

Aus der Klinik für Neurochirurgie  
der Medizinischen Fakultät  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Langzeitergebnisse der operativen Versorgung frontobasaler Verletzungen

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von Benjamin Völlger

aus Halle (Saale)

Magdeburg 2008



Dokumentationsblatt

*Bibliographische Beschreibung*

Völlger, Benjamin:

Langzeitergebnisse der operativen Versorgung frontobasaler Verletzungen.

- 2008. - 59 S. : 6 Abb., 10 Tab., 2 Anl.

*Kurzreferat*

Die besondere Gefährdung von Patienten mit frontobasalen Verletzungen besteht in einer offenen Verbindung zwischen Hirn und Außenwelt entlang eines kombinierten Defekts von Dura mater und Schädelknochen. Diese Verletzung ermöglicht aufsteigende, das Gehirn und seine Hüllen angreifende Infektionen. Die operative Versorgung frontobasaler Verletzungen ist Gegenstand einer fortwährenden Diskussion über den günstigsten Operationszeitpunkt, die beste Operationsmethode und die Notwendigkeit einer prophylaktischen Antibiose. In der vorliegenden Arbeit wurden die Langzeitergebnisse der operativen Versorgung frontobasaler Verletzungen bei 67 Patienten retrospektiv untersucht. In 54 Fällen konnten die Langzeitergebnisse analysiert werden. In 94.4% wurde ein sicherer, dauerhafter Verschluss der frontobasalen Verletzung erreicht. Todesfälle durch cerebrale Komplikationen wurden nicht beobachtet. 76% der Überlebenden erlangten die Arbeitsfähigkeit zurück. Im Vergleich mit anderen Veröffentlichungen sprechen die vorliegenden Ergebnisse für die Wahl des Operationszeitpunkts mit aufgeschobener Dringlichkeit in Abhängigkeit vom neurologischen Befund, für den operativen Zugang über eine frontale Kraniotomie und für eine präoperative prophylaktische Antibiose.

*Schlüsselwörter*

Frontobasale Verletzung, Operationszeitpunkt, Operationsmethode, Antibiose, Langzeitergebnisse



Für Elke



*„It is of course possible that all or any of our beliefs may be mistaken, and therefore all ought to be held with at least some slight element of doubt.“*

(Bertrand Russell)



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Stand der wissenschaftlichen Diskussion . . . . .	1
1.2	Fragestellung . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Patienten und Methoden</b>	<b>5</b>
2.1	Anzahl der Patienten . . . . .	5
2.2	Anamnesen, klinische und radiologische Befunde . . . . .	5
2.3	Therapie . . . . .	7
2.3.1	Operationsindikation . . . . .	7
2.3.2	Operationszeitpunkt . . . . .	7
2.3.3	Prophylaktische Antibiose . . . . .	8
2.3.4	Operationsmethoden . . . . .	9
2.3.5	Revisionsbedürftigkeit . . . . .	9
2.4	Datenerfassung . . . . .	10
2.5	Nachuntersuchungen . . . . .	10
2.6	Auswertung . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>11</b>
3.1	Anzahl der Langzeitergebnisse . . . . .	11
3.2	Todesursachen und Todeszeitpunkte . . . . .	11
3.3	Beschwerden . . . . .	11
3.3.1	Aktuelle Beschwerden . . . . .	11
3.3.2	Zwischenzeitlich aufgetretene Beschwerden . . . . .	14
3.4	Gegenwärtige ärztliche Behandlung . . . . .	14
3.5	Aktuelle Medikation . . . . .	15
3.6	Operationsbedürftige Komplikationen . . . . .	17
3.7	Sicherheit der Operationsmethoden . . . . .	17
3.8	Arbeitsfähigkeit . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>27</b>
4.1	Anzahl der Langzeitergebnisse . . . . .	27
4.2	Determinanten der Langzeitergebnisse . . . . .	27
4.3	Beurteilung der Langzeitergebnisse . . . . .	28
4.4	Diagnostik . . . . .	29
4.5	Geruchssinn . . . . .	30
4.6	Epilepsie . . . . .	31
4.7	Prophylaktische Antibiose . . . . .	31
4.8	Operationsmethode . . . . .	32
4.9	Operationszeitpunkt . . . . .	33

4.10 Arbeitsfähigkeit . . . . .	34
<b>5 Schlußfolgerungen</b>	<b>37</b>
<b>6 Zusammenfassung</b>	<b>39</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>41</b>
<b>Danksagung</b>	<b>49</b>
<b>Erklärung</b>	<b>51</b>
<b>Darstellung des Bildungsweges</b>	<b>53</b>
<b>Anlagen</b>	<b>55</b>
Anlage 1: Aktenzeichen der Patienten . . . . .	55
Anlage 2: Fragenkatalog . . . . .	57

## Alphabetisches Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Anl.	Anlage
ACE	Angiotensin-converting enzyme
bzw.	beziehungsweise
CCT	craniale Computertomographie
CISS	Constructive interference in steady state
CT	Computertomographie, Computertomogramm
d.h.	das heißt
f.	folgende
ggf.	gegebenenfalls
i.v.	intravenös
lfd. Nr.	laufende Nummer
MRT	Magnetresonanztomographie, Magnetresonanztomogramm
Pat.	Patient
S.	Seite
s.o.	siehe oben
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
Tab.	Tabelle
z.B.	zum Beispiel



# 1 Einleitung

## 1.1 Stand der wissenschaftlichen Diskussion

Verletzungen der vorderen Schädelbasis treten mit einer Wahrscheinlichkeit von 1.6 bis 11.9% bei einem Schädel-Hirn-Trauma auf (7). Die besondere Gefährdung von Patienten mit frontobasalen Verletzungen besteht in einer offenen Verbindung zwischen Hirn und Außenwelt entlang eines kombinierten Defekts von Dura mater und Schädelknochen (55). Diese offene Verbindung begünstigt intrakranielle entzündliche Komplikationen (15, 55, 76). Ziel der Behandlung einer frontobasalen Verletzung muß es sein, die offene Verbindung zwischen Hirn und Außenwelt zu verschließen (8, 16). Konservative Methoden können diesen Verschuß nicht gewährleisten: Zwar rechtfertigt nach Meinung einzelner Autoren ein Sistieren der Liquorrhoe den Verzicht auf die Operation (16, 51). Jedoch ist das Ausbleiben oder Versiegen des Hirnwasserflusses nicht der Heilung des Defekts gleichzustellen (17, 52, 72). Beispielsweise können Knochenfragmente, geschwollenes oder prolabiertes Hirn, Blutkoagel oder den Abfluß verlegende Schleimhautfetzen eine Liquorrhoe verhindern (72, 75), ohne daß die Gefahr einer aus dem Nasen-Rachen-Raum aufsteigenden, das Gehirn und seine Hüllen angreifenden Infektion dadurch abgewehrt ist. Einzig die operative Versorgung frontobasaler Verletzungen gewährleistet also den Verschuß des Defekts und damit die Sicherheit des Patienten. Demgegenüber zeigen Verletzungen der Otobasis eine ausgeprägte Tendenz zur spontanen Abheilung; sie müssen daher nur in seltenen Fällen operativ verschlossen werden (51, 55, 75).

Voraussetzung für die Operation einer frontobasalen Verletzung ist eine exakte Diagnostik, beginnend mit der klinischen Untersuchung. Klinische Zeichen einer frontobasalen Verletzung sind Blutungen aus dem Nasen-Rachen-Raum, Einblutungen in die Rachenschleimhaut, Monokel- bzw. Brillenhämatome und Rhinoliquirrhoe (75). Rhinoliquirrhoe kann durch Kopftieflage (72, 75), Valsalva-Manöver (75) oder Kompression der Jugularvenen (55, 72, 75) provoziert werden.

Frontobasale Verletzungen können heutzutage im CCT (55, 81) und mit noch höherer Genauigkeit im Dünnschicht-CT der Frontobasis dargestellt werden (54, 75). Native Röntgenaufnahmen des Schädels sind in der Darstellung von Verletzungsfolgen dem CT deutlich unterlegen und daher obsolet, wann immer ein CT angefertigt werden kann (19).

Beimengungen von Liquor in blutigem Nasensekret können mithilfe einer Mullkompressenachgewiesen werden (72). Zum Nachweis einer Liquorrhoe werden ferner Untersuchungen des Nasensekrets auf Glukose (55, 72, 75),

$\beta_2$ -Transferrin (34, 55, 75, 91),  $\beta$ -Trace-Protein (1, 2, 74) oder intrathekal injizierte Farbstoffe wie z.B. Fluoreszein (79, 91) sowie die Liquorszintigraphie (55, 67, 72) angewendet. Die intrathekale Injektion von Farbstoffen und die Liquorszintigraphie sind invasiv, die Verwendung radioaktiver Isotope ist darüber hinaus strahlenbelastend.

Die Genauigkeit der Liquorszintigraphie läßt zu wünschen übrig (23, 72, 90). Demgegenüber ermöglicht die CT-Zisternographie eine genauere örtliche Auflösung (23, 56); auch sie ist invasiv und mit einer Strahlenbelastung verbunden. Eine hohe örtliche Auflösung wird auch durch verschiedene MRT-Sequenzen (6, 10, 18, 36, 53) erreicht, welche nicht mit einer Strahlenbelastung einhergehen und nur im Falle der Kontrastmittelgabe invasiv sind.

Rhinoliquorrhoe (52, 75) oder der Nachweis einer Fraktur der vorderen Schädelbasis bzw. eines damit einhergehenden Pneumatocephalus (16, 52) führen nach Meinung der überwiegenden Zahl der Autoren zur Operationsindikation. Von anderen Autoren wird indes empfohlen, zunächst den spontanen Verlauf eines ggf. vorhandenen Hirnwasserflusses abzuwarten (51, 71). Dem ist entgegenzuhalten, daß ein Hirnwasserfluß nicht bei jeder frontobasalen Verletzung zu beobachten ist (17, 72), daß eine Liquorrhoe nach frontobasaler Verletzung verzögert auftreten kann (66, 72) und daß das Sistieren des Hirnwasserflusses nicht der Heilung des Defekts gleichzustellen ist (17, 52).

Der günstigste Zeitpunkt der Operation ist umstritten (8). Ein Teil der Autoren bevorzugt es, die Operation einer frontobasalen Verletzung so früh wie möglich durchzuführen, ohne den Patienten durch den Eingriff zusätzlich zu gefährden (16, 52, 74); dies wird als Operation mit aufgeschobener Dringlichkeit bezeichnet.

Andere schlagen eine ein- oder mehrwöchige Wartezeit bis zur Versorgung einer frontobasalen Verletzung vor (51, 69).

Argument für den Aufschub der Operation ist einerseits, daß eine ödematöse Schwellung des Gehirns die Operation erschweren und durch die intraoperativ erforderliche Manipulation zu weiteren Schäden am Gehirn führen kann (52, 69, 71); andererseits betrachten einzelne Autoren (16, 51) ein Sistieren der Liquorrhoe als Rechtfertigung, auf die Operation zu verzichten (s.o.).

Eng mit der Frage des günstigsten Operationszeitpunkts verknüpft ist die kontrovers geführte Diskussion über die gleich- oder mehrzeitige Versorgung von begleitenden Verletzungen, insbesondere solchen der übrigen Teile des Mittelgesichts (14, 43, 49, 69, 70).

Zur Versorgung frontobasaler Verletzungen sind verschiedene Operationsmethoden vorgeschlagen worden. In erster Linie wird der Zugang über einen

Koronarschnitt mit frontaler Kraniotomie (8, 52, 69, 72, 73) den verschiedenen transsinusoidalen Zugängen (8, 32, 70, 72, 88) gegenübergestellt.

Die transsinusoidalen Zugänge gewährleisten nach Meinung der Befürworter (32, 70, 77) einen schonenden, gering invasiven Verschluss von offenen Verletzungen der vorderen Schädelbasis. Als Gegenargumente werden angeführt, daß diese Zugänge wegen der anatomischen Gegebenheiten nur eine beschränkte Übersicht über die vordere Schädelbasis bieten (8, 72) und mithin nur zur Versorgung von in oder nahe der Mittellinie gelegenen Verletzungen der vorderen Schädelbasis geeignet sind (8, 72).

Der operative Zugang über eine frontale Kraniotomie wiederum ermöglicht nach Auffassung seiner Befürworter die beste Übersicht über die vordere Schädelbasis (8, 69). Beschränkungen erfährt die über eine frontale Kraniotomie vorgenommene Versorgung von frontobasalen Verletzungen durch natürliche anatomische Grenzen, welche insbesondere die Versorgung des Keilbeinhöhlendachs vom intrakraniellen Raum aus erschweren (72) sowie je nach Wahl des Operationszeitpunkts ggf. durch eine gleichzeitig vorliegende Schwellung oder Kontusion des Gehirns (69, 71).

Die Gabe von Antibiotika (45, 51, 69) zur Prophylaxe intrakranieller entzündlicher Komplikationen bei frontobasalen Verletzungen wird kontrovers diskutiert (55, 81):

Einige Autoren vertreten die Ansicht, daß auf eine antibiotische Abschirmung verzichtet werden kann (13, 89), da intrakranielle entzündliche Komplikationen unter Antibiose nicht signifikant seltener auftreten würden (11, 13, 89). Darüber hinaus wird argumentiert, die prophylaktische Gabe von Antibiotika begünstige die Selektion gramnegativer Keime (13, 48).

Andere Autoren sind der Auffassung, daß eine antibiotische Abschirmung bei frontobasalen Verletzungen geeignet ist, intrakranielle entzündliche Komplikationen zu verhindern (5, 51).

Wieder andere Autoren verabreichen eine prophylaktische Antibiose nur in ausgewählten Fällen (81).

Die Diskussion um die vorbeugende Gabe von Antibiotika wird darüber hinaus kompliziert durch die einander widersprechenden Ergebnisse von zwei aktuellen Metastudien (5, 89), in welchen der Nutzen einer solchen Antibiose untersucht wurde.

## 1.2 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, durch systematische Befragung von 67 Patienten, welche zwischen 1996 und 2005 in der Klinik für Neurochirurgie der Universität Magdeburg an einer frontobasalen Verletzung operiert wurden,

die Langzeitergebnisse der operativen Versorgung frontobasaler Verletzungen retrospektiv zu analysieren. Die Langzeitergebnisse sollen unter besonderer Berücksichtigung der strittigen Fragen des Operationszeitpunkts, des Operationsverfahrens und der Notwendigkeit einer prophylaktischen Gabe von Antibiotika diskutiert werden.

## 2 Patienten und Methoden

### 2.1 Anzahl der Patienten

Bei den in dieser Arbeit untersuchten Fällen handelt es sich um 67 Patienten (Anl. 1), welche zwischen 1996 und 2005 in der Klinik für Neurochirurgie der Universität Magdeburg an einer frontobasalen Verletzung operiert wurden.

### 2.2 Anamnesen, klinische und radiologische Befunde

Das Alter der Patienten betrug zum Unfallzeitpunkt im Mittel 35.3 Jahre (Median: 33 Jahre). Die Altersverteilung ist bimodal mit Gipfeln im 2. und 4. Lebensjahrzehnt (Abb. 1). 60 Patienten (89.5%) sind männlichen Geschlechts, 7 Patienten (10.5%) weiblichen Geschlechts.

Verkehrsunfälle stellen mit 45 von 67 Fällen (67.2%) die Mehrheit der Unfallursachen. In 14 Fällen (20.9%) handelt es sich um Stürze aus großer Höhe, d.h. von Treppen, Leitern, Gerüsten, Dächern oder Rampen. Bei 2 Patienten (3.0%) hatte sich ein Sturz aus unklarer Ursache ereignet. 2 weitere Patienten wurden Opfer eines Pferdetritts. Ein Verschüttungstrauma (Anl. 1, lfd. Nr. 39) sowie ein Kopfschuß aus suizidaler Absicht (Anl. 1, lfd. Nr. 48) sind zu verzeichnen. Ein Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 60) berichtete, ein Holzscheit sei ihm gegen den Kopf gestoßen. Der verbleibende Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 46) gab an, ihm sei im Schlaf ein Spiegel auf den Kopf gefallen.

In 12 Fällen (17.9%) ist der Einfluß von Alkohol zum Unfallzeitpunkt dokumentiert. Arbeits- und Wegeunfälle sind mit 15 Fällen (22.4%) vertreten. Initiale Bewußtlosigkeit wurde in 17 von 67 Fällen (25.4%) angegeben, in 15 Fällen (22.4%) verneint. In den verbleibenden 35 Fällen (52.2%) bestand fraglich eine initiale Bewußtlosigkeit.

Eine Rhinoliqorrhoe war in 21 Fällen (31.3%) bemerkt worden, in 43 Fällen (64.2%) hingegen nicht. In den verbleibenden 3 Fällen (4.5%) bestand fraglich eine Rhinoliqorrhoe. In 47 von 67 Fällen (70.1%) ist ein Monokel-, Lid- oder Brillenhämatom zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme dokumentiert. In den verbleibenden 20 Fällen (29.9%) ist ein solches Hämatom nicht dokumentiert.

Jeder Patient erhielt präoperativ ein CCT oder ein Dünnschicht-CT der Frontobasis. In 64 von 67 Fällen (95.5%) fand das erste posttraumatische CT unmittelbar nach dem Unfall, d.h. am Tag des Ereignisses bzw. in der Nacht auf den Folgetag, statt. Bei einem Patienten (1.5%, Anl. 1, lfd. Nr. 4) ist das genaue Unfalldatum nicht bekannt. In den verbleibenden 2 Fällen (3.0%) erklärt sich die Verzögerung jeweils aus der fehlerhaften Einschätzung des offenen Schädel-Hirn-Traumas als Bagatellverletzung durch die anderenorts

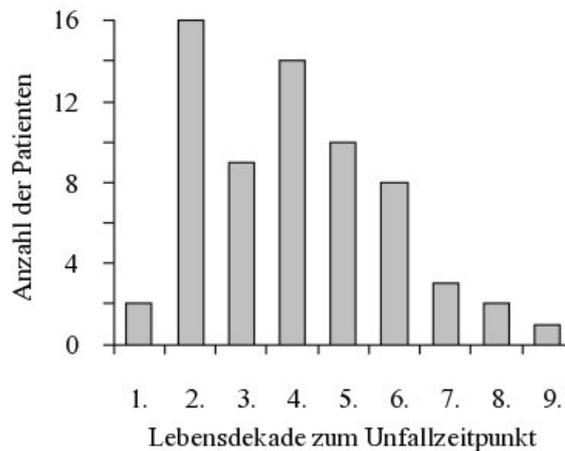


Abbildung 1: Die Verteilung des Alters zum Unfallzeitpunkt ist bimodal mit Gipfeln im 2. und 4. Lebensjahrzehnt.

vorbehandelnden Ärzte.

Bei 62 von 67 Patienten (92.5%) konnte im CT eine frontobasale Fraktur nachgewiesen werden, bei 3 Patienten (4.5%) war dies nicht der Fall. In den verbleibenden 2 Fällen (3.0%) wurde fraglich eine frontobasale Fraktur gesehen.

Intrakranielle Gaseinschlüsse stellten sich computertomographisch in 53 von 67 Fällen (79.1%) dar, in 9 Fällen (13.4%) jedoch nicht. In den verbleibenden 5 Fällen (7.5%) gelangten fraglich intrakranielle Gaseinschlüsse zur Darstellung.

Zur genaueren Lokalisation der Liquorfistel wurde in 4 Fällen präoperativ zusätzlich ein CISS-MRT durchgeführt. Bei einem Patienten (Anl. 1, lfd. Nr. 5) geschah dies vor der ersten Operation, in den verbleibenden 3 Fällen vor einer jeweils erforderlichen Revisions-Operation. In 2 Fällen gelang es, mit dieser Untersuchung die Liquorfistel präzise darzustellen. In den anderen beiden Fällen lieferte das CISS-MRT Anhaltspunkte für die genaue Lokalisation der Fistel.

41 von 67 Patienten (61.2%) wiesen weitere intrakranielle Verletzungszeichen wie Epi- oder Subduralhämatome, traumatische Subarachnoidalblutungen, Hirnkontusionen, traumatische intrazerebrale Blutungen oder Hirnödeme im CT auf. Frakturen der Schädelkalotte sind in 14 Fällen (20.9%) dokumentiert. Bei 30 Patienten (44.8%) waren Verletzungen der Extremitäten, bei 15 Patienten (22.4%) Verletzungen des Thorax mit einer frontobasalen Verletzung vergesellschaftet. Verletzungen der Beckenknochen sind in 10 Fällen (14.9%) dokumentiert. Wirbelsäulenverletzungen traten bei 6 Patienten (9.0%) auf. Gleichfalls bei 6 Patienten sind Verletzungen des Abdomens oder des Retroperitonealraums beschrieben.

## **2.3 Therapie**

### **2.3.1 Operationsindikation**

Bei Nachweis von Rhinoliqorrhoe oder einer Fraktur der Frontobasis, sofern die Fraktur mit intrakraniellen Gaseinschlüssen, Beteiligung der Lamina cribrosa oder Beteiligung der Hinterwand wenigstens einer der Frontobasis benachbarten Nasennebenhöhle einherging, wurde die Operation indiziert.

### **2.3.2 Operationszeitpunkt**

Die Operation wurde mit aufgeschobener Dringlichkeit durchgeführt, sobald der Patient aus der Bewußtlosigkeit erwacht war und die Stabilität von Atmung und Kreislauf den Eingriff ermöglichten.

Der Zeitraum zwischen Unfall und erster Operation der frontobasalen Verletzung kann in 65 von 67 Fällen sinnvoll angegeben werden. Bei einem Patienten (Anl. 1, lfd. Nr. 4) ist das genaue Unfalldatum nicht bekannt. Im verbleibenden Fall (Anl. 1, lfd. Nr. 61) war infolge rezidivierender Meningitiden eine frontobasale Verletzung entdeckt und auf ein bereits länger zurückliegendes Schädel-Hirn-Trauma zurückgeführt worden; die operative Versorgung erfolgte jedoch dem Wunsch des Patienten gemäß erst 13 Jahre nach dem Schädel-Hirn-Trauma im Anschluß an die stationäre Behandlung eines akuten Meningitis-Schubes.

Läßt man diese beiden Fälle außer acht, so wurde im Mittel 7.8 Tage nach dem Unfall operiert. Der Median des Intervalls zwischen Unfall und erster Operation der frontobasalen Verletzung liegt bei 6 Tagen, d.h.: Mehr als die Hälfte der Patienten wurde innerhalb einer Woche nach dem Schädel-Hirn-Trauma an einer frontobasalen Verletzung operiert. Es sind dies 44 von 65 Patienten (67.7%) bzw. bei Betrachtung der Grundgesamtheit 44 von 67 Patienten (65.7%).

### 2.3.3 Prophylaktische Antibiose

62 von 67 Patienten (92.5%) erhielten zwischen dem Unfallzeitpunkt und dem Tag der Operation durchgehend eine einfache oder kombinierte i.v.-Antibiose. Ein Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 18) konnte noch am Unfalltag operiert werden; er erhielt präoperativ kein Antibiotikum. Bei einem Patienten (Anl. 1, lfd. Nr. 4) ist das genaue Unfalldatum nicht bekannt; hier beschränkt sich die Dauer der antibiotischen Abschirmung auf das Intervall zwischen stationärer Aufnahme und Operation. Ein Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 20) wurde vor der Deckung der frontobasalen Verletzung auf der Intensivstation einer anderen Klinik betreut; bei ihm wurden präoperativ nicht durchgehend Antibiotika verabreicht. In keinem dieser insgesamt 65 Fälle bestanden präoperativ klinische oder radiologische Zeichen einer intrakraniellen entzündlichen Komplikation. Ein weiterer Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 21) wurde vor der Operation der frontobasalen Verletzung ebenfalls auf der Intensivstation einer anderen Klinik betreut. Der dort hinterlegte Teil seiner Akte war nicht verfügbar, weshalb bei diesem Patienten zur präoperativen Verabreichung von Antibiotika wie auch zu präoperativ eventuell vorhandenen klinischen Zeichen intrakranieller entzündlicher Komplikationen keine Aussagen getroffen werden können. Der verbleibende Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 61) wurde wegen Meningitis notfallmäßig stationär aufgenommen. Eine frontobasale Verletzung, zurückzuführen auf ein 13 Jahre altes Schädel-Hirn-Trauma, war infolge rezidivierender Meningitiden zuvor bereits erkannt, jedoch dem Wunsch des Patienten gemäß weder antibiotisch abgeschirmt noch operativ versorgt worden. Der Patient wurde nach antibiotischer Behandlung des akuten Meningitis-Schubes an der frontobasalen Verletzung operiert.

Es bleibt festzustellen, daß im hier betrachteten Patientengut präoperativ keine klinischen oder radiologischen Hinweise auf eine intrakranielle entzündliche Komplikation gesehen wurden, sofern zwischen Unfall und Operation durchgehend eine Antibiose verabreicht wurde (n=62). Von den Patienten, die Antibiotika präoperativ nicht oder nicht durchgehend erhielten (n=4), entwickelten 25% (n=1, Anl. 1, lfd. Nr. 61) eine Meningitis vor operativer Versorgung der frontobasalen Verletzung.

Hinsichtlich der zur präoperativen antibiotischen Abschirmung verwendeten Wirkstoffe kann mitgeteilt werden, daß in 47 von 67 Fällen (70.1%) Ceftriaxon verabreicht wurde. Moxifloxacin kam bei 6 Patienten (9.0%) zur Anwendung. 5 Patienten (7.5%) erhielten Gentamicin. Metronidazol wurde in 3 Fällen (4.5%) verordnet. Jeweils 2 Patienten (3.0%) erhielten Ciprofloxacin, Clindamycin, Amoxicillin, Flucloxacillin oder Sultamicillin. Bei einzelnen Patienten kamen Cefotiam, Imipenem/Cilastatin, Piperacillin/Tazobactam oder Vancomycin zur Anwendung.

### 2.3.4 Operationsmethoden

Diejenigen Patienten, welche in der radiologischen Diagnostik frontobasale Verletzungen außerhalb der Keilbeinhöhle aufwiesen (n=65), erhielten eine frontale, ggf. bifrontale, Trepanation unter Ausnutzung der vorhandenen Frakturspalte. Das Gehirn und seine Hüllen wurden mikrochirurgisch von extradural, ggf. auch intradural inspiziert. Jede entdeckte oder vermutete Liquorfistel wurde mit freien oder gestielten Galea-Periost-Lappen oder Muskellappen gedeckt, ggf. zusätzlich mit Fibrinkleber, Gelaspon oder Tabotamp versorgt.

Liquorfisteln im Bereich der Keilbeinhöhle traten isoliert (n=2) oder in Begleitung weiterer frontobasaler Verletzungen (n=2) auf. Die Liquorfisteln im Bereich der Keilbeinhöhle wurden über einen transnasalen, transsphenoidalen Zugang durch ein autologes Fettgewebstransplantat verschlossen.

### 2.3.5 Revisionsbedürftigkeit

Bei 5 von 67 Patienten (7.5%) wurden wegen fortbestehenden Liquorflusses oder wegen Pneumatocephalus weitere Eingriffe durchgeführt, wobei in 4 Fällen durch jeweils einen Folgeeingriff Symptomfreiheit erzielt wurde:

Ein Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 48) erhielt wegen persistierender Liquorrhoe eine Lumbaldrainage. 2 Patienten bedurften wegen persistierender Liquorrhoe einer erneuten Operation der Frontobasis mit Zugang über die vorhandene frontale Trepanation. Ein Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 47), welcher zunächst über eine frontale Trepanation eine frontobasale Deckung erhalten hatte, erhielt nach Anfertigung eines CISS-MRT des Schädels wegen persistierender Liquorrhoe ein autologes Fettgewebstransplantat zum Verschluss einer Liquorfistel im Bereich der Keilbeinhöhle.

Der verbleibende Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 39) berichtete nach der ersten Operation über zunehmenden Kopfschmerz, verneinte aber Liquorfluß. CCT-Kontrollen zeigten eine Zunahme der intrakraniellen Gaseinschlüsse. Daraufhin wurde die Frontobasis des Patienten mit Zugang über die vorhandene, frontal gelegene Trepanation nochmals operiert. Die anschließende Beobachtung von Liquorfluß führte zur Anfertigung eines CISS-MRT des Schädels. Mit einem dritten operativen Eingriff an der Frontobasis, es handelte sich diesmal um den Verschluss einer Liquorfistel in der Keilbeinhöhle durch ein autologes Fettgewebstransplantat, wurde Symptomfreiheit erzielt.

## 2.4 Datenerfassung

Die Daten wurden retrospektiv erfaßt. Zur Erhebung der Daten wurde einerseits die in den Patientenakten niedergelegte schriftliche Dokumentation zu Anamnese, klinischem Befund, radiologischer Diagnostik, Therapie und Krankheitsverlauf herangezogen. Sofern vorhanden, wurden auch schriftliche Mitteilungen zu ambulanten Nachuntersuchungen und Gutachten ausgewertet. Andererseits wurden die Katamnesen durch eine Befragung der Patienten bzw. ihrer Erziehungsbevollmächtigten oder ihrer Betreuer vervollständigt. Die Patienten bzw. ihre Erziehungsberechtigten oder Betreuer wurden zwischen 1. Juli und 31. Oktober 2006 zu den Langzeitergebnissen der operativen Versorgung frontobasaler Verletzungen befragt. Die Fragen wurden in einem Telefoninterview gestellt oder in Form eines Fragebogens versendet (Fragenkatalog siehe Anl. 2). Der Rücklauf der Antworten wurde bis zum 30. April 2007 abgewartet. Das Trauma lag zum Zeitpunkt der Befragung 1 bis 17 Jahre zurück. Läßt man diejenigen Patienten, welcher seinem Wunsch gemäß erst 13 Jahre nach dem zugrundeliegenden Trauma an der frontobasalen Verletzung operiert wurde, außer acht (Anl. 1, lfd. Nr. 61), so fand die Befragung im Mittel 67.6 Monate (Median: 48 Monate) nach dem Trauma statt. 3 Patienten wohnen im Ausland und sprechen jeweils nicht Deutsch als Muttersprache; auf eine Befragung dieser 3 Patienten wurde verzichtet.

## 2.5 Nachuntersuchungen

Sofern die Patienten anlässlich der Befragung über den Austritt wasserklarer Flüssigkeit aus der Nase oder über eine Flüssigkeitsstraße im Rachen berichteten, wurden eine ambulante klinische Untersuchung und die Anfertigung eines CISS-MRT zum Ausschluß einer persistierenden Liquorfistel empfohlen.

## 2.6 Auswertung

Zur statistischen Auswertung und graphischen Darstellung der Ergebnisse wurden NeoOffice 2.1, SPSS 11.5.1, TeXShop 2.10beta8 und The GIMP 2.2 genutzt. Die Frage, ob eine Größe einer Normalverteilung unterliegt, wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft. Bei fehlender Normalverteilung wurde der nichtmetrische Kruskal-Wallis-Test angewendet. Sofern die Daten eine Normalverteilung zeigten, kam der Mittelwertvergleich zur Anwendung. Ferner wurde der  $\chi^2$ -Test angewendet. Bei der Angabe von Mittelwerten ist stets das arithmetische Mittel gemeint. Ein statistischer Unterschied wurde dann als signifikant bezeichnet, wenn er zu wenigstens 95% nicht durch den Zufall allein zu erklären war (Signifikanzniveau:  $\alpha=0.05$ ).

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Anzahl der Langzeitergebnisse**

Bei 54 von 67 Patienten (80.6%) konnten die Langzeitergebnisse analysiert werden. Von diesen 54 Patienten verstarben 4 Patienten (7.4%) vor Erhebung der Langzeitergebnisse.

Bei 13 von 67 Patienten (19.4%) konnten die Langzeitergebnisse nicht analysiert werden. 7 Patienten waren weder telefonisch noch auf dem Postweg zu erreichen. 3 Patienten konnten nur auf dem Postweg erreicht werden und antworteten nicht. 3 Patienten wohnen im Ausland und sprechen jeweils nicht Deutsch als Muttersprache; auf eine Befragung dieser 3 Patienten war verzichtet worden.

### **3.2 Todesursachen und Todeszeitpunkte**

Die Todesursachen und Todeszeitpunkte der 4 vor Erhebung der Langzeitergebnisse verstorbenen Patienten wurden bei den zuletzt behandelnden Ärzten erfragt. In keinem dieser 4 Fälle findet sich ein Anhalt für eine cerebrale Komplikation als Todesursache (Tab. 1). Jeder der 4 Patienten hatte präoperativ durchgehend eine prophylaktische Antibiose erhalten.

### **3.3 Beschwerden**

#### **3.3.1 Aktuelle Beschwerden**

20 von 54 Patienten (37.0%) teilten mit, zum Zeitpunkt der Befragung keine Beschwerden gehabt zu haben, welche sie auf die frontobasale Verletzung oder die deswegen erforderliche Operation zurückführen würden. Die übrigen Patienten gaben auf die offen gestellte Frage nach aktuellen Beschwerden die in Tab. 2 genannten Antworten. Bei demjenigen Patienten, welcher über Rückenschmerz berichtete (Anl. 1, lfd. Nr. 61), handelt es sich um einen Patienten, dessen frontobasale Verletzung seinem Wunsch gemäß erst 13 Jahre nach Schädel-Hirn-Trauma operiert worden war; dieser Patient entwickelte im weiteren Verlauf eine anderenorts therapierte Spondylodiszitis. Unter den 6 Patienten, welche über Geruchsstörungen berichteten, befindet sich derjenige Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 64), welcher als einziger Geschmacksstörungen angab.

Tabelle 1: *Todesursachen und Todeszeitpunkte der 4 Patienten, welche vor Erhebung der Langzeitergebnisse verstorben waren - eine cerebrale Komplikation ist bei keinem dieser Patienten als Todesursache zu verzeichnen.*

<i>Laufende Nummer des Patienten (siehe Anlage 1)</i>	<i>Todesursache</i>	<i>Todeszeitpunkt</i>
19	Herz-Kreislauf-Versagen bei Herzinsuffizienz	4.5 Monate postoperativ
34	Folgen eines Ösophaguskarzinoms	30 Monate postoperativ
37	Pneumonie	18 Monate postoperativ
48	Linksherzversagen bei Pneumonie	12 Monate postoperativ

Tabelle 2: Antworten auf die offene Frage nach aktuellen, vom Patienten auf die frontobasale Verletzung oder die deswegen erforderliche Operation zurückgeführten Beschwerden

<i>Beschwerden</i>	<i>Anzahl der Patienten</i>	<i>Relative Häufigkeit</i>
Kopfschmerz	9	16.7%
Geruchsstörungen	6	11.1%
kognitive Schwächen	4	7.4%
epileptische Anfälle	3	5.6%
Gleichgewichtsstörungen	3	5.6%
Kopfdruck	3	5.6%
Sehstörungen	3	5.6%
Wetterfühligkeit	3	5.6%
Narbenschmerz	2	3.7%
allgemeine Schmerzen	1	1.9%
eingeschränkte Kopfwendung	1	1.9%
fehlende Ausdauer	1	1.9%
Geschmacksstörungen	1	1.9%
Halbseitenlähmung	1	1.9%
Halbseitenschmerz	1	1.9%
Hörstörungen	1	1.9%
Nasenatmungsbehinderung	1	1.9%
Rückenschmerz	1	1.9%
Schnarchen	1	1.9%
Schwellungen	1	1.9%
Tränenträufeln	1	1.9%
unvollständiger Lidschluß	1	1.9%

### 3.3.2 Zwischenzeitlich aufgetretene Beschwerden

Die gezielte Frage, ob Fieber, Kopfschmerz, Nackensteife, Austritt wasserklarer Flüssigkeit aus der Nase, eine Flüssigkeitsstraße im Rachen, Wundheilungsstörungen an der Operationsnarbe oder Krampfanfälle zwischen dem letzten Aufenthalt in der Klinik für Neurochirurgie der Universität Magdeburg und der Befragung aufgetreten seien, führte zu den in Tab. 3 dargestellten Ergebnissen.

44 von 54 Patienten (81.5%) verneinten den Austritt wasserklarer Flüssigkeit aus der Nase wie auch eine Flüssigkeitsstraße im Rachen. Von den 6 Patienten (11.1%), welche über den Austritt wasserklarer Flüssigkeit aus der Nase oder über eine Flüssigkeitsstraße im Rachen berichteten, folgten 3 Patienten der Empfehlung, die Frage einer eventuell persistierenden Liquorrhoe abzuklären. Sie wurden zwischen September 2006 und April 2007 bei hierfür vereinbarten ambulanten Wiedervorstellungsterminen (n=2) oder anlässlich einer aus anderem Grunde erforderlichen Vorstellung in der Zentralen Notaufnahme der Universität Magdeburg (n=1, Anl. 1, lfd. Nr. 45) klinisch untersucht. Von jedem dieser 3 Patienten wurde darüber hinaus zum Zeitpunkt der Wiedervorstellung ein CISS-MRT des Schädels angefertigt. In keinem der 3 Fälle ergaben die klinischen und radiologischen Untersuchungen einen Anhalt für eine persistierende Liquorfistel. 3 Patienten wünschten bei Austritt wasserklarer Flüssigkeit aus der Nase oder Flüssigkeitsstraße im Rachen keine weitere Abklärung des Verdachts auf persistierende Liquorrhoe.

Der einzige Patient, welcher über eine Wundheilungsstörung an der Operationsnarbe berichtete (Anl. 1, lfd. Nr. 53), wünschte keine weitere diesbezügliche Abklärung.

Krampfanfälle wurden von 5 Patienten (9.3%) berichtet. Bei einem dieser Patienten (Anl. 1, lfd. Nr. 45) waren Krampfanfälle bereits vor dem Schädel-Hirn-Trauma aufgetreten und medikamentös behandelt worden. Von den verbleibenden 4 Patienten (7.4%), bei denen Krampfanfälle erstmals nach dem Schädel-Hirn-Trauma auftraten, befanden sich 3 Patienten (5.6%) zum Zeitpunkt der Befragung wegen dieser Anfälle in ärztlicher Behandlung und nahmen Antiepileptika ein (siehe auch Abschnitte 3.4 und 3.5). Der verbleibende Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 53) wünschte keine weitere Abklärung der posttraumatisch neu aufgetretenen Krampfanfälle.

## 3.4 Gegenwärtige ärztliche Behandlung

11 von 54 Patienten (20.4%) befanden sich zum Zeitpunkt der Befragung in ärztlicher Behandlung wegen der frontobasalen Verletzung. 12 von 54 Patienten (22.2%), unter ihnen 3 Patienten mit posttraumatisch neu aufgetretenen

Tabelle 3: Antworten auf die geschlossene Frage nach zwischenzeitlich aufgetretenen Beschwerden

<i>Beschwerden</i>	<i>Anzahl der Patienten</i>	<i>Relative Häufigkeit</i>
Fieber	11	20.4%
Kopfschmerz	33	61.1%
Nackensteife	4	7.4%
Austritt wasserklarer Flüssigkeit aus der Nase	5	9.3%
Flüssigkeitsstraße im Rachen	1	1.9%
Wundheilungsstörungen an der Operationsnarbe	1	1.9%
Krampfanfälle	5	9.3%

Krampfanfällen, befanden sich zum Zeitpunkt der Befragung in ärztlicher Behandlung wegen zwischenzeitlich aufgetretener Beschwerden (siehe Abschnitt 3.3.2 und Tab. 3).

### 3.5 Aktuelle Medikation

4 Patienten (7.4%) hatten Antiepileptika in den letzten 24 Stunden vor der Befragung eingenommen. Es handelt sich hierbei um 3 Patienten mit post-traumatisch neu aufgetretenen Krampfanfällen und ferner um einen weiteren Patienten (Anl. 1, lfd. Nr. 45), bei dem eine Epilepsie bereits vor dem Schädel-Hirn-Trauma bekannt und medikamentös behandelt worden war.

5 Patienten (9.3%) berichteten über die Einnahme von Analgetika. Einzelne Patienten gaben an, Antidepressiva (Anl. 1, lfd. Nr. 49) oder Nasentropfen (Anl. 1, lfd. Nr. 2) anzuwenden.

Die übrigen Antworten auf die Frage, welche Medikamente in den letzten 24 Stunden vor der Befragung eingenommen wurden, können Tab. 4 entnommen werden.

Tabelle 4: Antworten auf die Frage, welche Medikamente in den letzten 24 Stunden vor der Befragung eingenommen wurden

<i>Wirkstoffgruppe des eingenommenen Präparats</i>	<i>Anzahl der Patienten</i>	<i>Relative Häufigkeit</i>
Analgetika	5	9.3%
Antihistaminika	5	9.3%
Antiepileptika	4	7.4%
ACE-Hemmer	3	5.6%
$\beta$ -Blocker	2	3.7%
Statine	2	3.7%
Urikosurika	2	3.7%
Antidepressiva	1	1.9%
Diuretika	1	1.9%
Entschäumer	1	1.9%
Gallensäureaustauscherharze	1	1.9%
Insulin	1	1.9%
Kalziumantagonisten	1	1.9%
Nasentropfen	1	1.9%
Kortikoidhaltige Hautsalbe	1	1.9%

### **3.6 Operationsbedürftige Komplikationen**

In allen 54 Fällen wurde verneint, daß zwischen dem letzten Aufenthalt in der Klinik für Neurochirurgie der Universität Magdeburg und dem Zeitpunkt der Befragung eine Hirnwasserfistel, eine eitrige Entzündung des Gehirns oder der Gehirnhäute oder ein intrakranieller Lufteinschluß festgestellt worden sei. Bei keinem der 54 Patienten war zwischenzeitlich eine erneute Operation an der vorderen Schädelbasis erforderlich gewesen. Derjenige Patient (Anl. 1, lfd. Nr. 61), welcher seinem Wunsch gemäß erst 13 Jahre nach Schädel-Hirn-Trauma an einer frontobasalen Verletzung operiert worden war, entwickelte im weiteren Verlauf eine anderenorts therapierte Spondylodiszitis.

### **3.7 Sicherheit der Operationsmethoden**

In der vorliegenden Arbeit wurde bei allen Patienten, welche den Austritt wasserklarer Flüssigkeit aus der Nase, eine Flüssigkeitsstraße im Rachen und operationsbedürftige Komplikationen verneinten, ein sicherer Verschuß der frontobasalen Verletzung angenommen (n=44). Bei Patienten, die über einen Flüssigkeitsaustritt aus der Nase oder eine Flüssigkeitsstraße im Rachen berichteten, wurde von einem sicheren Verschuß der frontobasalen Verletzung dann ausgegangen, wenn operationsbedürftige Komplikationen verneint wurden und weder eine klinische Untersuchung noch ein CISS-MRT des Schädels Anhalt für eine persistierende Liquorfistel boten (n=3). Bei Patienten, die zum Zeitpunkt der Datenerhebung verstorben waren, wurde ein sicherer Verschuß der frontobasalen Verletzung dann angenommen, wenn operationsbedürftige Komplikationen verneint wurden und eine intrakranielle entzündliche Komplikation als Todesursache ausgeschlossen werden konnte (n=4). Insgesamt kann also bei 51 von 54 Patienten (94.4%) von einem sicheren Verschuß der frontobasalen Verletzung ausgegangen werden.

### **3.8 Arbeitsfähigkeit**

30 von 54 Patienten (55.6%) hatten die Arbeitsfähigkeit in vollem Umfang wiedererlangt (Tab. 5). Die Arbeitsfähigkeit teilweise wiedererlangt hatten 8 Patienten (14.8%). 14 Patienten (25.9%) hatten die Arbeitsfähigkeit nicht wiedererlangt; von ihnen waren 2 zwischenzeitlich verstorben. Die verbleibenden 2 Patienten (3.7%) hatten sich die frontobasale Verletzung im Rentenalter zugezogen und waren zwischenzeitlich verstorben.

Von den 50 Überlebenden hatten mithin insgesamt 38 Patienten (76.0%) die Arbeitsfähigkeit ganz oder teilweise wiedererlangt.

Verschiedene Faktoren wurden hinsichtlich ihres möglichen Zusammenhangs

Tabelle 5: Absolute und relative Häufigkeiten der Patienten, welche nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit im alten Beruf, nicht im alten Beruf oder überhaupt nicht wiedererlangt haben

	<i>Anzahl der Patienten</i>	<i>Relative Häufigkeit</i>
<i>arbeitsfähig im alten Beruf</i>	30	55.6%
<i>arbeitsfähig, jedoch nicht im alten Beruf</i>	8	14.8%
<i>nicht arbeitsfähig</i>	14	25.9%

Tabelle 6: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant mit zunehmender Dauer des Intervalls zwischen Trauma und Operation.

	<i>Anzahl der Patienten</i>	<i>Mittlerer Rang der Dauer des Intervalls zwischen Trauma und Operation</i>
<i>arbeitsfähig im alten Beruf</i>	30	21.60
<i>arbeitsfähig, jedoch nicht im alten Beruf</i>	8	24.50
<i>nicht arbeitsfähig</i>	13	37.08

Tabelle 7: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, ist signifikant abhängig vom Alter zum Unfallzeitpunkt.

	Anzahl der Patienten	Mittleres Alter zum Unfallzeitpunkt
<i>arbeitsfähig im alten Beruf</i>	30	31.23 Jahre
<i>arbeitsfähig, jedoch nicht im alten Beruf</i>	8	23.25 Jahre
<i>nicht arbeitsfähig</i>	13	46.77 Jahre

Tabelle 8: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant mit zunehmender Dauer der initialen Bewußtlosigkeit.

	<i>höchstens 24 Stunden initial bewußtlos</i>	<i>mehr als 24 Stunden initial bewußtlos</i>
<i>arbeitsfähig im alten Beruf</i>	14 Patienten	1 Patient
<i>arbeitsfähig, jedoch nicht im alten Beruf</i>	4 Patienten	0 Patienten
<i>nicht arbeitsfähig</i>	3 Patienten	5 Patienten

Tabelle 9: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant, wenn cerebrale Begleitverletzungen vorliegen.

	<i>Cerebrale Begleitverletzungen nicht vorhanden</i>	<i>Cerebrale Begleitverletzungen vorhanden</i>
<i>arbeitsfähig im alten Beruf</i>	16 Patienten	14 Patienten
<i>arbeitsfähig, jedoch nicht im alten Beruf</i>	1 Patient	7 Patienten
<i>nicht arbeitsfähig</i>	3 Patienten	11 Patienten

Tabelle 10: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt, wenn extracerebrale Begleitverletzungen vorliegen; dieser Zusammenhang ist jedoch nicht signifikant.

	<i>Extracerebrale Begleitverletzungen nicht vorhanden</i>	<i>Extracerebrale Begleitverletzungen vorhanden</i>
<i>arbeitsfähig im alten Beruf</i>	4 Patienten	26 Patienten
<i>arbeitsfähig, jedoch nicht im alten Beruf</i>	0 Patienten	8 Patienten
<i>nicht arbeitsfähig</i>	0 Patienten	14 Patienten

mit dem Wiedererlangen der Arbeitsfähigkeit untersucht. Die beiden Patienten, welche sich die frontobasale Verletzung im Rentenalter zugezogen hatten und zwischenzeitlich verstorben waren, wurden bei den folgenden statistischen Tests nicht berücksichtigt.

Die Wahrscheinlichkeit, die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant mit zunehmender Dauer des Intervalls zwischen Trauma und Operation (Kruskal-Wallis-Test:  $\alpha=0.007$ , Tab. 6, Abb. 2). Der Kruskal-Wallis-Test wurde verwendet, da das Intervall zwischen Trauma und Operation keiner Normalverteilung unterliegt (Kolmogorov-Smirnov-Test:  $\alpha=0.008$ ). Bei einem der Patienten (Anl. 1, lfd. Nr. 61), welcher die Arbeitsfähigkeit nicht wiedererlangt hatte, beträgt das Intervall zwischen Trauma und Operation 13 Jahre; er wurde bei diesem statistischen Test nicht berücksichtigt.

Die Wahrscheinlichkeit, die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, ist signifikant abhängig vom Alter zum Unfallzeitpunkt. Sowohl der Kruskal-Wallis-Test ( $\alpha=0.03$ ) als auch der Mittelwertvergleich ( $\alpha=0.01$ ) wurden durchgeführt, da einerseits die Annahme, daß das Alter der Patienten zum Unfallzeitpunkt normalverteilt sei, nicht widerlegt werden kann (Kolmogorov-Smirnov-Test:  $\alpha=0.536$ ), andererseits die Verteilung des Alters zum Unfallzeitpunkt augenscheinlich bimodal ist (Abb. 1, S. 6). Diejenigen Patienten, welche die Arbeitsfähigkeit nicht wiedererlangten, waren zum Zeitpunkt des Unfalls im Mittel 46.77 Jahre alt (Tab. 7, Abb. 3). Patienten, welche die Arbeitsfähigkeit teilweise wiedererlangten, waren zum Unfallzeitpunkt durchschnittlich 23.25 Jahre alt. Ein mittleres Alter von 31.23 Jahren zum Unfallzeitpunkt fand sich bei den Patienten, welche die Arbeitsfähigkeit in vollem Umfang wiedererlangt hatten. Auch bei diesem Test wurde derjenige Patient, bei welchem zwischen dem zugrundeliegenden Unfall und der Operation der frontobasalen Verletzung 13 Jahre vergingen (Anl. 1, lfd. Nr. 61), nicht berücksichtigt.

Die Wahrscheinlichkeit, die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant mit zunehmender Dauer der initialen Bewußtlosigkeit: Die Gruppe der Patienten, welche initial länger als 24 Stunden bewußtlos waren, unterscheidet sich hinsichtlich der Häufigkeit, mit der die Arbeitsfähigkeit wiedererlangt wurde, signifikant von der Gruppe der Patienten, welche initial höchstens 24 Stunden bewußtlos waren ( $\chi^2$ -Test:  $\alpha=0.001$ , Tab. 8, Abb. 4). Diejenigen Patienten, welche initial fraglich bewußtlos waren, wurden bei diesem statistischen Test nicht berücksichtigt.

Die Wahrscheinlichkeit, die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant, wenn cerebrale Begleitverletzungen vorhanden sind ( $\chi^2$ -Test:  $\alpha=0.033$ , Tab. 9, Abb. 5).

Die Wahrscheinlichkeit, die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt, wenn extracerebrale Begleitverletzungen vorhanden sind; dieser Zusammenhang ist jedoch nicht signifikant ( $\chi^2$ -Test:  $\alpha=0.204$ , Tab. 10, Abb. 6).

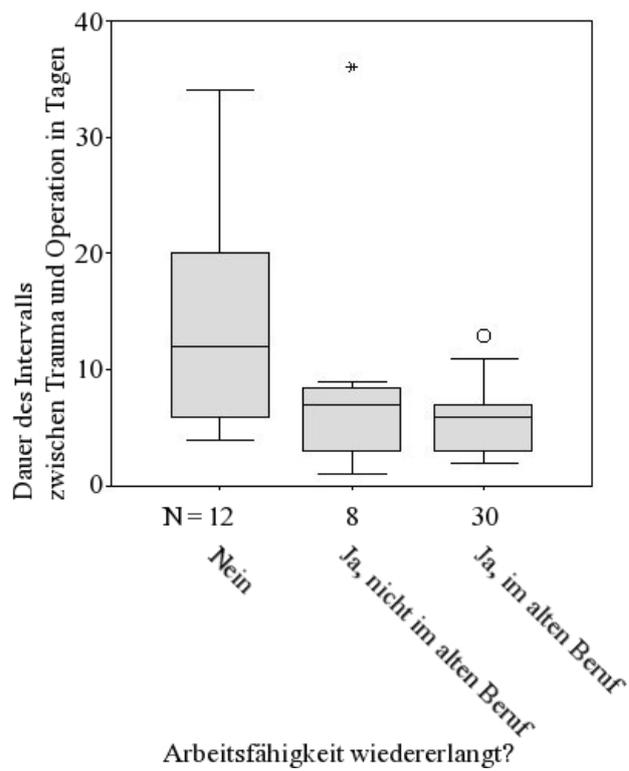


Abbildung 2: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant mit zunehmender Dauer des Intervalls zwischen Trauma und Operation.

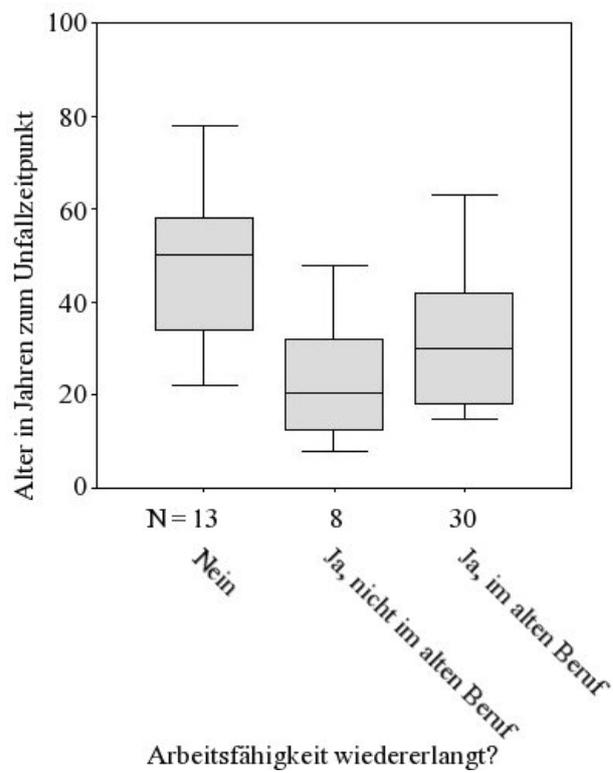


Abbildung 3: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, ist signifikant abhängig vom Alter zum Unfallzeitpunkt.

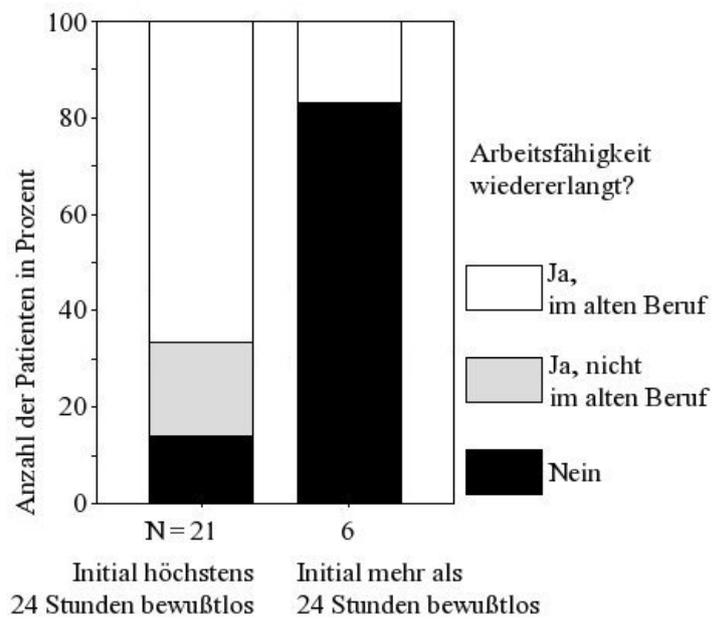


Abbildung 4: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant mit zunehmender Dauer der initialen Bewußtlosigkeit.

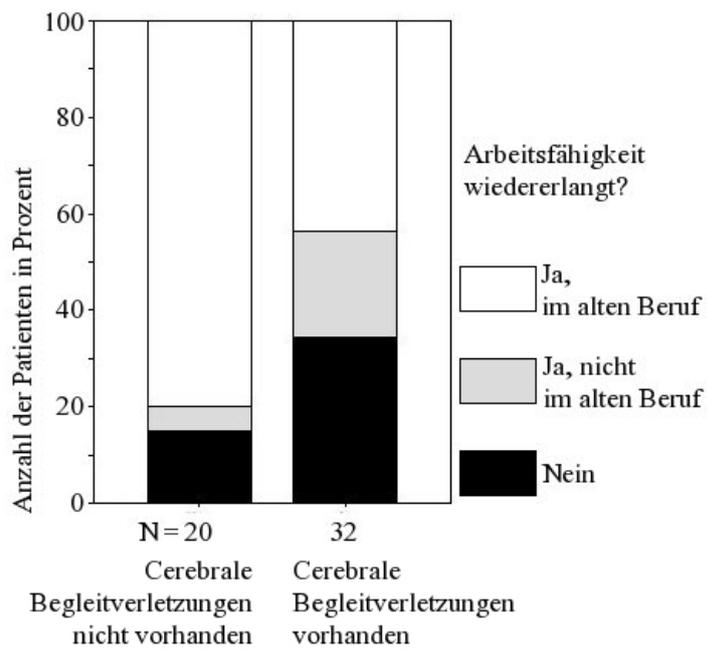


Abbildung 5: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant, wenn cerebrale Begleitverletzungen vorliegen.

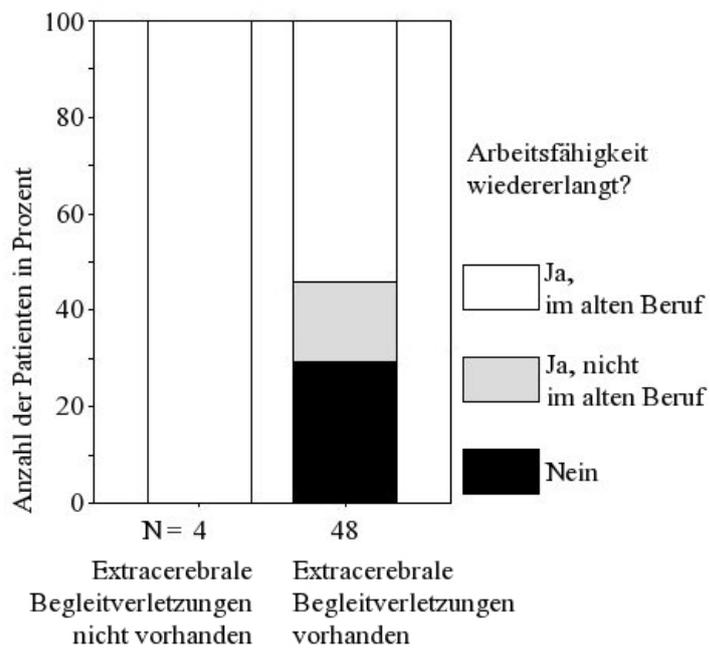


Abbildung 6: Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt, wenn extracerebrale Begleitverletzungen vorliegen; dieser Zusammenhang ist jedoch nicht signifikant.

## 4 Diskussion

### 4.1 Anzahl der Langzeitergebnisse

Bei 54 von 67 Patienten konnten die Langzeitverläufe analysiert werden. Verglichen mit anderen Publikationen ist dies eine relativ kleine Anzahl von Patienten.

Mayfrank und Mitarbeiter (57) untersuchten 25 Fälle frontobasaler Liquoristeln; 23 dieser Fälle waren traumatisch bedingt. Brawley und Kelly (4) berichteten von 35 Fällen traumatisch bedingter Liquorrhoe.

Loew und Mitarbeiter (55) veröffentlichten 237 Fälle von traumatischer, spontaner und postoperativer Rhinoliquorrhoe; 217 dieser Fälle waren traumatisch bedingt. Raveh und Mitarbeiter (70) berichteten über den subkranialen Zugangsweg bei der operativen Versorgung von Mittelgesichtsfrakturen mit Beteiligung der Frontobasis in 395 Fällen.

Die relativ kleine Anzahl von Fällen, die in der vorliegenden Arbeit ausgewertet wurden, kann dazu beigetragen haben, daß seltene Komplikationen nicht beobachtet wurden; sie kann sich ferner nachteilig auf die Signifikanz statistischer Ergebnisse ausgewirkt haben.

### 4.2 Determinanten der Langzeitergebnisse

Die von Teasdale und Jennett (82) 1974 erstmals vorgestellte und 1976 modifizierte (83) Glasgow Coma Scale und der von ihr abgeleitete Glasgow Coma Score wurden zur Vorhersage des Langzeitergebnisses nach Schädel-Hirn-Trauma entwickelt. Indes wurden wiederholt Zweifel an der Praktikabilität der Glasgow Coma Scale geäußert (20, 27, 80), und die prognostische Bedeutung des Glasgow Coma Score wurde in den letzten Jahren kontrovers gesehen (3, 20, 60): Teasdale und Mitarbeiter (85) teilen mit, daß die Summation der Glasgow Coma Scale mit einem Verlust an Information einhergeht und mithin nicht in jedem Falle sinnvoll ist. Auch ist die prognostische Aussagekraft der Glasgow Coma Scale abhängig vom Zeitpunkt ihrer Anwendung nach dem Trauma (41, 85). Jennett und Teasdale (39) räumen ein, daß die Glasgow Coma Scale bei Kindern, Fremdsprachlern, Patienten mit Verletzungen des Mittelgesichts und intubierten Patienten nur eingeschränkt angewendet werden kann. Fischer und Mathieson (27) bemängeln die unzureichende Validität der Glasgow Coma Scale in Anwesenheit von Therapiehilfen wie Intubation oder Sedierung sowie bei verschiedenen, das Untersuchungsergebnis beeinflussenden Begleitverletzungen (z.B. solchen der Wirbelsäule oder des Mittelgesichts) und Begleiterkrankungen (z.B. Demenz oder mentale Retardierung). Sternbach (80) kritisiert, daß Hirnstammreflexe in der

Glasgow Coma Scale nicht berücksichtigt werden. Die Glasgow Coma Scale ist letztlich nur eines von vielen Instrumenten zur Beurteilung des komaösen bzw. schädel-hirn-traumatisierten Patienten (40, 84).

Teasdale, Jennett und Mitarbeiter legten in einer anderen Arbeit (86) dar, daß das Alter zum Unfallzeitpunkt mit der Wahrscheinlichkeit, binnen 6 Monaten nach einem Schädel-Hirn-Trauma zu sterben, korreliert ist. Frowein (29), Frowein und auf der Haar (31), Frowein und Firsching (30), Firsching und Mitarbeiter (26) sowie Woischneck und Mitarbeiter (92) konnten belegen, daß neben dem Alter zum Unfallzeitpunkt die Dauer der Bewußtlosigkeit ein wesentlicher prognostischer Faktor bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma ist. Gemäß Firsching und Mitarbeitern (26) sowie Woischneck und Mitarbeitern (92) wird das Langzeitergebnis nach Schädel-Hirn-Trauma signifikant durch traumatische Läsionen des Hirnstamms bestimmt, wobei 4 Schweregrade unterschieden werden können (25, 26, 92).

Es ist also vertretbar, auf die Mitteilung des Glasgow Coma Score zu verzichten und stattdessen Alter zum Unfallzeitpunkt, Dauer der Bewußtlosigkeit und Verletzungsmuster zu erfassen, um eine Aussage zur Prognose nach Schädel-Hirn-Trauma zu treffen.

### 4.3 Beurteilung der Langzeitergebnisse

Zur Erfassung des Langzeitergebnisses nach Schädel-Hirn-Trauma wurde 1975 von Jennett und Bond (37) die Glasgow Outcome Scale vorgeschlagen. Sie erscheint zur Beurteilung des neurorehabilitativen Behandlungsergebnisses grundsätzlich geeignet (93), ist jedoch verglichen mit einer detaillierten neuropsychologischen Untersuchung unpräzise, wenn der Einfluß des klinischen Bildes, radiologischer Befunde oder des operativen Managements auf das Behandlungsergebnis erfaßt werden soll (94). Inwieweit die Glasgow Outcome Scale auch die allgemeine Lebensqualität der Patienten abbildet, ist eine noch nicht abschließend geklärte Frage (93).

Demgegenüber wurde die Beurteilung des Langzeitergebnisses anhand der Arbeitsfähigkeit unter anderem von Frowein und auf der Haar (31) sowie von Frowein und Firsching (30) bei Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma und ferner von Lamers und Kalff (50) sowie von Pachay (68) speziell bei Patienten mit frontobasalen Verletzungen angewendet. Eine Mitteilung zur Arbeitsfähigkeit läßt zumindest indirekte Schlüsse auf die Lebensqualität zu, wird jedoch in ihrer Aussagekraft unter Umständen durch die Gegebenheiten des Arbeitsmarkts und durch die Voraussetzungen am Arbeitsplatz beeinflusst (42). Eine Schwächung der Aussagekraft ist hier auch dadurch möglich, daß selbst nach schweren Schädel-Hirn-Verletzungen die Rückkehr in den alten Beruf gelingen kann, nämlich dann, wenn die Ausübung des

Berufs und die individuelle Beeinträchtigung des Patienten einander im Einzelfall nicht entgegenstehen (42).

Die Langzeitergebnisse der operativen Versorgung frontobasaler Verletzungen wurden in der vorliegenden Untersuchung anhand der Arbeitsfähigkeit beurteilt; eine Beurteilung mittels Glasgow Outcome Scale wäre ebenso möglich gewesen.

#### 4.4 Diagnostik

Aus dem Patientengut, welches in der vorliegenden Arbeit untersucht wurde, berichteten 6 Patienten (entsprechend 11.1% von 54 Patienten) anlässlich der Befragung über den Austritt wasserklarer Flüssigkeit oder eine Flüssigkeitsstraße im Rachen. Von ihnen folgten 3 Patienten der Empfehlung, die Frage einer eventuell persistierenden Liquorrhoe weiter abzuklären. Sie wurden klinisch und mittels CISS-MRT des Schädels nachuntersucht. In keinem der 3 Fälle ergaben die nachträglich durchgeführten klinischen und radiologischen Untersuchungen einen Anhalt für eine persistierende Liquoristel.

Von den zahlreichen bildgebenden Untersuchungsverfahren, welche zur Diagnostik von Liquoristeln angewendet werden können, ermöglichen die CT-Zisternographie (9, 23, 33, 56, 63), kontrastmittelgestützte MRT-Sequenzen (17), flußsensitive MRT-Sequenzen (53) und T2-gewichtete native MRT-Sequenzen (6, 10, 12, 61, 90) die Lokalisation des Defekts mit hoher Präzision. Im Gegensatz zum nativen MRT sind kontrastmittelgestützte Untersuchungen invasiv, die CT-Zisternographie ist darüberhinaus strahlenbelastend. Ferner ist das CISS-MRT, bei welchem es sich um eine stark T2-gewichtete native MRT-Sequenz handelt (10, 47), der CT-Zisternographie bei der Darstellung von Liquoristeln an der Schädelbasis deutlich überlegen. Eberhardt und Mitarbeiter konnten diese Tatsache belegen (10). Klein und Mitarbeiter (47) wiesen nach, daß das CISS-MRT zur Darstellung kraniobasaler Liquoristeln geeignet ist und geben in ihrer 12 Fälle umfassenden Analyse Sensitivität und Spezifität des CISS-MRT bei der Darstellung kraniobasaler Liquoristeln, bezogen auf den intraoperativ erhobenen Befund, mit jeweils 100% an. Jayakumar und Mitarbeiter (36) empfehlen aufgrund ihrer in 6 Verdachtsfällen von Rhinoliquorrhoe erfolgten Untersuchungen das CISS-MRT zur Abklärung bei Verdacht auf Rhinoliquorrhoe.

Insofern erscheint es gerechtfertigt, bei Verdacht auf persistierende Liquorrhoe nach operativer Versorgung einer frontobasalen Verletzung eine klinische Untersuchung mit einem CISS-MRT zu kombinieren, und bei negativem Ergebnis beider Untersuchungen von einem Verschuß des Duralecks auszugehen.

Auch von Shetty und Mitarbeitern (79) wird für Nachbeobachtungen von

Patienten, welche an einer Liquoristel operiert wurden, das MRT empfohlen. Indes soll nicht unerwähnt bleiben, daß die Autoren derselben Arbeit (79) der CT-Zisternographie im Vergleich zum MRT die höhere Genauigkeit beim Ausschluß von Liquoristeln zuschreiben. Wakhloo und Mitarbeiter (90) bezeichnen die CT-Zisternographie als die Methode mit der höchsten Sensitivität zum Nachweis von Knochen- und Duradefekten. Limitierend für die Genauigkeit des MRT ist auch der Umstand, daß der Nachweis einer Liquoristel mittels MRT abhängig von der Stärke des Hirnwasserflusses ist (18).

## 4.5 Geruchssinn

Die ursächliche Bedeutung des Schädel-Hirn-Traumas für Störungen des Geruchssinns wird deutlich, wenn man zur Kenntnis nimmt, daß laut McNeill und Mitarbeitern (58) 19% dieser Fälle auf ein Schädel-Hirn-Trauma zurückzuführen sind und daß gemäß Greiffenstein und Mitarbeitern (35), McNeill und Mitarbeitern (58) sowie Ogawa und Rutka (65) die Störung des Geruchssinns mit dem Schweregrad des Schädel-Hirn-Traumas korreliert ist.

Ogawa und Rutka (65) stellten in einer Serie von 365 Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma bei 50 Patienten (13.7%) Beeinträchtigungen des Geruchssinns fest. Die Autoren teilen mit, daß die Wahrscheinlichkeit, eine Störung des Geruchssinns zu entwickeln, unter anderem bei einer Schädelfraktur signifikant zunimmt. Besonders gefährdet sind laut Ogawa und Rutka Patienten mit Frakturen des Mittelgesichts bzw. der Frontobasis.

Sandner und Mitarbeiter (74) berichten, daß beträchtliche 23 von 55 Patienten (41%) mit frontobasalen Verletzungen ihren Geruchssinn verloren. Welche dieser Patienten mit welcher Operationsmethode versorgt wurden, wird nicht mitgeteilt. Die Autoren führen jedoch kritisch an, daß der von ihnen in 20 Fällen verwendete subkraniale Zugang nach Raveh (70) die Destruktion der Riechfasern als wesentlichen Nachteil aufweist.

Kinnunen und Aitasalo (46) operierten 59 Patienten, davon 19 wegen frontobasalen Verletzungen, über einen subkranialen Zugang nach Raveh (70) und verzeichneten postoperativ Störungen des Geruchssinns in 75% der Fälle.

65 der 67 in der vorliegenden Arbeit untersuchten Patienten wurden über eine frontale Trepanation operiert. Dieser Zugang gewährt die bestmögliche Übersicht über die vordere Schädelbasis (8, 69) und bietet daher die von Samii und Draf (72) geforderte und von Dietz (8) sowie von Piek (69) beschriebene Möglichkeit, das Risiko der operativ bedingten zusätzlichen Schädigung von Riechfasern zu minimieren. Lediglich 6 von 54 Patienten (11.1%) berichteten anlässlich der Befragung über Störungen des Geruchs- oder Geschmackssinns, welche sie auf die frontobasale Verletzung oder die deswegen erforderliche Operation zurückführten. Diese vergleichsweise geringe Anzahl

muß als Argument für den operativen Zugang zu frontobasalen Verletzungen über eine frontale Kraniotomie bewertet werden.

## 4.6 Epilepsie

Die in der vorliegenden Arbeit bei 7.4% der Patienten posttraumatisch neu aufgetretenen Krampfanfälle stehen nicht im Widerspruch zu den von anderen Autoren beschriebenen Ergebnissen:

Zwar fanden Schütze und Mitarbeiter (78) bei 612 Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma die vergleichsweise niedrige Anzahl von 14 Fällen (2.5%) posttraumatischer Epilepsie.

Andererseits verzeichneten Kalff und Mitarbeiter (44) in ihrer Serie von 98 Patienten mit frontobasalen Verletzungen in 10% der Fälle eine Epilepsie als Spätkomplikation.

Frey (28) gibt die Häufigkeit posttraumatischer Krampfanfälle mit ca. 4% bis 53% an. Jennett und Mitarbeiter (38) stellten 1000 Fälle von Patienten mit Impressionsfrakturen des Schädels zusammen und geben, abhängig von Begleitverletzungen, das Risiko einer Spät-Epilepsie mit weniger als 4% bis über 60% an. Eine Durazerreiung erhöht, wie Jennett und Mitarbeiter in derselben Arbeit zeigten, signifikant das Risiko, eine Spät-Epilepsie zu entwickeln. Auch von Oertzen und Elger (64) sowie Temkin (87) legen dar, daß bei Patienten mit Duraeinri ein erhöhtes Risiko für epileptische Anfälle besteht. In Anbetracht der genannten Häufigkeiten posttraumatischer Epilepsien und in Kenntnis der Tatsache, daß 65 der 67 in der vorliegenden Arbeit untersuchten Patienten über eine frontale Kraniotomie operiert wurden, kann mitgeteilt werden, daß ebendieser operative Zugang das Risiko einer posttraumatischen Epilepsie nicht zu erhöhen scheint.

## 4.7 Prophylaktische Antibiose

Von den in der vorliegenden Arbeit eingeschlossenen Patienten, welchen eine Antibiose präoperativ nicht oder nicht durchgehend verabreicht wurde (n=4), entwickelte 1 Patient (25%, Anl. 1, lfd. Nr. 61) eine Meningitis. Bei denjenigen, die durchgehend eine prophylaktische Antibiose vom Unfallzeitpunkt bis mindestens zur Operation erhalten hatten, traten hingegen keine intrakraniellen entzündlichen Komplikationen auf. Dieser Unterschied, wenngleich hinweisend auf einen günstigen Effekt antibiotischer Abschirmung, kann wegen der geringen Anzahl von Patienten in der erstgenannten Gruppe nicht als signifikant bewertet werden.

Eljamel (13) fand in einer Serie von 253 Patienten mit Liquorleck keine signifikante Reduktion des Risikos einer Meningitis durch prophylaktische Gabe

von Antibiotika. Villalobos und Mitarbeiter (89) führten eine Metaanalyse zur Frage des Nutzens einer antibiotischen Prophylaxe bei Frakturen der Schädelbasis durch. Die Autoren analysierten 1241 Fälle und teilen mit, daß eine antibiotische Abschirmung nach Frakturen der Schädelbasis das Risiko einer Meningitis nicht zu vermindern scheint.

Demgegenüber fand Brodie (5) bei einer Metaanalyse von 324 Fällen posttraumatischen Liquorflusses eine signifikant niedrigere Inzidenz von Meningitiden bei prophylaktischer Gabe von Antibiotika. Eftekhar und Mitarbeiter (11) veröffentlichten 109 Fälle von posttraumatischem Pneumatocephalus in einer prospektiven randomisierten Studie. Die Autoren fanden weniger Meningitiden in der Gruppe der Patienten, welche eine antibiotische Abschirmung erhalten hatten; dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit weisen darauf hin, daß bei frontobasalen Verletzungen eine bis mindestens zum Operationszeitpunkt verabreichte antibiotische Prophylaxe geeignet sein kann, Meningitiden zurückzudrängen.

## 4.8 Operationsmethode

In der vorliegenden Arbeit wurde bei 65 von 67 Patienten der operative Zugang über eine frontale Trepanation gewählt. Es fanden sich 5 Patienten (7.5%), bei denen nach Operation der frontobasalen Verletzung weitere Eingriffe wegen fortbestehenden Liquorflusses und/oder Pneumatocephalus erforderlich waren. Anlässlich der Erhebung der Langzeitergebnisse konnte festgestellt werden, daß bei 94.4% der Patienten ein sicherer, dauerhafter Verschuß der frontobasalen Verletzung erzielt worden war.

Gendeh und Mitarbeiter (32) geben die Wahrscheinlichkeit, auf endoskopisch-endonasalem Wege den Verschuß einer Liquorfistel der vorderen Schädelbasis auf Anhieb zu erzielen, mit 87.5% an. Ng und Mitarbeiter (62) hatten mit selbigem Vorgehen einen primären Erfolg bei 3 von 4 Kindern.

Schick und Mitarbeiter (77) behandelten 126 Patienten wegen frontobasaler Liquorfisteln unterschiedlicher Genese, wobei in 66 Fällen die Liquorfisteln durch Eingriffe, welche wegen Sinusitis durchgeführt wurden, überhaupt erst entstanden waren. Bei den 126 Patienten wurden insgesamt 136 Eingriffe an der vorderen Schädelbasis auf endonasalem Weg durchgeführt. In 7 Fällen (5.1%) war die endonasale Versorgung einer frontobasalen Liquorfistel primär nicht erfolgreich. Diejenigen Fälle, in denen die endonasale Versorgung einer traumatischen Liquorfistel im ersten Versuch mißlungen war, stellen in der Veröffentlichung von Schick und Mitarbeitern 2 von 33 Fällen (6.1%).

Dietz (8) vertritt die Ansicht, daß der transnasale operative Zugang zu einer frontobasalen Verletzung wegen der fehlenden Übersicht über die vordere Schädelbasis riskant ist; er empfiehlt daher den Zugang über eine frontale

Kraniotomie, wann immer die anatomischen Verhältnisse dies gestatten. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit belegen, daß der Zugang zu frontobasalen Verletzungen über eine frontale Kraniotomie geeignet ist, das Risiko rezidivierender Liquorfisteln niedrig zu halten.

## 4.9 Operationszeitpunkt

Die 67 in der vorliegenden Arbeit eingeschlossenen Patienten wurden mit aufgeschobener Dringlichkeit an der frontobasalen Verletzung operiert, sobald sie aus der Bewußtlosigkeit erwacht waren und die Stabilität von Atmung und Kreislauf den Eingriff ermöglichten. Im Mittel wurde 7.8 Tage nach dem Unfall operiert. Präoperativ trat bei einem Patienten (Anl. 1, lfd. Nr. 61) eine Meningitis auf; bei ihm war die frontobasale Verletzung seinem Wunsch gemäß erst 13 Jahre nach dem zugrundeliegenden Schädel-Hirn-Trauma operiert worden. Dieser Patient entwickelte im weiteren Verlauf eine anderenorts therapierte Spondylodiszitis. 4 von 54 Patienten (7.4%), deren Langzeitverläufe in der vorliegenden Arbeit analysiert werden konnten, waren zum Zeitpunkt der Befragung verstorben. Bei keinem der Verstorbenen wurde eine cerebrale Komplikation als Todesursache festgestellt. Todesursachen und Todeszeitpunkte können Tab. 1 (S. 12) entnommen werden. Die übrigen Patienten, deren Langzeitverläufe analysiert werden konnten, verneinten, daß zwischenzeitlich operationswürdige Komplikationen wie z.B. Meningitis aufgetreten seien. Das Trauma lag zum Zeitpunkt der Befragung im Mittel 67.6 Monate (Median: 48 Monate) zurück.

Mayfrank und Mitarbeiter (57) operierten 25 Patienten wegen frontobasaler Liquorfisteln. In 23 Fällen war ein Schädel-Hirn-Trauma Ursache der Fistel, 13 dieser Patienten wurden binnen einer Woche nach dem Unfall operiert. Die Autoren berichten von einem Todesfall: Bei einer Patientin, welche wegen eines Karzinoms im Bereich des Ethmoids operiert worden war, kam es am 19. postoperativen Tag aus nicht geklärter Ursache zum Herz-Kreislauf-Stillstand. Weitere Komplikationen oder Todesfälle seien während der durchschnittlich 16.6 Monate betragenden Nachbeobachtungszeit nicht aufgetreten.

Mincy (59) beobachtete bei den von ihm publizierten 54 Fällen posttraumatischer Liquorrhoe 12 Patienten mit Meningitis. Lediglich 8 Patienten, darunter 7 der 12 an Meningitis erkrankten Patienten, wurden an einer Liquorfistel der vorderen Schädelgrube operiert. Die Operationen wurden zwischen 1 Monat und 15 Jahren nach dem Trauma durchgeführt. Für 6 der 8 operierten Patienten werden Nachbeobachtungszeiträume zwischen 3 Monaten und 3 Jahren angegeben. Tödliche Verläufe, die auf eine Meningitis zurückgeführt werden konnten, seien nicht beobachtet worden.

Piek (69) veröffentlichte 74 Fälle komplexer frontobasaler Verletzungen, die über eine bifrontale Kraniotomie operiert wurden. 17 Patienten wurden wegen Begleitverletzungen notfallmäßig unmittelbar nach Eintreffen in der Klinik operiert, die übrigen 57 Patienten nach einer Wartezeit von bis zu 4 Wochen. Insgesamt seien 3 Fälle von Meningitis aufgetreten, davon 2 während der Wartezeit auf die Operation. Piek verzeichnet einen Todesfall, welchen er auf die intraoperativ erforderliche starke Retraktion des rechten Frontallappens mit nachfolgender Entwicklung bifrontaler Hirnkontusionen zurückführt, wobei die Operation notfallmäßig unmittelbar nach Eintreffen der Patientin durchgeführt worden war. Weitere Todesfälle werden in Piek's prospektiver Studie mit einem Nachbeobachtungszeitraum von wenigstens 3 Monaten nicht angegeben.

Sandner und Mitarbeiter (74) haben 55 Fälle operierter frontobasaler Verletzungen zusammengestellt. Der Operationszeitpunkt wurde abhängig von Parametern wie Hirndruck und kardiovaskulärer Gesamtsituation gewählt. Operiert wurde im Mittel 8 Tage nach dem Trauma. Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum wird mit 36 Monaten angegeben. Von Todesfällen wird nicht berichtet.

Vor dem Hintergrund der hier zum Vergleich angeführten Veröffentlichungen anderer Autoren sprechen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit für die Wahl des Operationszeitpunkts mit aufgeschobener Dringlichkeit. Bei der Interpretation zu berücksichtigen sind jedoch der retrospektive Charakter der Arbeit und die relativ geringe Anzahl von 54 Patienten, bei denen die Langzeitverläufe analysiert werden konnten.

#### **4.10 Arbeitsfähigkeit**

In der vorliegenden Arbeit hatten 38 von 50 Überlebenden (76.0%) die Arbeitsfähigkeit ganz oder teilweise wiedererlangt. Die Wahrscheinlichkeit, die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant mit zunehmender Dauer der initialen Bewußtlosigkeit und mit cerebralen Begleitverletzungen. Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, ist darüberhinaus signifikant abhängig vom Alter zum Unfallzeitpunkt. Das Alter derjenigen Patienten, welche die Arbeitsfähigkeit in vollem Umfang wiedererlangt hatten, betrug zum Unfallzeitpunkt im Mittel 31.23 Jahre. Diejenigen Patienten, welche die Arbeitsfähigkeit teilweise wiedererlangt hatten, waren mit durchschnittlich 23.25 Jahren zum Zeitpunkt des Unfalls signifikant jünger. Die Patienten, welche die Arbeitsfähigkeit nicht wiedererlangt hatten, waren hingegen zum Unfallzeitpunkt im Mittel signifikant älter (46.77 Jahre). Mithin weisen, einerseits im Gegensatz zu Kindern und Jugendlichen und andererseits im Gegensatz zu älteren Patienten, junge

Erwachsene die günstigste Prognose hinsichtlich der Arbeitsfähigkeit nach einer frontobasalen Verletzung auf.

Frowein (29) konnte in einer Studie an 1200 Patienten zeigen, daß die Überlebenswahrscheinlichkeit von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma abhängig vom Alter zum Unfallzeitpunkt ist, wobei Patienten im Alter von 10 bis 20 Jahren, verglichen mit Kindern unter 10 Jahren und älteren Erwachsenen, die günstigste Prognose aufweisen. Nach Frowein ist die Überlebenswahrscheinlichkeit, da sie in Abhängigkeit vom Alter nach 5 bis 20 Tagen Bewußtlosigkeit auf unter 5% sinkt, auch abhängig von der Dauer der Bewußtlosigkeit. Frowein und auf der Haar (31) zeigten später anhand der Langzeitverläufe von 304 Patienten aus einer Serie von 2269 Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma, daß die Wahrscheinlichkeit einer vollständigen Erholung und Rückkehr in den alten Beruf mit der Dauer der Bewußtlosigkeit abnimmt und ferner vom Alter zum Unfallzeitpunkt abhängig ist, wobei wiederum Patienten im Alter von 10 bis 20 Jahren die günstigste Prognose aufweisen. Dies wird in einer weiteren Untersuchung von Frowein und Firsching (30) bestätigt.

Firsching und Mitarbeiter (25, 26) postulierten, gründend auf elektrophysiologischen Untersuchungen (21, 22, 24), umschriebene Verletzungen des Hirnstamms als Ursache einer langanhaltenden Bewußtlosigkeit nach Schädel-Hirn-Trauma und wiesen diese Läsionen, welche im CT weniger zuverlässig als im MRT erkennbar sind (26), kernspintomographisch bei 108 Patienten aus einer Serie von 176 Patienten nach (26). Woischneck und Mitarbeiter (92) publizierten 35 Fälle von Kindern mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma; bei 18 dieser Patienten wurden Hirnstammläsionen kernspintomographisch nachgewiesen. Abhängig von der Lokalisation der Läsionen unterscheiden die Autoren dieser Studien 4 Schweregrade. Diese Schweregrade korrelieren signifikant mit der mittleren Dauer der Bewußtlosigkeit, der Letalität und dem Langzeitergebnis schädel-hirn-traumatisierter Patienten (25, 26, 92).

Teasdale, Jennett und Mitarbeiter (86) untersuchten 1000 Fälle von Schädel-Hirn-Trauma mit wenigstens 6 Stunden dauernder Bewußtlosigkeit und teilen mit, daß die Wahrscheinlichkeit, nach einem solchen Trauma binnen 6 Monaten zu sterben, direkt abhängig vom Alter zum Unfallzeitpunkt sei. Kinder unter 5 Jahren wurden hierbei nicht berücksichtigt; begründet wurde dies mit der ungewöhnlichen Auswahl von Fällen, welche die Studienzentren zu dieser Alterskohorte beisteuerten, und ferner mit biologischen Besonderheiten des Schädel-Hirn-Traumas in dieser Altersgruppe.

Die Tatsache, daß in der vorliegenden Arbeit das Langzeitergebnis signifikant vom Alter zum Unfallzeitpunkt, von der Dauer der initialen Bewußtlosigkeit und von cerebralen Begleitverletzungen abhängt, deckt sich mit den Erkenntnissen von Frowein (29), von Frowein und auf der Haar (31), von Frowein und

Firsching (30), von Firsching und Mitarbeitern (25, 26) sowie von Woischneck und Mitarbeitern (92). Berücksichtigt man die Auswahl der Patienten, dann kann ein Widerspruch zu den von Teasdale, Jennett und Mitarbeitern (86) veröffentlichten Ergebnissen nicht gefunden werden.

Im untersuchten Krankengut sinkt die Wahrscheinlichkeit, die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, wenn extracerebrale Begleitverletzungen vorhanden sind; dieser Zusammenhang ist jedoch nicht signifikant. Die fehlende Signifikanz kann auf die geringe Anzahl der untersuchten Fälle zurückzuführen sein.

Die Wahrscheinlichkeit, die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, nimmt im untersuchten Krankengut mit Zunahme des Intervalls zwischen Trauma und Operation signifikant ab. Bei der Interpretation dieses Befundes ist Vorsicht geboten: Die Operation wurde mit aufgeschobener Dringlichkeit dann durchgeführt, wenn der Patient aus der Bewußtlosigkeit erwacht war und wenn darüberhinaus Stabilität von Atmung und Kreislauf den Eingriff ermöglichen. Schwere cerebrale Begleitverletzungen können zu langanhaltender Bewußtlosigkeit und somit zu einer Zunahme des Intervalls zwischen Trauma und Operation führen. Wie bereits ausgeführt, wirken sich cerebrale Begleitverletzungen überdies ungünstig auf die Prognose nach frontobasalen Verletzungen aus. Davon abgesehen spricht der Befund, daß die Wahrscheinlichkeit, die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, mit Zunahme des Intervalls zwischen Trauma und Operation signifikant abnimmt, für die Wahl des frühestmöglichen, den Patienten nicht zusätzlich gefährdenden Operationszeitpunkts, um das Risiko einer Meningitis zu minimieren (siehe auch Abschnitt 4.9, S. 33f.).

## 5 Schlußfolgerungen

Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, ist signifikant abhängig vom Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt, wobei junge Erwachsene die günstigste Prognose aufweisen.

Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, sinkt signifikant mit zunehmender Dauer der initialen Bewußtlosigkeit und bei cerebralen Begleitverletzungen.

Es gibt Hinweise, daß die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, bei extracerebralen Begleitverletzungen sinkt; dieser Zusammenhang ist jedoch nicht signifikant.

Die Tatsache, daß die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, mit zunehmender Dauer des Intervalls zwischen Trauma und Operation sinkt, ist möglicherweise Ausdruck schwerer cerebraler Begleitverletzungen, die eine langanhaltende Bewußtlosigkeit zur Folge haben und somit zu einem Aufschub der Operation zwingen; davon abgesehen spricht diese Tatsache für die Wahl des frühestmöglichen Operationszeitpunkts, um die Gefahr einer Meningitis zu minimieren.

Bei der Wahl des Operationszeitpunkts mit aufgeschobener Dringlichkeit zur Versorgung frontobasaler Verletzungen wurden im untersuchten Krankengut keine Todesfälle durch cerebrale Komplikationen beobachtet.

Die operative Versorgung frontobasaler Verletzungen über eine frontale Kraniotomie ist im Vergleich zu anderen Operationsmethoden geeignet, das Risiko rezidivierender Liquorfisteln niedrig zu halten und das Risiko einer Störung des Geruchssinns zu minimieren.

Das Risiko einer posttraumatischen Epilepsie scheint durch die operative Versorgung frontobasaler Verletzungen über eine frontale Kraniotomie nicht erhöht zu werden.

Es gibt Hinweise, daß bei frontobasalen Verletzungen eine bis mindestens zum Operationszeitpunkt verabreichte Antibiose geeignet sein kann, Meningitiden zurückzudrängen.

Im Vergleich mit anderen Veröffentlichungen sprechen die vorliegenden Er-

gebnisse für die Wahl des Operationszeitpunkts mit aufgeschobener Dringlichkeit in Abhängigkeit vom neurologischen Befund, für die operative Versorgung frontobasaler Verletzungen über eine frontale Kraniotomie und für eine präoperative prophylaktische Antibiose.

## 6 Zusammenfassung

Die operative Versorgung frontobasaler Verletzungen ist Gegenstand einer fortwährenden Diskussion über den günstigsten Operationszeitpunkt, die beste Operationsmethode und die Notwendigkeit einer prophylaktischen Antibiose.

In der vorliegenden Arbeit wurden 67 an einer frontobasalen Verletzung operierte Patienten eingeschlossen. Die Operation wurde mit aufgeschobener Dringlichkeit durchgeführt, sobald die Patienten aus der Bewußtlosigkeit erwacht waren und die Stabilität von Atmung und Kreislauf den Eingriff ermöglichten. Operiert wurde im Mittel 7.8 Tage (Median: 6 Tage) nach dem Unfall. In 65 Fällen wurde eine frontale Kraniotomie als operativer Zugang gewählt. 62 Patienten erhielten bis mindestens zum Operationszeitpunkt durchgehend eine prophylaktische Antibiose. Bei 5 Patienten waren wegen fortbestehenden Liquorflusses und/oder Pneumocephalus weitere Eingriffe erforderlich. Die Ergebnisse wurden mittels Telefoninterview und/oder Fragebogen retrospektiv erfaßt. Das Trauma lag zum Zeitpunkt der Befragung im Mittel 67.6 Monate zurück. Die Langzeitergebnisse wurden eingeschätzt anhand Arbeitsfähigkeit, subjektiver Beeinträchtigung und Zeichen möglicherweise persistierenden Liquorflusses. Für die statistischen Tests wurde ein Signifikanzniveau von  $\alpha=0.05$  gewählt.

In 54 Fällen konnten die Langzeitergebnisse analysiert werden. 4 Patienten starben vor Erhebung der Langzeitergebnisse, wobei in keinem Fall eine cerebrale Komplikation todesursächlich war. Unter antibiotischer Abschirmung traten keine intrakraniellen entzündlichen Komplikationen auf. In 94.4% der Fälle konnte ein sicherer, dauerhafter Verschuß der frontobasalen Verletzung erreicht werden. 76% der Überlebenden hatten die Arbeitsfähigkeit wiedererlangt. Die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, ist signifikant abhängig vom Alter des Patienten zum Unfallzeitpunkt, wobei junge Erwachsene die günstigste Prognose aufweisen. Sie sinkt signifikant mit zunehmender Dauer der initialen Bewußtlosigkeit und bei cerebralen Begleitverletzungen, einhergehend mit Zunahme des Intervalls zwischen Trauma und Operation. Es gibt Hinweise, daß die Wahrscheinlichkeit, nach einer frontobasalen Verletzung die Arbeitsfähigkeit wiederzuerlangen, bei extracerebralen Begleitverletzungen sinkt; dieser Zusammenhang ist jedoch nicht signifikant.

Verglichen mit anderen Veröffentlichungen sprechen die vorliegenden Ergebnisse für die Wahl des Operationszeitpunkts mit aufgeschobener Dringlichkeit in Abhängigkeit vom neurologischen Befund, für die operative Versorgung frontobasaler Verletzungen über eine frontale Kraniotomie und für eine präoperative prophylaktische Antibiose.



## Literaturverzeichnis

1. Arrer E, Meco C, Oberascher G, Piotrowski W, Albegger K, Patsch W:  $\beta$ -trace protein as a marker for cerebrospinal fluid rhinorrhea. Clin. Chem. 48. 939-941 (2002)
2. Bachmann G, Achtelik R, Nekic M, Michel O: Beta-trace-Protein in der Diagnostik der Liquorfistel. HNO 48. 496-500 (2000)
3. Balestreri M, Czosnyka M, Chatfield DA, Steiner LA, Schmidt EA, Smielewski P, Matta B, Pickard JD: Predictive value of Glasgow coma scale after brain trauma: change in trend over the past ten years. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry 75. 161-162 (2004)
4. Brawley BW, Kelly WA: Treatment of basal skull fractures with and without cerebrospinal fluid fistulae. J. Neurosurg. 26. 57-61 (1967)
5. Brodie HA: Prophylactic antibiotics for posttraumatic cerebrospinal fluid fistulae. Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 123. 749-752 (1997)
6. Bruder H, Fischer H, Graumann R, Deimling M: A new steady-state imaging sequence for simultaneous acquisition of two MR images with clearly different contrasts. Magn. Reson. Med. 7. 35-42 (1988)
7. Dietz H: Die frontobasale Schädelhirnverletzung. p. 9. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg 1970.
8. Dietz H: Die frontobasale Schädelhirnverletzung. pp. 53-67. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg 1970.
9. Drayer BP, Rosenbaum AE, Higman HB: Cerebrospinal fluid imaging using serial metrizamide CT cisternography. Neuroradiology 13. 7-17 (1977)
10. Eberhardt KEW, Deimling M, Hollenbach HP, Huk WJ: MR-Diagnostik bei Liquorfisteln mit einer 3D-CISS-Sequenz. Fortschr. Röntgenstr. 167. 605-611 (1997)
11. Eftekhari B, Ghodsi M, Nejat F, Ketabchi E, Esmaeeli B: Prophylactic administration of ceftriaxone for the prevention of meningitis after traumatic pneumocephalus: results of a clinical trial. J. Neurosurg. 101. 757-761 (2004)

12. El Gammal T, Sobol W, Wadlington VR, Sillers MJ, Crews C, Fisher WS, Lee JY: Cerebrospinal fluid fistula: detection with MR cisternography. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 19. 627-631 (1998)
13. Eljamel MS: Antibiotic prophylaxis in unrepaired CSF fistulae. *Br. J. Neurosurg.* 7. 501-506 (1993)
14. Eljamel MS: Fractures of the middle third of the face and cerebrospinal fluid rhinorrhea. *Br. J. Neurosurg.* 8. 289-293 (1994)
15. Eljamel MS, Foy PM: Acute traumatic CSF fistulae: the risk of intracranial infection. *Br. J. Neurosurg.* 4. 381-385 (1990a)
16. Eljamel MS, Foy PM: Post-traumatic CSF fistulae, the case for surgical repair. *Br. J. Neurosurg.* 4. 479-483 (1990b)
17. Eljamel MS, Pidgeon CN: Localization of inactive cerebrospinal fluid fistulas. *J. Neurosurg.* 83. 795-798 (1995)
18. Eljamel MS, Pidgeon CN, Toland J, Phillips JB, O'Dwyer AAJ: MRI cisternography, and the localization of CSF fistulae. *Br. J. Neurosurg.* 8. 433-437 (1994)
19. Fernandez R, Firsching R, Lobato R, Mathiesen T, Pickard J, Servadei F, Tomei G, Brock M, Cohadon F, Rosenorn J: Guidelines for treatment of head injuries in adults. *Zentralbl. Neurochir.* 58. 72-74 (1997)
20. Firsching R: Predicting Recovery. *J. Neurosurg.* 98. 440-441 (2003)
21. Firsching R, Frowein RA: Multimodality evoked potentials and early prognosis in comatose patients. *Neurosurg. Rev.* 13. 141-146 (1990)
22. Firsching R, Luther J, Eidelberg E, Brown WE, Story JL, Boop FA: 40Hz-middle latency auditory evoked response in comatose patients. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 67. 213-216 (1987)
23. Firsching R, Steinbrich W, Thun F, Frowein RA: CT-Zisternogramm zur Diagnose nasaler Liquorfisteln. *Akt. Traumatol.* 17. 187-192 (1987)
24. Firsching R, Wilhelms S, Hilgers RD: Pyramidal tract lesions in comatose patients. *Acta Neurochir.* 112. 106-109 (1991)

25. Firsching R, Woischneck D, Klein S, Reissberg S, Döhring W, Peters B: Classification of severe head injury based on magnetic resonance imaging. *Acta Neurochir.* 143. 263-271 (2001)
26. Firsching R, Woischneck D, Reissberg S, Döhring W, Peters B: Prognostische Bedeutung der MRT bei Bewusstlosigkeit nach Schädel-Hirn-Verletzung. *Dtsch. Ärztebl.* 100. A 1868-1874 (2003)
27. Fischer J, Mathieson C: The history of the Glasgow Coma Scale: implications for practice. *Crit. Care Nurs. Q.* 23. 52-58 (2001)
28. Frey LC: Epidemiology of posttraumatic epilepsy: a critical review. *Epilepsia* 44. Suppl. 10. 11-17 (2003)
29. Frowein RA: Prognostic assessment of coma in relation to age. *Acta Neurochir. Suppl.* 28. 3-12 (1979)
30. Frowein RA, Firsching R: Personality after head injury. *Acta Neurochir. Suppl.* 44. 70-73 (1988)
31. Frowein RA, Haar K: Rehabilitation after severe head injuries. *Adv. Neurosurg.* 15. 272-277 (1987)
32. Gendeh BS, Mazita A, Selladurai BM, Jegan T, Jeevanan J, Misiran K: Endonasal endoscopic repair of anterior skull-base fistulas: the Kuala Lumpur experience. *J. Laryngol. Otol.* 119. 866-874 (2005)
33. Ghoshhajra K: Metrizamide CT cisternography in the diagnosis and localization of cerebrospinal fluid rhinorrhea. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 4. 306-310 (1980)
34. Görögh T, Rudolph P, Meyer JE, Werner JA, Lippert BM, Maune S: Separation of  $\beta_2$ -transferrin by denaturing gel electrophoresis to detect cerebrospinal fluid in ear and nasal fluids. *Clin. Chem.* 51. 1704-1710 (2005)
35. Greiffenstein MF, Baker WJ, Gola T: Brief report: Anosmia and remote outcome in closed head injury. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 24. 705-709 (2002)
36. Jayakumar PN, Kovoor JME, Srikanth SG, Praharaj SS: 3D steady-state MR cisternography in CSF rhinorrhea. *Acta Radiol.* 42. 582-584 (2001)

37. Jennett B, Bond M: Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet* 1. 480-484 (1975)
38. Jennett B, Miller JD, Braakman R: Epilepsy after nonmissile depressed skull fracture. *J. Neurosurg.* 41. 208-216 (1974)
39. Jennett B, Teasdale G: Aspects of coma after severe head injury. *Lancet* 1. 878-881 (1977)
40. Jennett B, Teasdale G, Galbraith S: Assessing brain damage. *J. Neurosurg.* 50. 271 (1979)
41. Jennett B, Teasdale G, Galbraith S, Braakman R, Avezaat C, Minderhoud J, Heiden J, Kurze T, Murray G, Parker L: Prognosis in patients with severe head injury. *Acta Neurochir. Suppl.* 28. 149-152 (1979)
42. Jennett B, Snoek J, Bond M, Brooks N: Disability after severe head injury: observations on the use of the Glasgow Outcome Scale. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 44. 285-293 (1981)
43. Joos U, Piffko J, Meyer U: Behandlung von frontobasalen Traumen und Polytraumen. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 5. 86-93 (2001)
44. Kalff R, Lamers B, Maksoud M, Grote W: Spätkomplikationen nach fronto-basalen Schädelhirntraumen. *Unfallheilkunde* 87. 151-155 (1984)
45. Kaufman BA, Tunkel AR, Pryor JC, Dacey RG: Meningitis in the neurosurgical patient. *Infect. Dis. Clin. North Am.* 4. 677-701 (1990)
46. Kinnunen I, Aitasalo K: A review of 59 consecutive patients with lesions of the anterior cranial base operated on using the subcranial approach. *J. Cranio-Max.-Fac. Surg.* 34. 405-411 (2006)
47. Klein S, Woischneck D, Firsching R, Heinrichs T: Die kernspintomographische Darstellung kraniobasaler Liquorfisteln mittels 3D-CISS-Sequenz. *Zentralbl. Neurochir.* 61. 150-154 (2000)
48. Kral T, Zentner J, Vieweg U, Solymosi L, Schramm J: Diagnosis and treatment of frontobasal skull fractures. *Neurosurg. Rev.* 20. 19-23 (1997)

49. Krüger C, Mohr C, Stolke D: Rekonstruktion der Frontobasis nach Tumoroperationen und Traumen. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 2. Suppl. 2. 70-74 (1998)
50. Lamers B, Kalff R: Langzeitbeobachtungen bei frontobasal Schädelhirnverletzten. *Neurochirurgia* 26. 140-142 (1983)
51. Leech P: Cerebrospinal fluid leakage, dural fistulae and meningitis after basal skull fractures. *Injury* 6. 141-149 (1974)
52. Lewin W: Cerebrospinal fluid rhinorrhea in nonmissile head injuries. *Clin. Neurosurg.* 12. 237-252 (1964)
53. Levy LM, Gulya AJ, Davis SW, LeBihan D, Rajan SS, Schellinger D: Flow-sensitive magnetic resonance imaging in the evaluation of cerebrospinal fluid leaks. *Am. J. Otol.* 16. 591-596 (1995)
54. Lloyd MNH, Kimber PM, Burrows EH: Post-traumatic cerebrospinal fluid rhinorrhea: modern high-definition computed tomography is all that is required for the effective demonstration of the site of leakage. *Clin. Radiol.* 49. 100-103 (1994)
55. Loew F, Pertuiset B, Chaumier EE, Jaksche H: Traumatic, spontaneous and postoperative CSF rhinorrhea. *Adv. Tech. Stand. Neurosurg.* 11. 169-207 (1984)
56. Manelfe C, Cellierier P, Sobel D, Prevost C, Bonafe A: Cerebrospinal fluid rhinorrhea: evaluation with metrizamide cisternography. *AJR* 138. 471-476 (1982)
57. Mayfrank L, Gilsbach JM, Hegemann S, Kreitschmann-Andermahr I, Schmitz HJ, Bertalanffy H: Osteoplastic frontal sinusotomy and extradural microsurgical repair of frontobasal cerebrospinal fluid fistulas. *Acta Neurochir.* 138. 245-254 (1996)
58. McNeill E, Ramakrishnan Y, Carrie S: Diagnosis and management of olfactory disorders: survey of UK-based consultants and literature review. *J. Laryngol. Otol.* 121. 713-720 (2007)
59. Mincy JE: Posttraumatic cerebrospinal fluid fistula of the frontal fossa. *J. Trauma* 6. 618-622 (1966)

60. Moskopp D, Stähle C, Wassmann H: Problems of the Glasgow Coma Scale with early intubated patients. *Neurosurg. Rev.* 18. 253-257 (1995)
61. Murata Y, Yamada I, Isotani E, Suzuki S: MRI in spontaneous cerebrospinal fluid rhinorrhea. *Neuroradiology* 37. 453-455 (1995)
62. Ng M, Maceri DR, Levy MM, Crockett DM: Extracranial repair of pediatric traumatic cerebrospinal fluid rhinorrhea. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 124. 1125-1130 (1998)
63. Naidich TP, Moran CJ: Precise anatomic localization of atraumatic sphenoidal cerebrospinal fluid rhinorrhea by metrizamide CT cisternography. *J. Neurosurg.* 53. 222-228 (1980)
64. Oertzen J von, Elger CE: Posttraumatische epileptische Anfälle und Epilepsien. *Intensivmed.* 41. 331-336 (2004)
65. Ogawa T, Rutka J: Olfactory dysfunction in head injured workers. *Acta Otolaryngol. Suppl.* 540. 50-57 (1999)
66. Okada J, Tsuda T, Takasugi S, Nishida K, Toth Z, Matsumoto K: Unusually late onset of cerebrospinal fluid rhinorrhea after head trauma. *Surg. Neurol.* 35. 213-217 (1991)
67. Ommaya AK: Spinal fluid fistulae. *Clin. Neurosurg.* 23. 363-392 (1976)
68. Pachay RA: Katamnesen nach Operation fronto-basaler Verletzungen. pp. 94-95. *Med. Dissertation, Universität zu Köln* 1979.
69. Piek J: Surgical treatment of complex traumatic frontobasal lesions: personal experience in 74 patients. *Neurosurg. Focus* 9. Artikel 2. 1-6 (2000)
70. Raveh J, Vuillemin T, Sutter F: Subcranial management of 395 combined frontobasal-midface fractures. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 114. 1114-1122 (1988)
71. Sakas DE, Beale DJ, Ameen AA, Whitwell HL, Whittaker K, Krebs AJ, Abbasi KH, Dias PS: Compound anterior cranial base fractures: classification using computerized tomography scanning as a basis for selection of patients for dural repair. *J. Neurosurg.* 88. 471-477 (1998)

72. Samii M, Draf W: Indikation und Versorgung der frontobasalen Liquor-fistel aus HNO-chirurgischer und neurochirurgischer Sicht. *Laryngol. Rhinol. Otol.* 57. 689-697 (1978)
73. Samii M, Tatagiba M: Skull base trauma: Diagnosis and management. *Neurol. Res.* 24. 147-156 (2002)
74. Sandner A, Kern BC, Bloching MB: Erfahrungen mit dem subfrontalen Zugang zur Rekonstruktion ausgedehnter Frakturen im Bereich der Fronto-basis. *Laryngo-Rhino-Otol.* 85. 265-271 (2006)
75. Schneider O, Richter HP: Die Besonderheiten in der Diagnostik und Behandlung offener Schädel-Hirn-Verletzungen einschließlich der Basisfrak-turen. *Unfallchirurg* 96. 591-594 (1993)
76. Schneider RC, Thompson JM: Chronic and delayed traumatic cerebrospinal rhinorrhea as a source of recurrent attacks of meningitis. *Ann. Surg.* 145. 517-529 (1957)
77. Schick B, Ibing R, Brors D, Draf W: Long-term study of endonasal dura-plasty and review of the literature. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 110. 142-147 (2001)
78. Schütze M, Dauch WA, Güttinger M, Hämpel-Christiansen M, Firsching R: Risikofaktoren für posttraumatische Anfälle und Epilepsie. *Zentralbl. Neu-rochir.* 60. 163-167 (1999)
79. Shetty PG, Shroff MM, Sahani DV, Kirtane MV: Evaluation of high-resolution CT and MR cisternography in the diagnosis of cerebrospinal fluid fistula. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 19. 633-639 (1998)
80. Sternbach GL: The Glasgow Coma Scale. *J. Emerg. Med.* 19. 67-71 (2000)
81. Steudel WI, Hacker H: Prognosis, incidence and management of acute traumatic intracranial pneumocephalus. *Acta Neurochir.* 80. 93-99 (1986)
82. Teasdale G, Jennett B: Assessment of coma and impaired consciousness. *Lancet* 2. 81-84 (1974)
83. Teasdale G, Jennett B: Assessment and prognosis of coma after head injury. *Acta Neurochir.* 34. 45-55 (1976)

84. Teasdale G, Jennett B: Assessment of coma and severity of brain damage. *Anesthesiology* 49. 225-226 (1978)
85. Teasdale G, Jennett B, Murray L, Murray G: Glasgow Coma Scale: to sum or not to sum. *Lancet* 2. 678 (1983)
86. Teasdale G, Skene A, Parker L, Jennett B: Age and outcome of severe head injury. *Acta Neurochir. Suppl.* 28. 140-143 (1979)
87. Temkin NR: Risk factors for posttraumatic seizures in adults. *Epilepsia* 44. Suppl. 10. 18-20 (2003)
88. Tosun F, Carrau RL, Snyderman CH, Kassam A, Celin S, Schaitkin B: Endonasal endoscopic repair of cerebrospinal fluid leaks of the sphenoid sinus. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 129. 576-580 (2003)
89. Villalobos T, Arango C, Kubilis P, Rathore M: Antibiotic prophylaxis after basilar skull fractures: a meta-analysis. *Clin. Infect. Dis.* 27. 364-369 (1998)
90. Wakhloo AK, Velthoven V van, Schumacher M, Krauss JK: Evaluation of MR imaging, digital subtraction cisternography and CT cisternography in diagnosing CSF fistula. *Acta Neurochir.* 111. 119-127 (1991)
91. Warnecke A, Averbek T, Wurster U, Harmening M, Lenarz T, Stöver T: Diagnostic relevance of  $\beta_2$ -transferrin for the detection of cerebrospinal fluid fistulas. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 130. 1178-1184 (2004)
92. Woischneck D, Klein S, Reissberg S, Peters B, Avenarius S, Günther G, Firsching R: Prognosis of brain stem lesion in children with head injury. *Childs Nerv. Syst.* 19. 174-178 (2003)
93. Woischneck D, Firsching R: Efficiency of the Glasgow Outcome Scale (GOS)-Score for the long-term follow-up after severe brain injuries. *Acta Neurochir. Suppl.* 71. 138-141 (1998)
94. Woischneck D, Firsching R, Rückert N, Hussein S, Heissler H, Aumüller E, Dietz H: Clinical predictors of the psychosocial long term outcome after brain injury. *Neurol. Res.* 19. 305-310 (1997)

## Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. Firsching, Direktor der Klinik für Neurochirurgie der Universität Magdeburg, für die Überlassung des interessanten, kontroversen Themas und für seine stetige Bereitschaft, mich in meiner wissenschaftlichen Arbeit zu unterstützen.

Mein Dank gilt allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Klinik für Radiologie und des Instituts für Neuroradiologie der Universität Magdeburg für Anfertigung, Befundung und Bereitstellung der CT- und MRT-Aufnahmen.

Dank gebührt Frau Dipl.-Math. Lux, Institut für Biometrie und Medizinische Informatik der Universität Magdeburg, für ihre Beratung in Fragen der statistischen Analyse.

Ich danke Frau Jakobschak, Sekretärin der Klinik für Neurochirurgie der Universität Magdeburg; sie hat die Akten der Patienten aus dem Archiv herausgesucht.

Bei Frau cand. med. Annika Franke bedanke ich mich für die orthographische Korrektur.

Meiner Familie, besonders meiner Lebensgefährtin Elke Ziems, danke ich für ihr Verständnis und für ihre Rücksichtnahme während der Entstehung dieser Dissertation.



## Erklärung

Ich erkläre, daß ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel

*„Langzeitergebnisse der operativen Versorgung frontobasaler Verletzungen“*

in der Klinik für Neurochirurgie der Otto-von-Guericke-Universität ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht. Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Magdeburg, den 1. Januar 2008

(Benjamin Völlger)



## Darstellung des Bildungsweges

Ich, Benjamin Völlger, geboren am 18. Juni 1977 in Halle (Saale), bestand 1996 nach 12jähriger Schulbildung die Abiturprüfung am Georg-Cantor-Gymnasium der Stadt Halle (Saale) mit der Durchschnittsnote 1.0 und erlangte am 21. Juni 1996 die allgemeine Hochschulreife.

Vom 2. September 1996 bis zum 30. September 1997 leistete ich Zivildienst in der Klinik für Dermatologie und Venerologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Vom 1. Oktober 1997 bis zum 30. September 1998 studierte ich im Diplom-Studiengang Meteorologie an der Freien Universität Berlin.

Vom 1. Oktober 1998 bis zum 27. April 2005 studierte ich Medizin an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Am 26. September 2000 bestand ich die Ärztliche Vorprüfung mit der Note „gut (1.66)“. Am 27. April 2005 bestand ich die Ärztliche Prüfung mit der Gesamtnote „gut (1.66)“, am darauffolgenden Tag wurde mir die Approbation als Arzt erteilt.

Seit dem 1. Juni 2005 arbeite ich als Assistenzarzt in der Klinik für Neurochirurgie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation habe ich bei der 58. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie am 27. April 2007 in Leipzig, beim Klinischen Kolloquium Neuromedizin der Otto-von-Guericke-Universität am 24. Oktober 2007 in Magdeburg sowie bei der Gemeinsamen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurotraumatologie und Klinische Neurorehabilitation und der Deutschen Gesellschaft für Neurologische Rehabilitation am 3. Dezember 2007 in Saarbrücken vorgetragen.

Magdeburg, den 1. Januar 2008

(Benjamin Völlger)



# Anlagen

## Anlage 1: Aktenzeichen der Patienten

Laufende Nummer	Aktenzeichen	Initialen	Geburtsdatum	Geschlecht
1	666/03	T.B.	03.08.1960	männlich
2	85/03	K.H.	03.10.1964	männlich
3	428/01	C.W.	24.12.1980	männlich
4	103/01	M.N.	14.07.1975	männlich
5	1525/01	U.H.	29.07.1953	männlich
6	1622/01	S.R.	31.10.1983	männlich
7	1111/01	P.B.	21.09.1991	männlich
8	1388/01	D.P.	23.09.1972	männlich
9	919/05	E.Z.	22.11.1989	männlich
10	1327/04	F.R.	20.03.1989	männlich
11	468/00	A.K.	28.12.1982	männlich
12	662/99	D.W.	03.10.1959	männlich
13	663/97	E.S.	04.06.1934	männlich
14	1825/04	S.H.	27.02.1984	weiblich
15	1655/04	S.E.	13.06.1986	männlich
16	1252/04	R.T.	16.02.1977	männlich
17	632/97	S.T.	19.04.1971	männlich
18	103/96	S.H.	28.12.1962	männlich
19	375/96	R.K.	27.08.1910	männlich
20	1126/96	A.K.	15.10.1987	männlich
21	315/98	L.S.	18.02.1941	männlich
22	1098/96	A.P.	17.04.1970	männlich
23	651/00	M.B.	19.03.1957	männlich
24	792/00	S.M.	18.07.1968	männlich
25	1172/97	P.G.	28.07.1965	männlich
26	20/99	C.M.	20.04.1982	weiblich
27	138/00	A.T.	15.09.1982	männlich
28	1414/02	I.G.	18.02.1959	weiblich
29	262/05	H.B.	02.07.1954	weiblich
30	1327/02	D.H.	08.06.1986	männlich
31	1462/05	S.G.	17.01.1987	männlich
32	1386/05	P.H.	07.11.1988	männlich
33	1503/03	M.B.	15.10.1984	männlich
34	99/04	H.S.	07.04.1927	männlich

Laufende Nummer	Aktenzeichen	Initialen	Geburtsdatum	Geschlecht
35	1300/02	S.R.	11.03.1960	männlich
36	625/03	A.J.	20.06.1984	männlich
37	1203/03	R.H.	12.08.1969	männlich
38	202/03	A.B.	23.12.1968	männlich
39	23/03	H.S.	02.03.1965	männlich
40	676/05	M.A.	22.11.1976	männlich
41	649/05	I.G.	22.07.1961	männlich
42	165/05	F.S.	06.08.1982	männlich
43	1125/05	D.R.	10.08.1955	männlich
44	1220/05	F.N.	02.06.1967	männlich
45	1269/05	O.B.	06.03.1974	männlich
46	1646/05	A.K.	10.08.1971	männlich
47	1762/05	P.B.	03.03.1986	männlich
48	10/04	J.M.	12.04.1953	männlich
49	1694/04	M.D.	24.08.1945	männlich
50	1458/04	D.G.	06.07.1941	männlich
51	1281/04	W.H.	05.11.1957	männlich
52	1243/02	H.W.	10.05.1964	männlich
53	1392/03	H.A.	02.11.1925	männlich
54	415/02	E.Z.	05.04.1934	weiblich
55	464/01	R.K.	11.10.1956	weiblich
56	1316/05	J.A.	30.03.1971	männlich
57	339/00	S.R.	11.04.1980	männlich
58	203/00	J.K.	06.12.1968	männlich
59	213/00	B.H.	21.12.1976	männlich
60	258/00	H.P.	27.09.1952	männlich
61	272/00	G.W.	08.03.1963	männlich
62	668/00	J.T.	04.06.1945	männlich
63	1282/00	V.S.	06.05.1979	männlich
64	830/04	F.P.	25.01.1946	männlich
65	195/02	M.W.	19.12.1985	männlich
66	277/02	R.M.	23.10.1942	weiblich
67	908/05	M.S.	20.08.1974	männlich



4. Befinden Sie sich aktuell wegen dieser Beschwerden in ärztlicher Behandlung?

ja     nein

Wenn ja, wo?

5. Welche Medikamente haben Sie in den letzten 24 Stunden eingenommen?

6. Ist bei Ihnen nach dem letzten Aufenthalt in unserem Hause jemals von einem Arzt eine Hirnwasserfistel festgestellt worden?

ja     nein

Wenn ja, von wem?

7. Ist bei Ihnen nach dem letzten Aufenthalt in unserem Hause jemals eine eitrige Entzündung des Gehirns oder der Gehirnhäute festgestellt worden?

ja     nein

Wenn ja, von wem?

8. Ist bei Ihnen nach dem letzten Aufenthalt in unserem Hause jemals von einem Arzt ein Lufteinschluß im Schädelinneren festgestellt worden?

ja     nein

Wenn ja, von wem?

9. Ist bei Ihnen nach dem letzten Aufenthalt in unserem Hause jemals wieder eine Operation an der vorderen Schädelbasis erforderlich gewesen?

ja     nein

Wenn ja, wo und wann?

10. Haben Sie nach dem Unfall, welcher zur Verletzung der vorderen Schädelbasis führte, die Arbeitsfähigkeit wiedererlangt?

- ja, im alten Beruf
- ja, nicht im alten Beruf
- nein