialis über den Scheitel bis zur Gegenseite. Sie erfolgt durch den M. temporoparietalis bis auf die Fascia superficialis des M. temporalis bzw. kranial bis auf das Periost. Davon ausgehend wird etwa fingerbreit nach ventral über dem Supraorbitalrand präpariert. Im Anschluss wird die oberflächliche Temporalisfaszie durchtrennt (s. Abbildung 1.4, Punkt a). Der Schnitt verläuft dann von kaudal dorsal über der Ohrmuschel nach kranial anterior und biegt dann etwa fingerbreit über die Orbita nach dorsal ab. Der Schnitt verläuft dann weiter über den Rand des Temporalismuskels nach dorsal und über den Scheitel zur Gegenseite. Als nächster Schritt erfolgt die Hebung des präparierten Periostlappens (s. Abbildung 1.4, Punkt b), der nun ventral gestielt vorliegt und stets feucht gehalten werden sollte. Seitlich werden außerdem noch die Orbitaländer mit den Nn. frontales subfaszial präpariert. Dadurch ist eine Inspektion der Orbitawand von kaudal möglich und/oder eine Exponierung der medialen und lateralen Orbitawand. (Rasse, 2014)

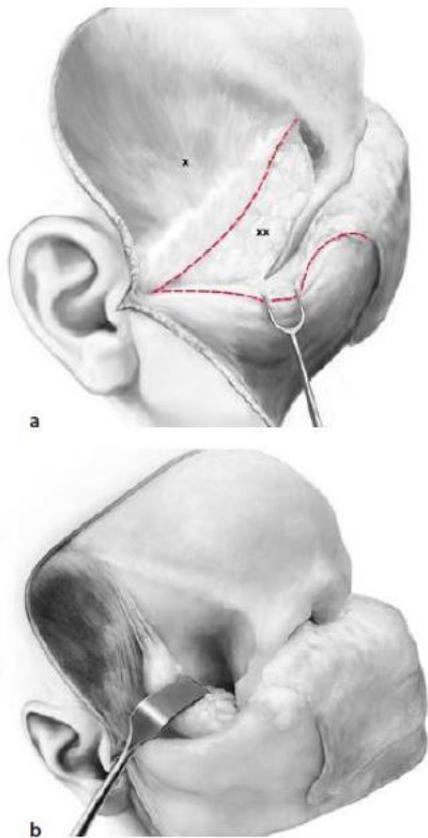


Abb. 1.4 Präparation (Rasse, 2014)

- a. Koronare Inzision. Abheben der Galea sowie des Periosts. Ablösung des M. temporalis.  
X = Fascia temporalis, XX = subfasziales Fettgewebe
- b. Subperiostale Präparation der Orbitawände

Vorteil dieses Zugangs ist, dass durch das subfasziale Vorgehen die Stirnäste des N. facialis geschont werden können. Außerdem verschafft der koronare Zugang dem Operateur einen guten Überblick über den Stirnbereich, sowie die mediale und laterale Orbitawand. Das Operationsgeschehen kann aus dieser Perspektive gut überblickt werden und ein intrakranielles Vorgehen kann verhältnismäßig einfach angeschlossen werden. Der koronare Zugang ermöglicht darüber hinaus auch eine unkomplizierte Vorbereitung eines großen ventral oder lateral gestielten Periostlappens, was die Deckung von Duradefekten vereinfacht. (Rasse, 2014)

Über einen frontoorbitalen oder koronaren Zugang können Fragmente des Sinus frontalis reponiert werden. Sollten diese Fragmente verkeilt sein, kann das Setzen eines Bohrlochs die Elevation ermöglichen. Bei Verdacht auf Hinterwandfraktur ist die intraoperative Inspektion des Sinus frontalis erforderlich. Hier kann durch Entfernung von Knochenfragmenten auch die Dura mater mitbeurteilt und ein potentieller Defekt behandelt werden. Alternativ kann die hinter dem Sinus frontalis liegende Dura auch beurteilt werden, indem man mittels Kraniotomie das Stirnbein

abhebt. Hierbei werden mehrere Löcher im Bereich der Keilbeinflügel, paramedian der Sutura sagittalis und paramedian supraorbital gebohrt. Bei der Kraniotomie sollte der Operateur stets darauf achten, den Sinus sagittalis nicht zu verletzen. (Rasse, 2014)

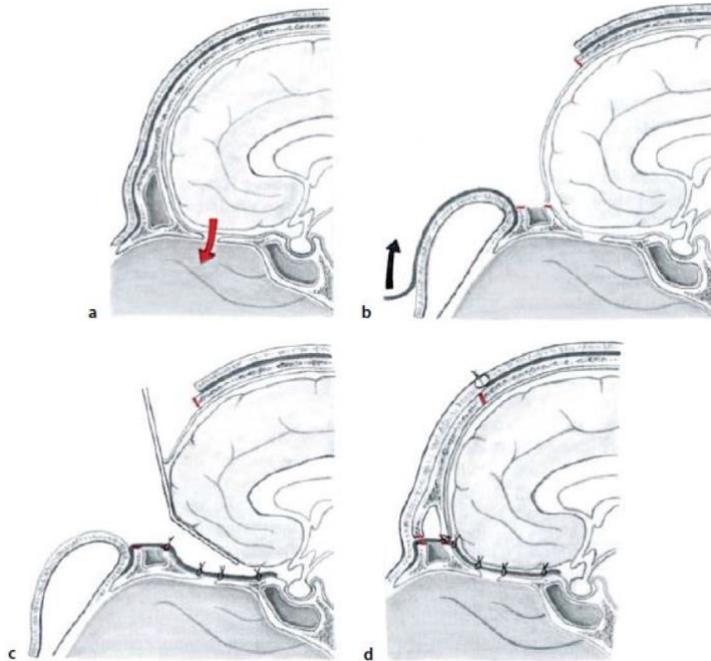


Abb. 1.5 Deckung der Frontobasis (Rasse, 2014)

- a. Dura-Knochen-Defekt
- b. Entnahme Knochendeckel, Eröffnung der Stirnhöhle, Inzision der Dura
- c. Abheben des Frontallappens, Annahit des Galea-Periost-Lappens an Schädelbasis
- d. Reposition des Frontalhirns, Einsetzen des Knochendeckels

Nun kann die Duraverletzung wie in Abbildung 1.5 beschrieben behandelt werden. So entnimmt man zuerst den Dura-Knochen-Defekt, eröffnet die Stirnhöhle und führt eine schlitzförmige Inzision der Dura durch. Nach Abheben des Frontallappens kann nun die Deckung mittels Galea-Periost-Lappen erfolgen. Dabei näht man den Lappen an der Schädelbasis fest. Anschließend wird das Frontalhirn vorsichtig repositioniert und der Knochendeckel wiedereingesetzt.

Im Anschluss erfolgt die Osteosynthese. Hierbei werden die Fragmente über ein Plattenosteosynthesystem reponiert. Alternativ kann auch ein Titangitter verwendet werden. Sofern möglich, sollte kein Fragment verworfen, sondern für die Rekonstruktion verwendet werden. Sollte der Patient einen schweren Defekt haben, der durch reguläre Knochenersatzmaterialien nicht behandelt werden kann, wird im Vorfeld ein Implantat angefertigt. Die Fremdmaterialien erfordern generell eine vaskularisierte Abdeckung, da sie keinen Kontakt zum belüfteten

Nasennebenhöhlensystem haben dürfen, sonst kann es hier zu Infektionen kommen. (Rasse, 2014) (König, 2018)

Eine weitere Möglichkeit die Frontobasisdeckung durchzuführen ist über den endonasalen Zugang. Dies bietet sich vor allem bei begrenzten Defekten im Siebbeindach, im Keilbeinhöhlerdach oder der Lamina cribrosa an. Dieser Zugang wird ebenfalls bei iatrogenen Verletzungen nach Operation im Bereich der Nasennebenhöhlen verwendet. Zunächst wird der Duradefekt mittels Mikroskop oder Endoskop dargestellt und die Stelle von Knochensplintern und Schleimhautresten befreit. Im Anschluss wird die Dura durch ein Tellermesser von der Innenseite der Schädelbasis vorsichtig angehoben und mit einem Stück Faszie, meist Fascia lata, abgedeckt. Gemäß der sogenannten „Under-lay“ Technik wird die Faszie unter die Knochenränder geschoben und mit Fibrinkleber fixiert. Alternativ kann, vor allem bei kleineren Defekten, auch die Temporalisfaszie verwendet werden. Anschließend wird aus der unteren oder mittleren Nasenmuschel ein Schleimhautlappen gewonnen, der nun auf dem abgedeckten Duradefekt mittels Fibrinkleber befestigt wird. (Welkoborsky, 2001)

Bei ausgedehnten und/oder beidseitigen Stirnhöhlenfrakturen, Trümmerfrakturen der medialen und lateralen Frontobasis, Frakturen des Orbitadachs und ausgedehnten Escher Typ I, III und IV Frakturen, sollte der extradurale transfrontale Zugang mittels bitemporalem Bügelschnitt gewählt werden. (Bonkowsky, 2001) (Gratzl et. al., 2013).

## 1.10 Komplikationen

Bei Frontobasisfrakturen können sowohl Früh- als auch Spät komplikationen auftreten.

Zu den typischen Frühkomplikationen zählen:

- Meningitis durch Infektion mit Pneumokokken, Streptokokken, Staphylokokken, Meningokokken oder gramnegativen Bakterien. Als Folge von entzündlichen intrakraniellen Prozessen können Hirnabszesse auftreten, die dann meist im Frontallappen lokalisiert sind.
- Intrakranielle Blutungen und Hämatome

- Orbitale Komplikationen (Einblutungen in Orbitatrichter, Hämatome, Ödeme, Knochenfragmente im Opticuskanal mit Kompression oder mechanischer Schädigung des Nervens, auf die Orbita übergreifende Sinusitiden mit Periostitis, subperiostalem Abszess und/oder Orbitaphlegmonen, Orbitaspitzensyndrom)
- Riechstörungen bis hin zur Anosmie
- Sensibilitätsstörungen
- Hirnnervenpareesen

Als Spätkomplikationen zählen diejenigen Komplikationen, die später als drei bis vier Wochen nach dem Trauma auftreten. Hier können auftreten:

- Spätmeningitis
- Rezidivierende Liquorrhoe durch Nekrose der eingelegten Faszie oder einer primär übersehenen Liquorfistel
- Intrakranielle Spätabszesse
- Geruchs- und Geschmacksstörungen
- Mukozelen
- Chronische Cephalgien
- Zerebrale Krampfanfälle
- Kosmetisch störende Narbenbildung
- Stirnbeinosteomyelitis

(Welkoborsky, 2001), (Greenberg, 2010)

## 1.11 Fragestellung

Bei der Behandlung von Frontobasisfrakturen gibt es in der Literatur noch einige Streitpunkte. Zum einen wird über die genauen Indikationen einer Frontobasisdeckung diskutiert. So empfehlen einige Autoren einen Frontobasisdefekt nur bei manifester Liquorfistel zu decken und ansonsten konservativ zu behandeln. Andere wiederum raten zu einer prophylaktischen Deckung, unabhängig vom Vorliegen einer Liquorrhoe.

Zum anderen ist auch der genaue Zeitpunkt des Eingriffs umstritten. Während einige Autoren ein sofortiges Vorgehen bevorzugen, um das Infektionsrisiko zu minimieren, tendieren andere Autoren zu einem späteren Eingriff, etwas zwei Wochen nach Trauma, um dem Gehirn Zeit zum Abschwellen zu geben.

Ein weiterer Diskussionspunkt ist die Antibiotikaprophylaxe, die sich in einigen Studien als durchaus sinnvoll bewiesen hat, wohin gegen andere Studien keinen Nutzen nachweisen konnten.

Im Klinikum rechts der Isar wurden bei den Patienten nicht nur bei Nachweis einer Liquorfistel, sondern auch bei Frakturachweis ohne Liquorrhoe eine Frontobasisdeckung vorgenommen. Zudem erhielten sie während der Operation eine Single-Shot-Antibiotika-Prophylaxe.

In der folgenden Arbeit soll untersucht werden, welche Komplikationen die Patienten durch dieses Vorgehen erhielten und welchen Einfluss die Operation auf das Langzeit-Outcome der Patienten hatte. Im Vergleich mit den aus der Literatur vorliegenden Daten unterschiedlicher Behandlungsmethoden, möchten wir analysieren, ob eine chirurgische Deckung des Frontobasisdefekts statt einem konservativen Vorgehen mit mehr Vor- oder Nachteilen für den Patienten verbunden ist.

Die Durchführung der vorliegenden Studie wurde unter der Antragsnummer 400/14 von der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Technischen Universität München unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Schmidt bewilligt.

## 2. MATERIAL UND METHODEN

### 2.1 Kollektiv

Aus den Archiven der Abteilung für Neurochirurgie des Klinikums rechts der Isar, Universitätskrankenhaus der Technischen Universität München, wurden diejenigen Patienten ermittelt, die zwischen April 2007 und Juli 2014 durch eine Frontobasisdeckung behandelt wurden

### 2.2 Bildgebung

Bei allen Patienten wurde standardmäßig eine präoperative Dünnschicht-Computertomographie mit einer Schichtdicke von 1mm angefertigt. Abhängig von der Ätiologie (Tumor, Infektion, Trauma) wurde zusätzlich ein MRT gemacht. Da bei den meisten Patienten ein akutes Trauma zu Grunde lag, zeichnete sich die Mehrheit des Patientenguts durch einen frakturbedingten Defekt der Frontobasis aus. Daher wurden die verschiedenen Frontobasisfrakturen in Abhängigkeit von Frakturverlauf und –lokalisierung in die vier unterschiedlichen Typen nach Escher eingeteilt. (Escher, 1969, Probst et.al., 2008)

1. Typ 1: ausgedehnte Frontobasisfraktur (meist Stirnhöhlenhinterwand)
2. Typ 2: lokalisierte Frontobasisfraktur (Lamina cribrosa, Crista galli, hinteres Siebbein, Keilbeinhöhle)
3. Typ 3: Frontobasisfraktur mit Gesichtsschädelabriss (Le Fort III Fraktur)
4. Typ 4: frontoorbitale Frontobasisfraktur (ausstrahlend in Orbita)  
(Reiß, 2009)

Des Weiteren wurden die Patienten mit Mittelgesichtsfrakturen anhand ihrer Bruchlinien nach Le Fort eingeteilt. Hier gibt es drei verschiedene Typen:

1. Le Fort I: Die Bruchlinie zieht quer durch die Maxilla oberhalb des harten Gaumens: Abriss des Oberkiefers unter Verletzung der Integrität der Kieferhöhle; sog. Unterer Querbruch

2. Le Fort II: Die Bruchlinie zieht quer über Nasenwurzel, Ossa ethmoidalia Ossa maxilaria und Ossa zygomatica. Die Integrität der Orbita wird bei diesem sog. Pyramidenbruch zerstört
3. Le Fort III: Der Gesichtsschädel wird von der Schädelbasis abgerissen. Die Hauptbruchlinie zieht durch die Orbitae, es können zusätzlich noch Siebbeine, Stirnhöhlen, Keilbeinhöhlen und Jochbeine mit betroffen sein.  
(Le Fort 1972, Schünke et. al., 2012)

Die Einteilung nach Escher und nach Le Fort erfolgte durch eigene Auswertung der CT-Befunde. Das CT wurde sowohl in axialer, sagittaler als auch in koronarer Schichtung durchgeführt, was heute als Standardverfahren bei Schädel-Hirn-Traumata gilt. Darüber hinaus ermöglicht es, Lufteinschlüsse, intrazerebrale Blutungen oder Fremdkörper zu erkennen. (Welkoborsky, 2001)

### 2.3 Klinik – präoperativ

Neben der Frakturart wurde außerdem die Unfallursache bzw. nicht traumatisch-bedingte Indikationen erfasst, sowie der Glasgow Coma Scale bei Einlieferung. Der GCS setzt sich aus verschiedenen neurologischen Befunden (Augen öffnen, beste motorische Antwort, beste verbale Antwort) zusammen und kann bereits zum Untersuchungszeitpunkt eine erste Prognose ermöglichen. Anhand des GCS nach Teasdale und Jennett (1976) kann man das Trauma in drei Grade einteilen. Man unterscheidet anhand der Punktzahl, ob ein leichtes (14-15 Punkte), mittelschweres (9-13 Punkte) oder schweres Trauma (3-8 Punkte) vorliegt.

Außerdem wurden präoperativ alle vom Patienten gezeigten neurologischen Defizite dokumentiert. Des Weiteren wurde untersucht, wie viele Patienten unter einer Liquorfistel litten. Dies geschah mit Hilfe des immunologischen Nachweises von Beta-2-Transferrin, was ebenfalls das Standardverfahren zum Nachweis einer Rhinoliqorrhoe bzw. Otoliquorrhoe ist. (Ernst et.al., 2004)

## 2.4 OP-Verfahren und Behandlung

Anhand der Akten wurde ermittelt, welche und wie viele Patienten eine einseitige oder beidseitige Frontobasisdeckung erhielten. Darüber hinaus wurde untersucht, wie viel Zeit zwischen Trauma und Operationsdatum verstrichen ist. Auch die Operationstechnik wurde untersucht, z.B. welcher operative Zugang benutzt wurde und mit welcher Technik die Dura versorgt wurde. Zudem wurde dokumentiert, welche Patienten prä- oder postoperativ eine externe Ventrikeldrainage oder eine Lumbaldrainage erhielten. Auch der Einsatz von Antibiotika wurde dokumentiert.

## 2.5 Klinik – postoperativ

Des Weiteren wurden die postoperativen Defizite, die die Patienten noch oder zusätzlich zeigten, erfasst. Neben neurologischen Symptomen wie Sensibilitätsstörungen oder Anosmien wurde auch auf Komplikationen wie Blutungen, Liquorlecks, Krampfanfälle oder Hirnödeme untersucht.

## 2.6 Langzeitverlauf

Neben der Auswertung der Patientenakten und der Analyse der Computertomographien war es möglich mit einem Teil der Patienten ein telefonisches Interview durchzuführen. Hierbei sollten primär mögliche Langzeitkomplikationen untersucht werden. So wurden die Patienten nach anschließend nötigen Operationen befragt. Außerdem wurde erhoben, ob sie eine der typischen Komplikationen wie Meningitis, Encephalitis, chronische Sinusitis, eine Mucocele, eine Pyocele, ein sudurales Emyem oder einen Hirnabszess entwickelt haben. Auch die Entwicklung der postoperativen neurologischen Defizite wurde abgefragt, um eine Verbesserung oder Verschlechterung der Patientensituation aufzudecken.

Darüber hinaus wurden die Patienten befragt, in wie fern sie mit dem kosmetischen Ergebnis der Operation zufrieden waren. Dies wurde mittels einer Skala von 1 (sehr zufrieden) bis 5 (sehr unzufrieden) bestimmt.

Auch der psychische Zustand der Patienten mit möglichen postoperativen oder im Langzeitverlauf aufgetretenen Depressionen wurde erfragt. Zudem wurde erhoben, ob die Patienten den Eingriff bereuten und wenn ja aus welchen Gründen.

Um eine Erholung der Patienten nach Hirnschädigung zu untersuchen, wurde der Glasgow Outcome Scale benutzt, der erstmals 1975 Jennett und Bond aufgestellt wurde. Dieser besteht aus fünf Kategorien:

1. Tod – ohne Wiedererlangen des Bewusstseins nach Hirnläsion
2. Apallisches Syndrom (Coma vigile, vegetative state) – nicht ansprechbarer Patient, geöffnete Augen, vegetative Funktionen intakt
3. Schwere Behinderung – Patient ist auf Hilfe Dritter angewiesen aufgrund körperlicher und/oder geistiger Behinderung
4. Mäßige Behinderung – Patient ist im Alltag unabhängig mit Hilfsmitteln, kann öffentliche Verkehrsmittel benutzen, in einer beschützten Werkstätte arbeiten – ist aber deutlich behindert
5. Geringe Behinderung – Rückkehr ins normale Leben mit leichten neurologische Ausfällen  
(Jennett, 1975)

Für die Patienteninterviews nutzten wir den erweiterten GOS, der eine noch genauere Unterscheidung in 8 Kategorien erlaubt. (Jennett, 1975)

Da auch die kognitiven Leistungen der Patienten erfasst werden sollten, dachten wir zunächst an die Durchführung des klassischen Mini-Mental-State-Tests. Um jedoch mehr Patienten für die Studie gewinnen zu können, entschieden wir uns für den Modified Mini Mental State Test (siehe Anhang), der direkt am Telefon durchgeführt werden kann. Hier werden die Bereiche Kurzzeitgedächtnis, Langzeitgedächtnis, Aufmerksamkeit, Orientierung zu Zeit und Ort, Sprache, Urteilsvermögen, räumliches Vorstellungsvermögen, Ausführen von einfachen Handlungen und das Namensgedächtnis geprüft.

Im Anschluss werden die Punkte der einzelnen Rubriken addiert und entsprechend der Anzahl an Ausbildungsjahren des Patienten korrigiert. Hierbei kann der Patient maximal 100 Punkte erreichen. (Alexopoulos, 2005)

### 3. ERGEBNISSE

#### 3.1 Patienten

##### 3.1.1 Geschlecht und Alter

Von den 165 Patienten, die im Klinikum rechts der Isar zwischen 2007 und 2014 behandelt wurden, waren 131 (79,4%) männlichen und 34 (20,6%) weiblichen Geschlechts.

Der über das Alter ermittelte Median betrug 44 Jahre, wobei der älteste Patient zum Zeitpunkt der Operation 83 Jahre und der jüngste 6 Jahre alt war. Die Standardabweichung betrug 18,3.

##### 3.1.2 Vorerkrankungen

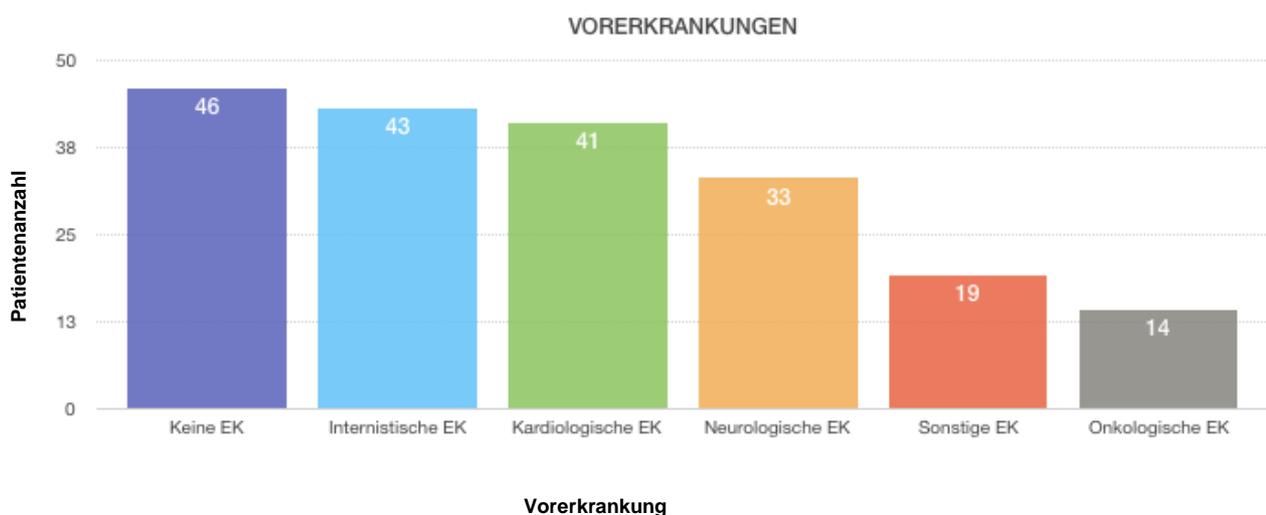


Abb. 3.1 Übersicht der Vorerkrankungen

Es wurden für die Patienten jeweilige Vorerkrankungen, Voroperationen und deren Medikation zum Zeitpunkt des Eingriffs erhoben. Mehrfachaufzählungen waren möglich. So litten 46 Patienten (27,9%) unter keinerlei Vorerkrankungen. Weitere 41 Patienten (24,8%) wiesen Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems auf, wobei ein arterieller Hypertonus bei 23 Patienten (13,9%) den Großteil davon ausmachte. Bei 33 Patienten (20,1%) lag entweder eine neurologische Grunderkrankung oder neurologische Defizite durch vorangegangene Schädel-Hirn-Traumata (4,9%) oder

Meningitiden (6,7%) vor. Diese Patienten sollen im Folgenden genauer betrachtet werden, um die Folgen eines nicht behandelten Schädel-Hirn-Traumas zu bewerten.

Unter den 43 Patienten (26,1%) mit internistischen Vorerkrankungen werden verschiedenen Grunderkrankungen, wie Diabetes mellitus (4,9%), Erkrankungen der Schilddrüse (5,5%), Asthma (3,0%) etc. zusammengefasst.

Weitere 8 Patienten (4,9%) wiesen eine psychiatrische Vorerkrankung auf. Dies bezieht sich jedoch hauptsächlich auf das Vorliegen einer Depression (4,2%).

Die Prävalenz der Depression in Deutschland beträgt zum Vergleich 8,1%. Dies ermittelte das Robert-Koch-Institut in einer Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (2008-2011). (Statista, 2011)

Bei 9 Patienten (5,5%) war im Vorfeld bereits eine Erkrankung des Hals-Nasen-Ohren-Bereichs zu finden. Bei 6 Patienten (3,6%) lag bereits präoperativ eine chronische Sinusitis vor. Dies war jedoch nur in einem Fall Indikation für die Operation.

10 Patienten (6,1%) litten an ophthalmologischen Erkrankungen, fünf Patienten (3,0%) an urologischen und 14 Patienten (8,5%) hatten onkologische Vorerkrankungen. Darüber hinaus hatten weitere 14 Patienten (8,5%) Probleme mit dem Gerinnungssystem, was bereits im Vorfeld zu Myokardinfarkten, Lungenembolien, Venenthrombosen oder zum Apoplex geführt hatte.

### 3.1.3 Voroperationen

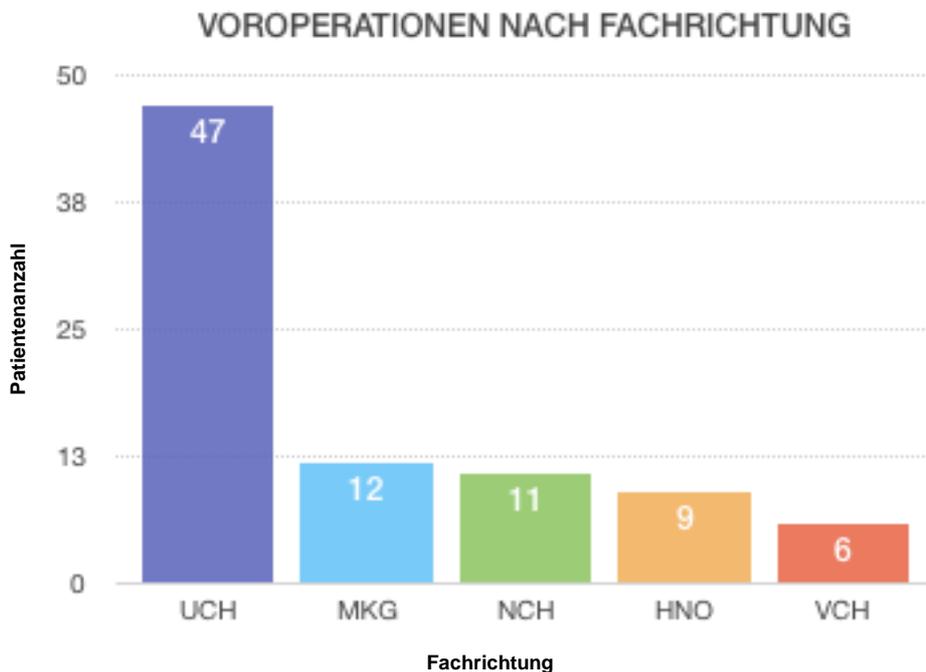


Abb. 3.2 Voroperationen

92 Patienten (55,8%) waren zum Zeitpunkt des Eingriffs schon einmal operiert worden. Davon waren neun (5,5%) bereits im Hals-Nasen-Ohren-Bereich behandelt worden. Bei fünf Patienten (3,0%) wurden während dieses Eingriffs die Frontobasis verletzt, sodass die vorangegangene Operation auch die Indikation für die Frontobasisdeckung stellte. Bei den früheren Eingriffen handelte es sich um eine OP wegen Pansinusitis, eine Entfernung eines Adeno-Carcinoms und drei Septumkorrekturen.

Bei zwölf Patienten (7,3%) ging eine operative Behandlung durch den Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgen voran. Bis auf eine Cheilognathopalatoschisis und eine Extenteratio orbitae bei Angiosarkom, erfolgten alle Operation im Rahmen der Frontobasisfraktur mit Beteiligung des (Mittel-)Gesichts.

Bei sechs Patienten (3,6%) wurde bereits eine visceralchirurgische Operation durchgeführt und bei 47 (28,5%) ein unfallchirurgischer Eingriff. Der Großteil der Patienten verletzte sich die Extremitäten bei demselben Trauma, das auch für die Frontobasisfraktur verantwortlich war, so dass diese Operation sehr zeitnah an der Frontobasisdeckung lagen.

Weitere elf Patienten (6,7%) wurden schon einmal neurochirurgisch behandelt (Aneurysma-Clipping, Hirntumoren, Metastase u.ä.).

### 3.1.4 Dauermedikation

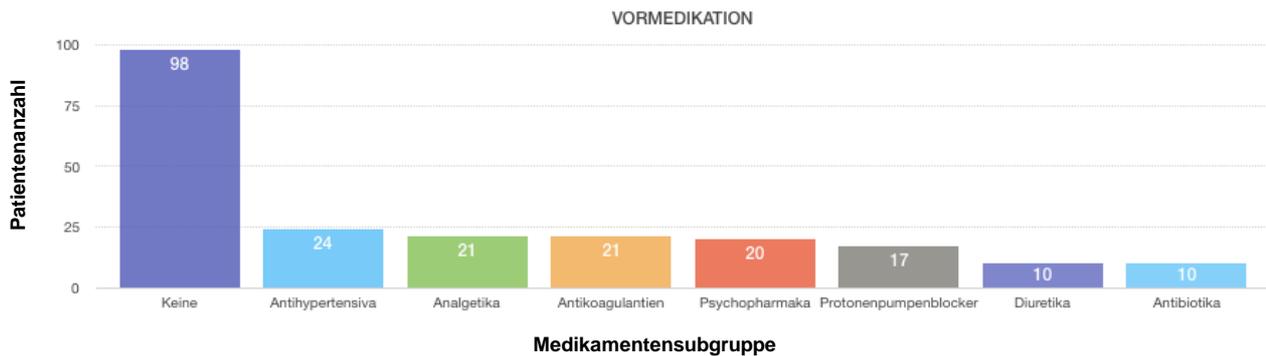


Abb. 3.3 Häufigste Dauermedikation

Zum Zeitpunkt des Eingriffs nahmen 98 Patienten (59,4%) keine Medikamente ein. Die restlichen Patienten nahmen auf Grund ihrer verschiedenen Vorerkrankungen ein breites Spektrum von verschiedenen Präparaten zu sich. So nahmen 17 Patienten (10,3%) Protonenpumpeninhibitoren, 21 (12,7%) Antikoagulantien, 21 (12,7%) Analgetika und 20 (12,1%) Psychopharmaka. Zehn Patienten (6,1%) wurden entweder bei nachgewiesener Infektion oder auf Anordnung anderer Fachbereiche, z.B. nach MKG-Operation, antibiotisch behandelt.

Darüber hinaus nahmen 24 Patienten (14,6%) Antihypertensiva, zehn (6,1%) Diuretika und sechs (3,6%) Schilddrüsenhormone. Jeweils ein Patient (0,6%) wurde außerdem mit Virostatika bzw. Antimykotika behandelt.

### 3.1.5 Alkohol- und Drogenabusus

Bei der Einlieferung der Patienten wurde überprüft, ob die Patienten alkoholisiert bzw. unter Drogeneinfluss verunglückt sind. So waren 30 (18,2%) der 165 Patienten zum Unfallzeitpunkt alkoholisiert und zwei (1,2%) Patienten Drogenkonsumenten. Wobei einer der beiden angab, nur Cannabis zu konsumieren, wohingegen der andere Patient diverse Drogen konsumierte.

### 3.1.6 Ätiologie des Frontobasisdefekts

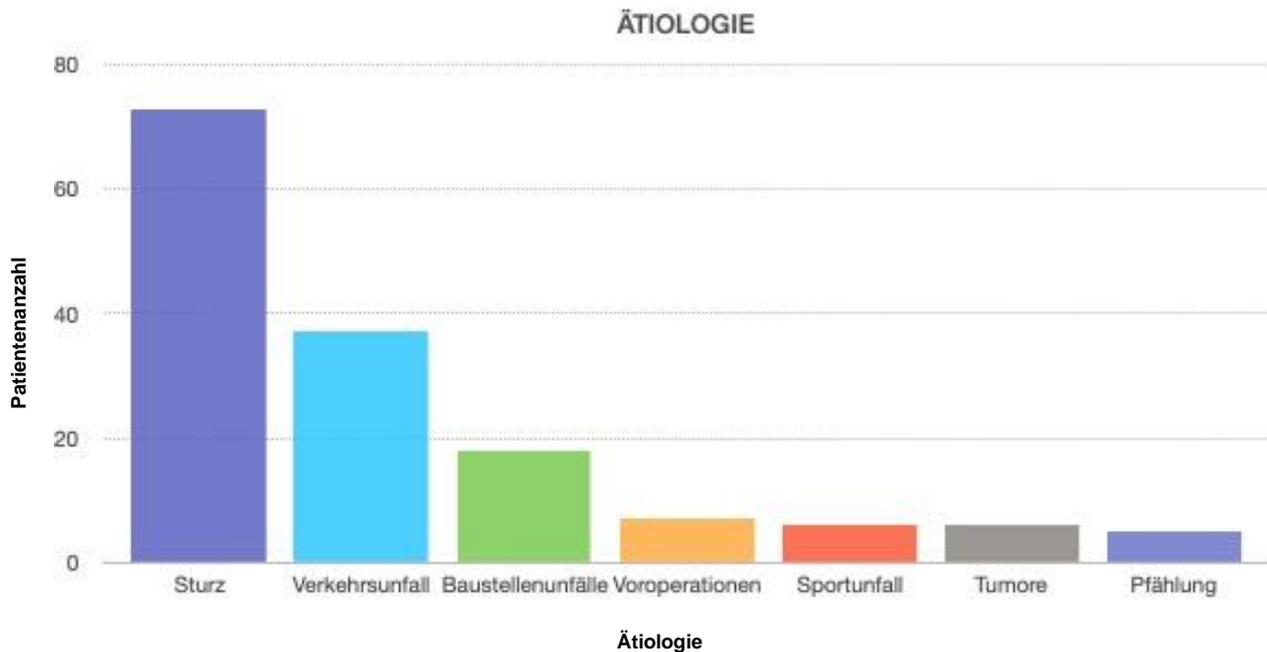


Abb. 3.4 Ätiologie

Der Großteil der Patienten (83,0%) zog sich bei einem akuten Trauma eine Frontobasisfraktur zu. Diese Traumata setzten sich zusammen aus sechs (3,6%) Sportunfällen, einem (0,6%) Pferdetritt, 73 (44,2%) Stürzen, 37 (22,4%) Verkehrsunfällen und fünf (3,0%) Pfählungsverletzungen. Zudem erlitten 18 (10,9%) Patienten einen Arbeitsunfall auf der Baustelle. Hierbei handelte es sich um 12 Patienten, die von herabstürzende Baumaterialien getroffen wurden und um sechs Patienten die während Ihrer Tätigkeit stürzten.

15 (9,1%) Patienten verunfallten als Autofahrer, zwölf (7,3%) als Radfahrer, fünf (3,0%) als Motorradfahrer und fünf (3,0%) als Fußgänger. Bei vier weiteren Patienten (2,4%) waren Gewalttaten ursächlich für das Trauma.

Auch lange zurückliegende Schädel-Hirn-Traumata (4,9%) waren bei acht Patienten Indikation für eine Frontobasisdeckung.

Darüber hinaus wurden neun Patienten (5,5%) wegen vorausgegangenen Entzündungen operiert. Darunter vier Meningitiden, eine Meningoencephalitis, eine Pilzinfektion, eine Liquorfistel bei Zustand nach Pneumokokkenmeningitis, eine

Pansinusitis mit Abszess und Osteomyelitis, sowie ein Empyem in Kombination mit Abszess.

Bei acht Patienten (4,8%) war die Frontobasisdeckung auf Grund von früheren Operationen nötig. Wie bereits beschrieben mussten fünf Patienten nach einer HNO-Operation behandelt werden. Darüber hinaus wurde ein Patient nach einer misslungenen Operation durch die Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie im Ausland übernommen. Bei zwei weiteren Patienten war die Deckung auf Grund einer Liquorfistel nötig, die sich nach einem Aneurysma-Clipping entwickelte. Ein weiterer Patient entwickelte eine Liquorfistel nach Entfernung eines Hypophysenadenoms.

Auch verschiedene onkologische Erkrankungen stellten die Indikation für eine Deckung. So waren sechs Patienten (3,6%) an einem Tumor erkrankt, der bereits den Knochen infiltriert hatte und damit den Frontobasisdefekt verursacht hatte.

Bei fünf Patienten (3,0%) war die Ursache des Frontobasisdefekts nicht auszumachen.

### 3.1.7 Frakturen

Es zeigte sich bei 113 Patienten (68,5%) eine Fraktur des Os frontale. Hier war bei 80 Patienten (48,5%) die Stirnhöhlevorderwand und bei 105 (63,6%) die Stirnhöhlenhinterwand betroffen. Bei 81 Patienten (49,4%) lag eine einseitige und bei 83 Patienten (50,6%) eine beidseitige Frontobasisfraktur vor.

Bei 120 Patienten (72,7%) war die Orbita betroffen. Genauer betrachtet hatten 89 (53,9%) Patienten eine Fraktur des Orbitadachs, 77 (46,7%) der Orbitawand und 53 (32,1%) des Orbitabodens.

Zusätzlich konnten die verschiedenen Mittelgesichtsfrakturen der Patienten nach Le Fort klassifiziert werden. Hierbei ergab sich, dass 47 Patienten (28,5%) von einer bzw. mehrerer Mittelgesichtsfraktur-Typen betroffen waren. Es traten 21 (12,7%) Le-Fort-I-Frakturen, 33 (20,0%) Le-Fort-II-Frakturen und 36 (21,8%) Le-Fort-III-Frakturen auf.

Das Siebbein war bei 120 Patienten (72,7%) mitbetroffen, das Nasenbein bei 58 (35,2%) und das Jochbein bei 47 (28,5%). Die Kalotte war bei 53 Patienten (32,1%) frakturiert und das Felsenbein bei 47 (28,5%).

Im CT zeigte sich außerdem bei 91 Patienten (55,2%) ein Pneumocephalus.

Da es sich bei 42 Patienten (25,5%) um ein Polytrauma handelte, traten hier noch diverse Frakturen der Extremitäten bzw. Verletzungen der Organe auf, die von unfallchirurgischer Seite behandelt wurden.

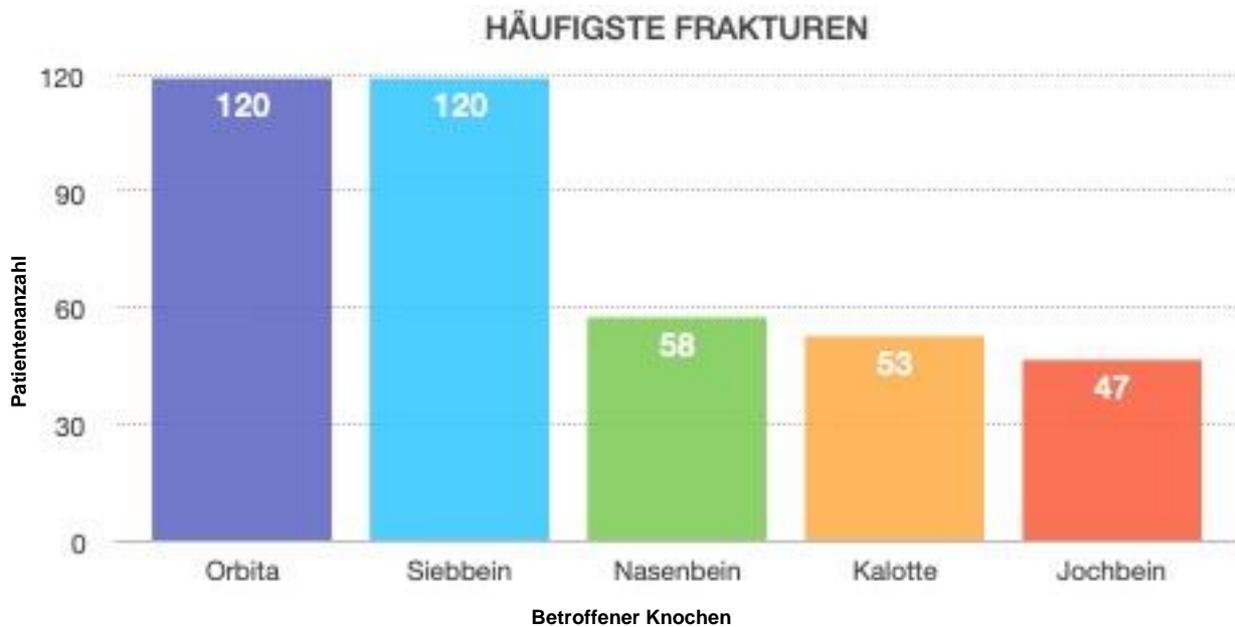


Abb. 3.5 Häufigste Frakturen

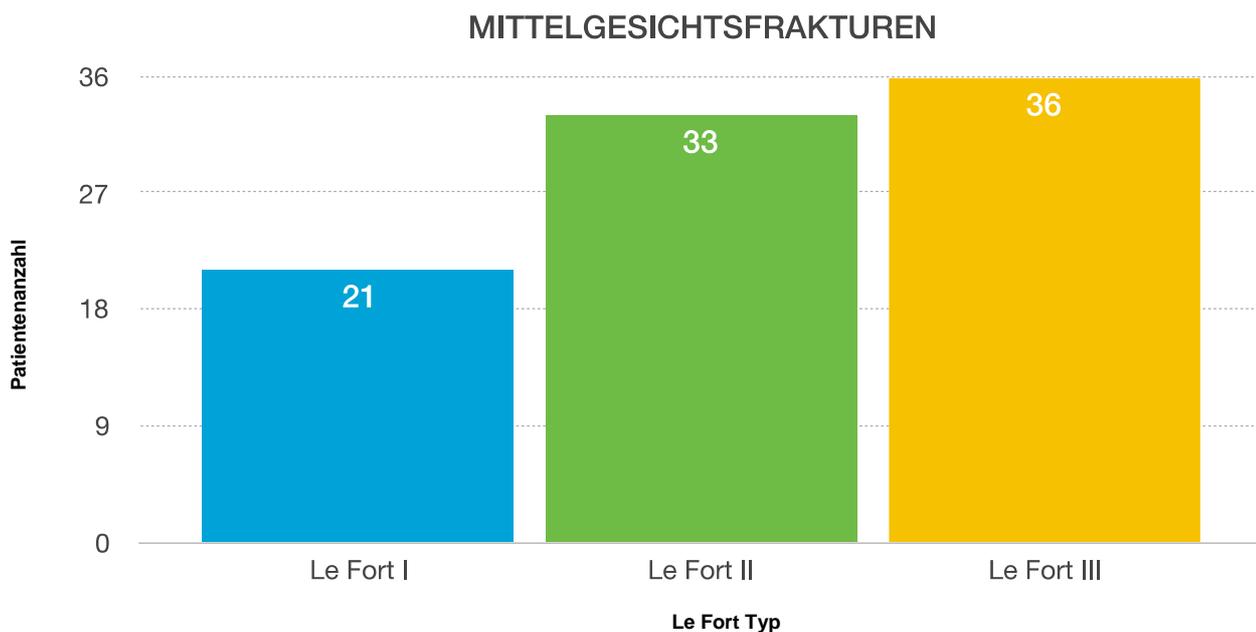


Abb. 3.6 Mittelgesichtsfrakturen

### 3.1.8 Einteilung nach Escher

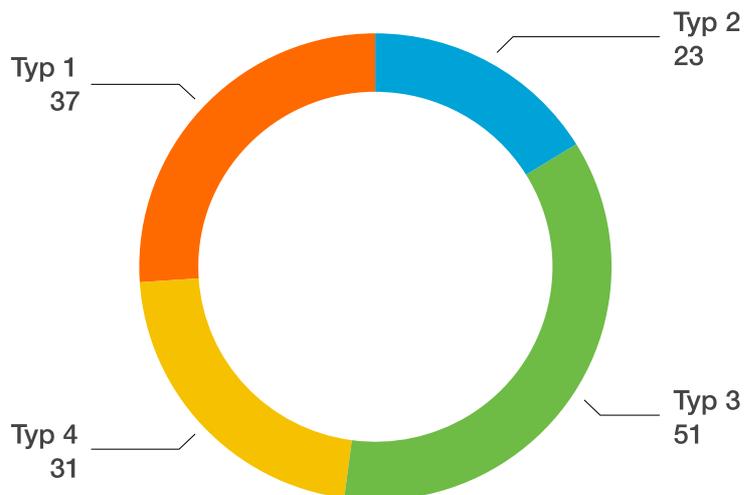


Abb. 3.7 Einteilung der Frakturen nach Escher

Tab. 3.1 Übersicht der Verteilung nach Escher

Einteilung nach Escher	Prozentangabe (%)	Absolute Anzahl
Typ 1	22	37
Typ 2	14	23
Typ 3	31	51
Typ 4	19	31

Anhand der Lokalisation der Frakturen und deren Verlauf wurden die einzelnen Computertomographien ausgewertet und den Patienten die jeweilige Klassifikation nach Escher zugeordnet. Die Prozentangabe beziehen sich hier auf das gesamte Patientenkollektiv. Insgesamt konnten somit 86% der Patienten ein Frakturtyp nach Escher zugeordnet werden, was den Patienten mit akuten SHT und den Patienten mit lange zurückliegendem Trauma entspricht. So ergab sich folgende Verteilung:

- Typ 1 = 37 (22,4%)
- Typ 2 = 23 (13,9%)
- Typ 3 = 51 (30,9%)
- Typ 4 = 31 (18,8%)

Daraus lässt sich schließen, dass der Typ 3 am häufigsten und der Typ 2 am wenigsten im Patientengut repräsentiert wurde.

Mittels CT wurde außerdem festgestellt, dass 91 Patienten (55,2%) einen Pneumocephalus zeigten. Fremdkörper wurden darüber hinaus bei vier Patienten (2,4%) gefunden.

### 3.1.9 Präoperative Befunde

Es zeigten sich klinisch 38 Patienten (23,0%) mit Rhinoliqorrhoe und drei Patienten (1,8%) mit Otholiqorrhoe. Bei 32 (19,5%) Patienten zeigte sich eine Subarachnoidalblutung, bei 12 Patienten (7,3%) eine Epiduralblutung und bei 23 Patienten (14,0%) eine Subduralblutung.

Bei den Patienten wurde der GCS bei Einlieferung erhoben. Der maximale GCS war 15, der minimale GCS 3. Daraus ergab sich ein Median von 15, da sehr viele Patienten in einem klaren Zustand eingeliefert wurden. Nichtsdestotrotz erreichten 14 Patienten die Klinik in intubiertem Zustand.

Sofern möglich wurde bei den Patienten bei Einlieferung ein neurologischer Status erhoben. Bei den Patienten die intubiert waren bzw. schon komatös das Klinikum erreichten war dies nicht möglich. Bei der Untersuchung zeigten 67 Patienten (40,6%) keinerlei neurologische Auffälligkeiten. Weitere 17 (10,3%) Patienten klagten über Visusminderung bzw. –einschränkungen. Zusätzlich lag bei zwei (1,2%) Patienten präoperativ ein Strabismus vor, sowie ein Ex-/Enophthalmus bei fünf Patienten (3,0%). Darüber hinaus ließ sich bei fünf Patienten (3,0%) eine Ptosis feststellen. Damit verbunden klagten 17 Patienten (10,3%) über Doppelbilder und sieben Patienten (4,2%) über Gesichtsfeldeinschränkungen oder –ausfälle. Fünf Patienten (3,0%) zeigen anisokore Pupillen.

Bei der Prüfung der Hirnnerven fiel bei fünf Patienten (3,0%) eine Trigeminiusschwäche bzw. –parese auf und bei 13 (7,9%) eine Schwäche des N. facialis. Des Weiteren konnte bei 16 Patienten (9,7%) eine Hyposmie oder Anosmie erhoben werden. Außerdem lag bei zehn Patienten (6,1%) präoperativ eine Hypakusis vor.

Bezüglich Motorik und Koordination zeigten neun Patienten (5,5%) eine Parese der Extremitäten, wovon zwei spastisch waren. Bei sechs Patienten (3,6%) waren die Muskeleigenreflexe bereits vor dem Eingriff abgeschwächt, wenn nicht sogar erloschen. Im Gegensatz dazu zeigten fünf Patienten (3,0%) gesteigerte Reflexe. Ein unsicheres Gangbild konnte bei acht Patienten (4,9%) festgestellt werden, sowie eine Bradydiadochokinese bei dem an Parkinson erkrankten Patienten. Des Weiteren klagten sechs Patienten (3,6%) über starken Schwindel.

Präoperativ klagten außerdem neun Patienten (5,5%) über Cephalgien, die nicht traumatisch bedingt waren.

Sensibilitätsstörungen waren bei 16 Patienten (9,7%) vorhanden.

Darüber hinaus erschienen sieben Patienten (4,2%) vor der Operation zu Raum und/oder Zeit desorientiert, wobei ein demenzkranker Patient inkludiert ist.

Vor der Operation litten drei Patienten (1,8%) bereits an rezidivierenden Krampfanfällen.

Weitere neurologische Defizite, die erhoben werden konnten waren Aphasie, kortikale Dysfunktion, ein hirnorganisches Psychosyndrom, Meningismus, Dysphagie, Blasen-/Mastdarmstörung, Dysfunktion der Hypophyse und eine Halluzinose.

Tab. 3.2 Übersicht der präoperativen Defizite

	Anzahl	Angabe in Prozent
Keine	67	40,6
Visusminderung	17	10,3
Diploidie	17	10,3
Sensibilitätsstörungen	16	9,7
Hyposmie/Anosmie	16	9,7
komatös/sediert	14	8,5
Fazialisschwäche	13	7,9
Sonstiges	13	7,9
Hypakusis	10	6,1
Cephalgien	9	5,5
Paresen der Extremitäten	9	5,5
gestörtes Gangbild	8	4,9
Desorientierung	7	4,2
GF-einschr.	7	4,2
Schwindel	6	3,6
Trigeminusschwäche	5	3,0
Ex-/Endophthalmus	5	3,0
Ptose	5	3,0
Aphasie	5	3,0

Anisokorie	5	3,0
hirnorg.PS	4	2,4
Krampfanfälle	3	1,8
Harn-/Stuhlinkontinenz	1	0,6

### 3.1.10 Behandlung

Abhängig vom Ausmaß der Verletzung, wie z.B. ob eine einseitige oder beidseitige Frontobasisfraktur vorlag, wurde die Indikation für unterschiedliche Zugänge gestellt. So erhielten 26 Patienten (15,9%) eine transnasale Deckung. Weitere 113 Patienten (68,9%) wurden mittels Bügelschnitt und 25 Patienten (15,2%) mittels einseitigem bogenförmigem Schnitt operiert. Die Frontobasisdeckungen dauerten im Durchschnitt 3 Stunden 1 Minute, wobei die kürzeste nach 27 Minuten (transnasaler Zugang) und die längste nach 5 Stunden 54 Minuten (Bügelschnitt) beendet war.

Bei den Patienten, deren Frontobasisdefekt durch ein Trauma verursacht wurde, wurden im Durchschnitt 25 Tage zwischen Trauma und Eingriff abgewartet. Der Median betrug 22 Tage. Einige Patienten wurden jedoch notfallmäßig direkt bei Eintreffen im Klinikum operiert. Jedoch gab es auch Patienten, welche erst deutlich später operiert wurden. So lag das Maximum bei 938 Tagen nach dem Trauma, da der Patient sich das Trauma im Ausland zugezogen hatte und dort keine Frontobasisdeckung vorgenommen wurde. Da der Patient jedoch eine Liquorrhoe als Spätkomplikation entwickelte, wurde er bei uns schließlich gedeckt.

Bei 82 Patienten (49,7%) lag ein einseitiger Frontobasisdefekt, bei 83 Patienten (50,3%) ein beidseitiger Defekt vor.

Die Dura wurde hierbei bei 154 Patienten (91,1%) über einen Galeaperiostlappen, und bei 26 Patienten (15,4%) über Faszien versorgt. Eine xenogene Duraplastik z.B. mit Pferdeperikard wurde bei 8 Patienten (4,7%) durchgeführt.

Prä- und postoperativ wurde bei einigen Patienten eine Drainage gelegt. So wurde bei 15 Menschen (9,1%) eine EVD gelegt. Bei weiteren sieben Patienten (4,2%) wurde eine Lumbaldrainage verwendet. In einem Fall kam auch ein Ventrikuloperitonealer Shunt zum Einsatz. Bei weiteren zwei Patienten (1,2%) wurde präoperativ eine Duisburger Hohlschraube gebraucht.

Davon wurden zehn Eingriffe postoperativ und 15 präoperativ, u.a. auf Grund von erhöhtem Hirndruck oder Blutungen, durchgeführt.

Die Operationen wurden teilweise in Zusammenarbeit mit weiteren Fachbereichen durchgeführt. So waren bei sechs Patienten (3,6%) auch die HNO-Ärzte beteiligt. Bei einem Patienten (0,6%) wurden die Spezialisten für Augenheilkunde hinzugezogen. Mit 74 Patienten (44,9%) wurde ein großer Teil durch die Kollegen der Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie mitbehandelt. Davon wurde bei elf Patienten ein gemeinsamer Eingriff durch einen Neurochirurgen und einen MKG-Chirurgen durchgeführt.

## 3.2 Postoperatives Outcome

### 3.2.1.1 Postoperative Komplikationen

Es entwickelte sich bei einem Patienten eine postoperative Meningitis, bei zwei weiteren (1,2%) eine Nachblutung. Bei einem Patienten entstand postoperativ eine epidurale Infektion mit Osteolyse, die durch eine weitere Operation behandelt werden musste. Zudem entwickelten postoperativ vier Patienten ein Liquorleck, welches bei einem weiteren Eingriff revidiert wurde. Insgesamt ergab sich somit eine postoperative Komplikationsrate von 4,2%.

### 3.2.1.2 Postoperative Defizite

18 Patienten (10,9%) beklagten eine Anosmie. Bei sieben Patienten (4,2%) war eine psychomotorische Verlangsamung und Desorientiertheit festzustellen. Weitere vier Patienten (2,4%) berichteten von Visusminderungen, die teilweise auch durch Augenheberdefizite zu Stande kamen. Eine Anisokorie wurde bei fünf Patienten (3,0%) festgestellt. Jeweils vier Patienten (2,4%) berichteten über Doppelbilder und eine Hypakusis. Eine Geschmacksstörung wurde direkt postoperativ von drei Patienten (1,8%) bemerkt. Eine Schwäche des Fazialis trat bei sieben Patienten (4,2%) auf. Von Sensibilitätsstörungen berichteten vier Patienten (2,4%). Bei weiteren vier Patienten konnte eine globale Aphasie festgestellt werden. Auch eine Hemiparese war bei vier Patienten vorzufinden, wohingegen einzelne Paresen der Extremitäten nur bei drei Patienten (1,8%) auftraten. Ein hirnorganisches Psychosyndrom trat bei zwei Patienten (1,2%) auf. Zudem konnte bei zwei Patienten eine Stuhl- und Harninkontinenz festgestellt werden. Darüber hinaus konnten auch eine Dysphagie, ein Neglect, eine PTBS, sowie bei drei Patienten (1,8%) Krampfanfälle beobachtet werden.

Drei Patienten (1,8%) verblieben nach dem Eingriff komatös. Diese Patienten waren jedoch bereits mit einem GCS von 3 eingeliefert worden.

Tab. 3.3 Übersicht der postoperativen Defizite

	Anzahl	Prozentangabe
Anosmie	18	10,9
Desorientiertheit	7	4,2
Fazialisschwäche / -parese	7	4,2
Paresen der Extremitäten	7	4,2
Anisokorie	5	3,0
Doppelbilder	4	2,4
Sensibilitätsstörungen	4	2,4
Aphasie	4	2,4
Geschmacksstörungen	3	1,8
Krampfanfälle	3	1,8
komatös	3	1,8
hirnorg. PS	2	1,2
Visusminderung	4	2,4
Gangunsicherheit	2	1,2
Stuhl-/Harninkontinenz	2	1,2
Neglect	1	0,6
Ptose	1	0,6

Tab. 3. 4 Vergleich von postoperativen mit präoperativen Defiziten

	Anzahl postoperativ	Anzahl präoperativ
Anosmie	18	16
Desorientiertheit	7	7
Fazialisschwäche / -parese	7	13
Paresen der Extremitäten	7	9
Anisokorie	5	5
Doppelbilder	4	17
Sensibilitätsstörungen	4	16
Aphasie	4	5
Krampfanfälle	3	3
hirnorg. PS	2	4
Visusminderung	4	17
Gangunsicherheit	2	8
Stuhl-/Harninkontinenz	2	1
Neglect	1	0
Ptose	1	5

Zusammengefasst sind bei 18 Patienten (10,9%) die präoperativen Defizite nach dem Eingriff verschwunden. Bei 66 Patienten (40,0%) blieben sie jedoch bestehen. Während 121 Patienten (73,3%) postoperativ keine neuen Defizite zeigten, traten bei 29 Patienten (17,6%) zunächst neue Defizite auf. Bei 15 Patienten (9,1%) konnte darüber keine Aussage getroffen werden.

### 3.3 Langzeit Outcome

An den Telefoninterviews nahmen 91 Patienten (55,2%) von 165 teil. 20 Patienten (12,1%) weigerten sich daran teilzunehmen, 50 Patienten (30,3%) waren telefonisch nicht mehr erreichbar und weitere vier Patienten (2,4%) waren in der Zwischenzeit verstorben.

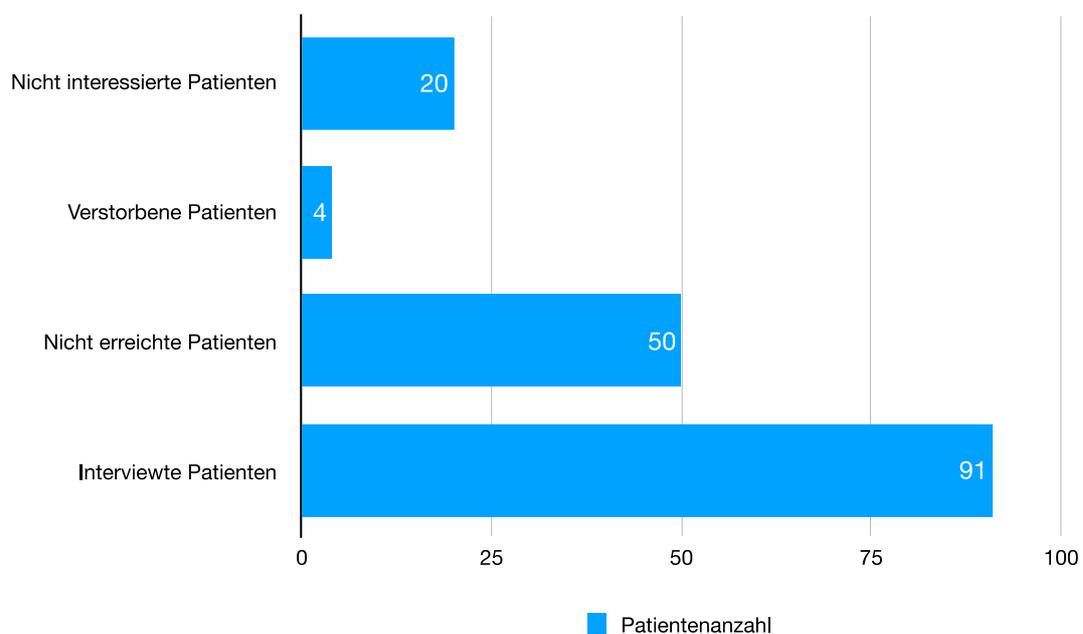


Abb. 3.8 Patienten im Langzeitverlauf

Tab. 3.5: Übersicht der Interviewteilnehmer

Patientengut	Prozentangabe (%)	Absolute Zahlen
Nicht interessierte Patienten	12,1	20
Verstorbene Patienten	2,4	4
Nicht erreichbare Patienten	30,3	50
Interviewte Patienten	55,2	91

### 3.3.1 Weitere Operationen

Von diesen 91 Patienten wurden 16 (17,6%) erneut neurochirurgisch operiert. Gründe hierfür waren bei vier Patienten (4,4%) ein Liquorleck, bei vier Patienten (4,4%) eine Infektion und bei weiteren drei Patienten (3,3%) ein knöcherner Defekt. Unter die Gruppe der Infektionen fiel eine postoperative Meningitis nach Pfählungsverletzung. Bei drei Patienten (3,3%) entwickelte sich postoperativ ein Abszess. Jeweils ein Patient (1,1%) wurde in der Zwischenzeit wegen einem Subduralhämatom und einer Non-Fusion bei Z.n. Frontobasisdeckung operiert. Zwei weitere Patienten (2,0%) mussten wegen einer Wundheilungsstörung nachbehandelt werden.

Weitere Eingriffe die bei den Patienten durchgeführt worden sind waren zwei Bandscheibenvorfälle, zwei Operationen an den Ohren, zwei Hornhauttransplantationen und ein Stent und Coiling eines Aneurysmas. Ein weiterer Patient wurde operativ an einem Mediainfarkt behandelt.

### 3.3.2 Langzeitkomplikationen

Von 91 interviewten Patienten gaben 26 Patienten (28,6%) an, unter einer Hyposmie bzw. unter einer Anosmie zu leiden. 16 Patienten davon litten laut Akten jedoch schon präoperativ darunter. 10 Patienten (11,0%) berichteten von regelmäßig auftretenden Cephalgien und weitere 9 Patienten (9,9%) von Wetterfühligkeit. Bei vier Patienten (4,4%) ergaben sich Konzentrationsstörungen und bei zwei Patienten (2,2%) Gedächtnisstörungen. Zwei Patienten (2,2%) gaben an unter Schwindel zu leiden und drei (3,3%) weitere berichteten von Epilepsien. Eine chronische Sinusitis trat bei drei Patienten (3,3%) auf. Keiner der interviewten Patienten zeigte eine Encephalitis, eine Mucocele oder eine Pyocele. Zwei Patienten (2,2%) berichteten jedoch von einem Hirnabszess. Darüber hinaus erkrankte ein Patient im Langzeitverlauf an einer Meningitis.

Tab. 3.6 Defizite im Langzeitverlauf

	Anzahl	Angabe in Prozent
Hyposmie / Anosmie	26	28,6

Cephalgien	10	11,0
Wetterfühligkeit	9	9,9
Konzentrationsstörungen	4	4,4
Epileptische Anfälle	3	3,3
Chron. Sinusitis	3	3,3
Schwindel	2	2,2
Gedächtnisstörungen	2	2,2
Hirnabszess	2	2,2
Demenz	1	1,1

Dahingegen berichteten drei von sieben Patienten (42,9%), die postoperativ unter einer Fazialisparese gelitten haben, dass sich diese deutlich verbessert habe, wenn nicht sogar komplett verschwunden sei. Darüber hinaus verschwand auch bei zwei von 16 Patienten (12,5%) die Anosmie. Postoperativ bestehende Hypästhesien verbesserten sich bei drei von vier Patienten (75,0%). Auch Visusminderungen verschwanden bei einem von drei Patienten (33,3%) und bestehende Doppelbilder verbesserten sich bei zwei von vier Patienten (50,0%)

### 3.3.2.1 Langzeitkomplikationen bezogen auf GCS

In der vorliegenden Studie konnte an Hand der Spearman Korrelation ermittelt werden, dass ein hoher GCS bei Einlieferung einen positiven Einfluss auf die spätere Komplikationsrate hatte. Je höher der GCS war, desto niedriger die Komplikationsrate. Der p-Wert betrug 0,55. Der Korrelationskoeffizient betrug -0,07.

### 3.3.3 Kosmetische Zufriedenheit

Während des Telefoninterviews wurden die Patienten gebeten, das kosmetische Resultat der Operation zu bewerten. Die Skala hierfür bestand aus den Zahlen sehr zufrieden = 1, eher zufrieden = 2, ok = 3, eher unzufrieden = 4, sehr unzufrieden = 5. Daraus ergab sich ein Mittelwert von 2,1 und ein Median von 2. Die Standardabweichung betrug 1,03.

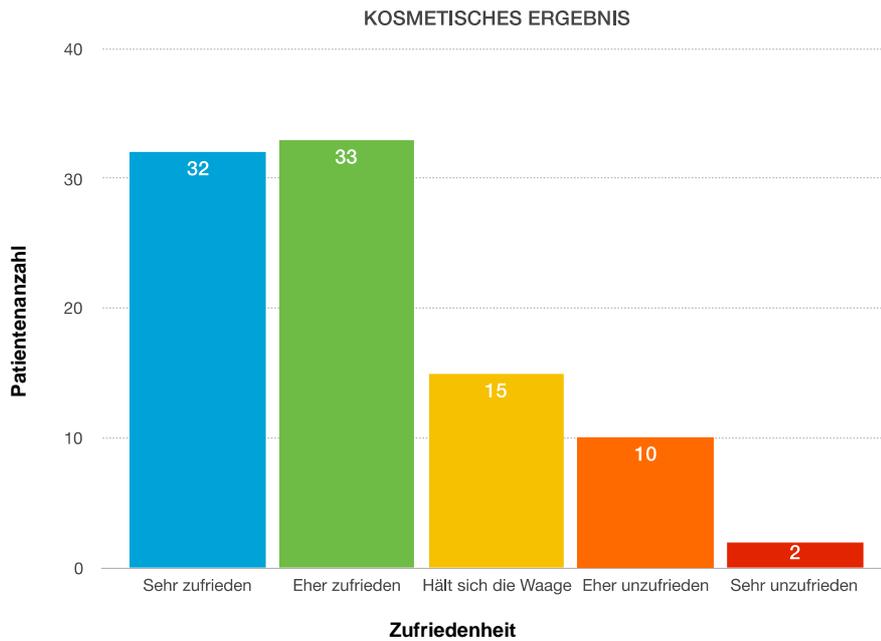


Abb. 3.9 Kosmetisches Ergebnis

Bezogen auf den operativen Zugang ergab sich für die transnasale Methode ein Mittelwert von 1,2 und einem Median von 1. Bei Verwendung eines alten Zugangs z.B. von einer vorherigen MKG-Operation ergab sich ein Mittelwert von 1,9 und ein Median von 2. Der Bügelschnitt erhielt einen Mittelwert von 1,73 und einem Median von 2. Der bogenförmige Schnitt erzielte mit einem Wert von 2,6 und einem Median von 3 das schlechteste Ergebnis.

Die Patienten klagten im Allgemeinen über eingefallene Narben oder Narben die nicht vom Haaransatz überdeckt wurden. Darüber hinaus beanstandeten einige Patienten nach wie vor die Schrauben unter der Haut spüren zu können.

### 3.3.4 Depressionen

Auf die Frage nach Depressionen gaben fünf Patienten (5,5%) an, im Zeitraum zwischen der Operation und dem Telefoninterview eine depressive Phase durchlebt zu haben. Weitere 15 Patienten (16,5%) gaben an konstant an Depressionen zu leiden.

### 3.3.5 Glasgow Outcome Scale

Der maximal erreichte GOS Score ergab 8, der minimale 0 und der Median 7. Die Standardabweichung betrug 1,98.

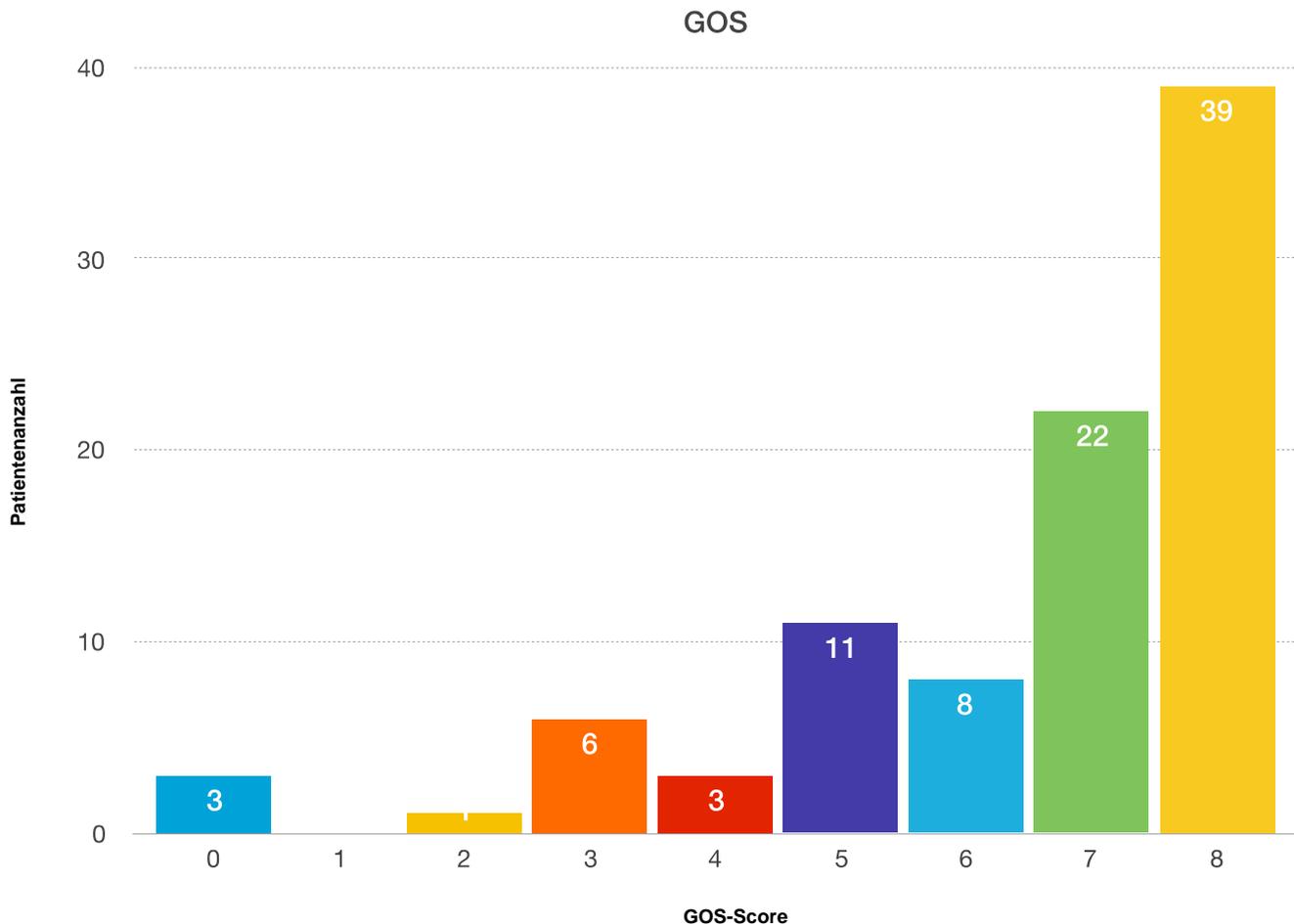


Abb. 3.10 GOS-Verteilung

#### 3.3.5.1 GOS bezogen auf die Einteilung nach Escher

Anhand der vorliegenden Daten konnte gezeigt werden, dass auch der Frakturtyp einen bedeutenden Einfluss auf die Komplikationsrate darstellt. Bezogen auf die Einteilung nach Escher ergaben sich unterschiedliche GOS-Mittelwerte. So schien eine Typ-IV-Fraktur mit 7,44 ein besseres Outcome zu liefern, als die Typ-I-Fraktur mit 7,06 oder die Typ-II-Fraktur mit 7,07. Am schlechtesten schnitt die Typ-III-Fraktur mit einem Wert von 6,33 ab.

### GOS bezogen auf die Escher-Klassifikation

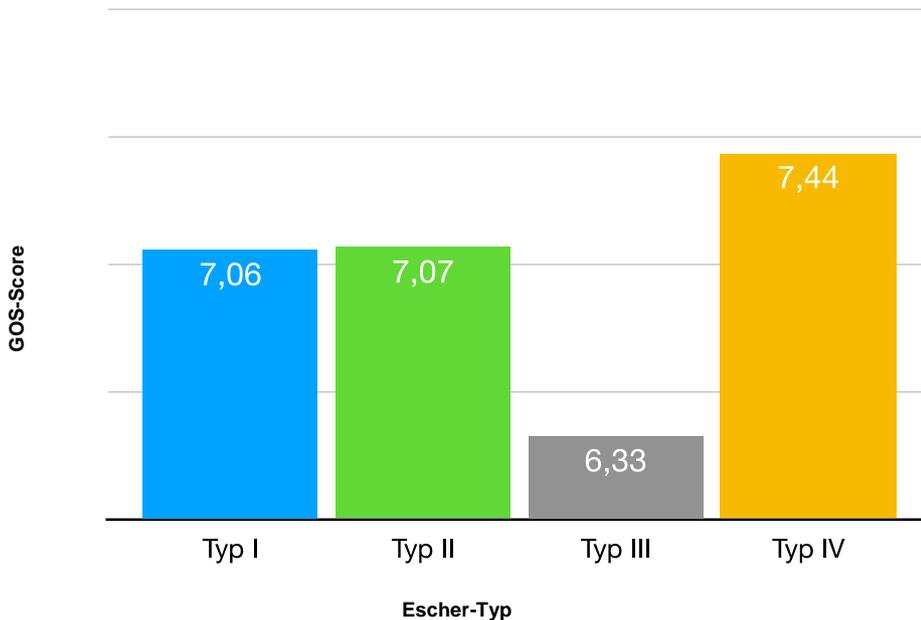


Abb. 3.11 Langzeit-Outcome bezogen auf die Escher-Einteilung

#### 3.3.5.2 GOS bezogen auf ein- bzw. beidseitige Fraktur

In der vorliegenden Studie zeigten 35 der Patienten eine beidseitige Frontobasisfraktur und 53 eine einseitige Fraktur. Bei ersterer lag der durchschnittliche GOS bei 6,57, wohingegen der GOS bei den einseitigen Frakturen bei 7,08 lag.

#### 3.3.5.3 GOS bezogen auf die Ätiologie

Es stellte sich heraus, dass der Durchschnitts-GOS bei Patienten, die verunfallt waren 6,06 betrug. Bei Patienten, deren Frontobasisdefekt auf einen Sturz zurückzuführen war, betrug der Durchschnitt 6,97. Bei Patienten mit Sportunfall ergab sich ein Score von 7,17. Unfälle auf der Baustelle hatten mit einem GOS von 5,44 das schlechteste Outcome. Auch Pfählungsverletzungen schnitten mit einem GOS von 5,67 verhältnismäßig schlecht ab. Der einzige Patient, der einen Pferdetritt erlitt, erreichte einen GOS von 8. Bei Patienten, bei denen der Defekt auf Grund einer Tumorerkrankung vorlag, betrug der durchschnittliche Score 6,0. Darüber hinaus

ergab sich ein Mittelwert von 7,6 für diejenigen Patienten, deren Defekt bei einer vorherigen Operation entstanden ist.



Abb. 3.12 GOS bezogen auf Ätiologie

#### 3.3.5.4 GOS bezogen auf GCS

Patienten, die mit einem GCS von 15 eingeliefert wurden, zeigten im Schnitt einen GOS von 6,84. Diejenige mit einem GCS von 13 oder 14 hatten einen durchschnittlichen GOS von 7,0. Bei einem GCS von 12 wurde auf Langzeit ein GOS von 3,0 erreicht. Patienten mit einem GCS von 8 hatten auch einen GOS von 8 bzw. Patienten mit GCS von 6 auch einen GOS von 6,0. Die Patienten bei denen ein GCS von 5 erhoben wurde, zeigten einen GOS von 5. Bei einem GCS von 4 ergab sich ein durchschnittlicher GOS von 3,0 und bei einem GCS von 3 ein GOS von 4,6. An Hand der Spearman-Korrelation zeigte sich, dass ein höherer GCS mit einem höheren GOS assoziiert ist. Der p-Wert betrug 0,46 und der Korrelationskoeffizient 0,083.

#### 3.3.5.5 GOS bezogen auf Pneumocephalus und Liquorrhoe

Es ergab sich, dass Patienten ohne Pneumocephalus einen durchschnittlichen GOS von 6,94 zeigten und diejenigen mit Pneumocephalus einen GOS von 6,83.

Bei Patienten, die während des stationären Aufenthalts nicht unter einer Rhinoliqorrhoe litten, konnte ein Mittelwert von 6,67 festgestellt werden. Bei Patienten mit Rhinoliqorrhoe wurde ein GCS von 7,52 ermittelt.

Patienten ohne Otholiquorrhoe hatten im Schnitt einen GOS von 6,89 und Patienten mit Otholiquorrhoe einen GOS von 6,33.

#### 3.3.5.6 GOS bezogen auf den Einsatz von Drainagen

Es zeigte sich, dass Patienten die mit einer externen Ventrikeldrainage behandelt wurden einen durchschnittlichen GOS von 5,33 zeigten. Bei Patienten, bei denen keine EVD zum Einsatz kam, wurde ein GOS von 7,05 erhoben.

Für den Einsatz einer Lumbaldrainage ergab sich ein GOS von 6,00. Im Vergleich dazu zeigte sich für diejenigen Patienten, die keine erhielten ein GOS von 6,90.

#### 3.3.5.7 GOS bezogen auf Liquorfisteln und Blutungen

Bei den Patienten mit Liquorfisteln ergab sich ein GOS von 6,33. Darüber hinaus zeigten die Patienten mit Subarachnoidalblutung einen GOS von 5,18 und diejenigen Patienten mit Epiduralhämatom einen GOS von 6,0. Die Patienten, die unter einem Subduralhämatom litten, hatten im Schnitt einen GOS von 5,38.

#### 3.3.5.8 GOS bezogen auf den Operationszeitpunkt

Bei Patienten, die innerhalb einer Woche nach Trauma operiert wurden, erreichten einen GOS von 6,17. Diejenigen, die innerhalb von zwei Wochen nach Trauma operiert wurden, zeigten einen GOS von 7,50.

#### 3.3.5.9 GOS bezogen auf die spezifische Deckung

Patienten, deren Fronotbasisdefekt mittels Faszie gedeckt wurde, zeigten im Langzeitverlauf einen GOS von 6,92 (SD 1,66). Bei den Patienten mit Einsatz eines Galea-Periostlappens konnte ein durchschnittlicher GOS von 6,91 (SD 1,56) erreicht werden. Patienten mit xenogener Duraplastik zeigten einen GOS von 6,20 (SD 3,49).

#### 3.3.5.10 GOS bezogen auf den operativen Zugang

Im vorliegenden Patientengut zeigten Patienten, die mittels Bügelschnitt operiert wurden einen durchschnittlichen GOS von 6,92 (SD 1,64). Das beste Outcome

konnte bei denjenigen Patienten ermittelt werden, bei denen ein transnasaler Zugang gewählt wurde. Der gemittelte GOS betrug 7,55 (SD 0,52). Das schlechteste Outcome mit einem GOS von 6,13 (SD 2,69) wurde für diejenigen Patienten erhoben, an denen ein einseitiger bogenförmiger Schnitt durchgeführt wurde.

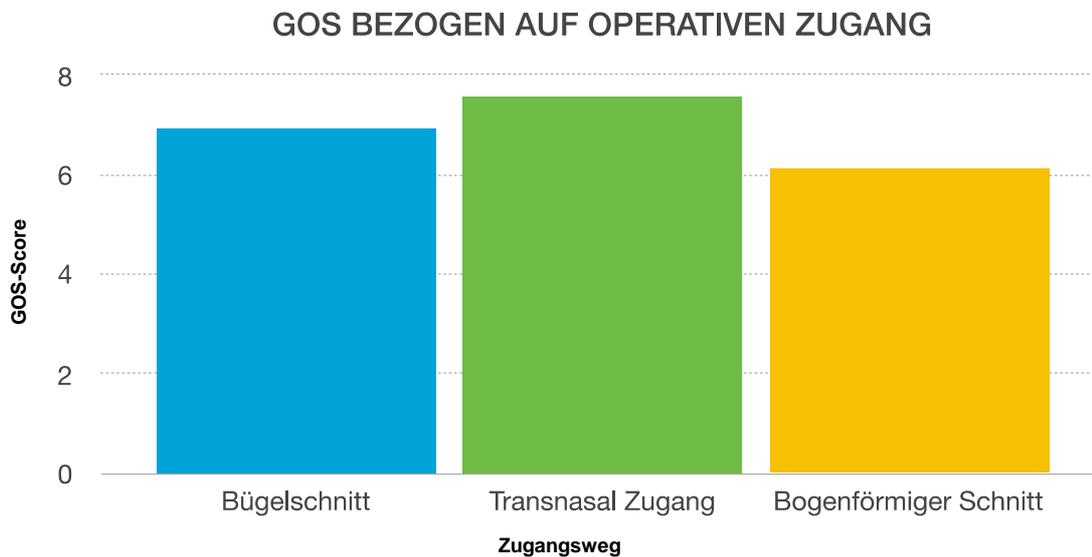


Abb. 3.13 GOS bezogen auf den operativen Zugang

### 3.3.5.11 GOS bezogen auf das Patientenalter

Aus den vorliegenden Daten lässt sich mittels der Rangkorrelation nach Spearman erschließen, dass ein hohes Alter zum Operationszeitpunkt mit einem schlechteren Outcome assoziiert sein könnte. Der p-Wert betrug 0,49 und der Korrelationskoeffizient -0,075.

### 3.3.5.12 GOS bezogen auf Antibiotikatherapie

Während Patienten, die zum Operationszeitpunkt oder im weiteren Verlauf eine empirische Antibiotikatherapie erhielten einen GOS von 6,13 zeigten, konnte bei denjenigen ohne Antibiotikaeinsatz ein GOS von 7,28 ermittelt werden.

### 3.3.5.13 GOS bezogen auf eine interdisziplinäre Versorgung

Patienten, die interdisziplinär versorgt wurden, also in Zusammenarbeit mit der Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie, der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde oder der

Abteilung für Augenheilkunde, erreichten einen durchschnittlichen GOS von 6,66. Patienten die ausschließlich von der Abteilung für Neurochirurgie behandelt wurden, zeigten einen GOS von 7,09.

### 3.3.6 Mini-Mental-Status-Test

Bei dem Telefon modifizierten Mini-Mental-State-Test ergab sich ein Mittelwert von 90,1. Der Median betrug 91 und die Standardabweichung 4,67.

### 3.3.7 Bereuen

Vier Patienten (4,4%) gaben an, den Eingriff bereut zu haben. Gründe hierfür waren mit der Operation verbundene starke Cephalgien, Schmerzen, Anosmien oder mehrere frustrane Eingriffe. Das kosmetische Ergebnis spielte hierbei nur eine untergeordnete Rolle.

## 4 DISKUSSION

### 4.1 Patientenkollektiv

#### 4.1.1 Geschlecht und Alter

In der vorliegenden Studie lag der Anteil der männlichen Patienten bei 79,4% und der weiblichen bei 20,6%. Auch in anderen Studien ((Scherer et.al., 1994), (Muraoka, 1998), (Iida et. al., 2001) , (Hill et. al., 1998), (Kieser et. al., 2002)) konnten ähnliche Verhältnisse gefunden werden, so betrug der Anteil an Männern zwischen 73,9% und 88,0%.

Sowohl die höhere Risikobereitschaft im Straßenverkehr und im Sport, als auch die Tatsache, dass vor allem Männer aufgrund ihrer Berufswahl Arbeitsunfällen unterliegen, können hierfür verantwortlich sein.

Der über das Alter ermittelte Median betrug 44 Jahre. Berücksichtigt man die typische Ätiologie der Frontobasisfraktur ist es durchaus schlüssig, dass vor allem Menschen mittleren Alters dieser Verletzung unterliegen.

#### 4.1.2 Ätiologie des Frontobasisdefekts

Die häufigsten Ursachen der Frontobasisfraktur waren Stürze (44,2%), Verkehrsunfälle (22,4%) und Arbeitsunfälle auf der Baustelle (10,9%). In der Literatur lassen sich dazu sehr unterschiedliche Ergebnisse finden. So machten Gewalttaten bei Ellis, Neumann und Scherer zwischen 46,6% und 70,1% aus, wohingegen der Anteil der Stürze zwischen 22,4% und 9,3% lag. (Ellis et. al., 1985) (Scherer et. al., 1994)

Eine mögliche Erklärung hierfür stellt die unterschiedlich hohe Kriminalitätsrate dar. So geschehen in München weniger Gewaltverbrechen und damit auch Rohheitsdelikte als in Glasgow, Berlin und Detroit, wo die vorliegenden Studien durchgeführt wurden.

Andere Ergebnisse fand beispielsweise auch Scholsem, dessen häufigste Ursachen denen der vorliegenden Arbeit ähneln. So machten Verkehrsunfälle 58%, Stürze 21%, Arbeitsunfälle 7% und Rohheitsdelikte 5% aus. (Scholsem et. al., 2008)

#### 4.1.3 Einteilung nach Escher

Aus den vorliegenden Daten ergab sich folgende Verteilung:

- Typ 1 = 37 (22,4%)
- Typ 2 = 23 (13,9%)
- Typ 3 = 51 (30,9%)
- Typ 4 = 31 (18,8%)

Während in der vorliegenden Studie jedem Patienten nur ein Frakturtyp zugeteilt wurde, entschieden sich andere Autoren dazu, die Patienten mehrfach zu typisieren (Perheentupa U, 2014), was den Vergleich wiederum schwer macht.

Darüber hinaus traten bei 12,7% der Patienten eine Le-Fort-I-Fraktur, bei 20,0% eine Le-Fort-II-Fraktur und bei 21,8% eine Le-Fort-III-Fraktur auf, welches Verhältnis durchaus mit dem von anderen Untersuchungen vergleichbar ist. (Perheentupa et. al., 2014), (Scholsem et. al., 2008)

#### 4.1.4 Präoperative Befunde

Es zeigten sich klinisch 38 Patienten (23,0%) mit Rhinoliqorrhoe und 3 Patienten (1,8%) mit Otholiqorrhoe. Hier fanden sich durchaus unterschiedliche Ergebnisse im Vergleich mit weiteren Untersuchungen. So zeigten nach Bell beispielsweise 75,8% der Patienten eine Otorrhoe und 26,5% eine Rhinoliqorrhoe (Bell et. al., 2004) bzw. nach Yellinek 62% und 37%. (Yellinek et. al., 2016) In die Studie von Bell wurden alle Patienten mit Schädelbasisbruch und/oder schweren Gesichtsverletzungen inkludiert. In die von Yellinek, Patienten mit Schädelbasisbruch und begleitender schweren traumatischen Hirnverletzung.

So könnte das Vorliegen einer isolierten Frontobasisfraktur im Gegensatz zu einem fulminanten Schädel-Hirn-Trauma die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Liquorrhoe vermindern. Im Klinikum rechts der Isar war bereits der Nachweis einer

Frontobasisfraktur, auch ohne das Vorliegen einer Liquorrhoe, Indikation zur chirurgischen Behandlung. So ist jedoch nicht auszuschließen, dass eine Liquorrhoe unter Umständen nicht vollständig dokumentiert wurde.

## 1.2 Postoperatives Outcome

Bei 10,9% der Patienten waren die präoperativen Defizite nach dem Eingriff verschwunden, wohingegen sie bei 40,0% bestehen blieben.

Während 73,3% postoperativ keine neuen Defizite zeigten, traten bei 17,6% zunächst neue Defizite auf.

Zu den häufigeren neurologischen Defiziten gehörten die Anosmie (10,9%), die psychomotorische Verlangsamung und Desorientiertheit (4,2%), die Fazialisparese (4,2%), sowie ophthalmologische Komplikationen (4,4%) und Paresen der Extremitäten (4,2%). Weitere Symptome wie Hypakusis (2,4%), Aphasie (2,4%), hirnorganisches Psychosyndrom (1,2%), und Sensibilitätsstörungen (2,4%) traten nur vereinzelt auf.

Man muss jedoch beachten, dass diese Daten retrospektiv anhand der vorliegenden Akten erhoben wurden. So ist es zum einen möglich, dass Patienten bereits präoperativ an einer Anosmie litten, dies jedoch nicht bemerkt bzw. dokumentiert worden ist, weil beispielsweise auf Grund der Schwere des Traumas eine sofortige Operation erfolgen musste. Zum anderen wurde kein standardmäßiges Screening durchgeführt, was ggf. schon pathologische Befunde wie eine Hyposmie hätte zeigen können. So lässt sich im Allgemeinen schwer sagen, welche Komplikationen dem eigentlichen Trauma zuzuschreiben sind und welche möglicherweise perioperativ entstanden sind.

Darüber hinaus gestaltet sich der Vergleich mit verschiedenen Studien schwierig, da die Kontrollzeiträume sehr unterschiedlich sind. So konnte in der Studie von Sander eine Rate von 14% für Patienten mit ophthalmologischen Komplikationen und 41% für solche, die unter einer Anosmie litten, gefunden werden. (Sandner et. al., 2006) Dies wurde jedoch nach 36 Monaten erhoben.

In einer weiteren Studie der Universität von Helsinki zeigten unter anderem 31% eine Hypo- bzw. Anosmie, 8% einen neuralgischen Schmerz, 40% eine Diplopie, 17% eine Ptosis, 27% einen Enophthalmus und 4% eine Mucocele. (Perheentupa et. al., 2014)

Damit verglichen schnitten die Patienten der vorliegenden Untersuchung in allen Kategorien besser ab, besonders hinsichtlich der ophthalmologischen Komplikationen und der Anosmie.

Gründe hierfür könnten die unterschiedlichen Operationstechniken, die Expertise der Operateure oder ein Patientengut mit komplizierteren Fällen sein.

Darüber hinaus entwickelte postoperativ nur ein Patient eine Meningitis. Hier muss jedoch beachtet werden, dass der Patient sich zum einen beim Holzspalten verletzte und die Wunde durch einen hölzernen Fremdkörper verunreinigt wurde. Zum anderen war der Patient zum Zeitpunkt der Operation bereits 82 Jahre alt und auf Grund eines Krebsleidens chemotherapeutisch vorbehandelt. Des Weiteren wurde er auf Grund der Schwere seiner Verletzungen mehrfach von neurochirurgischer Seite, sowie von der MKG und Augenheilkunde operiert.

### 1.3 Langzeit Outcome

#### 1.3.1 Weitere Operationen

Gründe für weitere neurochirurgische Operationen waren bei 4,4% (4) Liquorfisteln, bei 4,4% (4) eine Infektion und bei 3,3% (3) ein knöcherner Defekt. Bei 3,3% (3) entwickelte sich postoperativ ein Abszess. Jeweils ein weiterer Patient (1,1%) wurde wegen einer der Kranioplastik bzw. einem persistierenden Subduralhämatom nachoperiert. Zwei weitere Patienten (2,0%) mussten wegen einer Wundheilungsstörung nachbehandelt werden.

Insgesamt zeigten 17,6% (16) eine Indikation für eine erneute Deckung bzw. erneute Operation.

Ein Vergleich mit anderen Studien gestaltet sich wie oben bereits erwähnt aufgrund der verschiedenen Untersuchungszeiträume als durchaus schwierig. So zeigte Scholsem, dass in den ersten 36 Monaten nach dem ersten Eingriff 14,6% der Patienten erneut operiert werden mussten. (Scholsem et. al., 2008) Eine weitere Untersuchung von Sandner lieferte das Ergebnis, dass 5% der Patienten wegen einer Liquorfistel nachoperiert werden mussten. (Sandner et. al., 2006)

Berücksichtigt man die Tatsache, dass in den zum Vergleich herangezogenen Studien der Untersuchungszeitraum für 36 Monate definiert wurde und in der

vorliegenden Studie Patienten über den Zeitraum von bis zu zehn Jahren untersucht wurden, ist der Anteil an Nachoperationen mit denen der Literatur vergleichbar.

### 1.3.2 Langzeitkomplikationen

Tab. 4.1 Übersicht der Langzeitkomplikationen

Komplikation	Prozent der telefonisch befragten Patienten
Hyposmie / Anosmie	28,6%
Cephalgien	11,0%
Wetterfühligkeit	9,9%
Konzentrationsstörungen	4,4%
Gedächtnisstörungen	2,2%
Schwindel	2,2%
Epilepsie	3,3%
Chronische Sinusitis	3,3%

Keiner der interviewten Patienten zeigte eine Encephalitis, eine Mucocele oder eine Pyocele. Darüber hinaus erkrankte ein Patient im Langzeitverlauf an einer Meningitis. Dieser wurde jedoch in seinem Heimatland Rumänien noch mehrfach operiert, so dass nicht auszuschließen ist, dass die Infektion auch dort stattgefunden haben kann. In der Literatur schwanken die Meningititsraten zwischen 3% und 50%.(MacGee et. al., 1970; Sakas et. al., 1988; Spetzler et. al., 1986)

Somit wäre denkbar, dass die Operation das Risiko einer nachfolgenden Meningitis, Encephalitis, Mucocele und Pyocele senken kann. Auch hier gestaltet sich ein Vergleich mit weiteren Studien aufgrund der verschiedenen Untersuchungszeiträume schwierig. Eine Studie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg zeigte, dass 41% der Patienten nach 36 Monaten unter einer Anosmie litten und 14% ophthalmologische Komplikationen, wie Schielstellungen oder Gesichtsfeldausfälle, hatten. (Sandner et. al., 2006)

Im Rahmen des Telefoninterviews gaben einige Patienten an, dass sich bei einigen Patienten die während des stationären Aufenthalts vorliegenden Defizite im Langzeitverlauf deutlich gebessert hätten. So verbesserte sich bzw. verschwand bei den betroffenen Patienten die Fazialisparese (42,9%), die Anosmie (12,5%), die

Hypästhesien (75,0%) und Doppelbilder (50,0%). Hieraus lässt sich schließen, dass das direkt postoperative Outcome keineswegs endgültig ist.

### 1.3.3 Depressionen

Bei 5,5% der Patienten fand sich eine depressive Phase und bei 16,5% eine chronische Depression. Im Vergleich hierzu beträgt die Lebenszeitprävalenz einer diagnostizierten Depression 11,6% und die 12-Monats-Prävalenz 6,0%. (Busch et. al., 2013)

Es lässt sich also annehmen, dass die Patienten einem höheren Risiko unterlagen an einer Depression zu erkranken. Hierfür könnte sowohl das Trauma an sich, als auch die nachfolgende Operation bzw. ihre Komplikationen ursächlich sein.

### 1.3.4 Glasgow Outcome Scale

Der über alle Patienten gemittelte GOS betrug 6,44. Der maximal erreichte Score ergab 8, der minimale 0 und der Median 7. Die Standardabweichung betrug 1,98. Da in der vorliegenden Arbeit die erweiterte Version des GOS benutzt wurde, um das Outcome noch genauer untersuchen zu können, können die Werte nicht direkt mit denen der Literatur verglichen werden. Hier wird meist der GOS mit fünf Skalen benutzt.

Der ermittelte Median von 7 stellt aber ein durchaus mit den Ergebnissen anderer Studien vergleichbaren Wert dar. So beschrieb beispielsweise Scholsem ein vergleichbares Outcome, bei dem 84% der Patienten einen GOS von 5 bzw. 10% einen GOS von 4 zeigten (Scholsem et. al., 2008). Perheentupa erfasste folgendes Outcome: 74% mit einem GOS von 5, 2% mit einem GOS von 4 und 6% mit einem GOS von 1. (Perheentupa et.al., 2014)

In der vorliegenden Untersuchung wurde bei 41,9% der Patienten ein GOS von 8 erhoben bzw. bei 23,7% ein GOS von 7. Weitere 8,6% erzielten einen GOS von 6 bzw. 11,8% von 5. Darüber hinaus verstarben 3,6% im Langzeitverlauf.

Daraus lässt sich schließen, dass der Anteil der verstorbenen Patienten geringer war, als im Vergleich mit der Literatur.

#### 1.3.4.1 GOS bezogen auf GCS

Generell zeigte sich, dass ein guter Zustand des Patienten bei Einlieferung mit einem positiven Outcome assoziiert war. So hatten Patienten mit einem hohen GCS im Durchschnitt auch einen besseren GOS, im Vergleich zu denjenigen, die mit einem niedrigen GCS eingeliefert wurden. Folglich hat die Schwere des Traumas mit den größten Einfluss auf die Prognose des Patienten. Zu diesen Ergebnissen kam unter anderem bereits eine Studie der Ben-Gurion-Universität Israels. (Yellinek et. al., 2015)

#### 1.3.4.2 GOS bezogen auf ein- bzw. beidseitige Fraktur

In der vorliegenden Studie zeigten Patienten mit einseitigen Frakturen ein besseres Outcome als solche mit beidseitigen Frakturen. Da zum einen bei einer beidseitigen Fraktur meist ein schwereres Trauma vorliegt und zum anderen die Operation einer beidseitigen Fraktur auch einen komplexeren Eingriff darstellt, ist anzunehmen, dass diese Patienten einem höheren Risiko für Komplikationen unterliegen.

#### 1.3.4.3 GOS bezogen auf die Einteilung nach Escher

In der vorliegenden Studie schnitten Patienten mit einer Typ IV Fraktur am besten und solche mit einer Typ III Fraktur am schlechtesten ab. Da sich diese beiden Frakturtypen vor allem durch die Beteiligung des Mittelgesichts unterscheiden, lässt sich daraus schließen, dass dies einen bedeutenden Einfluss auf die Schwere der Verletzung und demzufolge auch auf das Outcome hat. Während bei der Typ IV Fraktur ausschließlich die temporale Schädelkalotte mit Einbeziehung der Stirnhöhle und das Orbitadach betroffen sind, zeichnet sich die Typ III Fraktur durch eben jene Beteiligung des Mittelgesichts aus.

#### 1.3.4.4 GOS bezogen auf Pneumocephalus und Liquorrhoe

Im vorliegenden Patientengut konnte im Outcome kein wesentlicher Unterschied zwischen Patienten mit (GOS = 6,83) und ohne (GOS = 6,94) präoperativ vorliegendem Pneumocephalus gefunden werden. Bei den Patienten mit Rhinoliqorrhoe zeigte sich sogar ein im Durchschnitt besseres Outcome (GOS = 7,52),

als bei denjenigen ohne Rhinoliqorrhoe (GOS = 6,67). Auch das Vorliegen einer Otholiqorrhoe (GOS = 6,33) schien im Vergleich zu Patienten ohne Otholiqorrhoe (GOS = 6,89) keinen signifikanten Einfluss auf das Outcome zu haben.

Während in der Literatur das Vorhandensein eines Pneumocephalus bzw. einer Liquorrhoe ein bedeutender Risikofaktor für ein schlechteres Outcome ist (Eljamel, 1990; Manolo et. al., 2012), scheint es in dem vorliegenden Patientengut lediglich eine untergeordnete Rolle zu spielen.

#### 1.3.4.5 GOS bezogen auf den Operationszeitpunkt

Patienten, die innerhalb einer Woche nach Trauma operiert wurden, erreichten einen GOS von 6,17. Diejenigen, die innerhalb von zwei Wochen nach Trauma operiert wurden, zeigten einen GOS von 7,50.

Hieraus lässt sich ableiten, dass es für den Patienten auch langfristig mit Vorteilen verbunden ist, von sofortigen Eingriffen abzusehen, was mit den Erkenntnissen von Bierbrauer und Camillo übereinstimmt. (Bierbrauer, 2006) (Camillo et. al., 2012)

#### 1.3.4.6 GOS bezogen auf die spezifische Deckung

Patienten, deren Deckung mittels xenogener Duraplastik durchgeführt wurde, zeigten im Vergleich ein schlechteres Outcome. Dies könnte unter anderem daran liegen, dass die Verletzung des Patienten so komplex war, dass eine Faszien- oder Galeadeckung nicht ausreichend war. So würde das schlechtere Outcome nicht direkt auf den Einsatz einer xenogenen Duraplastik zurückgeführt werden, sondern auf das Verletzungsmuster, was deren Einsatz erst nötig machte. Andererseits konnte nur fünf Patienten, bei denen eine Duraplastik angewendet wurde, der GOS bestimmt werden. So könnte das Ergebnis auch durch die geringe Anzahl von Patienten verzerrt sein.

#### 1.3.4.7 GOS bezogen auf den operativen Zugang

Da der transnasale Zugang den am wenigsten invasiven Eingriff darstellt, ist es nicht überraschend, dass diese Patienten auch das beste Outcome erreichten. Darüber hinaus konnte dieser Zugang auch nur bei nicht allzu ausgeprägten Traumen

angewandt werden, was ebenfalls einen dementsprechend guten Einfluss auf das Outcome hatte.

Des Weiteren zeigte sich, dass der Bügelschnitt ein etwas besseres Outcome zur Folge hatte, als der bogenförmige Schnitt. Da hier jedoch auch nur eine geringe Anzahl an Patienten im Langzeitverlauf untersucht werden konnte, kann hier eine Verzerrung ebenfalls nicht ausgeschlossen werden.

#### 1.3.4.8 GOS bezogen auf Antibiotikatherapie

Im vorliegenden Datensatz zeigten Patienten unter Antibiotikatherapie ein schlechteres Outcome. Da es sich hier nicht um einen prophylaktischen Einsatz von Antibiotikum handelt, sondern dieses ausschließlich empirisch bei konkreter Indikation eingesetzt wurde, lässt sich ableiten, dass Patienten mit prä- bzw. postoperativen Infektionen einem höheren Risiko für Komplikationen unterlagen.

#### 1.3.4.9 GOS bezogen auf eine interdisziplinäre Versorgung

Patienten, die interdisziplinär versorgt wurden, erreichten ein schlechteres Outcome, als diejenigen die ausschließlich neurochirurgisch behandelt wurden. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von Moskopp, die besagen, dass interdisziplinär geplante und im Intervall umgesetzte Operationen zu besseren Ergebnissen führen, als langwierige Eingriffe im instabilen Akutstadium. (Moskopp, 2005)

Jedoch könnte das schlechtere Outcome auch auf die Schwere des Traumas zurückzuführen sein, die die interdisziplinäre Behandlung erst nötig machten. So wurde ein Großteil der Patienten allein neurochirurgisch behandelt. Fälle, in denen es jedoch zusätzlich zur Frontobasisfraktur auch zu komplexen Mittelgesichtsfraktur oder Pfählungsverletzungen kam, wurden in Zusammenarbeit mit den Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgen oder den Augenärzten behandelt.

#### 1.3.5 Mini-Mental-Status-Test

Bei dem für ein Telefoninterview modifizierten Mini-Mental-State-Test ergab sich ein Mittelwert von 90,1. Der Median betrug 91 und die Standardabweichung 4,67.

Wobei der Grenzwert zur Abgrenzung einer leichten kognitiven Störung von gesunden Probanden 89 beträgt. (Alexopoulos, 2005)

Dies zeigte, dass der Großteil der Patienten im Langzeitverlauf gute bis sehr gute Ergebnisse erzielte, die durchaus dem Vergleich mit der Normalpopulation standhalten können. Berücksichtigen muss man hierbei jedoch, dass nur diejenigen Patienten befragt wurden, die auch am Telefoninterview teilnehmen konnten. Verstorbene oder komatöse Patienten fehlen in dieser Wertung.

#### 1.3.6 Bereuen

Lediglich 4,4% gaben an den Eingriff bereit zu haben, was für einen derartigen Eingriff ein durchaus gutes Ergebnis repräsentiert.

### 1.4 Fragestellung

Über 80% der Liquorfisteln verlaufen durch die Fossa cranii anterior und 20% durch den Gehörgang. Die meisten davon verschließen sich innerhalb von vier Wochen von selbst. Mit weiteren Follow-Up-Kontrollen und einem konservativen Herangehen, haben diese Patienten eine 20-50% Chance eine Meningitis zu entwickeln. (Aarabi et. al., 2006)

Einige Autoren schlagen deshalb vor, eine Antibiotikaprophylaxe einzusetzen, was jedoch kontrovers diskutiert wird. Bei einem zunächst konservativen Vorgehen kommen Hochlagern des Kopfes um 30°, tägliche Lumbalpunktionen, eine kontinuierlich Lumbaldrainage und/oder Acetazolamid zum Einsatz. Versagt die konservative Therapie jedoch und das Leck verschließt sich nicht innerhalb von ein bis zwei Wochen, ist eine operative Deckung indiziert. (Aarabi et. al., 2006)

Viele Autoren bevorzugen jedoch ein sofortiges Vorgehen, um das Liquorleck zu schließen und dadurch das Infektionsrisiko zu verringern (Teng et. al., 2019). Andere Autoren wiederum empfehlen, bis zu 7 Tage zu warten, da sich in diesem Zeitraum ein Liquorleck von selbst wieder verschließen kann (Camillo et. al., 2012). Es wird jedoch auch beschrieben, dass nach spontanem Sistieren jederzeit eine erneute Liquorrhoe einsetzen kann (Aarabi et. al., 2006). Was den Standpunkt derjenigen Autoren bekräftigt, die für ein operatives Vorgehen sind.

Andererseits wird in der Literatur auch angeführt, dass interdisziplinär geplante und im Intervall umgesetzte Operationen zu besseren Ergebnissen führen, als langwierige Eingriffe im instabilen Akutstadium (Firsching, 2005). Folglich würde der Patient von einem späteren Eingriff profitieren. Außerdem wird in der Literatur zum

Beispiel empfohlen, die Operation nach Abklingen des posttraumatischen Ödems durchzuführen, um dem Gehirn nicht noch weiteren Stress aufzuerlegen und dem Operationsgebiet vorab die Möglichkeit zu geben, sich von dem Trauma zu erholen (Sakas et. al., 1988). Andererseits weist eine Studie der Medizinischen Universität Wien darauf hin, dass eine spätere Operation auch Nachteile mit sich bringt. So zeigte sich, dass sich bereits nach einer Woche das Infektionsrisiko exponentiell erhöhte. Daher entschieden sich die Autoren, die konservative Behandlung bei fehlender Zustandsverbesserung nach maximal fünf Tagen abubrechen. (Camillo et. al., 2012)

Kontrovers dazu rät eine Studie der Universitätsklinik Greifswald, dass wenn möglich eine komplexe Fraktur besser erst nach zwei bis drei Wochen operiert werden sollte. In diesem Zeitraum sollte der Patient eine Antibiotikaphylaxe erhalten. (Piek, 2000)

Die Antibiotikaphylaxe ist ebenso ein viel diskutiertes Thema in der Literatur.

Eine verbreitete Meinung hierzu ist, dass eine Prophylaxe den Patienten in der Regel nicht nützt und man hierdurch nur noch die Entwicklung von Resistenzen fördert. Diese These unterstützt auch eine Studie des Universitätskrankenhauses Liège in Belgien. Sie weisen zusätzlich auch darauf hin, dass die nasopharyngeale Flora sich durch eine Antibiotikaphylaxe verändert und die mikrobiologische Analyse des Liquors bei Verdacht auf Meningitis erschwert wird. (Scholsem et. al., 2008)

So soll die Antibiose nur bei tatsächlicher Infektion mit Meningitis genutzt werden (Yellinek et. al., 2016). Außerdem konnten Studien zeigen, dass es keine klaren Beweise gibt, dass die Prophylaxe im Allgemeinen die Inzidenz der Meningitis reduziert und, dass sich die Infektion auch trotz vorheriger Prophylaxe entwickeln kann (Forcht et. al., 1983).

Andere Studien wiederum belegen einen Nutzen der Prophylaxe (Camillo et. al., 2012). Eljamel und Foy berichteten das Risiko einer Meningitis nach Liquorleck hierdurch von 61% auf 34% senken zu können (Eljamel, 1990).

Im Klinikum rechts der Isar erhalten die Patienten lediglich eine „single-shot“-Antibiotikaphylaxe bei Operation. Da diese im Vergleich mit anderen Studien ähnliche, wenn nicht sogar weniger Komplikationen zeigten, lässt sich erschließen, dass sie von dieser Vorgehensweise profitierten. So konnte lediglich ein Fall einer Meningitis gefunden werden, welcher jedoch auf Grund späterer Eingriffe im

Ausland, nicht zweifelsfrei der Behandlung im Klinikum rechts der Isar zuzuschreiben ist. Auch die Quote von Abszessen oder anderen Infektionen war sehr gering. Darüber hinaus traten weder Encephalo- noch Myocelen in dem untersuchten Patientengut auf.

Bezüglich des Zeitpunkts der Operation deuten die erhobenen Daten der vorliegenden Studie darauf hin, dass diejenigen Patienten, die innerhalb einer Woche nach Trauma operiert wurden, ein schlechteres Outcome zeigten, als diejenigen, die nach zwei Wochen operiert wurden. Dies würde demnach eher gegen ein sofortiges Vorgehen und für eine abwartende Haltung sprechen.

Da eine häufige Spätkomplikation bei nicht operativ behandelten oder nicht diagnostizierten Frontobasisfrakturen eine Meningitis bzw. rezidivierende Meningitiden sein können, stellt sich die Frage, wann genau eine Deckung indiziert ist. Um die schwerwiegenden Folgen einer Meningitis zu vermeiden, werden im Klinikum rechts der Isar alle Patienten mit Frontobasisfraktur operativ gedeckt. Dies geschieht unabhängig vom Vorliegen einer Liquorrhoe.

Eine andere Herangehensweise schlagen Yellinek, Cohen, Merkin, Shelef und Benifla vor. Sie erklären, dass die geringe Rate von Meningitiserkrankten im Langzeitverlauf gegen eine prophylaktische Deckung der Frontobasis spricht. Sie schlagen vor, bei asymptomatischen Frakturen nur bei Liquorleck zu operieren. Auch hier empfehlen sie zunächst drei bis fünf Tage abzuwarten und falls sich das Leck bis dahin nicht von selbst schließt zunächst mit Acetazolamid zu behandeln. Falls dies nicht wirkt, sollte eine Operation erfolgen. (Yellinek et. al., 2016)

Eine Studie der Universität La Sapienza in Rom empfiehlt bei isolierter Fraktur der Vorderwand des Sinus frontalis nur zu operieren, wenn dadurch die Ästhetik des Patientengesichts wiederhergestellt werden soll. Ansonsten kann der Bruch konservativ behandelt werden. Bei Patienten, die ebenfalls eine frakturierte Hinterwand der Stirnhöhle haben, sollte bei nichtdislozierten Frakturen konservativ vorgegangen werden. Dies beinhaltet auch eine Antibiotikaphylaxe und kurz aufeinander folgende Follow-Up Untersuchungen. Die Autoren betonen auch hier, dass bei Vorliegen eines Pneumocephalus oder einer Rhinoliquorrhoe das Risiko einer posttraumatischen Infektion stark ansteigt. Sie empfehlen hier eine zeitnahe Operation mit antibiotischer Therapie. (Manolo et. al., 2012)

Speziell bei Durafisteln wird geraten, eine chirurgische Deckung durchzuführen, da es sich hier um einen Eingriff mit sehr niedriger Mortalität und Morbidität handelt und das Risiko einer Meningitis laut einer Studie von Eljamel und Foy dadurch auf 4% gesenkt werden kann. Darüber hinaus fällt das Risiko einer Erkrankung an Meningitis bezogen auf 10 Jahre bei erfolgreicher Operation von 85% auf 7%. (Eljamel, 1990)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die verschiedenen Spezialisten zumindest darin einig sind, dass bei massivem Pneumocephalus und Rhinoliqorrhoe unbedingt operiert werden sollte, da diese einen großen Einfluss auf das Outcome haben (Manolo et. al., 2012). So empfiehlt beispielsweise das Burdenko Institut insbesondere im Falle eines Spannungspneumocephalus mit im CT detektierten Schädelbasisdefekten und ggf. auch noch einem Liquorleck, eine umgehende operative Herangehensweise (Shelesko et. al., 2019). Weitere Indikationen stehen jedoch immer noch zur Diskussion.

Anhand der erhobenen Daten, wie der geringen Rate an Meningitis und anderen Komplikationen, die in der vorliegenden Arbeit gefunden wurden, kann ein operatives Vorgehen empfohlen werden. Darüber hinaus scheint der Eingriff das Risiko für Komplikationen bzw. Spätkomplikationen nicht signifikant zu erhöhen. Auch die Single-Shot-Antibiotikaprophylaxe im Gegensatz zur längerfristigen prophylaktischen Antibiotikagabe scheint für den Patienten mit Vorteilen verbunden zu sein.

#### 4.5 Problematiken der Studie

Die vorliegende Untersuchung unterliegt einigen Limitationen.

So konnte einerseits der präoperative Status der polytraumatisierten Patienten nicht ausreichend genau erfasst werden, was es dadurch erschwerte, die Komplikationen eindeutig dem Eingriff zuzuschreiben, da diese bereits präoperativ vorgelegen haben können.

Eine weitere Limitation liegt im retrospektiven Design der Studie und der daher möglicherweise nicht gänzlich vollständigen Dokumentation in den Krankenakten. So ist nicht auszuschließen, dass bestimmte Komplikationen oder Symptome wie z.B. eine Otholiqorrhoe vorlagen, aber nicht retrospektiv nachvollziehbar festgehalten wurden.

Um Defizite eindeutig der Operation bzw. dem Trauma zuzuschreiben, hätte man demnach ein prospektives Studiendesign benötigt, in dem alle Patienten vom selben Untersucher und nach denselben Kriterien untersucht und gescreent hätten werden müssen, um jeglichen Bias zu minimieren. Mit einem prospektiven Design hätte man vermutlich eine reliablere Analyse der traumatischen bzw. peri- und postoperativen Komplikationen gewinnen können.

Darüber hinaus nahmen nur 55,15% der Patienten am Telefoninterview teil. Man muss hier berücksichtigen, dass möglicherweise Patienten mit einem schlechten Outcome nicht per Telefon erreicht werden konnten und damit keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Untersuchung hatten.

Eine weitere Problematik stellt die Tatsache dar, dass in die vorliegende Untersuchung Patienten mit einer durchgeführten Frontobasisdeckung untersucht wurden, die nicht ausschließlich auf eine Frontobasisfraktur zurückzuführen ist. So sind in der Studie auch diejenigen Patienten inkludiert, bei denen die Deckung auf Grund einer infektiös bedingten Osteolyse oder einem tumorösen Geschehen nötig war. Es ist nicht auszuschließen, dass Patienten mit dieser Grunderkrankung und einem höheren Risiko für Komplikationen unterliegen.

Des Weiteren gestaltet sich die Interpretation der erhobenen Daten als schwierig, da es sich hier um eine retrospektive Studie handelt und es keine Vergleichsgruppe gibt, die konservativ behandelt wurde. So ist nur der Vergleich mit der Arbeit anderer Forschungsgruppen möglich, was potentiell mit Fehlern behaftet sein kann, da einige Einflussfaktoren, wie das Krankenhaus selbst, die Expertise der Ärzte, die Behandlungsstrategien und Krankenhausabläufe nicht berücksichtigt werden können.

## 2. ZUSAMMENFASSUNG

### 5.1 Hintergrund

Frontobasale Läsionen und Frakturen können mit Liquorlecks einhergehen, die wiederum das Risiko einer aufsteigenden Meningitis und Hirnabszessen erhöhen. Die entsprechenden Behandlungsstrategien werden derzeit noch in der Fachliteratur diskutiert. Die neurochirurgische Abteilung des Klinikums rechts der Isar vertritt hier eine aggressive Strategie. Jeder Patient mit Defekt der Frontobasis, welcher eine Verbindung mit den Nasennebenhöhlen und dem intrakraniellen Kompartiment hat, erhält eine Frontobasisdeckung. Ziel dieser Studie war es, die Ergebnisse der chirurgischen Behandlung mit den konservativen Vorgehensweisen anderer Autoren zu vergleichen.

### 5.2 Methoden

In die vorliegende Studie wurden diejenigen Patienten untersucht, die zwischen 2006 und 2015 aufgrund einer frontobasalen Fraktur bzw. Läsion operiert wurden. Retrospektiv wurden deren Akten ausgewertet und zur Beurteilung der langfristigen Komplikationsraten ein Telefoninterview durchgeführt.

### 5.3 Ergebnisse

165 konsekutive Patienten wurden in diese Studie eingeschlossen. Berichtete Ursachen von frontobasalen Läsionen waren: akutes Trauma (83,0%), früheres Trauma (4,9%), Infektion (5,5%), Tumoren (3,6%) und frühere Operationen (4,9%). Präoperativ zeigten 41 (24,9%) Patienten einen Liquorleck. Doppelnennungen waren möglich. Die gewählten chirurgischen Ansätze waren frontolateral, pterional und transnasal. Jeder Patient erhielt eine einmalige Antibiotika-Prophylaxe. Die Rate der postoperativen intrakraniellen Blutungen und Infektionen betrug 1,2% bzw. 0,6%. Die Revisionsrate betrug 4,2%. Die häufigsten posttraumatischen / postoperativen Defizite waren Anosmie (10,9%), Orientierungslosigkeit (4,2%), Gesichtslähmung

(4,2%), Diplopie (3,6%) und Hypakusis (2,4%). Drei Patienten (1,8%), die mit einem GCS von 3 eingeliefert wurden, verblieben komatös.

91 Patienten standen nach  $7 \pm 3$  Jahren für eine Langzeitbeurteilung zur Verfügung. Die häufigsten langfristigen Defizite waren Hyposmie (28,6%), Cephalgie (11%) und Wetterfühligkeit (9,9%). Ein Patient entwickelte eine aufsteigende Meningitis. Es gab keine Hinweise auf Enzephalitis, Mukozele oder Pyozele. Die langfristige Revisionsrate betrug 17,6% (16 Fälle), der Median-GOS-Score war  $6,44 \pm 1,98 / 8$ .

#### 5.4 Schlussfolgerung

Die Raten von Komplikationen und Revisionen sind vergleichbar mit denen der Literatur. Basierend auf der niedrigen Rate von Infektionen und der niedrigen Rate von kognitiven Defekten schlagen wir vor, dass die chirurgische Intervention zur langfristige Prophylaxe von aufsteigenden Meningitiden ratsam ist.

## 5. ANHANG

### 5.1 Eidesstaatliche Erklärung

#### Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die bei der Fakultät für Medizin der TUM zur Promotionsprüfung vorgelegte Arbeit mit dem Titel:

Retrospektive Evaluation der operativen Therapie von Frontobasisfrakturen – Erfassung der Morbidität und Mortalität dieser Operation direkt postoperativ und im Langzeitverlauf

in der Fakultät für Medizin, Klinik für Neurochirurgie am Klinikum rechts der Isar

unter der Anleitung und Betreuung durch: PD Dr. Jens Gempt und Dr. Niels Buchmann ohne sonstige Hilfe erstellt und bei der Abfassung nur die gemäß § 6 Ab. 6 und 7 Satz 2 angebotenen Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe keine Organisation eingeschaltet, die gegen Entgelt Betreuerinnen und Betreuer für die Anfertigung von Dissertationen sucht, oder die mir obliegenden Pflichten hinsichtlich der Prüfungsleistungen für mich ganz oder teilweise erledigt.

Ich habe die Dissertation in dieser oder ähnlicher Form in keinem anderen Prüfungsverfahren als Prüfungsleistung vorgelegt.

Die vollständige Dissertation wurde in \_\_\_\_\_ veröffentlicht. Die promotionsführende Einrichtung hat der Veröffentlichung zugestimmt.

Ich habe den angestrebten Doktorgrad noch nicht erworben und bin nicht in einem früheren Promotionsverfahren für den angestrebten Doktorgrad endgültig gescheitert.

Ich habe bereits am \_\_\_\_\_ bei der Fakultät für \_\_\_\_\_ der Hochschule \_\_\_\_\_ unter Vorlage einer Dissertation mit dem Thema \_\_\_\_\_ die Zulassung zur Promotion beantragt mit dem Ergebnis: \_\_\_\_\_

Die öffentlich zugängliche Promotionsordnung der TUM ist mir bekannt, insbesondere habe ich die Bedeutung von § 28 (Nichtigkeit der Promotion) und § 29 (Entzug des Doktorgrades) zur Kenntnis genommen. Ich bin mir der Konsequenzen einer falschen Eidesstattlichen Erklärung bewusst.

Mit der Aufnahme meiner personenbezogenen Daten in die Alumni-Datei bei der TUM bin ich

einverstanden,  nicht einverstanden.



München, 08.06.2020, Sidonie Schwab-Möritz

## 5.2 Modifizierter MMSE-Test: Telefonische Version (Alexopoulos, 2005)

### 11.1.1. Modifizierter MMSE-Test: Telefonische Version

Ich möchte Ihnen nun einige Fragen stellen, um Ihr Gedächtnis und Ihre Konzentrationsfähigkeit zu überprüfen. Manche Fragen mögen sehr leicht erscheinen, andere wiederum schwieriger. Nehmen Sie sich soviel Zeit, wie Sie brauchen. Wir können auch Fragen überspringen, wenn Sie sie nicht verstanden haben. Auf jeden Fall besteht kein Anlass zur Beunruhigung.

Name: \_\_\_\_\_ Uhrzeit zu Beginn: \_\_\_\_\_ **C =** Correct  
**I =**  
 In   **R =** Refused  
**SCORE:**  **CORRECTED SCORE:**

1.	Wie heißt der jetzige Bundeskanzler?	1	0	7
2.	Wie heißt der vorherige Bundeskanzler?	1	0	7
3.	Wie heißt der jetzige Bundespräsident?	1	0	7
4.	Wie heißt der vorherige Bundespräsident?	1	0	7
5.	Wie heißt der bayrische Ministerpräsident?	1	0	7
6.	Nun werde ich Ihnen 3 Wörter sagen, die Sie sich merken sollen. Hören Sie gut zu und wiederholen Sie sie, nachdem ich alle 3 genannt habe. Bitte schreiben Sie nicht mit. (Wenn nicht korrekt, bis zu dreimal wiederholen. Der erste Versuch wird bewertet.)  Hemd                      Pfennig                      Ehrlichkeit  Merken Sie sich bitte die 3 Wörter, denn ich werde Sie später nochmals danach fragen. Zahl der Versuche: _____                      Höchste Punktzahl: 3	1 2 3	0	7
7.	Jetzt zählen Sie bitte von 1 bis 5. Nur einmal helfen, wenn nötig. Wenn nicht fähig, zu Nr.8 übergehen.  Und nun zählen Sie bitte rückwärts von 5 bis 1.  5      4      3      2      1 Alles korrekt: 2 Punkte; 1-2 Fehler: 1 Punkt; mehr als 2 Fehler: 0 Punkte	1 2	0	7
8.	Bitte buchstabieren Sie das Wort RADIO. Nur einmal helfen, wenn nötig. Wenn nicht fähig, zu Nr.9 übergehen.  Jetzt buchstabieren Sie bitte das Wort rückwärts.  O      I      D      A      R                      Höchste Punktzahl: 5	1 2 3 4 5	0	7
	<b>Zwischenscore:</b>			
C		I	R	

9.	Erinnern Sie sich noch an die 3 Wörter, die Sie vorhin schon einmal wiederholt haben? (Hemd, Pfennig, Ehrlichkeit) <i>Wenn nicht alle Antworten korrekt, dann Hilfestellung geben, wenn nötig:</i>			
	<u>Hemd</u> (3 Punkte)	<u>Pfennig</u> (3 Punkte)	<u>Ehrlichkeit</u> (3 Punkte)	1
				2
	Eins der Wörter war:			3
	<u>ein Kleidungsstück</u> (2 Punkte)	<u>eine Münze</u> (2 Punkte)	<u>eine gute Eigenschaft</u> (2 Punkte)	4
				5
	Eins der Wörter war:			6
	Schuhe	Euro	Ehrlichkeit	7
	Hemd	Pfennig	Freigiebigkeit	7
	Socken	Mark	Bescheidenheit	8
	(1 Punkt)	(1 Punkt)	(1 Punkt)	8
	<i>Wenn immer noch falsche Antwort, richtige Antwort mitteilen.</i>			9 0 7
10.	Bitte schauen Sie bei den nächsten Fragen nicht auf den Kalender oder eine Uhr. Welches Jahr haben wir? <i>Korrekt: 3 Punkte; Um ein Jahr verfehlt: 1 Punkt</i>			1 3 0 7
11.	Und welche Jahreszeit? <i>Korrekt: 3 Pte; Um ein Monat verfehlt: 2 Pte; Falsch, aber nennt Jahreszeit: 1 Pt</i>			1 2 3 0 7
12.	Welchen Wochentag haben wir heute? <i>Korrekt: 3 Punkte; Um ein Tag verfehlt: 1 Punkt</i>			1 3 0 7
13.	Und welchen Monat? <i>Korrekt: 3 Pte; Falsch, aber innerhalb drei Tage: 2 Pte; Um einen Monat verfehlt: 1 Pt</i>			1 2 3 0 7
14.	Welches Datum haben wir heute? <i>Korrekt: 3 Pte; Um ein oder zwei Tage verfehlt: 2 Pte; um drei bis fünf Tage verfehlt: 1 Pt</i>			1 2 3 0 7
15.	In welchem Staat leben wir? <i>Korrekt: 2 Pte</i>			2 0 7
16.	Und in welchem Bundesland?			1 0 7
17.	In welcher Stadt (in welchem Ort) befinden Sie sich?			1 0 7
18.	Sind Sie in einer Kirche, einer Wohnung oder einer Klinik? <i>(Wenn korrekte Antwort nicht dabei, letzte durch richtige ersetzen.)</i>			1 0 7
	<b>Zwischenscore:</b>			

19.	Wie bezeichnen Sie den Teil Ihres Körpers, der sich über den Augenbrauen befindet? <i>Stirn</i>	1	0	7
20.	Wie bezeichnen Sie den spitzen Teil Ihres Körpers, der sich unterhalb Ihres Mundes befindet? <i>Kinn</i>	1	0	7
21.	Wie heißt das Gelenk, das den Arm mit dem Oberkörper verbindet? <i>Schulter</i>	1	0	7
22.	Wie heißt das Gelenk in der Mitte des Arms? <i>Ellbogen</i>	1	0	7
23.	Wie heißen die Gelenke der Finger, die Sie sehen können, wenn Sie eine Faust machen? <i>Knöchel</i>	1	0	7
24.	Nun gebe ich Ihnen einen Oberbegriff und Sie nennen mir so viele Dinge wie Ihnen einfallen, die zu diesem Oberbegriff gehören. Zum Beispiel, wenn ich "Obst" sage, so antworten Sie "Orange, Apfel, Banane usw.". Können Sie mir ein weiteres Obst nennen? _____	1		
	Jetzt nenne ich Ihnen eine andere Kategorie und zwar "Tiere". Bitte sagen Sie mir so viele vierbeinige Tiere wie Ihnen einfallen. Sie haben 20 Sekunden.	2		
	(Stoppuhr starten. Sagen Sie "Beginnen Sie jetzt". Lassen Sie 20 Sekunden zu. Wenn keine Antwort in den ersten 10 Sekunden erfolgt, wiederholen Sie die Frage einmal.)	3		
	Gegebene Antworten:	4		
	<input type="checkbox"/> Hund	5		
	<input type="checkbox"/> Katze	6		
	<input type="checkbox"/> Maus	7		
	<input type="checkbox"/> Kuh	8		
	<input type="checkbox"/> Pferd	9		
	<input type="checkbox"/> Schwein	10	0	7
	<input type="checkbox"/> Elefant			
	<input type="checkbox"/> Löwe			
	<input type="checkbox"/> Tiger			
	<input type="checkbox"/> Affe			
	<input type="checkbox"/> Nilpferd			
	<input type="checkbox"/> Zebra			
	<input type="checkbox"/> Giraffe			
	<input type="checkbox"/> _____			
	<input type="checkbox"/> _____			
	<input type="checkbox"/> _____			
25.	Was haben Arm und Bein gemeinsam? (Wenn weniger als 2 Punkte, teilen Sie die Antwort "Beides sind Körperteile oder Körperglieder" mit.) <i>Körperteil o. Körperglied: 2 Punkte; teilweise korrekt: 1 Punkt</i>	1		
		2	0	7
26.	Was haben Lachen und Weinen gemeinsam? (Keine Hilfestellung erlaubt) <i>Beides Gefühlsregungen 2 Punkte; teilweise korrekt: 1 Punkt</i>	1		
		2	0	7
27.	Was haben Essen und Atmen gemeinsam? (Keine Hilfestellung erlaubt) <i>Lebensnotwendig 2 Punkte; teilweise korrekt: 1 Punkt</i>	1		
		2	0	7
	<b>Zwischenscore:</b>			

28.	Bitte wiederholen Sie genau, was ich sage: "Das Orchester spielte und die Menge jubelte." (Streichen Sie die fehlenden oder falschen Wörter durch.) <i>Korrekt: 2 Punkte; ein bis zwei Wörter falsch: 1 Punkt</i>	1 2	0	7									
29.	Und nun wiederholen Sie bitte genau folgenden Satz: "Keine Wenn und Aber" (Streichen Sie die fehlenden oder falschen Wörter durch.) <i>„Keine Wenn“: 1 Punkt; „Und“: 1 Punkt; „Aber“: 1 Punkt</i>	1 2 3	0	7									
30.	Bitte klopfen Sie mit Ihrem Finger 5mal auf den Telefonhörer, sodass ich das hören kann. (Einmal Hilfestellung, wenn keine oder nicht korrekte Durchführung.) <i>Durchführung ohne Aufforderung: 3 Pte; nach Aufforderung: 2 Pte</i>	2 3	0	7									
31.	Haben Sie ein Tasten- oder Drehscheibentelefon? Bitte klopfen Sie 3mal auf das Telefon, drücken / wählen Sie die Taste 3 und sagen Sie: "Ich bin fertig". (Nicht wiederholen oder Hilfestellung geben) <i>Telefonklopfen: 1 Pt; Wählt Taste 3: 1 Pt; Sagt „Ich bin fertig“: 1 Pt</i>	1 2 3	0	7									
32.	Bitte sagen Sie einen vollständigen Satz. <hr/> (Geben Sie 10 Sekunden, dann Hilfestellung, wenn nötig. Wenn keine Antwort oder die Person verwirrt scheint, sagen Sie: "Ein Satz drückt einen Gedanken aus und hat ein Subjekt und ein Verb.") <i>Korrekter Satz: 5 Pte; Mit Fehler: 4 Pte; Korrekter Satz nach Hilfestellung: 3 Pte; Mit Fehler nach Hilfestlg: 2 Pte; Unvollst. Satz nach Hilfestlg: 1 Pt</i>	1 2 3 4 5	0	7									
33.	Erinnern Sie sich noch an die 3 Wörter, die Sie sich merken sollten und vorhin schon einmal wiederholt haben? (Hemd, Pfennig, Ehrlichkeit) <i>Wenn nicht alle Antworten korrekt, dann Hilfestellung geben, wenn nötig:</i>  <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 33%;"><hr/><b>Hemd</b> (3 Punkte)</td> <td style="text-align: center; width: 33%;"><hr/><b>Pfennig</b> (3 Punkte)</td> <td style="text-align: center; width: 33%;"><hr/><b>Ehrlichkeit</b> (3 Punkte)</td> </tr> </table> Eins der Wörter war:  <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 33%;"><hr/>ein Kleidungsstück (2 Punkte)</td> <td style="text-align: center; width: 33%;"><hr/>eine Münze (2 Punkte)</td> <td style="text-align: center; width: 33%;"><hr/>eine gute Eigenschaft (2 Punkte)</td> </tr> </table> Eins der Wörter war: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 33%;">Schuhe Hemd Socken (1 Punkt)</td> <td style="text-align: center; width: 33%;">Euro Pfennig Mark (1 Punkt)</td> <td style="text-align: center; width: 33%;">Ehrlichkeit Freigiebigkeit Bescheidenheit (1 Punkt)</td> </tr> </table> <i>(Wenn verweigert: 97)</i>	<hr/> <b>Hemd</b> (3 Punkte)	<hr/> <b>Pfennig</b> (3 Punkte)	<hr/> <b>Ehrlichkeit</b> (3 Punkte)	<hr/> ein Kleidungsstück (2 Punkte)	<hr/> eine Münze (2 Punkte)	<hr/> eine gute Eigenschaft (2 Punkte)	Schuhe Hemd Socken (1 Punkt)	Euro Pfennig Mark (1 Punkt)	Ehrlichkeit Freigiebigkeit Bescheidenheit (1 Punkt)	1 2 3 4 5 6 7 8 9	0	97
<hr/> <b>Hemd</b> (3 Punkte)	<hr/> <b>Pfennig</b> (3 Punkte)	<hr/> <b>Ehrlichkeit</b> (3 Punkte)											
<hr/> ein Kleidungsstück (2 Punkte)	<hr/> eine Münze (2 Punkte)	<hr/> eine gute Eigenschaft (2 Punkte)											
Schuhe Hemd Socken (1 Punkt)	Euro Pfennig Mark (1 Punkt)	Ehrlichkeit Freigiebigkeit Bescheidenheit (1 Punkt)											
<b>Zwischenscore:</b>													

34.	Bitte schauen Sie für die nächsten Fragen nicht auf die Uhr. Stellen Sie sich bitte im Geiste eine Uhr vor. Ich werde Ihnen verschiedene Uhrzeiten nennen und Sie sagen mir bitte, in welche Richtung der kleine und der große Zeiger zeigen. Zum Beispiel um 3 Uhr zeigt der große Zeiger nach oben und der kleine Zeiger nach rechts. Wenn ich Sie nach den Ziffern frage, antworten Sie für 3 Uhr, der große Zeiger zeigt auf die 12 und der kleine auf die 3.		
A	<b>7 Uhr</b>		
1a.	Zeigt der große Zeiger um 7 Uhr nach oben oder nach unten? <i>(Nicht bewerten)</i>	<i>(oben)</i> <i>(Nicht bewerten)</i>	
2a.	Auf welche Ziffer zeigt der große Zeiger?	<i>(Auf die 12)</i> <i>(Nicht bewerten)</i>	
3a.	Zeigt der kleine Zeiger auf die linke oder auf die rechte Seite der Uhr?	<i>(Linke Seite)</i>	1 0 7
4a.	Auf welche Ziffer zeigt der kleine Zeiger?	<i>(Auf die 7)</i>	1 0 7
B	<b>8 Uhr 20</b>		
1b.	Zeigt der große Zeiger auf die linke oder auf die rechte Seite der Uhr?	<i>(Rechte Seite)</i>	1 0 7
2b.	Auf welche Ziffer zeigt der große Zeiger?	<i>(Auf die 4)</i>	1 0 7
3b.	Zeigt der kleine Zeiger auf die linke oder auf die rechte Seite der Uhr?	<i>(Linke Seite)</i>	1 0 7
4b.	Auf welche Ziffer zeigt der kleine Zeiger?	<i>(Auf die 8)</i>	1 0 7
C	<b>11 Uhr 10</b>		
1c.	Zeigt der große Zeiger auf die linke oder auf die rechte Seite der Uhr?	<i>(Rechte Seite)</i>	1 0 7
2c.	Auf welche Ziffer zeigt der große Zeiger?	<i>(Auf die 2)</i>	1 0 7
3c.	Zeigt der kleine Zeiger auf die linke oder auf die rechte Seite der Uhr?	<i>(Linke Seite)</i>	1 0 7
4c.	Auf welche Ziffer zeigt der kleine Zeiger?	<i>(Auf die 11)</i>	1 0 7
	<b>SCORE</b>		
	<b>CORRECTED SCORE</b>		

## 6. LITERATURVERZEICHNIS

- Aarabi, B., O'Malley, B.W., Martin, J.E., Eisenber, H.M. (2006). Surgical Management of Cerebrospinal Fluid Leaks. In L.N. Sekhar & R.G. Fessler (Eds.), Atlas of Neurosurgical Techniques – Brain (pp. 927-930). New-York - Stuttgart. Thieme Verlag.
- Alexopoulos, P. (2005). Validierung eines kurzen telefonischen Testverfahrens (T3MS) für die Diagnostik kognitiver Störungen (Dissertation). Technische Universität München.
- Arnold, W., Ganzer, U. (2005). Checkliste - Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde (Vol. 4) (p. 291). Stuttgart: Thieme.
- Baierlein, S. A. (2011). Frakturklassifikationen (p. 126). Stuttgart - New York: Georg Thieme Verlag.
- Bell, R.B., Dierks, E.J., Homer L., Potter, B.E. (2004). Management of cerebrospinal fluid leak associated with craniomaxillofacial trauma. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 62 (6), pp. 676-684.
- Bierbrauer, K.S. (2006) Surgical Management of Cranial Trauma. In L.N. Sekhar & R.G. Fessler (Eds.) Atlas of Neurosurgical Techniques - Brain (pp. 906-911). New York - Stuttgart. Thieme Verlag.
- Bockhorn, J. (1993). Indikation, Methodik und Ergebnisse operativer Therapie bei Schädel-Hirn-Trauma. In F. Böcker & B. Kügelen & N. Skiba (Eds.) Neurotraumatologie (p.65-73). Berlin - Heidelberg: Springer Verlag.
- Bonkowsky, V. (2001) Rhinobasale Frakturen. In B. Weigel & M.L. Nerlich (Eds.) Praxisbuch Unfallchirurgie (pp. 22-27). Berlin - Heidelberg - New York: Springer Verlag.
- Busch, M.A., Maske, U.E., Ryl, L., Schlack, R., Hapke, U. (2013). Prävalenz von depressiver Symptomatik und diagnostizierter Depression bei Erwachsenen in Deutschland. Bundesgesundheitsbl. 56 (pp. 733-739). Berlin - Heidelberg: Springer Verlag.
- Büttner, A. (2018). Pathologie und rechtsmedizinische Aspekte. In E. Rickels & J. Pieck (Eds). Handbuch Schädel-Hirn-Trauma (p.23), Berlin: Walter de Gruyter.
- Camillo, S., Di Leva, A., Gibson, D., Pakrah-Bodingbauer, B., Widhalm, G., Krusche-Mandel, I., Erdoes, J., Gilloon, B., Matula, C. (2012). A management algorithm

- for cerebrospinal fluid leak associated with anterior skull base fractures: details clinical and radiological follow-up. *Neurosurgical Review*, 35(2), pp. 227-237.
- Dimitrijevic, M. V., Krstic, A. M., Djordjevic, V. Z., Bukurov, B. M. (2014). Late complication of the frontobasal trauma. *Journal of Craniofacial Surgery*. 25(2), pp. 174–176.
- Durst, J. (1997). *Traumatologische Praxis - Standard für Diagnostik und Therapie für alle Fachgebiete* (p. 247). Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Eljamel, M.S., Foy, P.M. (1990). Acute traumatic CSF fistulae: the risk of intracranial infection. *British Journal of Neurosurgery*, 4(5), pp. 381-385.
- Ellis, E., el-Attar, A., Moos, K. F. (1985). An analysis of 2067 cases of zygomatico-orbital fracture. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(6), pp. 417-428.
- Ermert, T., Hinder, F., Van Aken, H.K. (2015) *Grundzüge der Neuroanästhesie und Neurointensivmedizin*. In D. Moskopp & H. Wassmann (Eds.) *Neurochirurgie – Handbuch für die Weiterbildung und interdisziplinäres Nachschlagewerk* (pp. 288-290). Stuttgart-New York: Schattauer Verlag.
- Ernst, A., Herzog, M., Seidl, R. O. (2004). *Traumatologie des Kopf-Hals-Bereichs* (p. 50). Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag.
- Escher, F. (1969) *Clinic, classification and treatment of frontobasal fractures*. Stockholm - Almquist u. Wiksel. pp. 343–352.
- Firsching, R. (2015) *Schädel-Hirn-Traumata*. In D. Moskopp & H. Wassmann (Eds.) *Neurochirurgie – Handbuch für die Weiterbildung und interdisziplinäres Nachschlagewerk* (pp. 373-379, 382-383). Stuttgart - New York: Schattauer Verlag.
- Firsching, R., Woischneck, D.H., Schreiber, S. (2009) *Traumatische Hirnstammläsionen*. In P. Urban (Ed.) *Erkrankungen des Hirnstamms* (p.258). Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Forcht Dagi, T., Meyer, F.B., Poletti, C.A. (1983). The incidence and prevention of meningitis after basilar skull fracture. *The American Journal of Emergency Medicine*, 1(3), pp. 295-298.
- Gratzl, O., Rem, J.A., Wasner, M. (2013). *Grundzüge neurochirurgischer Behandlung*. In J.R. Siewert. *Chirurgie* (p. 222-235). Berlin - Heidelberg: Springer Verlag.

- Greenberg, M. S. (2010). Handbook of Neurosurgery. (pp. 885-890) New York-Stuttgart: Thieme Verlag.
- Grundmann, T., Kehrl, W. (2004). Rekonstruktion der Stirnhöhle mit einem Calvarian-split-Galea-Periost-Transplantat nach entzündlichen Komplikationen. HNO. 52(1), pp. 57-62.
- Hertel, V., Schick, B. (2012). Diagnostik und Therapie von frontobasalen Liquorfisteln. Laryngo-Rhino-Otologie, 91(09), pp. 585–597.
- Heyn, G. (2006, Juli, 4). Schädel-Hirn-Traumata – Stürze mit gravierenden Folgen. Aus <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=1522> (14.03.2018)
- Hill, C. M., Burford, K., Martin, A., Thomas, D. W. (1998). A one-year review of maxillofacial sports injuries treated at an accident and emergency department. The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery, 36(1), pp. 44-47.
- Hoffmann, T.K., Scheithauer, M., Koenig, R., Schuler, P.J. (2014). Rhinobasisdefekt – was tun? Fallserie und Algorithmus. Laryngo-Rhino-Otologie, 93 (11), pp. 768-777.
- Hoffmann, T.K., Hindy, N.E., Müller, O.M., Schuler, P.J., Bergmann, C., Hierner, R., Lehnerdt, G., Mattheis, S., Wagenmann, M., Schipper, J., Sure, U., Lang, S., Hänggi, D., Sandalcioglu, I.E. (2013). Vascularised local and free flaps in anterior skull base reconstruction. European Archives of Oto-Rhino-Laryngo, 270(3), pp. 899–907.
- Holling, M. (2015) Neurochirurgische Maßnahmen in Notfallsituationen. In D. Moskopp & H. Wassmann (Eds.). Neurochirurgie - Handbuch für die Weiterbildung und interdisziplinäres Nachschlagewerk (p. 308). Stuttgart - New York: Schattauer Verlag.
- Iida, S., Kogo, M., Sugiura, T., Mima, T., Matsuya, T. (2001). Retrospective analysis of 1502 patients with facial fractures. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 30(4), pp. 286-290.
- Jallo, J., Narayan, R.K. (2006) Craniocerebral Trauma. In L.N. Sekhar & R.G. Fessler (Eds.) Atlas of Neurosurgical Techniques - Brain (p. 898). New York - Stuttgart. Thieme Verlag.
- Jennett, B., Bond, M. (1975). Assessment of outcome after severe brain damage. Lancet 305(7905), pp. 480-484.

- Kieser, J., Stephenson, S., Liston, P.N., Tong, D.C., Langley, J.D. (2002). Serious facial fractures in New Zealand from 1979 to 1998. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 31(2), pp. 206-209.
- König, A., Ranguis, S. (2018) In A. König & U. Spetzger (Eds.). *Schädel-Basis-Chirurgie* (pp. 87-91). Berlin: Springer Verlag.
- Litschel, R., Kühnel, T.S., Weber, R. (2015). Frontobasal Fractures. *Facial Plastic Surgery*, 31(04), pp. 332–344.
- Le Fort, R. (1972) Experimental study of fractures of the upper jaw. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 50(5), pp. 497–506.
- MacGee, E.E., Cauthen, J.C., Brackett, C.E. (1970). Meningitis following acute traumatic cerebrospinal fistula. *Journal of Neurosurgery* 33 (3), pp. 312-316.
- Manolo, P., Anichini, G., Cassoni, A., Ramieri, V., Valentini, V., Santoro, A. (2012). Anterior Cranial Fossa Traumas: Clinical Value, Surgical Indications, and Results – A Retrospective Study on a Series of 223 Patients. *Journal of Neurological Surgery Part B: Skull Base*. 73(4), pp. 265-272.
- Muraoka, M., Nakai, Y. (1998). Twenty years of statistics and observation of facial bone fracture. *Acta Otolaryngologica Supplementum*. (538), pp. 261-265.
- Perheentupa, U., Mäkitie, A.A., Kinnunen, I. (2014). Subcranial craniotomy approach for frontobasal fracture correction. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 42(7), pp.1371-1377.
- Petereit, H., Sindern, E., Wick, M. (2007). *Leitlinien der Liquordiagnostik und Methodenkatalog der Deutschen Gesellschaft für Liquordiagnostik und Klinische Neurochemie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Piek, J. (2000). Surgical treatment of complex traumatic frontobasal lesions: personal experience in 74 patients. *Neurosurgical Focus* 9(1): e2.
- Probst, R., Grevers, G. Iro, H. (2008). *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde* (p. 39). Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag.
- Quon, J.L., Kim, L.H., Hwang, P.H., Patel, Z.M., Grant, G.A., Cheshier, S.H., Edwards, M.S.B. (2019). Transnasal endoscopic approach for pediatric skull base lesions: a case series. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 24(3), pp. 246-257.
- Rasse, M. (2014). *Frakturen des Stirnbeins und frontobasale Frakturen*. In *Traumatologie des Mund-, Kiefer-, Gesichtsbereichs* (pp. 28-33). Berlin-Heidelberg: Springer Verlag.

- Reiß, M., Reiß, G. (2009) Rhinobasisfrakturen. In M. Reiß (Ed.) Facharztwissen HNO-Heilkunde (pp. 384-385). Heidelberg: Springer Verlag.
- Sakas, D.E., Beale, D.J., Ameen, A.A., Whitwell, H.L., Whittaker, K.W., Krebs, A.J., Abbasi, K.H., Dias, P.S. (1988). Compound anterior cranial base fractures: classification using computerized tomography scanning as a basis for selection of patient for dural repair. *Journal of Neurosurgery* 88(3), pp. 471-477.
- Samandouras, G. (2010). *The Neurosurgeon's Handbook* (p.218). Oxford - New York: Oxford University Press.
- Sandner, A., Kern, C.B., Bloching, M.B. (2006). Erfahrungen mit dem subfrontalen Zugang zur Rekonstruktion ausgedehnter Frakturen im Bereich der Frontobasis. *Laryngorhinootologie* 85(4), pp. 265-271.
- Scherer, M., Sullivan, W.G., Smith Jr, D.J., Phillips, L.G., Robson, M.C. (1994). An analysis of 1,423 facial fractures in 788 patients at an urban trauma center. *Journal of Trauma*. 29(3), pp. 388-390.
- Scherer, M., Unterberg, A. (2015). Schädel-Hirn-Trauma. In G. Marx, Muhl, E., Zacharowski, K., Zeuzem, S. (Eds.) *Die Intensivmedizin* (p. 1032). Berlin-Heidelberg: Springer Verlag.
- Schick, B. (2009) Otholiquorrhö. In M. Reiß (Ed.) Facharztwissen HNO-Heilkunde (p. 289). Heidelberg: Springer Verlag.
- Schneider, G., Guntinas-Lichius, O. (2007). *Der gestielte Galea-Periost-Lappen zur Deckung alloplastischer Schädelimplantate bei schwierigem Implantatlager*. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House.
- Scholsem, M., Scholtes, F., Collignon, F., Robe, P., Dubuisson, A., Kaschten, B., Lenelle, J., Martin, D. (2008). Surgical Management of Anterior Cranial Base Fractures with Cerebrospinal Fluid Fistulae: A Single-Institution Experience. *Neurosurgery* 62(2), pp. 463-471.
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., Wesker, K. (2012). *Prometheus Lernatlas Anatomie - Kopf Hals und Neuroanatomie*. Stuttgart - New York: Georg Thieme Verlag.
- Sekhar, L. N., Fessler, R.G. (2006). *Atlas of Neurosurgical Techniques - Brain*. New York – Stuttgart: Thieme Verlag.
- Shelesko, E.V., Kapitanov, D.N., Kravchuk, A.D., Okhlopkov, V.A., Zaytsev, O.S., Chernikova, N.A. (2019). Management of complex skull base defects

- accompanied by pneumocephalus. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N. N. Burdenko, 83 (2), pp. 85-92.
- Solai, C.A., de Alencar Domingues, C., de Souza Nogueira, L., Cardoso de Sousa, R.M. (2018). Clinical Signs of Basilar Skull Fracture and Their Predictive Value in Diagnosis of This Injury. Journal of Trauma Nursing, 25(5), pp. 301-306.
- Spetzler R.F., Selman W.R., Kaufman B. (1983) Cerebrospinal Fluid Fistulae. In J.H. Wood (Ed.) Neurobiology of Cerebrospinal Fluid 2 (pp. 922-923). Springer, Boston.
- Statista Research Department. (2011). Prävalenz von Depressionen in Deutschland nach Geschlecht, Alter und sozialem Status im Jahr 2011. Aus: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/233487/umfrage/praevalenz-von-depressionen-nach-geschlecht-alter-und-sozialem-status/> (07.06.2019)
- Strutz, J., Mann, W. (2001). Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie. Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag.
- Stubbe, H. Wölfer, J. (2012). Operative Intensivmedizin. Schädel-Hirn-Trauma beim Erwachsenen. Intensivmedizin up2date. 8(4), pp. 253-269.
- Tatagiba, M., Ebner, F.H. (2005). Kleinhirnbrückenwinkelprozesse. In D. Moskopp & H. Wassmann (Eds.) Neurochirurgie – Handbuch für die Weiterbildung und interdisziplinäres Nachschlagewerk (p. 605). Stuttgart - New York: Schattauer Verlag.
- Teasdale, G.M., Pettigrew, L.E., Wilson, J.T., Murray, G., Jennett, B. (1998) Analyzing outcome of treatment of severe head injury: A review and update on advancing the use of the Glasgow Outcome Scale. Journal of Neurotrauma 15(8), pp. 587-597.
- Teng, T.S., Ishak, N.L., Subha, S.T., Bakar, S.A. (2019). Traumatic transnasal penetrating injury with cerebral spinal fluid leak. EXCLI Journal, 8(18), pp. 223-228.
- Welkoborsky, H.J. (2001). Spezielle Traumatologie. In J. Strutz & W. Mann (Eds.) Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie (pp. 828, 834). Stuttgart - New York: Georg Thieme Verlag.
- Yellinek, S., Cohen, A., Merkin, V., Shelef I., Benifla, M. (2016). Clinical significance of skull base fracture in patients after traumatic brain injury. Journal of Clinical Neuroscience (25), pp. 111-115.