**Aus der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten des Unfallkrankenhauses Berlin (UKB), akademisches Lehrkrankenhaus der Medizinischen Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin**

DISSERTATION

# Retrospektive Untersuchung zum Schluckvermögen nach Verletzungen der Halswirbelsäule mit Rückenmarkverletzungen

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der
Medizinischen Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin

von

Marion Kurzweil
aus Berlin

Gutachter/in: 1. Prof. Dr. med. A. Ernst
2. PD Dr. med. B. Sedlmaier
3. Prof. Dr. med. A. Dietz

Datum der Promotion: 20.11.2009

Inhaltsverzeichnis

**1 Einleitung 1**

**2 Material und Methode 3**

2.1 Patienten 3

2.1.1 Lähmungsursache 3

2.1.2 Lähmungshöhe 3

2.1.3 Lähmungsausprägung 3

2.1.4 Begleitverletzungen 4

2.1.5 Begleiterkrankungen 4

2.1.6 Operative Behandlung 4

2.1.7 Tracheotomie 5

2.1.8 Trachealkanülenmanagement 5

2.1.9 Untersuchung der Schluckstörung 5

2.1.10 Entlassung 6

2.1.11 Statistische Verfahren 6

**3 Ergebnisse 7**

3.1 Probanden 7

3.1.1 Alters- und Geschlechterverteilung 7

3.1.2 Lähmungsursache 8

3.1.3 Lähmungsausprägung 9

3.1.4 Lähmungshöhe 10

3.1.5 Begleitverletzungen 10

3.1.6 Begleiterkrankungen 11

3.1.7 Operative Versorgung 11

3.1.8 Intensivbehandlung 12

3.1.9 Beatmung 12

3.1.10 Tracheotomie 13

3.1.11 Inzidenz von Schluckstörungen 14

3.1.12 Entlassung 14

3.2 Dysphagie 16

3.2.1 Dysphagie und Altersverteilung 16

3.2.2 Dysphagie und Patientengeschlecht 17

3.2.3 Dysphagie und Lähmungsausprägung 18

3.2.4 Dysphagie und Lähmungshöhe 19

3.2.5 Dysphagie und Begleitverletzungen 20
3.2.6 Dysphagie und Begleiterkrankungen 21
3.2.7 Dysphagie und operative Versorgung 22
3.2.8 Dysphagie und cervicale Orthese 23
3.2.9 Dysphagie und Tracheotomie 24
3.2.10 Dysphagie und Beatmungsdauer 26
3.2.11 Dysphagie und Dauer Krankenhausbehandlung 27
3.2.12 Dysphagie und Entlassungsstatus 28
3.2.13 Ergebnisse der Dysphagie-Therapie 29
3.2.14 Vorhersage einer Dysphagie 30
**4 Diskussion 31**
4.1 Einleitung 31
4.2 Patientendaten 31
4.2.1 Altersverteilung 32
4.2.2 Geschlechterverteilung 32
4.2.3 Lähmungsursache 32
4.2.4 Lähmungsausprägung 33
4.2.5 Lähmungshöhe 34
4.2.6 Begleitverletzungen 35
4.2.7 Operative Versorgung 35
4.2.8 Intensivbehandlung 36
4.2.9 Beatmungsdauer 37
4.2.10 Tracheotomie 38
4.2.11 Tracheostomaverschluss 39
4.2.12 Begleiterkrankungen 40
4.2.13 Entlassung 41
4.3 Inzidenz von Dysphagien 41
4.3.1 Dysphagie und Alter 42
4.3.2 Dysphagie und Geschlecht 43
4.3.3 Dysphagie und Lähmungsausprägung 43
4.3.4 Dysphagie und Lähmungshöhe 43
4.3.5 Dysphagie und Begleiterkrankungen sowie -verletzungen 44
4.3.6 Dysphagie und operative Versorgung 45
4.3.7 Dysphagie und cervicale Orthesen 45

4.3.8 Dysphagie und Beatmungsdauer 46
4.3.9 Dysphagie und Tracheotomie 47
4.3.10 Dysphagie und Entlassung 49
4.4 Dysphagie und Tetraplegie 50
**5 Zusammenfassung 55**
**6 Literatur 57**
**7 Tabellarischer Anhang 63**
**Lebenslauf 70**
**Erklärung 71**
**Danksagung 72**

## Liste der Abbildungen

Abbildung 1: Alters- und Geschlechterverteilung 7
Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Lähmungsausprägung nach Frankel 9
Abbildung 3: Verteilung der Lähmungshöhe nach Geschlecht 10
Abbildung 4: Altersverteilung der Patienten mit einer Dysphagie 16
Abbildung 5: Schluckstörungen in Abhängigkeit vom Geschlecht 17
Abbildung 6: Dysphagie und Frankel–Klassifikation 18
Abbildung 7: Dysphagie und Lähmungshöhe 19
Abbildung 8: Dysphagie und Begleitverletzungen 20
Abbildung 9: Dysphagie und Begleiterkrankungen 21
Abbildung 10: Dysphagie und operativer Zugangsweg 22
Abbildung 11: Dysphagie und Tracheotomie 24
Abbildung 12: Dysphagie und Dauer der Tracheotomie 25
Abbildung 13: Dysphagie und Beatmungstage 26
Abbildung 14: Dysphagie und Krankenhausaufenthalt 27
Abbildung 15: Dysphagie und Entlassungszustand 29
Abbildung 16: Tetraplegie und Schutz der unteren Atemwege 53

## Liste der Tabellen

Tabelle 1: Klassifikation nach Frankel 4
Tabelle 2: Zugangswege für eine operative Behandlung 11
Tabelle 3: Gründe der Re-Intubation nach Extubation 13
Tabelle 4: Komplikationen nach 2. Extubation 13
Tabelle 5: Art der Tracheotomie 14
Tabelle 6: Ergebnisse der Schluckuntersuchungen 14
Tabelle 7: Todesursachen 15
Tabelle 8: Ergebnisse der abschließenden Schluckuntersuchung 28
Tabelle 9: Ernährung bei der Entlassung 28
Tabelle 10: Vorhersagewahrscheinlichkeit einer Dysphagie 30
Tabelle 11: Alters- und Geschlechterverteilung zu Beginn der Erkrankung 63
Tabelle 12: Lähmungsursache 63
Tabelle 13: Lähmungsausprägung 64
Tabelle 14: Geschlechterverteilung der Lähmungshöhe 64
Tabelle 15: Anzahl und Art der Begleitverletzungen 65
Tabelle 16: Anzahl und Art der Begleiterkrankungen 65
Tabelle 17: Dysphagie und Altersverteilung 66
Tabelle 18: Dysphagie und Geschlecht 66
Tabelle 19: Dysphagie und Lähmungsausprägung 66
Tabelle 20: Dysphagie und Lähmungshöhe 67
Tabelle 21: Dysphagie und Anzahl Begleiterverletzungen 67
Tabelle 22: Dysphagie und Anzahl Begleiterkrankungen 67
Tabelle 23: Dysphagie und operative Versorgung 68
Tabelle 24: Dysphagie und cervicale Orthese 68
Tabelle 25: Dysphagie und Halo-Fixateur 68
Tabelle 26: Dysphagie und Tracheotomie 68
Tabelle 27: Dysphagie und Dauer Tracheostoma 69
Tabelle 28: Dysphagie und Beatmungstage 69
Tabelle 29: Dysphagie und Krankenhausaufenthalt 69

# 1 Einleitung

Der Schluckvorgang ist einer der häufigsten Bewegungsabläufe des menschlichen Organismus und stellt zugleich einen äußerst komplexen Vorgang dar. Man teilt den Schluckvorgang in vier Phasen ein: präoral, oral, pharyngeal und oesophageal. Das Schlucken dient unter anderem der Aufnahme, dem Zerkleinern und dem Transport von Nahrung sowie dem Abtransport von Speichel. Dabei muss der Schutz der tieferen Atemwege vor einer Aspiration gewährleistet sein [11]. Im Pharynxbereich befindet sich die Kreuzungsstelle zwischen Schluck- (Nahrungstransport) und Atmungsweg. Der Larynx dient der Stimmbildung und erreicht durch Hebung sowie Verschließen des Kehlkopfes eine kurzzeitige Unterbrechung des Respirationstraktes. Dies verhindert die Aspiration von Nahrung in dessen untere Abschnitte. Kommt es trotzdem zu einer Aspiration, werden die Atemwege durch einen intakten Reflex, das Husten oder Räuspern gereinigt. Das Fehlen des Schutzreflexes kann zum Auftreten einer Aspiration führen. Die Koordination der einzelnen Schluckphasen erfordert eine präzise zentralnervöse Abstimmung aller beteiligten Bewegungsabläufe und eine unversehrte Funktionsweise der jeweiligen anatomischen Strukturen.

Mit der oralen Nahrungsaufnahme wird die Ernährung und Hydratation gewährleistet. Jedoch sind damit auch Lebensgenuss und soziale Integration verbunden. Dysphagie bezeichnet die Behinderung des regulären Transportes der Nahrung vom Mund zum Magen ausgelöst durch mechanische, neurogene oder psychogene Ursachen. Diese können den Schluckvorgang gravierend behindern. Schluckstörungen unterschiedlichster Ausprägung stellen somit zusätzlich eine erhebliche Beeinträchtigung der Lebensqualität dar.

Verletzungen der knöchernen Halswirbelsäule liegen in einem Bereich in dem der Schluckvorgang durch Veränderungen in der Anatomie und Physiologie erheblich beeinflusst werden kann. Hier liegt die Teilungsstelle zwischen Pharynx und Trachea. Die anatomischen Verhältnisse lassen vermuten, dass Irritationen in diesem Bereich der Wirbelsäule zu einer Aspiration von Speichel und Speisen führen können.

Knöcherne Verletzungen mit einer begleitenden Verletzung des Rückenmarks müssen in den meisten Fällen operativ versorgt werden. Der chirurgische Zugangsweg wird dabei hauptsächlich von vorn gewählt. Dieser Zugangsweg fördert jedoch das Auftreten von Schluckstörungen.

Die Inzidenz von Schluckstörungen nach Operationen der Halswirbelsäule über einen anterioren Zugang wird hoch angegeben. Whitecloud [72] beschreibt Schluckstörungen als die häufigste Komplikation. Cloward [21] gibt bei 80% der operierten Patienten Schluckstörungen an. Andere Studien haben geringere Prävalenzen angeführt [9, 15, 20, 42]. In einer retrospektiven Studie über die Inzidenz von Schluckstörungen bei 160 Patienten mit einer Tetraplegie aus dem Jahre 1987 [74] wurde bei 20% der Patienten in den ersten vier Monaten nach der Verletzung und bei 13% der Patienten im weiteren Verlauf eine Schluckstörung beschrieben. Diese traten immer bei kompletten Querschnittslähmungen auf.

Eine abschließende Beurteilung der Ursachen und der Prognose ist noch nicht möglich. In einer retrospektiven Untersuchung sollte das Schluckvermögen bei Patienten nach Verletzungen der Halswirbelsäule mit Rückenmarkverletzungen und deren mögliche Ursachen und Zusammenhänge näher geprüft werden. Dabei standen vor allem folgende Fragen zur Beantwortung:

- Wie viele Patienten mit einer Verletzung der Halswirbelsäule und gleichzeitiger Rückenmarkverletzung leiden nach der Verletzung an einer Schluckstörung?
- Hat die Höhe und die Art der Verletzung Einfluss auf die Schluckstörung?
- Welchen Einfluss hatte eine operative Versorgung auf die Inzidenz und die Ausprägung der Schluckstörung?
- Haben Begleitverletzungen Einfluss auf die Schluckstörungen (z.B. Schädelverletzungen)?
- Hat die Notwendigkeit einer Tracheotomie Einfluss auf die Schluckfähigkeit?
- Welches Schicksal nehmen Patienten mit einer Schluckstörung?
- Gibt es Faktoren, die in der Behandlung beeinflusst werden können, um auf diesem Weg die Inzidenz von Schluckstörungen im Rahmen einer Tetraplegie zu minimieren?

# 2 Material und Methode

In einer retrospektiven Untersuchung wurden alle Patienten nach einer Halswirbelsäulenverletzung mit Rückenmarkverletzung, die zwischen dem 01.09.1997 und dem 31.12.2002 in der Klinik für Rückenmarkverletzungen am Unfallkrankenhaus Berlin behandelt wurden, anhand der Krankenakten ausgewertet.

## 2.1 Patienten

In die Untersuchung wurden alle Patienten eingeschlossen, bei denen die Rückenmarkverletzung nicht älter als 8 Wochen war und die sich seit der Verletzung in ununterbrochener stationärer Behandlung befanden. Ausgeschlossen wurden Patienten, deren Verletzungszeitpunkt länger zurücklag.
Bei allen Patienten lag eine neurologische Schädigung im Rückenmarkabschnitt unterhalb des cranio-zervikalen Übergangs und oberhalb des ersten Brustwirbels vor. Für die wissenschaftliche Auswertung der Daten lag dabei eine schriftliche Einverständniserklärung vor, welche bei der Aufnahme in die Klinik durch die Patienten oder deren Betreuer unterzeichnet wurde.

### 2.1.1 Lähmungsursache

Die der Lähmung zu Grunde liegende Ursache wurde anhand der Anamnese durch den aufnehmenden Arzt unter Würdigung der Diagnostik bestimmt.

### 2.1.2 Lähmungshöhe

Die Einteilung der Läsionshöhe erfolgt nach der American Spinal Injury Association Grading Scale (ASIA). Die Untersuchung des Patienten wurde bei der Aufnahme durch einen Arzt des Behandlungszentrums für Rückenmarkverletzte vorgenommen.

### 2.1.3 Lähmungsausprägung

Die Bestimmung der funktionellen Ausprägung erfolgt international nach Frankel [30] (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1: Klassifikation nach Frankel**
Die Klassifikation beschreibt die funktionellen Schädigungen durch die Rückenmarkverletzung [30].

| Grad | Beschreibung |
|---|---|
| TA | **Komplett:** keine sensible oder motorische Funktion ist in den sakralen Segmenten S 4/5 erhalten |
| TB | **Inkomplett:** sensible Funktion erhalten, aber keine motorische Funktion ist unterhalb neurologischen Niveaus erhalten und dehnt sich bis in die sakralen Segmente S4/5 aus |
| TC | **Inkomplett:** motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten; aber die Mehrzahl der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus haben einen Muskelkraftgrad von weniger als 3 |
| TD | **Inkomplett:** motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten und die Mehrheit der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus haben einen Muskelkraftgrad größer oder entsprechend 3 |
| TE | **Normal:** sensible und motorische Funktion sind normal |

### 2.1.4 Begleitverletzungen

Es wurden bis zu fünf Begleitverletzungen erfasst, deren Behandlung während des stationären Aufenthalts notwendig wurde.

### 2.1.5 Begleiterkrankungen

Erfasst wurden bis zu fünf Begleiterkrankungen, die während des stationären Aufenthalts eine therapeutische Relevanz besaßen.

### 2.1.6 Operative Behandlung

Alle Patienten, die als Ursache der Lähmung eine Einengung des Spinalkanals aufwiesen, wurden, sofern keine Kontraindikationen vorlagen, sofort operativ versorgt. Ziel der operativen Maßnahme war die Stabilisierung der Wirbelsäule und Entlastung des zervikalen Rückenmarkes. Der operative Eingriff erfolgte indikationsabhängig von ventral, dorso-ventral oder isoliert von dorsal. Dabei wurden die Zugangswege, das jeweilige Operationsdatum und ggf. Zweiteingriffe mit ihren Indikationen erfasst.

### 2.1.7 Tracheotomie

Die Indikation zur Tracheotomie wurde interdisziplinär durch ein Team aus Anästhesisten und Ärzten aus dem Behandlungszentrum für Rückenmarkverletzte sowie HNO-Ärzten gestellt. Die Indikation zur Tracheotomie wurde gestellt, wenn:

- der individuelle Verlauf des Abtrainierens von der Beatmungsmaschine erwartungsgemäß deutlich länger als 72 Stunden dauern würde,
- eine suffiziente Sekretmobilisierung durch den Patienten nicht möglich war.

Es wurden temporäre und plastische Tracheotomien durch die Abteilung für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten durchgeführt. Punktionstracheotomien fanden sich bei Verlegungen aus anderen Kliniken.

### 2.1.8 Trachealkanülenmanagement

Tracheotomierte Patienten wurden auf eine Sprechkanüle umgestellt, sobald keine maschinelle Beatmung mehr notwendig war und sie es subjektiv tolerierten.
Die Dekanülierung von der Sprechkanüle erfolgte, wenn:

- die pulmonale Situation so gefestigt war, dass der Patient nicht mehr endotracheal abgesaugt werden musste,
- keine pulmonalen Infekte mehr auftraten, dies betraf einen Zeitraum von mindestens vier Wochen,
- keine Hinweise auf eine Schluckstörung vorlagen.

Wenn kein Spontanverschluss erfolgte, wurden die Tracheostoma operativ verschlossen.

### 2.1.9 Untersuchung der Schluckstörung

Bei allen Patienten erfolgte vor Beginn der oralen Nahrungsaufnahme eine klinische Untersuchung auf eine Schluckstörung durch eine Logopädin. Zusätzlich wurde eine endoskopische Schluckuntersuchung durchgeführt [63]. Anhand der endoskopischen Untersuchung wurde die Indikation zur Schlucktherapie gestellt. Die Indikationsstellung erfolgte immer interdisziplinär.

### 2.1.10 Entlassung

Die Entlassung der Patienten erfolgte nach Beendigung der medizinischen Behandlung, wenn die jeweilige individuelle Situation vom Ärzte- und Pflegeteam objektiv als stabil eingeschätzt wurde. Das Entlassungsdatum mit jeweiligem Ernährungszustand des Patienten wurde erfasst.

### 2.1.11 Statistische Verfahren

Die erhobenen Daten wurden codiert und hinsichtlich ihrer absoluten und relativen Häufigkeitsverteilung untersucht. Zur statistischen Analyse wurde SPSS 9.0 (Statistical Package for the Social Sciences) verwendet. Für die Beschreibung der erhobenen Daten wurden Häufigkeit, Mittelwerte und Standardabweichungen ermittelt. Weil die meisten Daten Begriffe waren, wurden die Korrelationen mit dem $Chi^2$-Test geprüft. Mit der Diskriminanzanalyse wurde untersucht, welche Faktoren Einfluss auf das Auftreten einer Dysphagie und den Erfolg einer Dysphagietherapie haben. Angegeben wurde der Prozentwert der exakten Analyse.

# 3 Ergebnisse

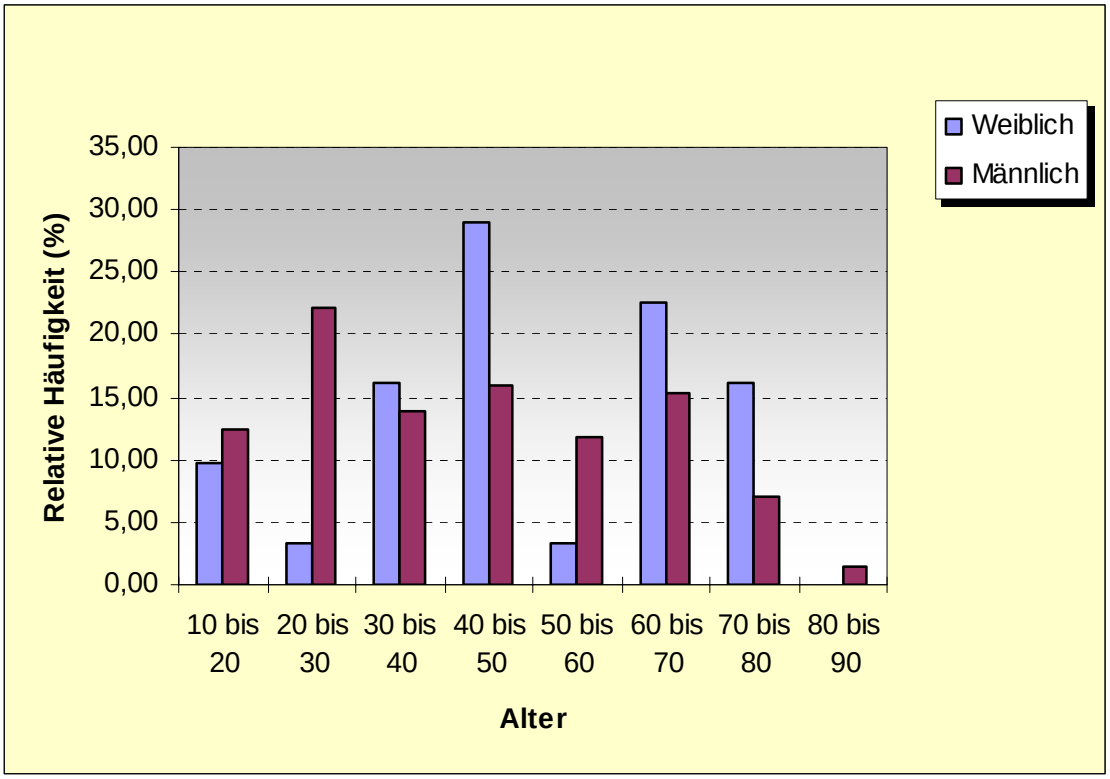
## 3.1 Probanden

Zwischen dem 01.09.1997 und dem 31.12.2002 wurden an der Klinik für Rückenmarkverletzungen 185 Patienten mit einer Verletzung des Halsmarkes behandelt. Zur Auswertung kamen 175 (94,2%) Patienten, bei denen das zu erhebende Datenmaterial vollständig vorlag. Patienten mit einer Verletzung der Halswirbelsäule ohne neurologische Defizite wurden nicht in die Untersuchung einbezogen.

### 3.1.1 Alters- und Geschlechterverteilung

144 (82,29%) der 175 Patienten waren männlich, 31 (17,71%) weiblich. Das Alter lag zwischen 14 und 89 Jahren. Das Durchschnittsalter betrug 43,45 Jahre ±18,98 Jahre. Männer waren bei ähnlicher Altersverteilung häufiger betroffen als Frauen (4,6:1). Die genaue Alters- und Geschlechterverteilung ist Abbildung 1 zu entnehmen. Einzelheiten sind Tabelle 11 im Anhang zu entnehmen.

**Abbildung 1: Alters- und Geschlechterverteilung**
Dargestellt sind die Alters- und Geschlechterverteilung der untersuchten Patienten (n=175).



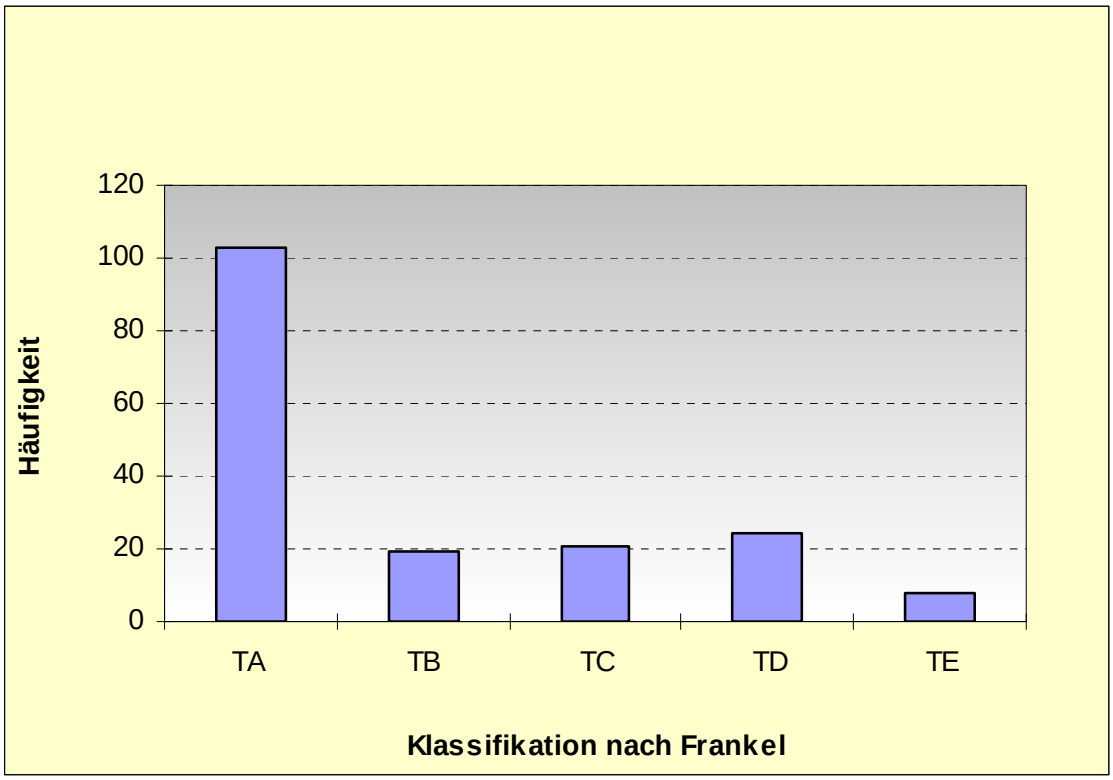
### 3.1.2 Lähmungsursache

147 (84,0%) Patienten erlitten eine Lähmung durch ein Trauma. Bei 73 (41,71%) Patienten lag eine Fraktur genau eines Wirbelkörpers vor. Bei 47 (26,86%) Patienten fanden sich zwei frakturierte Wirbelkörper und bei 16 (9,14%) Patienten Frakturen von mehr als zwei Halswirbelkörpern. 10 (5,71%) Patienten erlitten eine Contusio spinalis. In einem Fall (0,57%) wurde ein Patient durch einen Messerstich querschnittgelähmt.
Zu den 28 (16,0%) Patienten ohne Trauma zählten 15 (8,57%), bei denen eine Lähmung im Rahmen einer Spondylodiszitis auftrat. Bei fünf (2,86%) Patienten lag ein tumoröses Geschehen zugrunde und bei weiteren vier (2,29%) Patienten bestand eine Spinalkanalstenose. Drei (1,71%) Patienten erlitten eine Querschnittlähmung durch einen prolabierten Nucleus pulposus. Dieser Umstand wurde als nichttraumatische Ursache gewertet, da die Operation initial aufgrund eines degenerativen Prozesses durchgeführt wurde. Ein (0,57%) Patient erlitt postoperativ einen Querschnitt. Details sind Tabelle 12 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

### 3.1.3 Lähmungsausprägung

Bei Aufnahme fand sich eine komplette Lähmung entsprechend der Klassifikation nach Frankel Stufe TA bei 103 (58,86%) Patienten. 19 (10,86%) Patienten wiesen eine motorisch komplette, sensibel inkomplette Lähmung entsprechend der Stufe TB auf. Bei 21 (12,0%) Patienten lag eine funktionell komplette, motorisch inkomplette Lähmung entsprechend der Stufe TC vor. 24 (13,71%) Patienten konnten aufgrund ihrer Lähmungserscheinung kleiner als Kraftgrad 3 entsprechend TD eingestuft werden. Die übrigen 8 (4,57%) Patienten wiesen Lähmungen ohne funktionelle Relevanz entsprechend Frankeleinteilung TE auf. Details sind Abbildung 2 und Tabelle 13 im Anhang zu entnehmen.

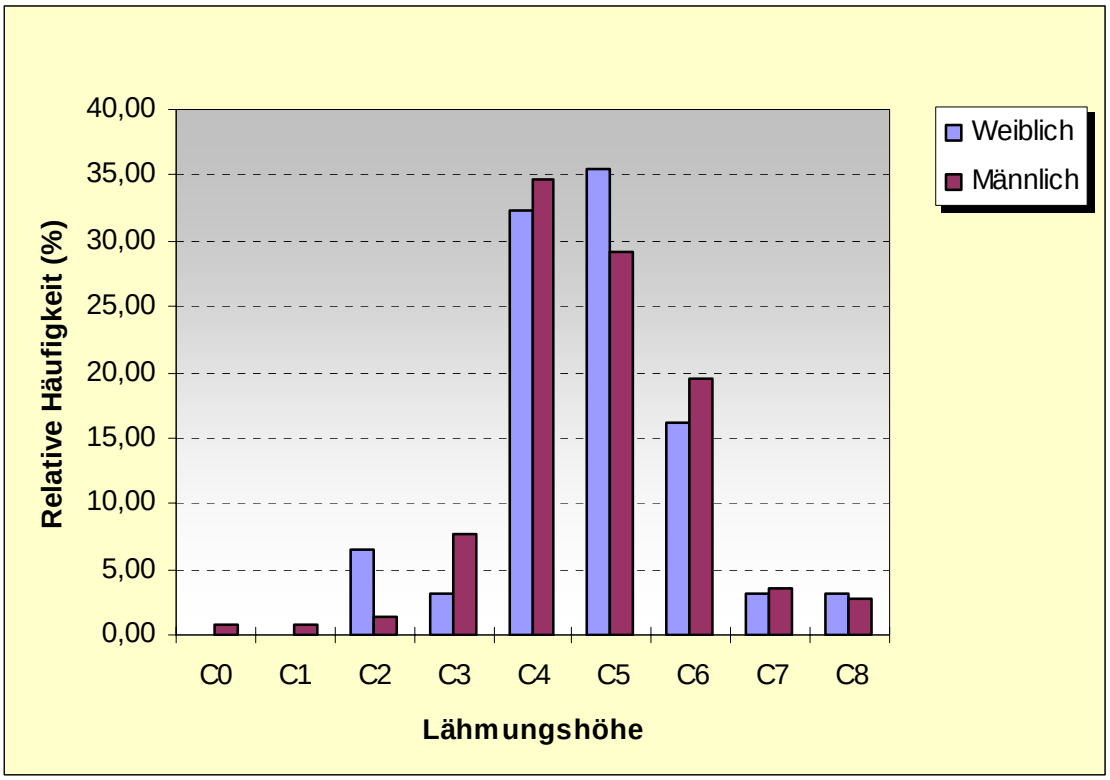
**Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Lähmungsausprägung nach Frankel**
Dargestellt ist die Anzahl der Patienten je Klassifikation nach Frankel (n=175).



### 3.1.4 Lähmungshöhe

Die Einteilung der Lähmungshöhe wurde nach dem letzten intakten zervikalen Segment vorgenommen. Am häufigsten betroffen waren bei beiden Geschlechtern die Segmente C4 bis C6. Details sind Abbildung 3 und Tabelle 14 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

**Abbildung 3: Verteilung der Lähmungshöhe nach Geschlecht**
Dargestellt ist die relative Häufigkeit des Geschlechts der Patienten in den Verletzungshöhen (n=175).




### 3.1.5 Begleitverletzungen

Bei 70 (47,61%) der 147 Patienten mit traumatischer Halsmarkverletzung traten Begleitverletzungen zu dem Trauma des Halsmarkes auf. Dabei konnten bei 31 (21,09%) Patienten je ein, bei 12 (8,16%) weiteren zwei und bei 9 (6,12%) Patienten je drei Begleitverletzungen diagnostiziert werden. 7 (4,76%) Patienten wiesen vier und 11 (7,48%) Patienten fünf Begleitverletzungen auf. Bei 77 (52,38%) Patienten wurden keine Begleitverletzungen festgestellt. Art und Anzahl der Begleitverletzungen sind Tabelle 15 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

### 3.1.6 Begleiterkrankungen

70 (40,0%) Patienten litten zum Zeitpunkt der Aufnahme bereits an einer oder mehreren Erkrankungen. Bei 38 (21,71%) Patienten konnten je eine, bei 19 (10,86%) jeweils zwei, bei weiteren 9 (5,14%) Patienten drei Begleiterkrankungen erhoben werden. Bei zwei Patienten (1,14%) wurden vier und bei zwei (1,14%) weiteren fünf Begleiterkrankungen festgestellt. Die Art und Anzahl der Begleiterkrankungen ist Tabelle 16 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

### 3.1.7 Operative Versorgung

163 (93,14%) Patienten wurden im Rahmen der Erstversorgung operativ versorgt, um knöcherne Fehlstellungen oder Raumforderungen zu beseitigen und eine Entlastung des Rückenmarkes zu erreichen. Dabei wurde in 134 (82,21%) Fällen ein ventraler Zugangsweg, in 22 (13,50%) Fällen ein dorsaler und in 7 (4,29%) Fällen ein kombinierter dorso-ventraler Zugang gewählt. 12 (6,86%) aller Patienten erhielten keine operative Versorgung, da es sich um eine Contusio spinalis ohne Fraktur oder diffuse Entzündungen handelte (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Zugangswege für eine operative Behandlung**
Zugangswege bei den operativen Versorgungen.

| Zugangsweg | 1. Operation (n=163) | 2. Operation (n=49) |
|---|---|---|
| Ventral | 134 (82,21%) | 31 (63,27%) |
| Dorsal | 22 (13,50%) | 16 (32,65%) |
| Kombiniert | 7 (4,29%) | 2 (4,08%) |

49 Patienten benötigten eine zweite Operation. Ursache war bei 35 (71,42%) Patienten eine verbliebene Instabilität nach der ersten Versorgung. Bei 8 (16,33%) Patienten wurden Materiallockerungen, bei drei (6,12%) Patienten eine spinale Enge und bei drei (6,12%) weiteren Patienten ein Prolaps des Nucleus pulposus festgestellt.

### 3.1.8 Intensivbehandlung

123 (70,28%, n=175) Patienten wurden während des stationären Aufenthalts intensivmedizinisch überwacht. Die Dauer der Intensivbehandlungen betrug im Durchschnitt 17,81 (±24,05; 1-177) Tage. Bei 88 (50,28%, n=175) Patienten erfolgte eine einmalige Betreuung für im Durchschnitt 11,3 Tage, 29 (16,57%, n=175) Patienten mussten aufgrund von Komplikationen zweimalig für im Durchschnitt 32,63 Tage und 6 (3,43%, n=175) Patienten dreimalig für im Durchschnitt 39,06 Tage intensivmedizinisch behandelt werden.

### 3.1.9 Beatmung

113 der 123 (91,85%) intensivmedizinisch überwachten Patienten wurden für 15,78 (±26,92; 0,2-200,5) Tage intubiert und beatmet. Bei 34 (30,08%, n=113) der beatmeten Patienten erfolgte eine primäre Tracheotomie. Bei 67 Patienten wurde nach 4,74 (±9,18; 0-67) Tagen ein erster Extubationsversuch vorgenommen. Bei 22 (32,8%, n=67) der Patienten verlief die Extubation komplikationslos. Bei 45 (67,16%) der extubierten Patienten traten Komplikationen auf (siehe Tabelle 3).

Um Einflussfaktoren für die Notwendigkeit einer Re-Intubation abzuleiten, wurden die möglichen Korrelationen zwischen den erhobenen klinischen Daten und der Notwendigkeit einer Re-Intubation untersucht. Der statistisch relevante Einflussfaktor für die Notwendigkeit einer Re-Intubation war die Frankel-Klassifikation ($\chi^2$ = 9,695; p<0,046). Bei 34 (75,56%) der 45 reintubierten Patienten lag eine komplette Lähmung entsprechend dem Frankelstadium TA vor, bei 7 (15,56%) ein Stadium Frankel TB und bei vier (8,89%) ein Frankelstadium TC.

**Tabelle 3: Gründe der Re-Intubation nach Extubation**
Aufgeführt sind die Komplikationen nach der ersten Extubation die eine Re-Intubation notwendig machte (n=45).

| Komplikation | Anzahl |
|---|---|
| Ateminsuffizienz | 26 (57,78%) |
| Pneumonie | 7 (15,56%) |
| Atelektase | 7 (15,56%) |
| Pneumothorax | 2 (4,44%) |
| Tracheo-Bronchitis | 2 (4,44%) |
| Hirnödem | 1 (2,22%) |

Bei 30 (29,71%) der extubierten Patienten wurde durchschnittlich nach 3,26 (±6,46; 0-30,5) Tagen eine 2. Intubation notwendig. Die Beatmung der Patienten erfolgte erneut für 4,9 (±4,62; 0-15,88) Tage. Nach der 2. Extubation traten bei 12 (11,89%) Patienten Komplikationen auf. Auch hier überwogen die pulmonalen Probleme (siehe Tabelle 4).

**Tabelle 4: Komplikationen nach 2. Extubation**
Komplikationen nach der zweiten Extubation (n=12).

| Komplikation | Anzahl |
|---|---|
| Ateminsuffizienz | 4 (33,33%) |
| Atelektase | 4 (33,33%) |
| Tracheo-Bronchitis | 2 (16,67%) |
| Pneumonie | 1 (8,33%) |
| Hirnödem | 1 (8,33%) |

### 3.1.10 Tracheotomie

Bei 74 (73,27%) der 101 beatmeten Patienten wurde eine Tracheotomie durchgeführt. Bei 34 (45,95%) der tracheotomierten Patienten wurde kein vorheriger Extubationsversuch unternommen. 24 (32,43%) Tracheotomien wurden nach einem und 13 (17,57%) nach zwei Extubationsversuchen angelegt. Bei 54 (72,97%) der Patienten wurde eine temporäre Tracheotomie angewendet. Die Punktionstracheotomie kam bei 11 (14,86%) Patienten zum Einsatz. Eine plastische Tracheotomie wurde bei 9 (12,16%) Patienten durchgeführt. Einzelheiten sind Tabelle 5 zu entnehmen.

**Tabelle 5: Art der Tracheotomie**
Aufgeführt ist die Art der Tracheotomie bei allen Patienten.

| Art Tracheotomie | Anzahl (n= 74) |
|---|---|
| Temporäre Tracheotomie | 54 (72,97%) |
| Punktionstracheotomie | 11 (14,86%) |
| Plastische Trachetomie | 9 (12,16%) |

### 3.1.11 Inzidenz von Schluckstörungen

Bei 28 (16,0%) der 175 untersuchten Patienten mit Halsmarkverletzung konnten Schluckstörungen festgestellt werden. Bei 147 (84,0%) Patienten blieb das Auftreten einer Dysphagie aus. In Abhängigkeit des klinischen Verlaufs wurden in Abstimmung mit den behandelnden Logopäden Kontrolluntersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Schluckuntersuchungen sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

**Tabelle 6: Ergebnisse der Schluckuntersuchungen**
Aufgeführt sind die Ergebnisse der klinischen Untersuchung und der endoskopischen Untersuchung. Die erste Untersuchung erfolgte vor der ersten oralen Nahrungsaufnahme.

| Endoskopie | 1. Versuch (n=175) | 2. Versuch (n=27) | 3. Versuch (n=17) |
|---|---|---|---|
| Ohne Befund | 147 (84%) | 14 (50,00%) | 9 (52,94%) |
| Penetration mit Abhusten | 8 (4,57%) | 3 (11,11%) | 0 (0,00%) |
| Aspiration mit Abhusten | 7 (4,00%) | 3 (11,11%) | 2 (11,76%) |
| Aspiration ohne Abhusten | 13 (7,43%) | 7 (25,93%) | 6 (35,29%) |
| Klinischer Befund | | | |
| Schmerzen/Bolusgefühl | 7 (4,00%) | 6 (22,22%) | 4 (4,82%) |
| Essen abgelehnt | 0 (0,00%) | 2 (7,4%) | 0 (0,00%) |

### 3.1.12 Entlassung

Es konnten 155 Patienten aus der klinischen Behandlung entlassen werden. 20 (11,43%) Patienten sind während des stationären Aufenthalts verstorben. Als häufigste Todesursache wurde eine Pneumonie bzw. pulmonale Komplikationen angegeben (siehe Tabelle 7).

**Tabelle 7: Todesursachen**
Aufgeführt ist die Anzahl der Todesursachen bei den 20 während des stationären Aufenthaltes verstorbenen Patienten.

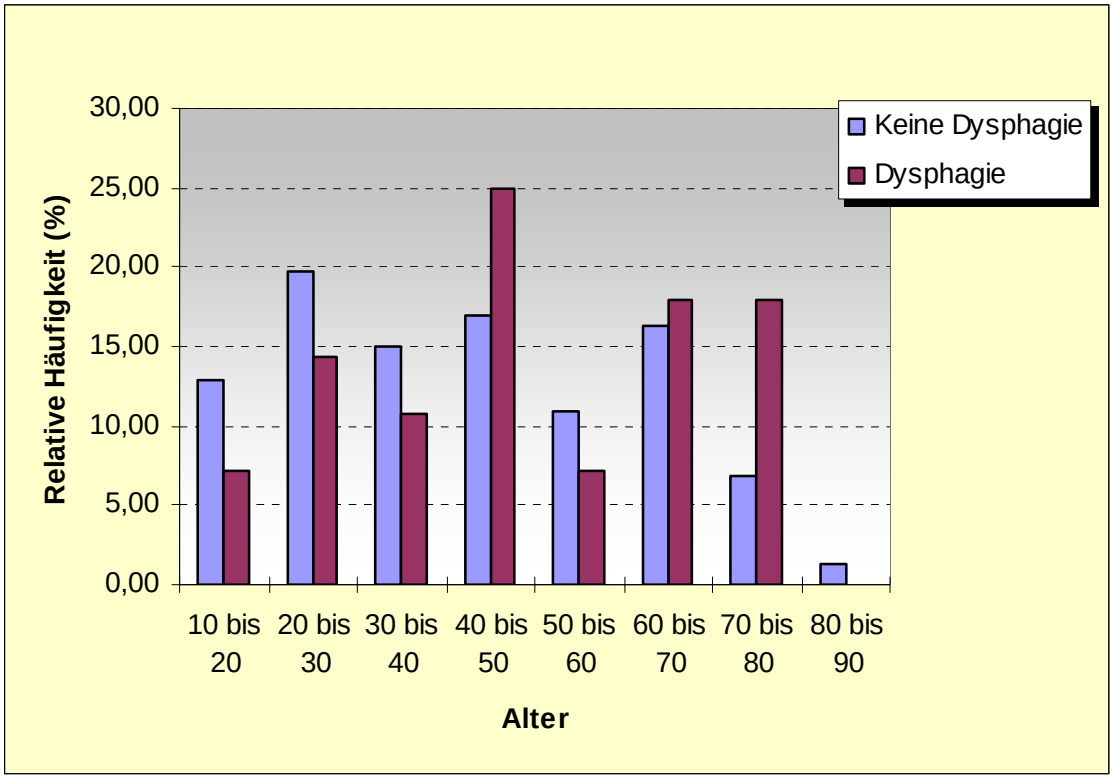
| Ursache | Anzahl (n=20) |
|---|---|
| Pneumonie | 11 (52,40%) |
| Herzinfarkt | 2 (9,55%) |
| Sepsis anderer Ursache | 2 (9,55%) |
| Akutes Abdomen | 2 (9,55%) |
| Vegetative Dysregulation | 1 (4,76%) |
| Nierenversagen | 1 (4,76%) |
| Hirnödem | 1 (4,76%) |

## 3.2 Dysphagie

### 3.2.1 Dysphagie und Altersverteilung

Die Altersverteilung der Patienten mit Entwicklung einer Schluckstörung ist Abbildung 4 zu entnehmen. Eine Präferenz ist nicht zu erkennen. Es konnte kein signifikanter Einfluss des Alters bezogen auf die Häufigkeit des Auftretens von Schluckstörungen festgestellt werden ($\chi^2$ = 6,2; p<0,512). Einzelheiten sind Tabelle 17 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

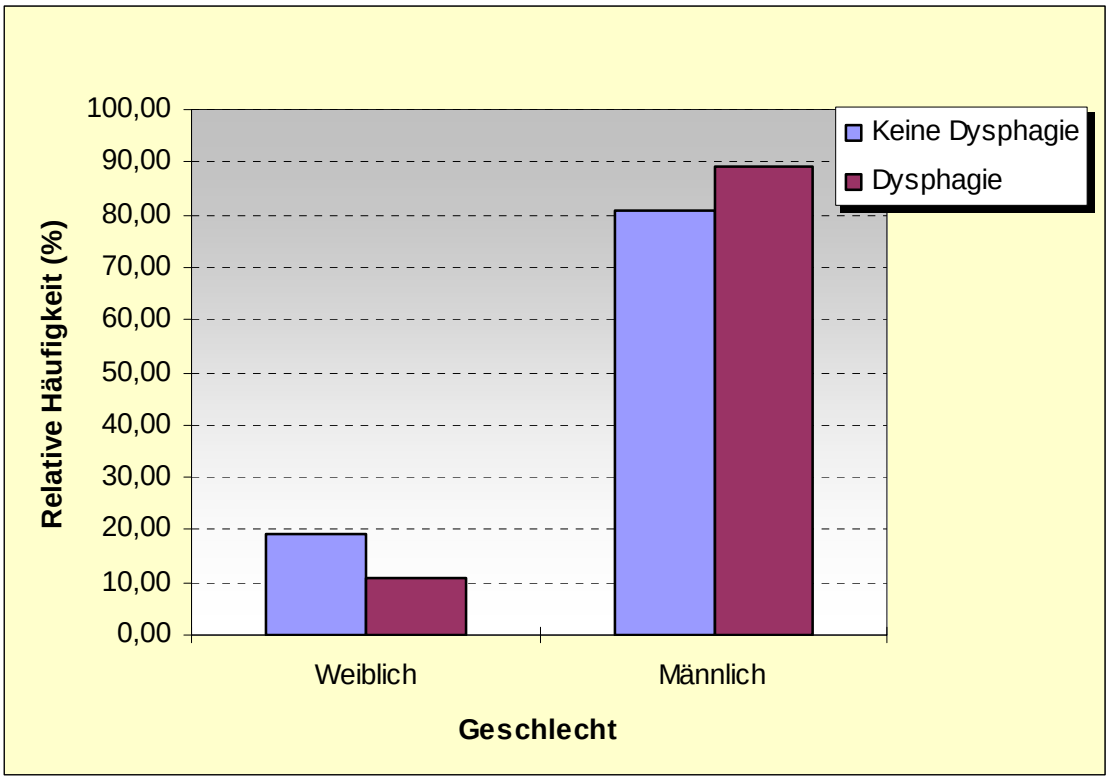
**Abbildung 4: Altersverteilung der Patienten mit einer Dysphagie**
Aufgeführt ist relative Häufigkeit einer Dysphagie in der Altersverteilung (n=175).



### 3.2.2 Dysphagie und Patientengeschlecht

Es fand sich bei drei (1,74%) Frauen und 25 (14,29%) Männern eine Dysphagie. Das heißt, dass 9,68% (n=31) aller erkrankten Frauen (n=31) und 17,4% (n=144) aller erkrankten Männer unter einer Dysphagie litten. Ein signifikanter Einfluss des Geschlechts auf die Häufigkeit des Auftretens von Schluckstörungen konnte nicht gefunden werden ($\chi^2 = 1{,}1$; $p<0{,}29$). Siehe Abbildung 5, Einzelheiten sind Tabelle 18 zu entnehmen.

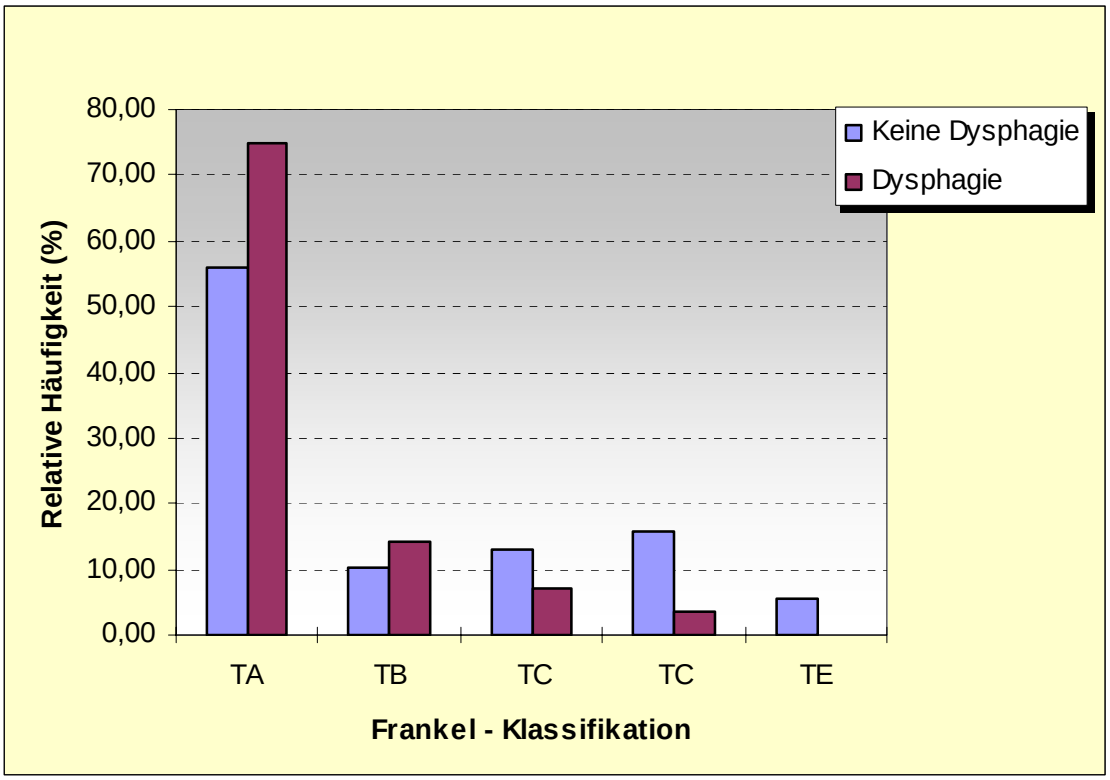
**Abbildung 5: Schluckstörungen in Abhängigkeit vom Geschlecht**
Aufgeführt ist die relative Häufigkeit einer Dysphagie bei den Geschlechtern.



### 3.2.3 Dysphagie und Lähmungsausprägung

Die Frankel-Klassifikation gibt Auskunft über das Ausmaß des senso-motorischen Defizits eines Patienten. Bei Patienten mit dem höchsten Ausprägungsgrad eines senso-motorischen Defizits kam es am häufigsten zum Auftreten einer Schluckstörung. Die Ausprägung der senso-motorischen Defizite hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten einer Dysphagie ($\chi^2$ = 6,5; p<0,16). Siehe Abbildung 6 und Tabelle 19 im tabellarischen Anhang.

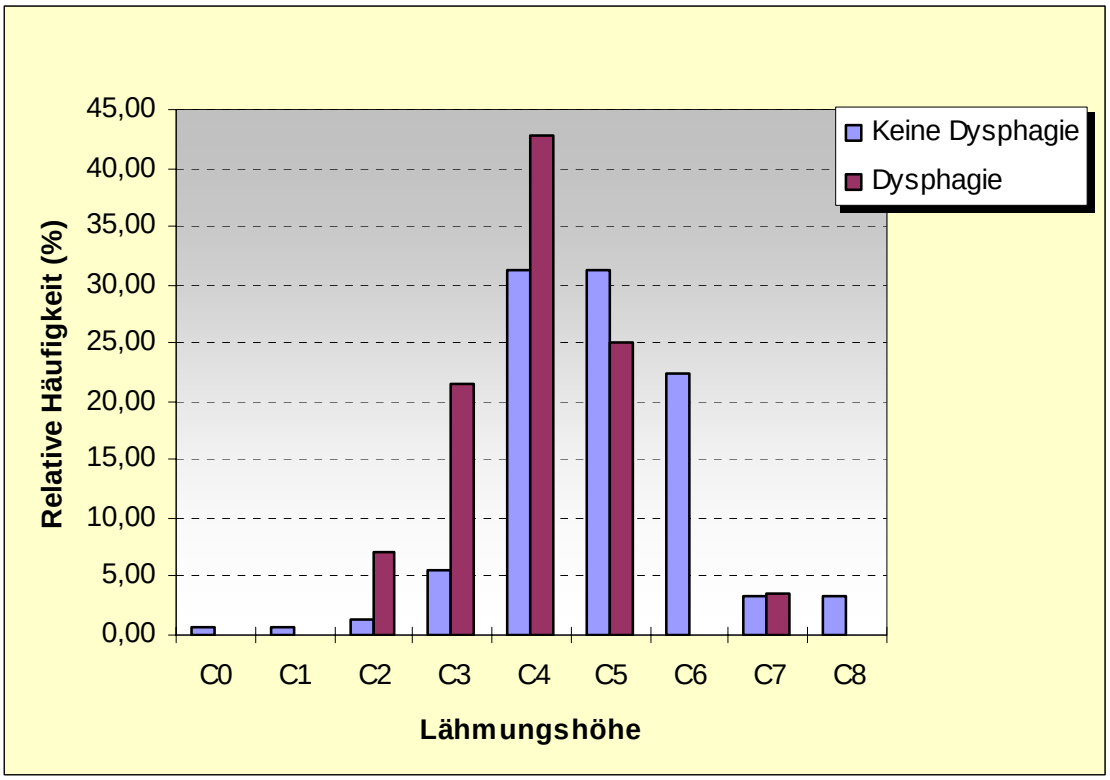
**Abbildung 6: Dysphagie und Frankel–Klassifikation**
Aufgeführt ist die relative Häufigkeit einer Dysphagie bei den Frankel–Klassifikationen (n=175).



### 3.2.4 Dysphagie und Lähmungshöhe

Die Untersuchung des Einflusses der Lähmungshöhe auf das Auftreten einer Dysphagie zeigt, dass mit einer Abnahme der Lähmungshöhe eine Zunahme der relativen Häufigkeit einer Schluckstörung auftritt. Die deutlichste Ausprägung der Schluckstörung wird dabei bei C4 erreicht. Die Lähmungshöhe hatte einen statistisch signifikanten Einfluss auf das Vorliegen einer Schluckstörung ($\chi^2 = 19{,}8$; $p<0{,}01$). Siehe Abbildung 7, Einzelheiten sind Tabelle 20 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

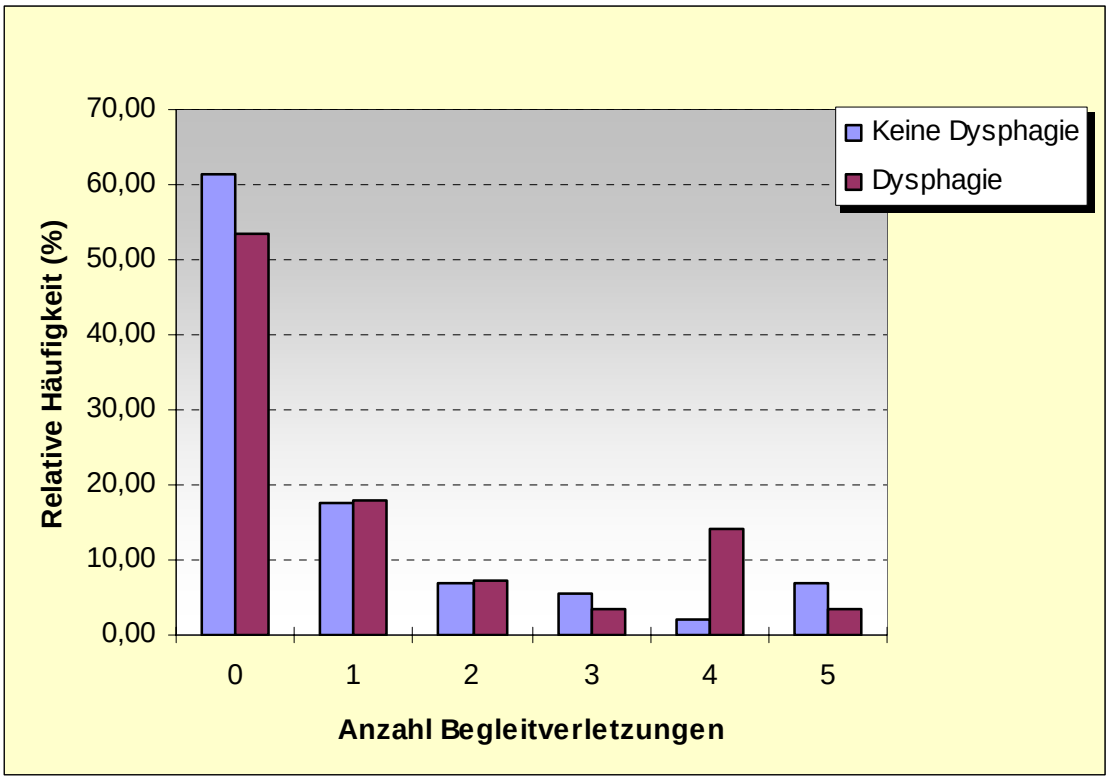
**Abbildung 7: Dysphagie und Lähmungshöhe**
Aufgeführt ist die relative Häufigkeit einer Dysphagie bei den Lähmungshöhen (n=175).



### 3.2.5 Dysphagie und Begleitverletzungen

Eine Dysphagie trat bei Patienten ohne Begleitverletzung sowie bei Patienten mit je vier Begleitverletzungen am häufigsten auf. Es zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der Begleitverletzungen und dem Auftreten von Schluckstörungen ($\chi^2$ = 9,60; p<0,087). Es konnte ebenfalls kein Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines Schädelhirntraumas und einer Dysphagie gefunden werden. Siehe Abbildung 8 und Tabelle 21 im Anhang zu entnehmen.

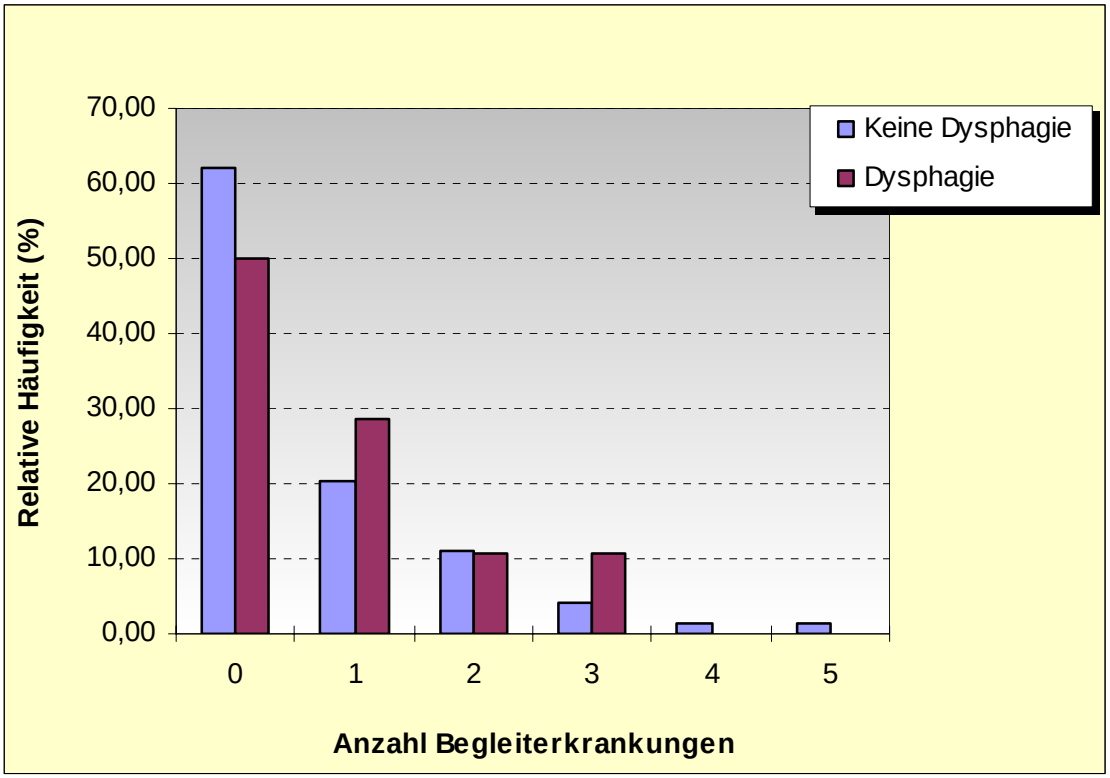
**Abbildung 8: Dysphagie und Begleitverletzungen**
Darstellung der relativen Häufigkeit einer Dysphagie bei der Anzahl von Begleitverletzungen (n=175).



### 3.2.6 Dysphagie und Begleiterkrankungen

Eine Dysphagie trat bei Patienten mit ein, zwei oder drei Begleiterkrankungen häufiger auf als bei Patienten ohne eine Begleiterkrankung. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Dysphagie und der Anzahl der Begleiterkrankungen konnte nicht festgestellt werden ($\chi^2 = 3{,}6$; $p<0{,}31$). Siehe Abbildung 9, Einzelheiten sind Tabelle 22 im Anhang zu entnehmen.

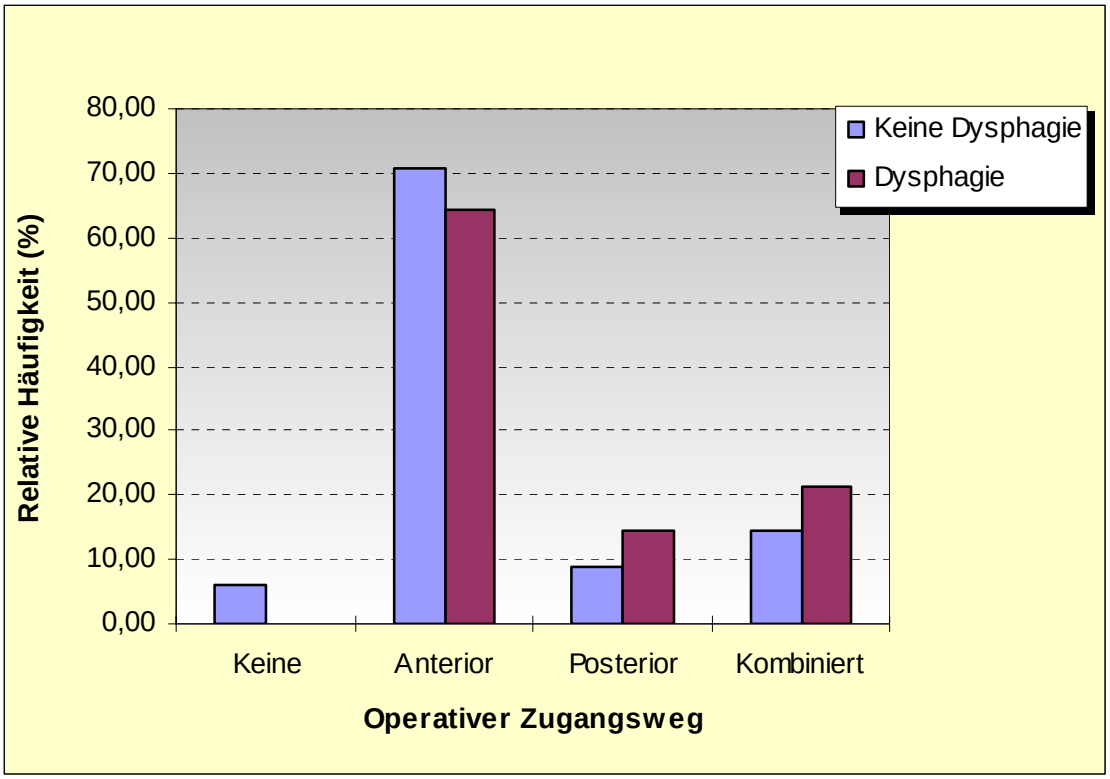
**Abbildung 9: Dysphagie und Begleiterkrankungen**
Dargestellt ist die relative Häufigkeit einer Dysphagie bei der Anzahl der Begleiterkrankungen (n=175).



### 3.2.7 Dysphagie und operative Versorgung

Bei 18 (64,29%, n=28) Patienten, die eine Schluckstörung entwickelten, wurde der alleinige ventrale operative Zugang gewählt, bei den übrigen Patienten ein Zugang von dorsal oder ein kombinierter Zugangsweg. Der posteriore und kombinierte Zugangsweg wiesen eine höhere Rate an Schluckstörungen auf. Die Wahl des chirurgischen Zugangsweges hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf das Auftreten einer Dysphagie ($\chi^2$ = 3,35; p<0,3). Siehe Abbildung 10, Einzelheiten sind Tabelle 23 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

**Abbildung 10: Dysphagie und operativer Zugangsweg**
Dargestellt ist die relative Häufigkeit einer Dysphagie bei den unterschiedlichen Zugangswegen (n=175).



### 3.2.8 Dysphagie und cervicale Orthese

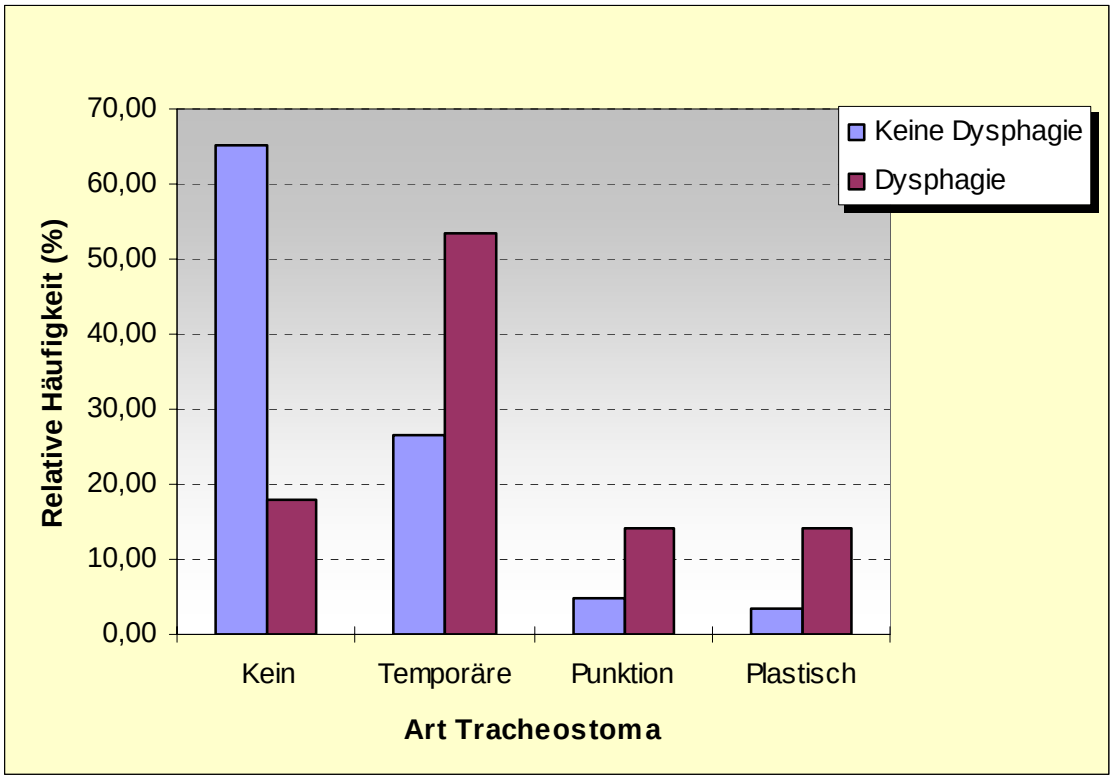
91 (52,0%) der Patienten erhielten nach der Operation zur Stabilisierung einen Miami-J-Collar für im Durchschnitt 40,08 (±47,99; 2-396) Tage. Die Anlage eines Miami-J-Collar hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Vorliegen einer Schluckstörung ($\chi^2$ = 0,1; p<0,8), ebenso wenig wie die Dauer der Anlagen ($\chi^2$ = 3,85; p<0,79).

14 (8,0%) aller Patienten wurden mit einem Halo-Fixateur versorgt für im Durchschnitt 28,45 (±32,09; 1-91) Tage. Drei (10,71%, n=28) Patienten mit einem Halo-Fixateur (21,0%, n=14) entwickelten eine Schluckstörung, auch hier fand sich kein signifikanter Einfluss durch den Halo-Fixateur auf das Schluckverhalten ($\chi^2$ = 0,33; p<0,56). Die Dauer des Halo-Fixateurs hatte keinen Einfluss auf eine Schluckstörung ($\chi^2$ = 1,87; p<0,59). Einzelheiten sind Tabelle 24 und Tabelle 25 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

### 3.2.9 Dysphagie und Tracheotomie

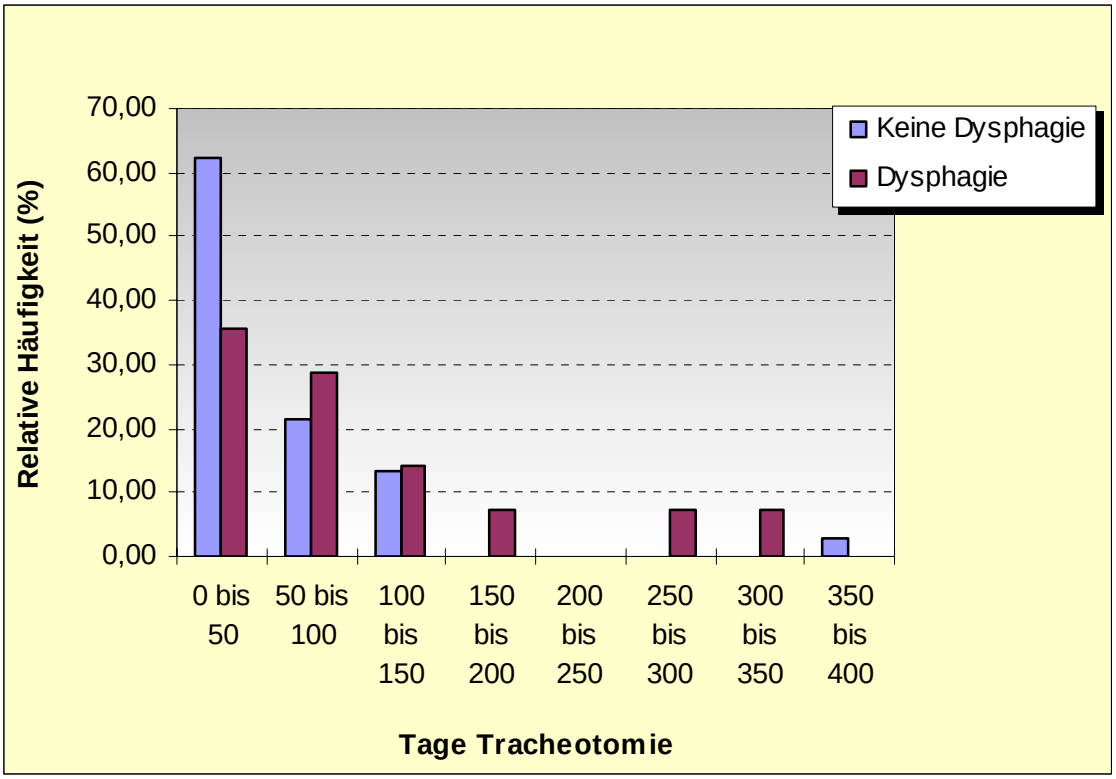
23 (82,14%) Patienten mit Tracheotomie hatten eine Schluckstörung, fünf (17,85%) Patienten mit einer Schluckstörung waren nicht tracheotomiert. Es lässt sich ein signifikanter Einfluss des Vorliegens eines Tracheostomas auf die Ausbildung einer Schluckstörung feststellen ($\chi^2$ = 21,7; $p<3{,}2*10^{-6}$). Siehe Abbildung 11, Einzelheiten sind Tabelle 26 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

**Abbildung 11: Dysphagie und Tracheotomie**
Dargestellt ist die relative Häufigkeit einer Dysphagie bei den verschiedenen Arten des Tracheostomas (n=175).




Das Tracheostoma konnte im Durchschnitt nach 70,71 (±72,6; 9-376) Tagen verschlossen werden. Bei den Patienten mit einer Punktionstracheotomie wurde die Dekanülierung als Verschluss gewertet. 9 (5,14%) aller behandelten Patienten verließen die Klinik mit einem Tracheostoma, 7 (4,14%) waren auf eine dauerhafte maschinelle Beatmung angewiesen. Der Zeitraum zwischen Tracheotomie bis zum Tracheostomaverschluss korrelierte mit einer Dysphagie ($\chi^2$=70,19; $p<0{,}002$). Siehe Abbildung 12, Einzelheiten sind Tabelle 26 im tabellarischen Anhang zu entnehmen.

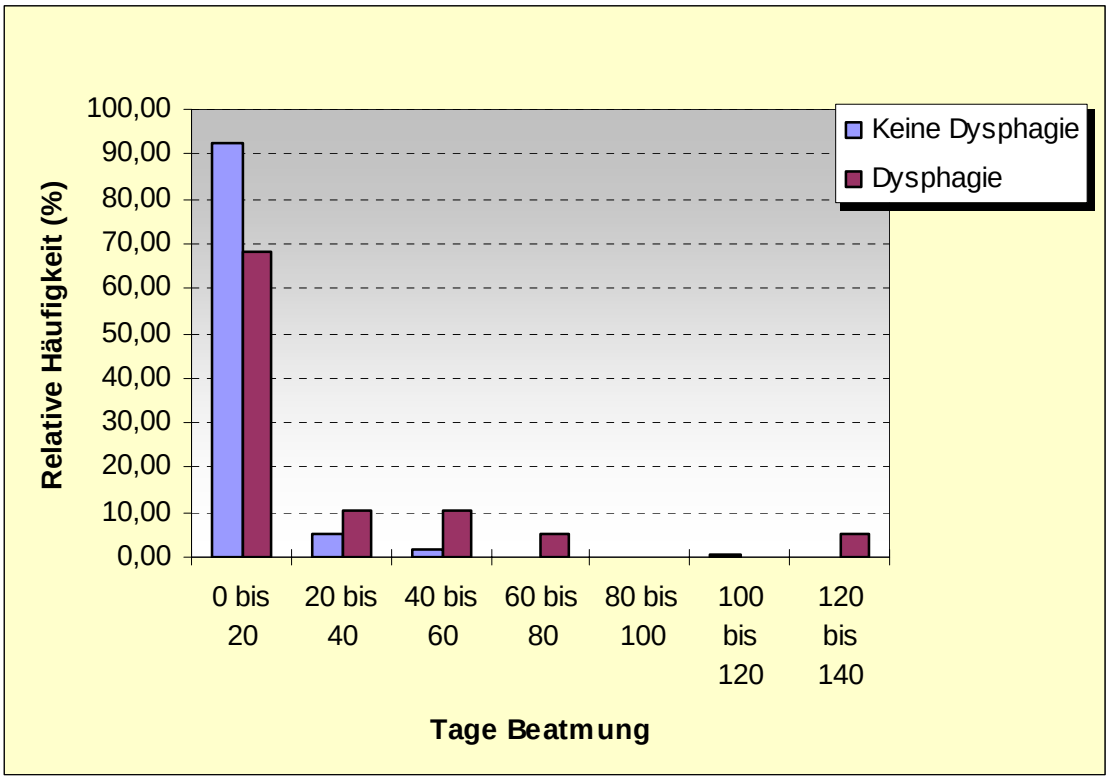
**Abbildung 12: Dysphagie und Dauer der Tracheotomie**
Dargestellt ist die relative Häufigkeit einer Dysphagie in Abhängigkeit von der Dauer der Tracheotomie (n=51).



### 3.2.10 Dysphagie und Beatmungsdauer

Untersucht wurden Patienten, die temporär beatmet werden mussten. Ausgeschlossen wurden Patienten, die einer Dauerbeatmung bedurften. Im Durchschnitt erfolgte eine Beatmung für 8,76 ± 18,83 (0,2–136,5) Tage. Mit zunehmender Beatmungsdauer nahm die Zahl der Patienten mit einer Schluckstörung zu. Die Dauer der Beatmung korrelierte mit dem Auftreten einer Dysphagie ($\chi^2$=18,47; p<0,005) ebenso wie mit einer Tracheotomie ($\chi^2$ =24,84; p<0,0003). Siehe Abbildung 13, Einzelheiten sind Tabelle 28 im Anhang zu entnehmen.

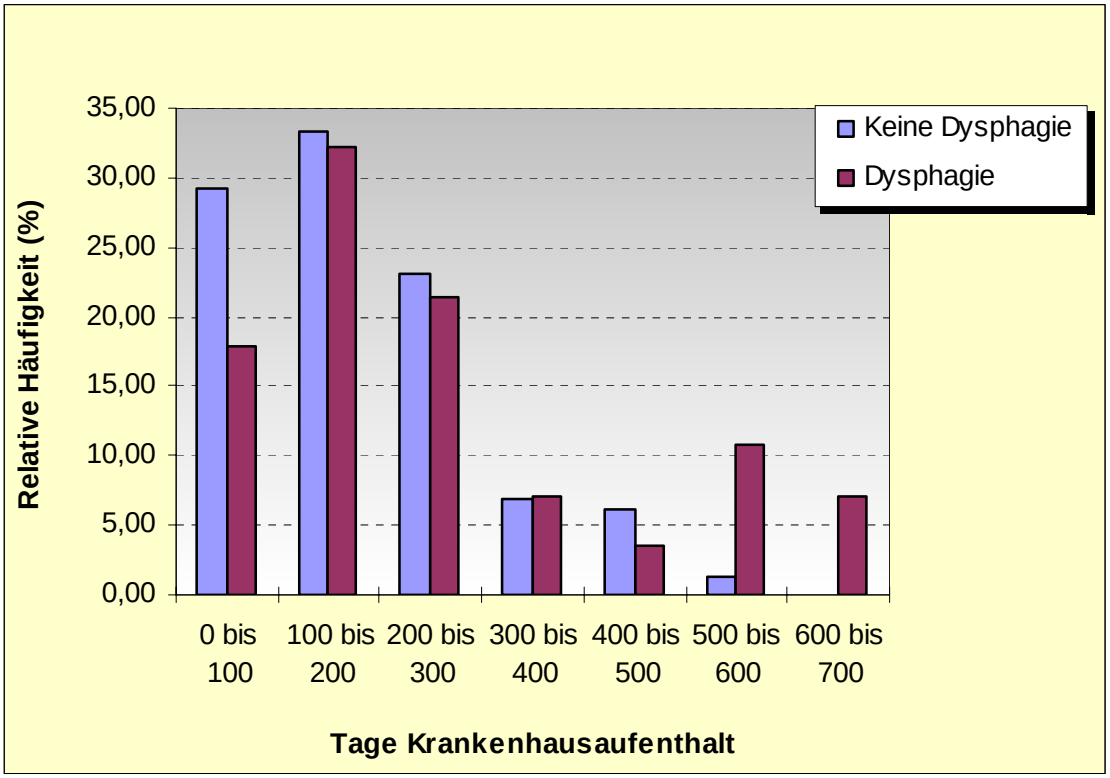
**Abbildung 13: Dysphagie und Beatmungstage**
Dargestellt ist die relative Häufigkeit einer Dysphagie in Abhängigkeit von den Beatmungstagen.



### 3.2.11 Dysphagie und Dauer Krankenhausbehandlung

Die Behandlungsdauer lag im Durchschnitt bei 194,6 (±138,35; 1-660) Tagen. Dabei war die Behandlungsdauer bei Patienten ohne Dysphagie mit 182,56 (±124,02; 1-549) Tagen kürzer als bei Patienten mit einer Dysphagie 255,64 (±186,69; 32-660). Dabei korrelierte die Dauer des stationären Aufenthaltes nicht mit dem Auftreten einer Dysphagie ($\chi^2$=18,17; p<0,31). Siehe Abbildung 14, Einzelheiten sind Tabelle 29 im Anhang zu entnehmen.

**Abbildung 14: Dysphagie und Krankenhausaufenthalt**
Dargestellt ist die relative Häufigkeit einer Dysphagie in Abhängigkeit von der Dauer des Krankenhausaufenthaltes (n=175).



### 3.2.12 Dysphagie und Entlassungsstatus

Nach der Entlassung aus der stationären Behandlung blieben 10 (6,45%, n=155) Patienten auf eine Sondenernährung angewiesen. Die Ergebnisse der abschließenden Schluckuntersuchung sind Tabelle 8 zu entnehmen.

**Tabelle 8: Ergebnisse der abschließenden Schluckuntersuchung**
Aufgeführt sind die Konsistenzen, die ohne Hinweis für eine Aspiration geschluckt werden konnten.

| Schlucken | Anzahl |
|---|---|
| alles | 145 (93,55%) |
| alles (mit Problemen) | 3 (1,94%) |
| alles (mit geblockter TK) | 1 (0,65%) |
| flüssig und passiert | 0 (0,00%) |
| flüssig und Speichel | 3 (1,94%) |
| Speichel | 3 (1,94%) |

Dabei waren 31 (20,0%, n=155) Patienten bei der Entlassung auf Hilfe bei der Nahrungsaufnahme angewiesen. Details siehe Tabelle 9.

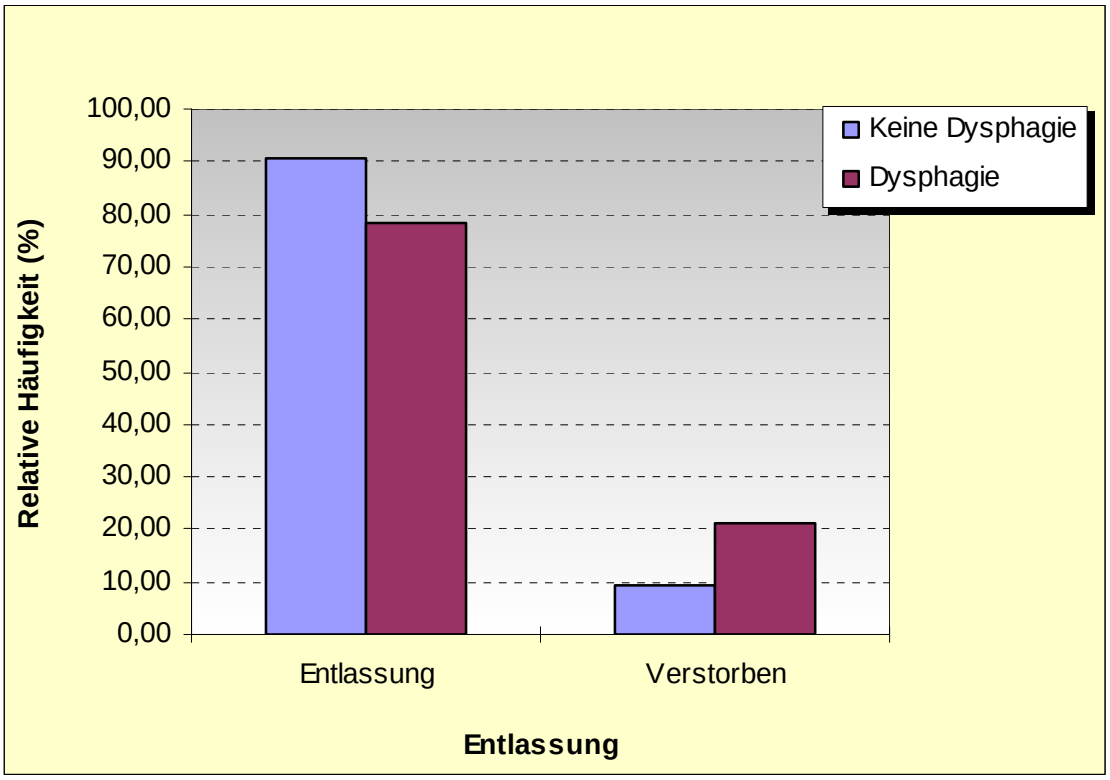
**Tabelle 9: Ernährung bei der Entlassung**
Aufgeführt ist der Grad der selbständigen Ernährung bei der Entlassung (n=155).

| Ernährung | Anzahl |
|---|---|
| isst selbstständig | 122 (78,71%) |
| isst selbstständig mit Hilfe | 16 (10,32%) |
| muss angereicht werden | 14 (9,03%) |
| nicht möglich | 3 (1,94%) |

Fünf (17,86%, n=28) der Patienten, die wegen einer Dysphagie behandelt wurden, verstarben während des Aufenthaltes. Zwei Patienten verstarben in Folge rezidivierender Pneumonien und je ein Patient an einer Niereninsuffizienz, einem septischen Schock und an Herz-Kreislaufversagen. Bei den Patienten ohne eine Dysphagie verstarben 14 (9,52%, n=175) Patienten (siehe Abbildung 15). Die Todesursachen sind im weiteren Tabelle 7 zu entnehmen. Eine Korrelation zwischen dem Auftreten einer Dysphagie und dem Versterben von Patienten bestand nicht ($\chi^2$=3,29; p<0,07).

**Abbildung 15: Dysphagie und Entlassungszustand**

Dargestellt ist der relative Anteil der Patienten mit einer Dysphagie, die während des stationären Aufenthaltes verstarben.




## 3.2.13 Ergebnisse der Dysphagie-Therapie

Im Verlauf der stationären Behandlung wurde bei den Patienten mit einer Dysphagie eine Therapie durchgeführt. In diesem Rahmen konnte bei 18 (64,28%) der 28 Patienten mit einer Dysphagie eine Besserung des Schluckvermögens erreicht werden. Die Dauer einer erfolgreichen Therapie betrug im Durchschnitt 250,08 (±134,2; 64-609) Tage.

### 3.2.14 Vorhersage einer Dysphagie

Um eine Aussage über Einflussfaktoren auf die Inzidenz einer Schluckstörung bei einer Tetraplegie zu erhalten, wurden in einer Diskriminanzanalyse verschiedene Faktoren auf die Möglichkeit ihrer Vorhersagekraft bei der Frage nach einer Dysphagie geprüft. Es zeigte sich, dass mit der Kombination aus den Faktoren Alter, operativer Zugangsweg, Lähmungshöhe, Frankel-Klassifikation und Tracheotomie eine Voraussage für das Auftreten einer Dysphagie in 73,14% der Fälle möglich ist. Details können Tabelle 10 entnommen werden.

**Tabelle 10: Vorhersagewahrscheinlichkeit einer Dysphagie**
Aufgeführt ist die Vorhersagewahrscheinlichkeit bei verschiedenen klinischen Faktoren.

| Faktoren | Wahrscheinlichkeit |
|---|---|
| Alter | 58,86% |
| Lähmungshöhe | 49,14% |
| Frankel-Klassifikation | 62,29% |
| Tracheotomie | 68,00% |
| Alter, Lähmungshöhe, Frankel-Klassifikation | 66,29% |
| Alter, Lähmungshöhe, Frankel-Klassifikation, Anzahl Begleiterkrankungen | 69,14% |
| Alter, Lähmungshöhe, Frankel-Klassifikation, Anzahl Begleiterkrankungen, Tracheotomie | 70,86% |
| Alter, Lähmungshöhe, Frankel-Klassifikation, Tracheotomie | 71,43% |
| Alter, Lähmungshöhe, Frankel-Klassifikation, Tracheotomie, Zugangsweg | 73,14% |

# 4 Diskussion

## 4.1 Einleitung

Als Folge einer akuten oder progredienten Schädigung des Rückenmarks (Traumen, Tumoren, entzündliche Erkrankungen des Myelons oder der Wirbelsäule, vaskuläre und metabolische Erkrankungen sowie toxische Einwirkungen) entwickelt sich eine Querschnittlähmung mit komplettem oder inkomplettem Schädigungsmuster der motorischen, sensiblen und vegetativen Funktionen. Die Funktionsunterbrechung führt in Abhängigkeit von ihrem Ausmaß und ihrer Höhe zu teilweisen oder vollständigen Ausfällen der Gefühlsempfindungen, der aktiven Bewegung der Gliedmaßen, der Muskulatur des Brustkorbes, des Bauches und des Zwerchfells sowie der Funktionen von Harnblase und Mastdarm. Ferner können Störungen der Sexualfunktion oder der Regulation von Atmung und Kreislauf unterschiedlicher Ausprägung auftreten.

Zervikale als auch thorakale Schädigungen führen je nach Ätiologie und Schweregrad der Läsion zu einer Veränderung oder Funktionseinschränkung der Atem- und Atemhilfsmuskulatur und der Schutzmechanismen, z.B. dem Hustenreflex. Besonders in der Frühphase nach der Verletzung treten oftmals Schluckstörungen auf [2, 75]. Sie stellen bei Patienten mit Tetraplegie eine zusätzliche und dringend behandlungsbedürftige Beeinträchtigung dar. Häufiges Verschlucken kann zu Aspirationspneumonien und damit zu einer weiteren Verschlechterung der respiratorischen Situation führen.

In einer retrospektiven Untersuchung wurden Schluckstörungen bei Patienten nach Verletzungen der Halswirbelsäule mit Rückenmarkverletzungen und deren mögliche Ursachen und Zusammenhänge geprüft. Ziel der Studie war es, Einflussfaktoren auf die Entwicklung einer Dysphagie bei tetraplegischen Patienten zu ermitteln. Auf dieser Grundlage sollten die Behandlungsrichtlinien für diese Patienten geprüft werden.

## 4.2 Patientendaten

In einer retrospektiven Untersuchung wurden 175 Patienten nach einer Halswirbelsäulenverletzung mit Rückenmarkverletzung, deren Behandlung von September 1997 bis Dezember 2002 in der Klinik für Rückenmarkverletzungen am Unfallkrankenhaus Berlin stattfand, einbezogen. Relevante Daten wurden anhand der Krankenakten erhoben.

### 4.2.1 Altersverteilung

Patienten aller Altersschichten können aufgrund unterschiedlicher Ursachen Verletzungen der Halswirbelsäule erleiden [37]. Das durchschnittliche Alter der betroffenen Patienten liegt Literaturangaben zufolge zwischen 25 und 44,3 Jahren [36, 49, 40, 69, 56, 73, 5, 37]. Hofmeister und Bühren beschrieben 1999, dass 20 bis 30jährige dabei doppelt so häufig betroffen sind als alle anderen Altersdekaden. Ein zweiter Häufigkeitsgipfel fand sich bei den 70 und 80jährigen Patienten [37]. Vergleichbare Ergebnisse wurden bei einer Untersuchung von 28239 Querschnittverletzten durch de Vivo 1999 gefunden. Dabei lag der überwiegende Anteil betroffener Patienten (15249, 54%) im Alter zwischen 16 und 30 Jahren. Weitere 6410 (22,7%) befanden sich in der Altersgruppe zwischen 31 und 45 Jahren [24].

Bei der eigenen Untersuchung fand sich ein Altersdurchschnitt von 43,45 Jahren (±18,98, 14-89). Dabei überwog der Anteil männlicher Patienten in der Gruppe der 20 bis 50jährigen (75 Patienten) mit einer ebenfalls deutlichen Spitze bei den 20 bis 30jährigen (32 Patienten). Abweichend von den Literaturangaben konnte ein zweiter Häufigkeitsgipfel mit 22 Patienten bei den 60 bis 70jährigen festgestellt werden.

Bei den Frauen fand sich mit 9 Patientinnen ein Altersgipfel in der Gruppe der 40 bis 50jährigen und mit 7 Patientinnen in der Gruppe der 60 bis 70jährigen (siehe Tabelle 1 im Anhang). Der Häufigkeitsgipfel im fortgeschritteneren Alter lässt sich aufgrund einer vermehrten Rate degenerativer Veränderungen erklären [3, 13, 19, 38].

### 4.2.2 Geschlechterverteilung

Die Geschlechterverteilung der tetraplegischen Patienten liegt in der Literatur zwischen 80% und 88% für den Anteil der Männer. Der Anteil betroffener weiblicher Patienten beläuft sich auf 15% bis 20%. Männer weisen demnach ein etwa 4faches und damit deutlich höheres Verletzungsrisiko auf als Frauen [19, 40, 49, 56]. Die Ergebnisse der eigenen Datenerhebung decken sich mit denen der angegebenen Resultate der Literatur.

### 4.2.3 Lähmungsursache

Als primäre Verletzungsursache der Wirbelsäule bei jungen Menschen gilt der Kraftfahrzeugunfall gefolgt vom Badeunfall mit Kopfsprung in seichtes Gewässer und Sturz aus großer Höhe [37, 56]. Weibliche und männliche Patienten weisen ein ähnliches Verletzungsrisiko mit unterschiedlichen Risikoverhaltensmustern auf. Durch ein aus-

geprägtes Risikoverhalten und vermehrte sportliche Aktivität ist besonders der jüngere Mann gefährdet. In Deutschland finden sich hauptsächlich die genannten Unfallereignisse als Ursache für eine Verletzung der Halswirbelsäule. In den USA erscheint ein anderes Risikoprofil. Cifu fand 1999 bei 18% der Patienten in der Altersgruppe von 18 bis 34 Jahren Schussverletzungen und Gewalteinwirkung als Ursache von Lähmungen [19]. Andere Autoren fanden vergleichbare Zahlen [40, 56].
Im höheren Lebensalter (>65 Jahre) können aufgrund einer signifikant vermehrten Rate degenerativer Veränderungen (Osteoporose, M. Bechterew etc.) bereits leichte Verletzungen der Halswirbelsäule zu schwerwiegenden Komplikationen führen [3, 13, 19, 38]. Bei 147 (84%) der 175 untersuchten Patienten unseres Patientenkollektives liegt der Verletzung, vergleichbar mit den Angaben der Literatur, ein traumatisches Geschehen zu Grunde. Es findet sich ebenso ein vergleichbarer Altersgipfel beider Geschlechter.

### 4.2.4 Lähmungsausprägung

In der Literatur lassen sich kaum differenzierte Daten von Patienten mit Verletzungen der Halswirbelsäule mit Rückenmarksbeteiligung finden. Komplett tetraplegische Patienten entsprechen der Frankel-Einteilung TA. Nur in wenigen Studien werden inkomplette Lähmungen nochmals weiter, entsprechend der Frankel-Klassifikation B-E unterteilt [3, 10, 19, 37, 40, 57]. In den übrigen Studien erfolgte eine Unterteilung lediglich in komplette und inkomplette Lähmungen. So werden die Frankel-Stufen TB-TE unter dem Begriff inkomplett zusammengefasst. Dabei schwanken die Lähmungsausprägungen in den einzelnen Frankel-Klassen erheblich [3, 19, 10, 24, 30, 40, 49, 57]. Wolf und Meiners ermittelten einen hohen Anteil an Patienten mit kompletter Lähmungsausprägung gemäß ASIA-Klassifikation A [75].
In der vorliegenden Untersuchung wurde die Lähmungsausprägung mittels der Frankel-Klassifikation erfasst. 103 (58,86%) Patienten wiesen bereits bei Aufnahme eine komplette Lähmung und damit eine Schädigung des Myelons gemäß Stufe TA auf. Im Vergleich zu anderen Angaben liegt damit der Anteil komplett tetraplegischer Patienten in der eigenen Patientenpopulation deutlich höher [10, 19, 40, 49]. Die Ursache ist in der Struktur eines Zentrums für Rückenmarkverletzte zu suchen. Ein Zentrum erhält aufgrund maximaler Behandlungsmöglichkeiten in erster Linie schwerstverletzte Patienten aus umliegenden Gebieten und Kliniken. Leichter verletzte Patienten mit geringeren

Lähmungsausprägungen werden auch in peripheren Krankenhäusern ohne eine Maximalversorgung behandelt.

### 4.2.5 Lähmungshöhe

Die Höhe einer Querschnittlähmung wird international durch das letzte völlig intakte Rückenmarksegment festgelegt. Die Klassifikation und Verlaufsbeschreibung der Querschnittsymptomatik erfolgt nach der American Spinal Injury Association grading scale ASIA [71]. Eine Unterteilung nach der funktionellen Schädigung erfolgt in der Frankel-Klassifikation.

Die Halswirbelsäule (HWS) wird in 7 Halswirbelkörper (HWK) und 8 Rückenmarksegemente unterteilt. Die Rückenmarksegemente (C) bezeichnen die Lähmungshöhe der Patienten. In der Literatur lässt sich keine einheitliche Einteilung der Halswirbelsäulenabschnitte finden. Der individuelle Aufbau der HWS, insbesondere im Bereich des Kopf-Hals-Überganges steht einer einheitlichen Verletzungsklassifikation entgegen [68]. Die Unterscheidung erfolgt zwischen Verletzungen der oberen (C0-C2) und der unteren HWS (C3-C7). Gelegentlich werden auch Lähmungen innerhalb der Segmente C0-C3 zum Verletzungsmuster des oberen HWS-Abschnittes und innerhalb C4-C8 zum Verletzungsmuster des unteren HWS-Abschnittes gerechnet [37, 61]. Andere Autoren bezeichnen die HWS zwischen C1-C4 als obere HWS und zwischen C5-C8 als untere HWS [49, 24]. Insgesamt werden 80% aller Verletzungen der Halswirbelsäule im unteren Abschnitt C3–C7/Th1 vorgefunden. Laut Literaturangaben sind die Lähmungshöhen sub C4-6 am häufigsten anzutreffen. Der Halswirbelkörper C 5 ist dabei der am häufigsten gebrochene Wirbelkörper, das am häufigsten verletzte Segment C5/C6 [19, 24, 36, 40, 73]. Ursache hierfür ist in der Anatomie zu suchen. So sind osteoligamentäre Verletzungen der unteren HWS in 73% mit einer neurologischen Komplikation vergesellschaftet, in 32% als komplette und in 41% als inkomplette Querschnittläsionen. Ursache für den hohen Anteil an neurologischen Ausfällen ist die Enge des Spinalkanals, die gute Beweglichkeit der unteren HWS sowie die große Hebelwirkung des Kopfes während der Verletzung [31, 35].

In der vorliegenden Untersuchung finden sich vergleichbare Ergebnisse. Eine Häufung des Lähmungsniveaus aller Patienten wird in Höhe der Segmente C4-C6 festgestellt. Hier war jedoch das Segment C4 bei den männlichen Patienten am häufigsten betroffen, bei den Frauen das Segment C5 geringfügig häufiger als C4.

### 4.2.6 Begleitverletzungen

Ursache für eine Schädigung des Rückenmarkes im Halswirbelbereich ist in 60% der Fälle ein traumatisches Geschehen. Meist treten bei komplexen Unfallgeschehen Begleitverletzungen auf. Kopf- und Thoraxverletzungen stellen die häufigsten mit einer Tetraplegie assoziierten Verletzungen dar. Bellamy beschrieb 1973 in einer 20 Jahre zusammenfassenden Arbeit 22,5% Kopf- und 7,4% Thoraxverletzungen, die besonders in Kombination auftretend, zusätzlich die Atemsituation nach dem Trauma erschwerten [7]. Hofmeister und Bühren fanden bei ihrer Untersuchung in 27,5% der Fälle ein Schädelhirntrauma (SHT). Eine Thoraxverletzung konnte sogar bei 25% der Patienten diagnostiziert werden [37]. In einer älteren Untersuchung von Silver et al. aus dem Jahr 1975 wird bei 33,3% der untersuchten Patienten ein SHT beschrieben. Thorakale Verletzungen fanden sich bei 27,5% der Patienten. Gefolgt wurden diese Verletzungen von Frakturen der langen Röhrenknochen, des Beckens und abdominellen Verletzungen [65]. Regel et al. untersuchten 3406 polytraumatisierte Patienten retrospektiv. 69% von ihnen wiesen Kopfverletzungen und 62% der Patienten ein Thoraxtrauma auf. Bei 86% fanden sich Frakturen unterschiedlicher Lokalisation und Ausprägung. Kopfverletzungen assoziiert mit einem Thoraxtrauma war die häufigste Verletzungskombination und hatte einen deutlichen Einfluss auf die Beatmungsdauer und intensivmedizinische Betreuung. Art und Schwere der Verletzung spielten dabei hinsichtlich der Sterberate eine wesentliche Rolle [58].

In der eigenen Untersuchung fanden sich als Begleitverletzungen vor allem Thoraxverletzungen (56; 32%) gefolgt von Schädelhirntraumen (32; 18,29%). Dies entspricht den Literaturangaben.

### 4.2.7 Operative Versorgung

In Abhängigkeit von Art und Lokalisation der Verletzung können instabile Halswirbelsäulenverletzungen durch ein vorderes, hinteres oder kombiniertes operatives Verfahren stabilisiert werden. Sind dabei vorwiegend die vorderen Anteile, d.h. Bandscheibe, Wirbelkörper und kleine Wirbelgelenke betroffen, wird die ventrale interkorporelle Spondylodese mit Beckenkamminterposition als Standardverfahren zur Entlastung des Rückenmarks und Stabilisierung der Wirbelsäule angesehen [12, 37]. Bei halsmarkgelähmten Patienten wird der ventrale Zugang empfohlen, um den letzten in-

takten Rumpfabschnitt, der durch einen dorsalen Operationszugang verletzt würde, zu schonen [68].

Dorsale operative Verfahren sind bei traumatisch bedingten Verletzungen Ausnahmeindikationen vorbehalten. Sie erfordern als Einzelverfahren eine intakte vordere Säule sowie ein mehrsegmentales Vorgehen. Daher empfehlen sich diese eher bei degenerativen, rheumatoiden oder tumorösen Instabilitäten und sollten möglichst bei Halsmarkverletzten zur Schonung der Nackenmuskulatur gemieden werden. Kombinierte Verfahren sind bei hochinstabilen oder speziellen Komplexverletzungen, besonders den cranio-zervikalen oder zerviko-thorakalen Übergang betreffend, indiziert [68]. Durch eine rasche operative Stabilisierung der Halswirbelsäule und Entlastung des Rückenmarkes kann eine Reduktion besonders neurologischer Komplikationen und damit auch längerer Immobilisierungsphasen der Patienten erreicht werden.

In der Literatur variieren die Angaben hinsichtlich des operativen Zugangsweges. So wurden 70,9% (n=73) der Patienten bei einer Untersuchung von Abel et al. von ventral operiert. Bei 18,2% der Patienten kam der kombinierte und bei 10,9% der dorsale Zugangsweg zur Anwendung [2]. Einer Untersuchung Papadopoulos aus dem Jahre 2002 zufolge fanden sich lediglich 38% der Patienten mit einer operativen Stabilisierung der HWS von ventral. Bei weiteren 43% Patienten wurde jedoch der Zugang von dorsal und bei 5% der Patienten die kombinierte Variante gewählt [57]. Bühren beschreibt den Anteil der isolierten ventralen Stabilisierung bei 84%, des dorsalen bei 13,7% liegend [68]. In der Untersuchung von Kirshblum erfolgte ein Zugang in 56,9% der Fälle von ventral, in 37,1% von dorsal und in 8% kombiniert [40].

Im eigenen Patientenkollektiv wurde bei 134 Patienten (82,21%) ein isoliert ventrales operatives Vorgehen angewandt. Bei weiteren 7 Patienten (4,29%) wurde die kombinierte Operation und bei 22 (13,50%) der isoliert dorsale Zugang gewählt. Diese Zahlen sind vergleichbar mit den bereits erwähnten Literaturangaben und zeigen ein Favorisieren des ventralen operativen Zugangsweges.

### 4.2.8 Intensivbehandlung

Verletzungen der Halswirbelsäule mit Rückenmarksverletzungen stellen ein hoch komplexes Krankheitsbild dar. Als Folge von Lähmungen im Halsmarkbereich kommt es zu einer neuronal-spinal bedingten Entkopplung mit vital bedrohlichen Regulationsstörungen. Die Steuermechanismen des Körpers sind nicht mehr funktionstüchtig. Dieser Zustand wird als spinaler Schock bezeichnet und bedingt schlaffe Lähmungen

der Muskulatur, Ausfall von Fremd- und Eigenreflexen, Verlust der Gefäßinnervation mit konsekutiver Wärmeregulationsstörung. Des Weiteren finden sich hypotone Kreislaufregulationsstörungen, signifikante Bradykardien, viszerale Innervationsstörungen sowie Störungen des Kohlenhydratstoffwechsels [16, 51, 56]. Es muss eine umgehende intensivmedizinische Behandlung eingeleitet werden, da sich schwerwiegende Komplikationen anschließen können. Gerner betrachtet deshalb jede frische Querschnittlähmung als intensivpflichtig [33].

Eine der Hauptursachen für Morbidität und Mortalität der Patienten mit akuter traumatisch bedingter Querschnittslähmung sind pulmonale Komplikationen. Die Lähmung der Atemmuskulatur und Instabilität des Zwerchfells führen nach Berney zu Sekretstau mit Ausbildung von Atelektasen und pulmonalen Infektionen [8]. Eine Notwendigkeit der Überwachung der Atemfunktion von Patienten ohne primäre Ateminsuffizienz ergibt sich aus der Tatsache, dass sich anschließend noch posttraumatische Ödeme des Myelons oder Blutungen entwickeln können. Dadurch kann die Lähmungshöhe um ein bis zwei Segmente mit jeweiligen Komplikationen aufsteigend verschoben werden [73]. In der Literatur finden sich Werte von 6 (5-7) Tagen für Patienten ohne Begleitverletzungen und Tracheotomie sowie 13 (9-18) Tagen für Patienten mit Tracheotomie für einen Intensivaufenthalt [19, 57]. Berney berichtete 2002 von bis zu 30,3 (±4,6) Tagen bei komplett tetraplegischen Patienten mit Begleitverletzungen und 8,7 (±1,9) Tagen mit inkompletter Tetraplegie [8].

Im eigenen Patientenkollektiv liegt die Dauer des Intensivaufenthaltes bei 12,51 (±21,73; 1-177) Tagen. Dabei wurden von 175 Patienten 123 (70,29%) auf der Intensivstation behandelt. Leichtere Fälle, wie Patienten mit Contusio spinalis, nicht traumatisch bedingten Spinalkanalstenosen oder mit nur sehr geringer Lähmungsausprägung, wurden zu Beginn der Studie noch direkt auf einer peripheren Station behandelt. Nach einem Zwischenfall erfolgte eine Strategieänderung. In Folge wurden alle Patienten primär auf der Intensivstation behandelt.

### 4.2.9 Beatmungsdauer

Da Verletzungen der Halswirbelsäule mit Beteiligung des Rückenmarks ein komplexes Krankheitsbild darstellen, wird infolge der oft vital bedrohlichen Regulationsstörungen und neurologischen Schäden eine rasche Beatmung notwendig. Diese sollte aufgrund einer möglichen zusätzlichen Schädigung des Rückenmarkes durch Hypotension oder

Hypoxie vor einer respiratorischen oder kardialen Dekompensation des Patienten erfolgen [36].

Lemons und Wagner berichteten 1994, dass 80% der komplett gelähmten Tetraplegiker in ihrer Studie beatmet werden mussten. Dabei belief sich die Beatmungsdauer auf 19,0 (±4,4) Tage. 27% der Tetraplegiker mit inkompletter Lähmung wurden für 3,6 (±1,7) Tage beatmet [49]. Die Beatmungsdauer bei Patienten mit kompletter Lähmung lag bei Berney 2002 dagegen etwas niedriger, zwischen 4,7 (3,13-6,3) und 12,7 (7,79-17,64) Tagen. Alle Patienten mit Begleitverletzungen wurden bei dieser Untersuchung jedoch ausgeschlossen [8]. Die Angabe der Beatmungsdauer bei Ross und White lag zwischen vier und 78 Tagen. Sie konnten jedoch nur auf fünf Patienten zurückgreifen [60]. Abel et al. berichteten während ihrer Untersuchung von einer mittleren Beatmungsdauer der Patienten von 24 Tagen [2].

Bei der eigenen Untersuchung beinhalten die Ergebnisse Patienten mit allen Lähmungsausprägungen. Dabei findet sich ein hoher Anteil an komplett gelähmten Patienten. 101 der 123 intensivmedizinisch überwachten Patienten wurden im Mittel für 12,52 (±24,62; 1-177) Tage beatmet. Die Angaben sind mit denen der Literatur vergleichbar.

### 4.2.10 Tracheotomie

Die Mehrzahl der heute durchgeführten Tracheotomien auf Intensivstation dient zur Sicherung der Atemwege von langzeitbeatmeten Patienten. In den letzten Jahren wurden neben den konventionellen auch verschiedene minimalinvasive Techniken entwickelt. Die häufigste Indikation für eine Tracheotomie sind zu erwartende prolongierte Beatmungspflichtigkeit, insbesondere bei Patienten mit funktionell relevanten neurologischen Defiziten.

In der Literatur finden sich unterschiedliche Auffassungen darüber, wann eine Tracheotomie durchgeführt werden soll. Das vorgeschlagene Zeitintervall zwischen Trauma und Tracheotomie reicht von drei Tagen bis zu drei Wochen [18]. In der Untersuchung von Bellamy aus dem Jahr 1973 wurden von allen tetraplegischen Patienten 50% innerhalb der ersten drei Tage tracheotomiert [7]. Biering-Sørensen et al. geben im Durchschnitt 4,4 Tage (0-58) an [10]. Harrop et al. beschreiben durchschnittlich 7 Tage (2-19) zwischen Trauma und Tracheotomie [36]. Weitere Untersuchungen schlagen vor, dass Patienten mit einer voraussichtlich länger als 36 Stunden benötigten kontrollierten Langzeitbeatmung spätestens nach dieser Zeit tracheotomiert werden sollten oder raten

zu einer früheren Indikationsstellung, wenn bereits innerhalb der ersten 24 Stunden eine mehrtägige Intubation erwartet wird [48].

Relative Einigkeit herrscht darüber, dass die Inzidenz von pulmonalen Infekten nach Tracheotomie im Gegensatz zur endotrachealen Intubation deutlich abnimmt [70]. Trotzdem entwickeln 50% der Patienten mit kompletter Läsion des zervikalen oder thorakalen Rückenmarkes Atelektasen oder Pneumonien innerhalb der ersten 30 Tage nach Verletzung [29]. Die höchste Inzidenz liegt dabei in den ersten drei bis fünf Tagen [59]. Um den Schutz der Atemwege zu gewährleisten, zur pulmonalen Unterstützung und des Weanings werden 69-77% der Patienten mit kompletter Tetraplegie (TA) im Laufe des primären stationären Aufenthaltes tracheotomiert [36, 7].

Leider gibt es bisher jedoch keine gesicherten Daten zur prospektiven Einschätzung der Notwendigkeit einer Tracheotomie bei bestimmten Patientengruppen [32]. Como et al. empfehlen aufgrund ihrer Untersuchungen eine frühzeitige Intubation und Tracheotomie besonders bei Patienten mit hoher Querschnittslähmung ab Lähmungshöhe C5 und darüber hinaus [22]. Der größte Benefit der Tracheotomie wird von einem Autor in der Erleichterung des Weanings gesehen [52]. Klockgether-Radke et al. fassen 2004 zusammen, dass die Entscheidung zur Tracheotomie bei langzeitbeatmeten Patienten auf Erfahrung und weniger auf konkreten Daten beruht. In Metaanalysen sei es bisher nicht gelungen nachzuweisen, dass frühtracheotomierte Patienten leichter von der Beatmungsmaschine zu entwöhnen sind [41]. Es wird ein deutlich ansteigendes Pneumonierisiko mit der jeweiligen Dauer der Intubation beschrieben. Dabei wird eine Tracheotomie zur Reduktion der Pneumonierate innerhalb von zwei Tagen empfohlen [39].

Bei der eigenen Untersuchung erlitten 147 Patienten eine traumatische Querschnittlähmung und 28 eine nichttraumatische. Von den 147 Patienten mit traumatischer Lähmung wurden 63 tracheotomiert, das entspricht 42,85% der Verletzten. Von den nicht traumatischen Verletzungen wurden 11 Patienten (39,3%) tracheotomiert, 17 (60,7%) dagegen nicht. Vergleichbare Angaben finden sich in der Literatur.

### 4.2.11 Tracheostomaverschluss

In einer Darstellung von Fromm et al. werden alle veröffentlichten Indikatoren für das Dekanülieren von tracheotomierten Patienten zusammengefasst. Dazu zählen ein effektiver Atemstoß mit der Fähigkeit Sekret zu mobilisieren, erfolgreiches Weaning, SaO2>90% über 24 Stunden, arterielle Blutgasanalyse innerhalb der normalen Grenzen über 24 Stunden, 24 bis 48 Stunden ohne geblockten Cuff, keine Schluckstörungen und

keine Trachealobstruktionen [32]. In einer Studie von Biering-Sørensen wird über eine Kanülierung von 31 Tagen im Median (3-167) berichtet. Eingeschlossen in diese Studie sind auch paraplegische Patienten. Von den tetraplegischen Patienten weisen nur 23% eine komplette Lähmung auf [10].

Im eigenen Patientenkollektiv konnte das Tracheostoma im Durchschnitt nach 70,71 (±72,6; 9-376) Tagen verschlossen werden. 9 (5,14%) aller behandelten Patienten verließen die Klinik mit einem Tracheostoma. 7 (4,0%) Patienten waren auf eine dauerhafte maschinelle Beatmung angewiesen. Die verlängerte Liegedauer der Trachealkanüle ist auf die deutlich höhere Anzahl an Patienten mit einer kompletten Lähmung zurückzuführen.

### 4.2.12 Begleiterkrankungen

Respiratorische Komplikationen sind die Hauptursache für Morbidität und Mortalität bei Patienten mit akuter traumatischer Verletzung des Rückenmarks. Die Patienten sind durch eine Schädigung der Atemmuskulatur, reduzierte Vitalkapazität, ineffektives Abhusten von Sekret sowie reduzierte Elastizität der Lungen und Thoraxwand gefährdet. Insbesondere vorbestehende pulmonale Erkrankungen und Erkrankungen, die zu einer zusätzlichen mechanischen Beeinträchtigung der Atmung führen, nehmen wesentlichen Einfluss auf den Genesungsverlauf. Als unabhängige Einflussfaktoren gelten dabei Diabetes mellitus, Herzerkrankungen, Nikotinabusus und die Prozentzahl der Einsekundenkapazität [36, 51].

Harrop fand ein Alter über 45 Jahre, vorbestehende Lungenerkrankungen, Begleiterkrankungen wie Diabetes mellitus und KHK als prädisponierende Faktoren für die Entscheidung zu einer Tracheotomie bei einer kompletten Lähmung zwischen dem 4. und 7. Halswirbelkörper. Jedoch konnte kein Zusammenhang zwischen ARDS, direktem Lungentrauma und Tabackgebrauch hergestellt werden [36]. Ein Unterschied im posttraumatischen Beatmungsverlauf bei tetraplegischen Patienten mit vorbestehenden Lungenerkrankungen oder bei Rauchern fand sich in der Untersuchung von Berney nicht [8]. Lougheed zeigte 2002 mit seiner Untersuchung, dass tetraplegische Patienten ohne Asthma in der früheren Anamnese eine Bronchokonstriktion ähnlich der beim Asthma bronchiale entwickeln [50]. Eine Zunahme pulmonaler Komplikationen bei vorbestehender pulmonaler oder kardialer Erkrankung konnte nicht gefunden werden, jedoch eine Verlängerung der Beatmungs- und Intensivzeit [49].

Im eigenen Patientenkollektiv konnte bei 40% der Patienten mindestens eine Begleiterkrankung festgestellt werden. Weder fand sich ein statistisch signifikanter Einfluss der erfassten Faktoren für eine Verlängerung der Beatmungs- oder Intensivzeit noch für Komplikationen ($\chi^2 = 10{,}98$; $p>0{,}05$).

### 4.2.13 Entlassung

Bei der Entlassung waren 144 (82,29%) der 175 Patienten ohne Tracheostoma, vier (2,29%) mit Tracheostoma ohne Beatmung, 7 (4,0%) mit Tracheostoma und Beatmung. 20 (11,43%) Patienten verstarben während des stationären Aufenthalts. Hauptursachen für die Todesfälle waren Pneumonien und pulmonale Komplikationen. Bei Verletzungen der Halswirbelsäule werden Komplikationen des Respirationstraktes als Hauptursache für Morbidität und Mortalität besonders bei Patienten mit folgender Tetraplegie angesehen. Die Pneumonie gilt als Haupttodesursache tetraplegischer Patienten [24]. Dabei kommt den Begleitverletzungen des Thorax eine besondere Bedeutung zu, da diese die größte Gruppe von Begleitverletzungen darstellen und verstärkend auf Komplikationen wirken.

## 4.3 Inzidenz von Dysphagien

In der Literatur gibt es nach wie vor nur wenige Angaben über das Auftreten von Schluckstörungen nach Verletzungen der Halswirbelsäule mit Beteiligung des Rückenmarkes. Dabei differieren die Angaben deutlich hinsichtlich Häufigkeit, Ausprägung und Ursachen. Whitecloud beschreibt Schluckstörungen als die am häufigsten auftretende postoperative Komplikation nach einer Operation an der Halswirbelsäule [72]. In einer länger zurückliegenden Untersuchung gab Cloward eine postoperative Rate an Schluckstörungen von 80% an [21].

Die Inzidenz von Dysphagien bei 160 tetraplegischen Patienten wurde in einer retrospektiven Studie von Wise untersucht. Dabei traten bei 20% der Patienten Schluckstörungen innerhalb der ersten vier Monate nach Verletzung auf. Bei 13% blieben diese auch im weiteren Verlauf bestehen [74]. Martin stellte in einer retrospektiven Studie bei 16,2% von 247 Patienten persistierende Schluckstörungen fest [53].

Erst 1999 beschäftigten sich Kirshblum et al. eingehender mit der Thematik und untersuchten die Entwicklung und mögliche Risikofaktoren einer Dysphagie nach akuter traumatischer Rückenmarksverletzung. Von 187 untersuchten Patienten wiesen zu Beginn der Rehabilitation 42 (22,5%) Symptome einer Schluckstörung auf. Jedoch ließen

sich diese bei nur 31 (16%) Patienten auch videofluoroskopisch nachweisen [40]. In einer prospektiven Untersuchung von 73 Patienten mit cervicaler Rückenmarksverletzung diagnostizierten Abel et al. eine Schluckstörung bei 26 Patienten (35,6%). Dabei wurde festgestellt, dass die Wahrscheinlichkeit unter Schluckstörungen zu leiden, bei Patienten mit hohem und komplettem Querschnitt erhöht ist [2]. Wolf und Meiners untersuchten 51 Patienten, von denen 20% an postoperativen Schluckstörungen litten. Bei allen Patienten mit einer Dysphagie konnte endoskopisch ein Larynxödem entdeckt werden [75]. In der eigenen Untersuchung fand sich bei 28 (16%) der 175 endoskopisch untersuchten Patienten eine Dysphagie. Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit den Angaben der Literatur.

### 4.3.1 Dysphagie und Alter

Aufgrund der Annahme, dass der natürliche Alterungsprozess strukturelle Veränderungen bedingt, wurde der Einfluss eines zunehmenden Alters auf die Entwicklung einer Schluckstörung geprüft. Einen altersbedingten Zusammenhang zu Dysphagien fanden Elpern et al. bei einer Untersuchung von 83 Patienten mit Langzeitbeatmung. Bei 50% der Patienten fand sich eine Aspiration. Die meisten davon waren älter als jene bei denen keine Aspiration auftrat [28]. Als Ursache vermutete Aviv im Zuge des normalen Alterungsprozesses eine leichte Abnahme der laryngo-pharyngealen Sensibilität. Dabei soll sich besonders die sensorische Diskrimination in den durch den N. laryngeus superior innervierten Arealen verschlechtern [4].

Bei den Untersuchungen zur Ursache von Schluckstörungen bei tetraplegischen Patienten stellen sich die Zusammenhänge anders dar. Bei der Untersuchung von Abel et al. fand sich kein Beleg für einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Alter und der Entwicklung von Schluckstörungen [2]. Ebenso wenig konnten Wolf et al. in ihrer Studie eine Beziehung zwischen Alter und dem Ausprägungsgrad der Schluckstörung feststellen [75]. Bazaz konnte in einer prospektiven Studie ebenfalls keinen Alterszusammenhang zum postoperativen Verlauf bezüglich dysphagischer Beschwerden ableiten [6]. Kirshblum beschreibt in seiner Studie zwar das Alter als Risikofaktor, relativiert ihn jedoch als alleinigen Vorhersagewert für das Auftreten einer Dysphagie als nicht ausreichend [40].

In der eigenen Untersuchung fand sich ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Auftreten von Schluckstörungen. Die häufigsten Schluckstörungen traten in der Gruppe der 40 bis 50jährigen auf, welche insgesamt die zahlen-

mäßig am stärksten vertretene Patientengruppe darstellte. Allerdings waren bei dieser Untersuchung die Patienten in der Altersgruppe über 70 verhältnismäßig am geringsten vertreten. Wird der Vorhersagewert auf eine Aspiration geprüft, gewinnt das Alter in Kombination mit weiteren Faktoren Einfluss auf das Ergebnis.

### 4.3.2 Dysphagie und Geschlecht

Bazaz zeigte in seiner prospektiven Untersuchung, dass weibliche Patienten im postoperativen Verlauf nach durchschnittlich sechs Monaten ein erhöhtes Risiko auf dysphagische Beschwerden aufweisen [6]. Er kommt in seiner Untersuchung zu der Schlussfolgerung, dass das weibliche Geschlecht und chirurgische Eingriffe an mehreren Wirbelsäulenabschnitten das Risiko für die Entwicklung postoperativer Schluckstörungen erhöhen. Weitere geschlechtsspezifische Relationen zum Auftreten von Dysphagien sind in der Literatur nicht beschrieben. Bei der eigenen Untersuchung konnte kein geschlechtsspezifischer Zusammenhang bezüglich des Auftretens von Schluckstörungen festgestellt werden.

### 4.3.3 Dysphagie und Lähmungsausprägung

Die Frankel-Klassifikation gibt Auskunft über das Ausmaß des senso-motorischen Defizits eines Patienten. Inwiefern der neurologische Schaden Einfluss auf die Vorgänge beim Schlucken hat, wird unterschiedlich beurteilt. Abel zeigte, dass Patienten mit einer kompletten Lähmung (ASIA A) signifikant häufiger an einer Dypshagie litten [2]. Kirshblum fand hingegen nur eine geringe Signifikanz. Allerdings haben auch hier Patienten mit einer höheren Verletzung häufiger eine Dysphagie [40].

Die eigenen Ergebnisse zeigen, dass mit steigendem senso-motorischen Defizit die Zahl der Patienten mit einer Schluckstörung zunehmen, ohne dass eine statistische Signifikanz erkennbar war ($\chi^2 = 6{,}5$; $p<0{,}16$). Der Einfluss lässt sich an dem Vorhersagewert einer Schluckstörung ablesen. Hierbei kann mit der Frankel-Klassifikation in über 60% eine Vorhersage auf eine Schluckstörung erreicht werden.

### 4.3.4 Dysphagie und Lähmungshöhe

Wolf et al. konnten bei ihrer Untersuchung keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Lähmungshöhe und dem Ausprägungsgrad der Dysphagie bei Aufnahme ihrer 51 Patienten nachweisen. Nach der Behandlung zeigte sich aber, dass Patienten mit einem höher gelegenen Lähmungsniveau unter stärkeren Schluck-

störungen litten [75]. Abel und Kirshblum zeigten, dass Patienten mit hohen und kompletten Läsionen des Rückenmarkes wahrscheinlich ein höheres Risiko besitzen, Schluckstörungen zu entwickeln [2, 40].

Die Ergebnisse der eigenen Untersuchung können diese Befunde bestätigen. Mit sinkender Lähmungshöhe konnte eine Zunahme der Schluckstörungen verzeichnet werden. Die Segmente C4-C6 waren bei beiden Geschlechtern am häufigsten bei den Verletzungen und den Schluckstörungen betroffen. Die Lähmungshöhe hatte in dieser Untersuchung einen signifikanten Einfluss auf das Vorliegen einer Schluckstörung ($\chi^2$ = 19,8; $p<0,01$). Bei der Vorhersage einer Schluckstörung war die Lähmungshöhe in Kombination mit weiteren Faktoren signifikant.

### 4.3.5 Dysphagie und Begleiterkrankungen sowie -verletzungen

Es lassen sich bisher keine Untersuchungen finden, die auf einen relevanten Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Schluckstörungen und Begleiterkrankungen oder -verletzungen verweisen konnten. Abel untersuchte, ob das Auftreten eines zusätzlichen Schädelhirntraumas Einfluss auf das Auftreten einer Schluckstörung hat und konnte keinen Zusammenhang finden [2].

In den eigenen Untersuchungen wiesen 15 (53,57%) Patienten mit einer Dysphagie keine Begleitverletzungen auf. Bei weiteren fünf Patienten mit einer Dysphagie konnte eine Begleitverletzung gefunden werden (Verletzung der oberen Extremität, SHT unterschiedlicher Ausprägung). Es fand sich kein Zusammenhang zwischen der Schwere sowie Anzahl der Begleitverletzungen und dem Auftreten einer Schluckstörung.

Der Einfluss von vorbestehenden Grunderkrankungen auf den Krankheitsverlauf bzw. das Auftreten einer Dysphagie wurden bisher noch nicht weiter untersucht. Dabei traten diese Erkrankungen nicht erst während der neuen Erkrankung auf, sondern waren bereits vor der Tetraplegie bekannt. Ein direkter Zusammenhang erscheint nur wahrscheinlich, wenn die Begleiterkrankung nicht bereits vor der Tetraplegie zu einer Schluckstörung geführt hat. Allerdings können Begleiterkrankungen als Indikator für den Allgemeinzustand des Patienten zum Zeitpunkt seiner Erkrankung dienen.

Eine Korrelation zwischen der Schwere der Vorerkrankungen oder der Zahl der Vorerkrankungen mit einer Dysphagie konnte nicht gefunden werden.

### 4.3.6 Dysphagie und operative Versorgung

Es liegt eine Vielzahl von Arbeiten vor, die sich mit dem Einfluss des operativen Zugangswegs auf die Entwicklung einer postoperativen Schluckstörung beschäftigen. Der chirurgische Zugangsweg wird bei Verletzungen der Halswirbelsäule hauptsächlich von vorn gewählt. Die Inzidenz von Schluckstörungen nach Operationen der Halswirbelsäule über einen anterioren Zugang ist hoch. Whitecloud [72] beschreibt Schluckstörungen als die häufigste Komplikation. Cloward [21] gibt bei 80% der operierten Patienten Schluckstörungen an. Andere Studien haben geringere Prävalenzen angegeben [9, 15, 20, 42]. In einer retrospektiven Untersuchung von Martin mit 247 Patienten gaben 16,2% der untersuchten Patienten Schluckstörungen an. Von diesen Patienten mussten 3% längerfristig mit einer Magensonde ernährt werden [53]. In der Untersuchung von Bertalanffy litten 5% der Patienten an einer Dysphagie. Die in diesen retrospektiven Studien untersuchten Patientengruppen unterzogen sich dabei immer geplanten Eingriffen [9].

In einer retrospektiven Studie über die Inzidenz von Schluckstörungen bei 160 Patienten mit einer Tetraplegie aus dem Jahre 1987 wurde bei 20% der Patienten in den ersten vier Monaten nach der Verletzung und bei 13% der Patienten im weiteren Verlauf eine Schluckstörung beschrieben [74]. In der Untersuchung von Abel mit tetraplegischen Patienten wurde keine Korrelation zwischen dem Zugangsweg und einer Dypshagie gefunden [2]. Kirshblum hingegen berichtet von einer Korrelation von Zugangsweg und Dysphagie. Auffällig ist dabei, dass die Zahl der Patienten, die von posterior operiert wurden, in der Studie von Kirshblum deutlich höher ist (37,1%) als in der Studie von Abel mit 10% [40]. Dies trifft auch auf die eigene Untersuchung zu. Hier zeigte sich allerdings, dass, relativ zur Anzahl der operativen Eingriffe, die Anzahl der Schluckstörungen bei kombinierten und dorsalen Eingriffen höher war als beim vorderen Zugangsweg. Dies ist am ehesten darin begründet, dass eine dorsale bzw. kombinierte Versorgung insbesondere bei neurologisch schwer verletzten Patienten durchgeführt wird. Eine Korrelation fand sich für den operativen Zugangsweg nicht. Der Einfluss ließ sich aber an der Vorhersagewahrscheinlichkeit ablesen.

### 4.3.7 Dysphagie und cervicale Orthesen

Patienten bei denen eine operative Versorgung der Wirbelsäule mit anteriorem Zugang erfolgte, wird die Kopfposition zur Stabilisierung in Extensionsstellung durch verschie-

denartige Kopfstützen (z.B. Philadelphia Halskrause, Miami-J-Collar, Halo Fixateur) fixiert. Veränderte Körper- und Kopfhaltung können den physiologischen Schluckvorgang variieren. So beschreiben Sticher und Gampp (2003) die posturalen Einflüsse der Körperhaltung auf das Schlucken bei gesunden Personen, wobei von einer sitzenden Position bei Tisch ausgegangen wird. Somit hat ein nach vorne gekipptes Becken Einfluss auf die Aufrichtung der Wirbelsäule, des Rumpfes, der HWS und des Kopfes, welche die Voraussetzungen für eine physiologische Kopfhaltung, einen langen Nacken bei leichter Nacken-/Kopfextension und damit den Schluckvorgang bilden. Bei hochgelähmten Patienten kann durch den fehlenden Haltetonus keine Kontrolle des Rumpfes und damit der aufrechten Körperhaltung erfolgen [55]. Castell et al. befassten sich mit dem Einfluss der Kopfposition auf die Dynamik des oberen Ösophagussphinkters (oÖS) und Pharynx. Anhand manometrischer Messungen konnte eine Spannungszunahme am oÖS bei einer Kopfextension von 15°-45° ermittelt werden. Daraus resultierte eine verspätete und verkürzte Öffnung des oÖs mit vermindertem Durchmesser sowie eine damit verbundene Diskoordination zwischen Pharynxkontraktion und oÖS [17].

Stambolis konnte radiographisch nachweisen, dass bereits das Tragen verschiedener Kopfstützen den Schluckvorgang bei 82% junger, gesunder Probanden signifikant verändert. Bei 23% der Testpersonen kam es zu einer Penetration von Flüssigkeit in den Kehlkopf. Zusätzlich fanden sich eine verspätete Schlucktriggerung bei 47% als auch pharyngeale Residuen bei 59% der Probanden [67]. Kirshblum fand keinen Zusammenhang zwischen Orthesen und Dysphagien, beschreibt aber Orthesen als einen Risikofaktor für eine Schluckstörung [40]. In weiteren Untersuchungen ist die Orthese nur in Einzelfällen als Ursache für eine Schluckstörung auszumachen. Dies trifft auch auf die eigene Patientenpopulation zu. In der eigenen Untersuchung wurde die Hälfte der Patienten, bei denen es zu einer Schluckstörung kam, mit einer cervicalen Orthese versorgt. Die übrigen Patienten mit einer Schluckstörung hatten keine Orthese erhalten. Die Anlage einer cervicalen Orthese hatte statistisch keinen signifikanten Einfluss auf das Vorliegen einer Schluckstörung ($\chi^2 = 0{,}1$; $p<0{,}8$).

### 4.3.8 Dysphagie und Beatmungsdauer

In der Untersuchung von Abel wird von einem Intensivaufenthalt von 24 Tagen im Median berichtet. 33 der 44 Patienten mussten tracheotomiert werden. Dabei betrug der Zeitraum zwischen Intubation und Tracheotomie im Median 8 Tage. Es konnte ein

Zusammenhang zwischen der Beatmungsdauer und der Notwendigkeit einer Tracheotomie gefunden werden [2].

In den eigenen Untersuchungen fand sich ebenfalls eine Korrelation zwischen dem Auftreten einer Dysphagie und der Beatmungsdauer. Diese Korrelation bestand auch zur Tracheotomie. Dabei muss beachtet werden, dass die verlängerte Beatmungsdauer Anlass für eine Tracheotomie ist. Dabei ist nicht geklärt, ob die aufgeführten Faktoren Auslöser der Dysphagie oder nur notwendig sind bei der Schwere der Erkrankung, die von einer Dysphagie begleitet wird.

### 4.3.9 Dysphagie und Tracheotomie

Der Einfluss einer Trachealkanüle auf das Schluckverhalten, den Schluckvorgang und das Schluckergebnis werden unterschiedlich beurteilt. Eine Anzahl von Untersuchungen legt nahe, dass eine geblockte Trachealkanüle den Schluckvorgang negativ beeinflusst. Muz berichtet über eine Abnahme der Aspiration in szintigraphischen Untersuchungen nach Verschluss der Trachealkanüle bei Patienten mit Operationen bei Kopf-/Halstumoren [54]. Dettelbach [26] und Stachler [66] zeigten einen positiven Effekt eines Trachealkanülenverschlusses auf die Aspiration. Eibling [27] und Stachler [66] vermuteten den positiven subglottischen Druck, der nach der Entfernung der Trachealkanüle auftreten kann, als Auslöser für das verbesserte Schluckvermögen nach dem Verschluss der Trachealkanüle. In einer weiteren Untersuchung bei schwer betroffenen neurologischen Patienten steigt nach Entfernung der Trachealkanüle die Schluckfrequenz. Vermutet wird, dass es durch die Änderung des Luftstromes zu einem Reiz mit einer motorischen Antwort kommt [64].

Weitere Autoren machten auf verschiedene Einschränkungen durch Trachealkanülen beim Schlucken aufmerksam. So soll die Beweglichkeit des Kehlkopfes durch die Fixierung der Trachealkanüle an der Halshaut mechanisch eingeschränkt werden [25]. Andere klinische Untersuchungen fanden hingegen keinen Einfluss einer Trachealkanüle und deren Status auf den Schluckvorgang und die Aspiration:

- Leder [45] zeigte in einer Untersuchung bei Patienten mit Operationen im Kopf-Halsbereich, dass ein kurzzeitiger Verschluss einer entblockten Trachealkanüle keine Änderung der Aspirationsinzidenz zur Folge hatte.

- Leder [46] untersuchte 1998 16 Patienten nach Operationen im Kopf-Halsbereich und fand keinen Zusammenhang zwischen Verschlussstatus der Trachealkanüle und einer Aspiration.
- Leder [43] berichtete 1999, dass bei einer heterogenen Patientengruppe mit einer Tracheotomie nach Langzeitintubation ein Sprechventil auf der Trachealkanüle keinen Einfluss auf eine Aspiration hatte.
- In einer weiteren Untersuchung [44] wurde gezeigt, dass der Status der Trachealkanüle keinen Einfluss auf eine Aspiration oder den Tonus des unteren Ösophagussphinkters besitzt.

Dennoch wird von Leder empfohlen, die Trachealkanüle während einer fiberoptischen Untersuchung des Schluckens zu entblocken und zu verschließen [43].

Der Einfluss der Trachealkanüle bei tetraplegischen Patienten wurde in einzelnen Studien untersucht. In einer Untersuchung von deVita zeigte sich, dass eine prolongierte orotracheale Intubation mit oder ohne Tracheotomie zu langandauernden und schweren Dysphagien führen kann. Als Hauptursachen werden dabei die verzögerte Schluckreflextriggerung und ein pharyngeales Pooling genannt [23]. Kirshblum et al. zeigten, dass tracheotomierte Patienten in Kombination mit weiteren Einflussgrößen wie Alter, operativem Zugangsweg und Beatmung ein erhöhtes Risiko besitzen, Schluckstörungen zu entwickeln [40]. Tetraplegische Patienten mit einem Tracheostoma und einem ventralen operativen Zugang zur Halswirbelsäule haben insgesamt 48% häufiger eine Dysphagie, die wie bereits beschrieben, zu rezidivierenden pulmonalen Problemen und zu fehlgeschlagenen Extubationsversuchen führen kann [1].

In einer Untersuchung von Abel et al. wurde der Zusammenhang zwischen Tracheotomie, Dauer der orotrachealen Intubation und dem Auftreten von Schluckstörungen bestätigt [2]. Dabei wurde allerdings darauf hingewiesen, dass der statistische Bezug zwischen Dysphagie und Tracheotomie nicht verwechselt werden darf mit einem Beweis für einen alleinigen Vorhersagewert der Tracheotomie zur Ausbildung von Schluckstörungen. Diese Überlegung bestätigen Wolf und Meiners, die zu ähnlichen Ergebnissen kommen. Laut ihren Untersuchungen bleibt weiterhin unklar, ob der Bedarf einer Tracheotomie der Grund für die Dysphagie oder die Auswirkung dieser darstellen [75].

Bei 23 tracheotomierten Patienten unserer Studie kam es zum Auftreten einer Dysphagie. Lediglich fünf Patienten, bei denen es zur Ausbildung von Schluckstörungen

kam, wurden nicht tracheotomiert. Die Tracheotomie korrelierte positiv mit dem Auftreten einer Dysphagie ($\chi^2$ = 21,7; p<3,2*10-6). Damit können die früheren Untersuchungen bestätigt werden.

Die Entscheidung für eine Tracheotomie wird an Hand klinischer Erfahrungswerte gefällt. Dabei wird in die Entscheidung neben den zu erwartenden Komplikationen, die zu erwartende Beatmungsdauer und eine mögliche Aspiration mit einbezogen. Das heißt, dass das Kriterium Tracheotomie auch Folge der zu erwartenden Aspiration ist. Es ist somit in einer retrospektiven Untersuchung nicht sicher zu beurteilen, ob die Tracheotomie Ursache oder Folge der Dysphagie ist.

### 4.3.10 Dysphagie und Entlassung

Über die Prognose eines tetraplegischen Patienten mit einer Dysphagie liegen bisher kaum verlässliche Daten vor. In der Untersuchung von Abel et al. verstarben von 73 Patienten fünf (6,35%) während des Studienzeitraums [2]. Vier Patienten litten zu dem Zeitpunkt noch an einer Schluckstörung. Über den gesamten Studienzeitraum kam es bei 9 von 22 Patienten zu einer Besserung der Schluckstörung und bedeutet damit, dass 13 (59%) Patienten weiter unter der Schluckstörung litten. Bei der Entlassung mussten sechs (27,27%) Patienten noch über eine Sonde ernährt werden. In der Untersuchung von Kirshblum werden keine Angaben zu der Prognose und dem Outcome gemacht [40]. In der Untersuchung von Wolf et al. müssen nach Abschluss der Behandlung 8 (20%) von 40 Patienten weiterhin über eine Sonde ernährt werden. Nur ein Patient war dabei auf eine vollständige Sondenernährung angewiesen [75].

Eine Dysphagie bestimmte in der eigenen Untersuchung entscheidend die Behandlungsdauer eines tetraplegischen Patienten. Die durchschnittliche Liegedauer ist um mehr als 60 Tage verlängert.

Bei der Entlassung waren in der eigenen Patientengruppe nur noch 10% der behandelten Patienten auf eine Sondenernährung angewiesen. Das ist im Vergleich zu den vorliegenden Studien eine geringere Anzahl. Ursache dürfte die im Vergleich mit der Studie von Wolf geringere Anzahl von hohen Querschnittverletzungen sein. Trotz dieses Unterschiedes verstarben in den Studien von Wolf und Abel weniger Patienten als in der eigenen Gruppe. Die Ursache ist in der Patientenpopulation zu suchen, die, wie bereits beschrieben, eine größere Gruppe älterer Patienten beinhaltet. 11 (55%) der verstorbenen Patienten waren älter als 70 Jahre.

## 4.4 Dysphagie und Tetraplegie

Dysphagien bei tetraplegischen Patienten stellen eine behandlungsdürftige Komplikation dar. In Folge einer Schluckstörung können Pneumonien auftreten, die bei den bereits schwer eingeschränkten Patienten fatale Folgen haben können. Es liegen zum jetzigen Zeitpunkt nur wenige Untersuchungen mit größeren Patientenpopulationen zu diesem Problem vor. Dabei wurden in den Studien die möglichen auslösenden Faktoren in retrospektiven Untersuchungen gesammelt. Zu erst zeigte Kirshblum et al. [40], dass neben Einflussgrößen wie Alter, operativem Zugangsweg und Beatmung besonders tracheotomierte Patienten ein erhöhtes Risiko für Schluckstörungen haben. In der Untersuchung von Abel können diese Faktoren bis auf den Einfluss des Alters bestätigt werden. Zusätzlich geben die Autoren eine Beziehung zwischen der Intubationsdauer und dem Auftreten der Dysphagie an [2]. Wolf hingegen konnte keinen Zusammenhang zwischen einer Dysphagie und dem Lähmungsniveau finden. Allerdings beeinflusst die Höhe der Verletzung in seiner Untersuchung das Ergebnis bei der Entlassung. Auch in dieser Untersuchung wird auf den Zusammenhang zwischen einer Tracheotomie und Schluckstörungen verwiesen [75].

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen legen nahe, dass nicht ein einzelner Faktor Ursache für die Schluckstörung ist. Nur in Einzelfällen können z.B. anatomische Veränderungen in Folge von Operationen Ursache für die Schluckstörung sein. In der eigenen Untersuchung fand sich ein Patient mit einer Fistel und ein Patient mit einer narbigen Fixierung des Pharynx als Auslöser der Schluckstörung [62, 64].

Es liegt eine Vielzahl von Arbeiten vor, die auf einen Zusammenhang zwischen dem anterioren operativen Zugangsweg und dem Auftreten einer Schluckstörung verweist [2, 9, 15, 20, 21, 40, 42]. Dieser Zusammenhang findet sich in der eigenen Untersuchung nicht. Hier sind die posterioren und kombinierten Zugangswege häufiger von Schluckstörungen begleitet. Da vielfach die mechanische Alteration des Gewebes beim anterioren Zugang als Mechanismus für Dysphagien beschrieben wurde, muss in der eigenen Population ein anderer Umgang mit dem Gewebe Grund für die besseren Ergebnisse sein. Probleme beim operativen Vorgehen müssen, z. B. bei den Untersuchungen von Wolf, diskutiert werden [75]. Hier wurden in allen Fällen Schwellungen des Larynx als Ursache einer Dysphagie beschrieben. Diese Schwellungen entstehen in der Regel durch einen fehlenden Abfluss von z.B. Lymphflüssigkeiten in Folge eines

Traumas. Ein solches Trauma kann der zu Grunde liegende Unfall oder die operative Versorgung sein.

Martin beschreibt in ihren Untersuchungen, dass orale Funktionsstörungen als Auslöser von Schluckstörungen zu beobachten gewesen sind. Sie vermutet, dass unter anderem Verletzungen des N. hypoglossus auslösend gewesen sein können [53]. Bereits Buchholz wies darauf hin, dass orale Funktionsstörungen, wie sie in Folge einer Verletzung des N. hypoglossus auftreten, nicht mit einer Verletzung der Halswirbelsäule zu vereinen sind, sondern die zusätzlichen Verletzungen z.B. im Stammhirn Auslöser sein müssen [14]. Diese Überlegung wurde in den Untersuchungen von Abel geprüft. Er konnte keinen Zusammenhang zwischen einem Schädelhirntrauma und einer Schluckstörung finden [2]. Bestätigung hierzu fand sich in den eigenen Untersuchungen.

Es gibt Untersucher, die eine Irritation des N. laryngeus superior durch das Trauma und die operative Revision als Auslöser für eine Sensibilitätsstörung vermuten [53].

Buchholz wies diese Hypothese mit dem Argument zurück, dass für eine Schluckstörung dann beide Nerven zerstört sein müssten, um Auslöser zu sein. Er vermutet Veränderungen der Sensibilität der Pharynxwände durch das Ablösen der Pharynxhinterwand für die operative Versorgung [14]. Allerdings liegt der Ort mit der häufigsten Verletzung in der Höhe von C4-C6 und damit hinter dem Larynx. Eine Sensibilitätsstörung in diesem Bereich ist für die Schluckabläufe nicht mehr von großer Relevanz. Hier wäre eher eine Störung der propulsiven Welle des Pharynx zu diskutieren.

Die Faktoren Alter des Patienten, die Höhe der Verletzung, der Grad des senso-motorischen Defektes, die Notwendigkeit einer Tracheotomie und der notwendige operative Zugangsweg bestimmen die Prognose einer Schluckstörung. Dabei ist zu beachten, dass zwei der beobachteten Faktoren sich untereinander beeinflussen.

- Der operative Zugangsweg steht in Abhängigkeit von der Ausdehnung und Komplexität der zu Grunde liegenden Verletzung. Die Verletzungen werden mit der Höhe der Verletzung und dem senso-motorischen Defizit größer und machen komplexere (z.B. kombinierte) Zugangswege notwendig.
- Die Entscheidung für eine Tracheotomie erfolgt klinisch in Abhängigkeit von den zu erwartenden Komplikationen. Die Komplikationen werden durch das Alter, die Lähmungshöhe und den Grad des senso-motorischen Defizits bestimmt. Je komplexer die Begleitverletzungen, je höher die Verletzung und je ausgeprägter das neurologische Defizit umso früher und notwendiger wird die Tracheotomie. Dies gilt auch für die in der Literatur angegebene Dauer der Beatmung.

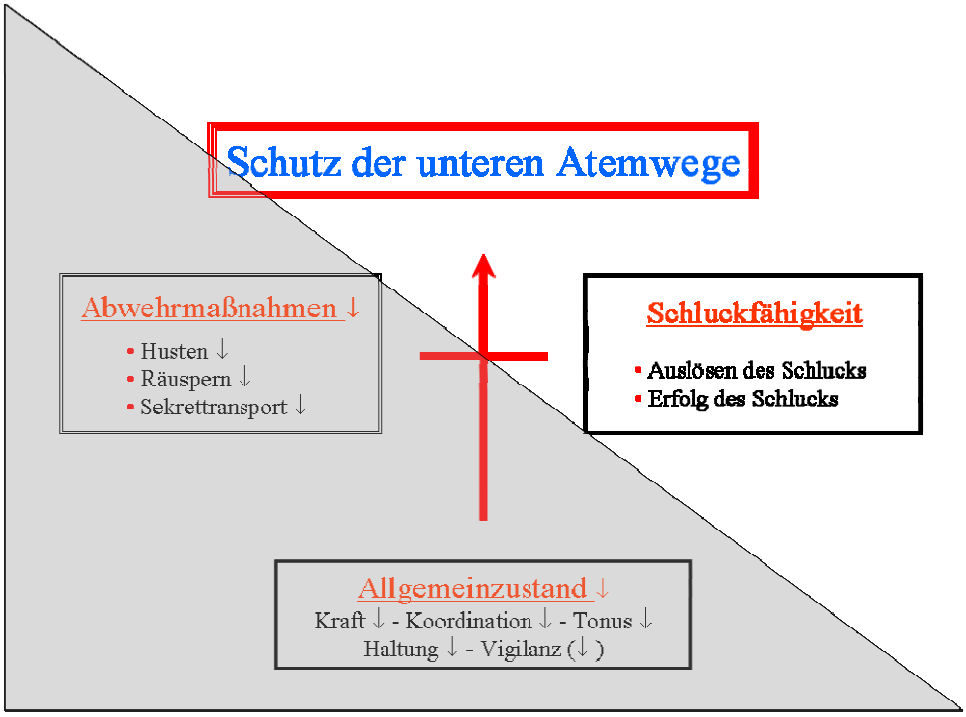
Indikation für eine Tracheotomie ist die zu erwartende Dauer der Beatmung. Die Faktoren „Beatmungsdauer“ und "Tracheotomie" beschreiben somit ein identisches Problem.

Kritisch zu den bisher vorliegenden Untersuchungen und der eigenen Studie muss angemerkt werden, dass für eine statistische Auswertung die Zahl der Patienten mit einer Dysphagie gering war. Signifikante Aussagen für die Auslöser einer Schluckstörung sind somit nur in einem sehr beschränkten Ausmaß möglich. Gleichzeitig erschwert die retrospektive Untersuchung eine strukturelle Analyse der Ursachen, da die Erfassung möglicher Parameter (Sensibilität des Pharynx, EMG-Untersuchungen der am Schlucken beteiligten Muskulatur) retrospektiv nicht möglich ist. Hier wird in Zukunft für eine genauere Erforschung der Ursachen eine prospektive Untersuchung notwendig.

Schlucken ist ein komplexer Vorgang, der durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt wird. Voraussetzung für einen sicheren Schluck ist der Schutz der unteren Atemwege. Der Schutz der unteren Atemwege wird bestimmt durch die Fähigkeit zu schlucken und die Fähigkeit mit einem Fehlschluck umzugehen. Grundlage für diese Fähigkeiten sind eine ausreichende Vigilanz, Kraft, Motorik und Koordination (siehe Abbildung 16). Kommt es zu einer Verletzung des oberen Halsmarkes, verliert der Patient durch die Lähmung große Teile dieser Fähigkeiten. Dabei kann das Ausmaß des Verlustes individuell unterschiedlich sein. Der Patient muss in jedem Fall die verlorenen Fähigkeiten kompensieren. Die Fähigkeit zur Kompensation wird dabei durch seine individuellen Fähigkeiten und Voraussetzungen wie dem Alter, der Lähmungshöhe und dem sensomotorischen Defizit bestimmt. Dies sind in der vorliegenden Studie die Punkte, die über die Inzidenz und die Prognose einer Schluckstörung entscheiden. Entscheidenden Einfluss hat dabei die Lähmungshöhe die das Auftreten der Schluckstörung signifikant bestimmt.

Zur Kompensation von Schluckstörungen stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die ein wacher Patient unbewusst probiert. Er ändert die Kopfposition, seine Köperhaltung, die Nahrungsmittelkonsistenz usw. Eine Änderung der Körperhaltung ist bei Verlust des Tonus im Rahmen der Tetraplegie ohne Hilfe nicht möglich. Die Änderung der Kopfposition kann dabei auf Grund der operativen Fixierung ggf. mit einer zusätzlichen externen Stabilisierung (Halo-Fixateur, Miami-J-Collar etc.) nur eingeschränkt möglich sein. So ist Schlucken für die Mehrzahl der Patienten mit einem Fixateur ohne Probleme möglich. Es gibt aber Patienten, die durch eine cervicale Orthese so eingeschränkt werden, dass dieser Faktor an Bedeutung gewinnt.

**Abbildung 16: Tetraplegie und Schutz der unteren Atemwege**
Schematische Darstellung der Einschränkungen, die ein Patient durch eine Tetraplegie für einen Schutz der unteren Atemwege bei einem Schluckvorgang erfährt.




Voraussetzung für die Kompensation von Schluckstörungen ist die Möglichkeit, Schlucken üben zu können. Voraussetzung, um Schlucken üben zu können, ist die Möglichkeit, mit einem Fehlschluck umzugehen. Der Patient muss demzufolge in der Lage sein, zu husten. Husten ist mit einer Trachealkanüle kaum möglich.

Ein Element der Rehabilitation einer Schluckstörung bei tetraplegischen Patienten ist die Dekanülierung tracheotomierter dysphagischer Patienten. Ein Trachealkanülen-management soll den schrittweisen Übergang von der Beatmung auf die physiologische Atmung ermöglichen, da die Kanüle das Schlucken noch zusätzlich mechanisch erschwert. Gleichzeitig muss aber die Fähigkeit abzuhusten und zu räuspern, gestärkt werden. Unterstützt werden muss dieser Übergang durch eine konsequente Physio-therapie. Der Stellenwert dieses Übergangs im klinischen Alltag lässt sich an den Ergebnissen ablesen. Mit der Dauer der Beatmung stiegen auch die Dysphagierate und ebenso die Notwendigkeit einer Tracheotomie. Andere Autoren kommen zu ähnlichen Ergebnissen. So schlägt Abel eine frühzeitige Änderung des Trachealkanülen-managements vor. Wolf beschreibt ebenfalls die Änderung des Beatmungsstatus als entscheidende Maßnahme für die Änderung des Ernährungsstatus [75]. Die Vor-

gehensweise für die Entwöhnung von einer Trachealkanüle wird von Ross an Einzelfällen beschrieben [60].

Es fehlen allerdings bisher übergreifende Konzepte, die den Prozess der Rehabilitation über die natürlichen Anpassungsvorgänge hinaus beschleunigen können.

Eine Möglichkeit, um die Atmung und die Abwehrmaßnahmen der Patienten zusätzlich zu stärken, könnte die zusätzliche elektrische Stimulation der Bauchmuskulatur sein. Sie ist in der Lage, als unterstützende Maßnahme den Hustenstoß zu stärken und die Atmung zu intensivieren. Gollee beschreibt dabei in seiner Arbeit eine Möglichkeit, die Bauchmuskulatur mit einer durch den Atemstrom getriggerten elektrischen Stimulation zu unterstützen [34]. Inzwischen konnte dieser Ansatz in einer Einzelfallstudie bestätigt werden [47].

Eine Verbesserung der Rehabilitationsmaßnahmen ist anzustreben, da die Prognose einer Schluckstörung bei einer Tetraplegie nicht günstig ist. Ein Fünftel, also 20% der Patienten mit einer Schluckstörung, versterben. Ein Drittel der Patienten bleibt dauerhaft auf eine Sondenernährung angewiesen. Die Behandlung von Patienten mit einer Schluckstörung bedeutet eine nicht unerhebliche finanzielle Belastung. Durch die verlängerte Liegezeit (ohne Dysphagie 182,56 (±124,02; 1-549), mit einer Dysphagie 255,64 (±186,69; 32-660)) von 73 Tagen entstehen pro Patient Mehrkosten von ca. 40.000€ für den stationären Aufenthalt.

# 5 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Inzidenz und Prognose von Schluckstörungen bei akuten tetraplegischen Patienten zu untersuchen, um Einflussgrößen auf die Entstehung, Therapie und Prognose zu finden.

In einer retrospektiven Studie wurden die Daten der Patienten, die mit einer Verletzung des Halsmarkes am Unfallkrankenhaus Berlin in dem Zeitraum vom 01.09.1997 bis 31.12.2002 behandelt wurden, untersucht. In die Untersuchung wurden alle Patienten eingeschlossen, bei denen die Rückenmarkverletzung nicht älter als 8 Wochen war und die sich seit der Verletzung in ununterbrochener stationärer Behandlung befanden. Bei allen Patienten erfolgte vor Beginn der oralen Nahrungsaufnahme eine klinische Untersuchung auf eine Schluckstörung durch eine Logopädin und eine endoskopische Schluckuntersuchung.

In dem beschriebenen Zeitraum wurden 185 Patienten mit einer Verletzung des Halsmarkes behandelt. Zur Auswertung kamen 175 (94,59%) Patienten, bei denen das Datenmaterial vollständig vorlag. 144 (82,29%) der 175 Patienten waren männlich, 31 (17,71%) weiblich (Verhältnis 4,6:1). Das Alter lag zwischen 14 und 89 Jahren (43,45 Jahre ±18,98 Jahre) mit einem Gipfel bei 20 bis 30 Jahren und über 60 Jahren. Am häufigsten betroffen waren bei beiden Geschlechtern die Segmente C4 bis C6. 147 (84%) Patienten erlitten eine Lähmung durch ein Trauma.

Bei 73 (41,71%) Patienten lag eine Fraktur genau eines Wirbelkörpers vor. Bei Aufnahme fand sich eine komplette Lähmung entsprechend der Klassifikation nach Frankel Stufe TA bei 103 (58,86%) Patienten. 19 (10,86%) Patienten wiesen eine motorisch komplette, sensibel inkomplette Lähmung entsprechend der Stufe TB auf. Bei 21 (12,07%) Patienten lag eine funktionell komplette, motorisch inkomplette Lähmung entsprechend der Stufe TC vor. 163 (93,14%) Patienten wurden im Rahmen der Erstversorgung operativ versorgt, um knöcherne Fehlstellungen zu beseitigen und eine Entlastung des Rückenmarkes zu erreichen. Dabei wurde in 134 (80,24%) Fällen ein ventraler Zugangsweg, in 22 (13,17%) Fällen ein dorsaler und in 7 (4,19%) Fällen ein kombinierter dorso-ventraler Zugang gewählt.

123 (70,85%, n=175) Patienten wurden während des stationären Aufenthalts intensivmedizinisch überwacht. Die Dauer der Intensivbehandlungen betrug im Durchschnitt 12,51 (±21,73; 1-177) Tage. 113 der 123 (91,85%) intensivmedizinisch überwachten Patienten wurden für 15,78 (±26,92, 0,2-200,5) Tage intubiert und beatmet. Bei 74 (65,48%) der 113 beatmeten Patienten musste eine Tracheotomie durchgeführt werden. Die Behandlungsdauer der Patienten lag im Durchschnitt bei 194,6 (±138,35, 1-660) Tagen. Dabei war die

Dauer ohne Dysphagie mit 182,56 (±124,02, 1-549) Tagen kürzer als mit einer Dysphagie (255,64 ±186,69, 32-660).

Bei 28 (16,0%) der 175 untersuchten Patienten mit Halsmarkverletzung konnten Schluckstörungen festgestellt werden. Ein signifikanter Einfluss des Alters oder Geschlechts bezogen auf die Häufigkeit des Auftretens von Schluckstörungen fand sich nicht. Bei Patienten mit dem höchsten Ausprägungsgrad des senso-motorischen Defizits kam es am häufigsten zu einer Schluckstörung. Es konnte ein signifikanter Einfluss der Lähmungshöhe auf die Ausbildung einer Dysphagie gefunden werden ($\chi^2 = 19{,}8$; $p<0{,}01$). Es zeigte sich, dass mit sinkender Lähmungshöhe eine Zunahme der Schluckstörungen auftrat. Die deutlichste Ausprägung der Schluckstörungen wird dabei bei C4 erreicht.

Bei 18 (64,29%, n=28) der schluckgestörten Patienten wurde für eine operative Versorgung der alleinige ventrale Zugang gewählt, bei den übrigen Patienten ein dorsaler oder kombinierter Zugangsweg. Der posteriore und kombinierte Zugangsweg hatte eine verhältnismäßig höhere Rate an Schluckstörungen.

Bei 23 (82,14%) Patienten mit einer Tracheotomie trat eine Schluckstörung auf. Es konnte als signifikante Einflussgrößen auf die Ausbildung einer Schluckstörung die Tracheotomie ($\chi^2 = 21{,}7$; $p<3{,}2*10^{-6}$) und die Beatmungsdauer ($\chi^2 = 24{,}84$; $p<0{,}0003$) bestätigt werden. Weitere Faktoren konnten nicht gefunden werden. Dabei korrelierte die Beatmungsdauer mit der Notwendigkeit einer Tracheotomie.

Bei der Überprüfung der Vorhersagewahrscheinlichkeit einer Dysphagie bei tetraplegischen Patienten zeigte sich, dass die Faktoren Alter, operativer Zugangsweg, Lähmungshöhe, Lähmungsausprägung und Notwendigkeit einer Tracheotomie in 73,14% eine Dysphagie vorhersagen.

Die Prognose eines tetraplegischen Patienten mit einer Dysphagie ist mäßig. Fünf Patienten (17,86%, n=28) verstarben während des stationären Aufenthaltes, in allen Fällen nicht in direkter Folge der Dysphagie. Zehn Patienten (35,71%, n=28) konnten sich bei Entlassung nicht oral ernähren und mussten mit einer Sonde entlassen werden.

Ein alleiniger signifikanter Auslöser für die Schluckstörungen ließ sich nicht finden. Es erscheint vielmehr, dass durch die Schwere der Erkrankung und die notwendigen therapeutischen Maßnahmen (Operation, cervicale Orthese) einzelne Patienten so weit in ihrer Kompensation der Veränderungen beim Schluckvorgang eingeschränkt werden, dass eine Schluckstörung klinisch signifikant wird. Als therapeutisches Konzept müssen die Möglichkeiten für eine Kompensation der Dysphagie durch den Patienten verbessert werden.

# 6 Literatur

[1] (2005) Respiratory management following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. J Spinal Cord Med 28:259-93

[2] Abel R, Ruf S, Spahn B (2004) Cervical spinal cord injury and deglutition disorders. Dysphagia 19:87-94

[3] Alander DH, Andreychik DA, Stauffer ES (1994) Early outcome in cervical spinal cord injured patients older than 50 years of age. Spine 19:2299-301

[4] Aviv JE, Martin JH, Jones ME, Wee TA, Diamond B, Keen MS, Blitzer A (1994) Age-related changes in pharyngeal and supraglottic sensation. Ann Otol Rhinol Laryngol 103:749-52

[5] Baydur A, Adkins RH, Milic-Emili J (2001) Lung mechanics in individuals with spinal cord injury: effects of injury level and posture. J Appl Physiol 90:405-11

[6] Bazaz R, Lee MJ, Yoo JU (2002) Incidence of dysphagia after anterior cervical spine surgery: a prospective study. Spine 27:2453-8

[7] Bellamy R, Pitts FW, Stauffer ES (1973) Respiratory complications in traumatic quadriplegia. Analysis of 20 years' experience. J Neurosurg 39:596-600

[8] Berney S, Stockton K, Berlowitz D, Denehy L (2002) Can early extubation and intensive physiotherapy decrease length of stay of acute quadriplegic patients in intensive care? A retrospective case control study. Physiother Res Int 7:14-22

[9] Bertalanffy H, Eggert H-R. (1989) Complication of anterior cervical discetcomy without fusion in 450 patients. Acta Neurochirurgica 99:41-50

[10] Biering-Sorensen M, Biering-Sorensen F (1992) Tracheostomy in spinal cord injured: frequency and follow up. Paraplegia 30:656-60

[11] Bigenzahn W, Piehslinger E, Denk DM (1999) Anatomische und physiologische Grundlagen des Schluckens. In: Bigenzahn W, Denk DM (Hrsg) Oropharyngeale Dysphagien. Thieme Verlag, Stuttgart, New York

[12] Blauth M, Schmidt U, Bastian L, Knop C, Tscherne H (1998) Die ventrale interkorporelle Spondylodese bei Verletzungen der Halswirbelsaule. Indikationen, Operationstechnik und Ergebnisse. Zentralbl Chir 123:919-29

[13] Bracken MB, Freeman DHJ, Hellenbrand K (1981) Incidence of acute traumatic hospitalized spinal cord injury in the United States, 1970-1977. Am J Epidemiol 113:615-622

[14] Buchholz DW (1997) Editoral: Dysphagia following Anterior Cervical Spine Surgery.

Dysphagia 12:9-10

[15] Bulger RF, Rejowski JE, Beatty R. A. (1993) Dysphagia following anterior cervical fusion. Dysphagia 8:390

[16] Büttner J (2004) Management der Querschnittlähmung. Anästh Intensivmed 45:190-204

[17] Castell JA, Dalton CB, Castell DO (1990) Effects of body position and bolus consistency on the manometric parameters and coordination of the upper esophageal sphincter and pharynx. Dysphagia 5:179-86

[18] Cheshire DJ (1964) Respiratory management in acute traumatic tetraplegia. Paraplegia 1:252-61

[19] Cifu DX, Seel RT, Kreutzer JS, McKinley WO (1999) A multicenter investigation of age-related differences in lengths of stay, hospitalization charges, and outcomes for a matched tetraplegia sample. Arch Phys Med Rehabil 80:733-40

[20] Clements DH, O´Leary PF (1990) Anterior discectomy and fusion. Spine 15:1023-1025

[21] Cloward RB (1958) The anterior approach for removal of ruptured cervical discs. J Neuosurg 15:602-617

[22] Como JJ, Sutton ERH, McCunn M, Dutton RP, Johnson SB, Aarabi B, Scalea TM (2005) Characterizing the need for mechanical ventilation following cervical spinal cord injury with neurologic deficit. J Trauma 59:912-6; discussion 916

[23] DeVita MA, Spierer-Rundback L (1990) Swallowing disorders in patients with prolonged orotracheal intubation or tracheostomy tubes. Crit Care Med 18:1328-30

[24] DeVivo MJ, Krause JS, Lammertse DP (1999) Recent trends in mortality and causes of death among persons with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 80:1411-9

[25] Denecke HJ (1979) Die oto-rhino-laryngolgischen Operationen im Mund- und Halsbereich. In: Kirschner M, Zenker R (Hrsg) Allgemeine und spezielle Operationslehre, Band 5. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

[26] Dettelbach MA, Gross RD, Mahlmann J, Eibling DE (1995) The effect of the Passy-Muir valve on aspirating in patients with tracheostomy. Head Neck 17:297-302

[27] Eibling DE, Gross RD (1996) Subglottic air pressure: a key component of swallowing efficiency.

[28] Elpern EH, Scott MG, Petro L, Ries MH (1994) Pulmonary aspiration in mechanically ventilated patients with tracheostomies. Chest 105:563-6

[29] Fishburn MJ, Marino RJ, Ditunno JFJ (1990) Atelectasis and pneumonia in acute spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 71:197-200

[30] Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, Melzak J, Michaelis LS, Ungar GH, Vernon JD, Walsh JJ (1969) The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. Paraplegia 7:179-92

[31] Frankel HL, Montero FA, Penny PT (1980) Spinal cord injuries due to diving. Paraplegia 18:118-22

[32] Fromm B, Hundt G, Gerner HJ, Baer GA, Exner G, Botel U, Naumann CP, Baumberger ME, Zach G (1999) Management of respiratory problems unique to high tetraplegia. Spinal Cord 37:239-44

[33] Gerner J (1992) Die Querschnittlähmung. Blackwell

[34] Gollee H, Hunt KJ, Allan DB, Fraser MH, McLean AN (2008) Automatic electrical stimulation of abdominal wall muscles increases tidal volume and cough peak flow in tetraplegia. Technol Health Care 16:273-81

[35] Griffiths ER (1980) Spinal injuries from swimming and diving treated in the spinal department of Royal Perth Rehabilitation Hospital: 1956-1978. Paraplegia 18:105-17

[36] Harrop JS, Sharan AD, Scheid EHJ, Vaccaro AR, Przybylski GJ (2004) Tracheostomy placement in patients with complete cervical spinal cord injuries: American Spinal Injury Association Grade A. J Neurosurg 100:20-3

[37] Hofmeister M, Bühren V (1999) Therapiekonzept für Verletzungen der unteren HWS. Orthopade 28:401-13

[38] Irwin ZN, Arthur M, Mullins RJ, Hart RA (2004) Variations in injury patterns, treatment, and outcome for spinal fracture and paralysis in adult versus geriatric patients. Spine 29:796-802

[39] Kane TD, Rodriguez JL, Luchette FA (1997) Early versus late tracheostomy in the trauma patient. Respir Care Clin N Am 3:1-20

[40] Kirshblum S, Johnston MV, Brown J, O'Connor KC, Jarosz P (1999) Predictors of dysphagia after spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 80:1101-5

[41] Klockgether-Radke AP, Neumann P, Quintel M (2004) Tracheotomie - Luftweg der Wahl für den langzeitbeatmeten Patienten? Anasthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 39:335-43

[42] Krespi YP, Har-El G (1988) Surgery of the clivus and anterior cervical spine. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 114:73-78

[43] Leder SB (1999) Effect of a One-Way Tracheotomy Speaking Valve on the

Incidence of Aspiration in Previously Aspirating Patients with Tracheotomy. Dysphagia 14:73-77

[44] Leder SB, Joe JK, Hill SE, Traube M (2001) Effect of Tracheotomy Tube Occlusion on Upper esophageal Sphincter and Pharyngeal Pressures in Aspirating and Nonaspirating Patients. Dysphagia 16:79-82

[45] Leder SB, Joe JK, Ross DA, Coelho DH, Mendes J (2005) Presence of a tracheotomy tube and aspiration status in early, postsurgical head and neck cancer patients.

[46] Leder SB, Ross DA, Burell MI, Sasaki CT (1998) Tracheotomy tube occlusion Status and Aspiration in Early Postsurgical Head and Neck Cancer Patients. Dysphagia 13:167-171

[47] Lee BB, Boswell-Ruys C, Butler JE, Gandevia SC (2008) Surface functional electrical stimulation of the abdominal muscles to enhance cough and assist tracheostomy decannulation after high-level spinal cord injury. J Spinal Cord Med 31:78-82

[48] Lee W, Koltai P, Harrison AM, Appachi E, Bourdakos D, Davis S, Weise K, McHugh M, Connor J (2002) Indications for tracheotomy in the pediatric intensive care unit population: a pilot study. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 128:1249-52

[49] Lemons VR, Wagner FCJ (1994) Respiratory complications after cervical spinal cord injury. Spine 19:2315-20

[50] Lougheed MD, Flannery J, Webb KA, O'Donnell DE (2002) Respiratory sensation and ventilatory mechanics during induced bronchoconstriction in spontaneously breathing low cervical quadriplegia. Am J Respir Crit Care Med 166:370-6

[51] Lucke KT (1998) Pulmonary management following acute SCI. J Neurosci Nurs 30:91-104

[52] MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EWJ, Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, Hess D, Hubmayer RD, Scheinhorn DJ (2001) Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicin. Chest 120:375S-95S

[53] Martin RE, Neary MA, Diamant NE (1997) Dysphagia following anterior cervical spine surgery. Dysphagia 12:2-8; discussion 9-10

[54] Muz J, Mathog RH, Nelson R, Jones LA (1989) Aspiration in patients with head and neck cancer and tracheostomy. Am J Otolaryngol 10:282-286

[55] Nusser-Müller-Busch R (1997) Therapie des Fazio-Oralen Traktes (F.O.T.T.). Forum Logopädie 2:

[56] Oakes DD, Wilmot CB, Hall KM, Sherck JP (1990) Benefits of early admission to a comprehensive trauma center for patients with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 71:637-43

[57] Papadopoulos SM, Selden NR, Quint DJ, Patel N, Gillespie B, Grube S (2002) Immediate spinal cord decompression for cervical spinal cord injury: feasibility and outcome. J Trauma 52:323-32

[58] Regel G, Lobenhoffer P, Grotz M, Pape HC, Lehmann U, Tscherne H (1995) Treatment results of patients with multiple trauma: an analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at a German Level I Trauma Center. J Trauma 38:70-8

[59] Reines HD, Harris RC (1987) Pulmonary complications of acute spinal cord injuries. Neurosurgery 21:193-6

[60] Ross J, White M (2003) Removal of the tracheostomy tube in the aspirating spinal cord-injured patient. Spinal Cord 41:636-42

[61] Saboe LA, Reid DC, Davis LA, Warren SA, Grace MG (1991) Spine trauma and associated injuries. J Trauma 31:43-8

[62] Seidl RO, Niedeggen A, Todt I, Westhofen M, Ernst A (2007) Infrahyoid muscle flap for pharyngeal fistulae after cervical spine surgery: a novel approach--report of six cases. Eur Spine J 16:501-5

[63] Seidl RO, Nusser-Müller-Busch R, Westhofen M, Ernst A (2006) Der Berlinder Dysphagie Index - Evaluation und Validierung eines Untersuchungsbogens zur endoskopischen Schluckuntersuchung. Forum HNO 8:9-16

[64] Seidl RO, Todt I, Ernst A (2007) Esophagus atresia after cervical spine surgery: case report and literature review. Eur Arch Otorhinolaryngol 264:291-3

[65] Silver J, Morris W, Otfinowski J (1975) Associated injuries in patients with spinal injury. The British Journal of Accident Surgery 12:219-224

[66] Stachler RJ, Hamlet SL, Choi J, Fleming S (1996) Scintigraphic quantification of aspiration reduction with the Passy-Muir valve. Laryngoscope 106:231-234

[67] Stambolis V, Brady S, Klos D, Wesling M, Fatianov T, Hildner C (2003) The effects of cervical bracing upon swallowing in young, normal, healthy volunteers. Dysphagia 18:39-45

[68] Ulrich C, Bühren V (2006) Verletzungen der Halswirbelsäule. Orthopädie und Unfallchirurgie up2date 1:415-441

[69] Ville I, Crost M, Ravaud J (2003) Disability and a sense of community belonging. A study among tetraplegic spinal-cord-injured persons in France. Soc Sci Med 56:321-32

[70] Walker WE, Kapelanski DP, Weiland AP, Stewart JD, Duke JHJ (1985) Patterns of infection and mortality in thoracic trauma. Ann Surg 201:752-7

[71] Waters RL, Adkins RH, Yakura JS (1991) Definition of complete spinal cord injury. Paraplegia 29:573-81

[72] Whitecloud T (1983) Management of radiculopathy and myelopathy by the anterior approach. In: Cervical Spine Research Society (Hrsg) The Cervical Spine. JB Lippincott, Philadelphia, S 411-424

[73] Wicks AB, Menter RR (1986) Long-term outlook in quadriplegic patients with initial ventilator dependency. Chest 90:406-10

[74] Wise MF, Milani JC (1987) Incidence of Swallowing Problems in Quadroplegics. Asia 30-33

[75] Wolf C, Meiners TH (2003) Dysphagia in patients with acute cervical spinal cord injury. Spinal Cord 41:347-53

# 7 Tabellarischer Anhang

### Tabelle 11: Alters- und Geschlechterverteilung zu Beginn der Erkrankung

Dargestellt sind die Anzahl und die Häufigkeit.

| Altergruppe | Männlich | Weiblich |
|---|---|---|
| 10 bis 20 | 18 (12,50%) | 3 (9,68%) |
| 20 bis 30 | 32 (22,22%) | 1 (3,23%) |
| 30 bis 40 | 20 (13,89%) | 5 (16,13%) |
| 40 bis 50 | 23 (15,97%) | 9 (29,03%) |
| 50 bis 60 | 17 (11,81%) | 1 (3,23%) |
| 60 bis 70 | 22 (15,28%) | 7 (22,58%) |
| 70 bis 80 | 10 (6,94%) | 5 (16,13%) |
| 80 bis 90 | 2 (1,39%) | 0 (0,00%) |

### Tabelle 12: Lähmungsursache

Aufgeführt sind Anzahl und Prozent der Ursachen für die Lähmungen (n= 175).

| Ursache | Anzahl |
|---|---|
| Fraktur 1 Halswirbelkörper | 73 (41,71%) |
| Fraktur 2 Halswirbelkörper | 47 (26,86%) |
| Fraktur mehrere Halswirbelkörper | 16 (9,14%) |
| Stichverletzung | 1 (0,57%) |
| Entzündung | 15 (8,57%) |
| Contusio spinalis | 10 (5,71%) |
| Tumorerkrankung | 5 (2,86%) |
| Spinalkanalstenose | 4 (2,29%) |
| Nucleus pulposus prolaps | 3 (1,71%) |
| Postoperativ | 1 (0,57%) |

## Tabelle 13: Lähmungsausprägung

Dargestellt sind die Anzahl und die Häufigkeit.

| Frankel | Anzahl |
|---|---|
| TA | 103 (58,86%) |
| TB | 19 (10,86%) |
| TC | 21 (12,00%) |
| TD | 24 (13,71%) |
| TE | 8 (4,57%) |

## Tabelle 14: Geschlechterverteilung der Lähmungshöhe

Dargestellt sind die Anzahl und die Häufigkeit.

| Höhe | Männlich | Weiblich |
|---|---|---|
| C0 | 1 (0,69%) | 0 (0,00%) |
| C1 | 1 (0,69%) | 0 (0,00%) |
| C2 | 2 (1,39%) | 2 (6,45%) |
| C3 | 13 (9,03%) | 1 (3,23%) |
| C4 | 48 (33,33%) | 10 (32,26%) |
| C5 | 42 (29,17%) | 11 (35,48%) |
| C6 | 28 (19,44%) | 5 (16,13%) |
| C7 | 5 (3,47%) | 1 (3,23%) |
| C8 | 4 (2,78%) | 1 (3,23%) |

## Tabelle 15: Anzahl und Art der Begleitverletzungen

Dargestellt sind Anzahl und Prozent der bei der Aufnahme vorhandenen Begleitverletzungen (bezogen auf die Patienten mit Begleitverletzung n= 70). Es sind Mehrfachverletzungen vorhanden.

| Verletzung | Anzahl |
|---|---|
| Lungenkontusion einseitig | 23 (35,38%) |
| Lungenkontusion beidseitig | 17 (26,15%) |
| BWK Fraktur | 17 (26,15%) |
| Hämatothorax / Pneumothorax | 16 (24,61%) |
| Fraktur obere Extremität | 14 (21,54%) |
| SHT I° | 14 (21,54%) |
| Rippenserienfraktur > 2 Rippen | 13 (20,0%) |
| SHT III° | 13 (20,0%) |
| Fraktur untere Extremität. | 13 (20,0%) |
| Bauchtrauma | 7 (10,77%) |
| Gesichtsschädelverletzungen | 6 (9,23%) |
| SHT II° | 3 (4,62%) |
| Hypoxischer Hirnschaden | 2 (3,07%) |

## Tabelle 16: Anzahl und Art der Begleiterkrankungen

Dargestellt sind Anzahl und Prozent der bei der Aufnahme vorhandenen Begleiterkrankungen.

| Begleiterkrankung | Anzahl |
|---|---|
| Hypertonus | 21 (17,36%) |
| KHK | 14 (11,57%) |
| Diabetes | 14 (11,57%) |
| M. Bechterew | 10 (8,26%) |
| Depression | 8 (6,61%) |
| Alkoholerkrankung | 8 (6,61%) |
| Tumorerkrankung | 6 (4,96%) |
| Nikotinabusus | 6 (4,96%) |
| COLD | 5 (4,13%) |
| Hypothyreose | 3 (2,48%) |
| Asthma | 1 (0,83%) |
| M. Parkinson | 1 (0,83%) |
| Neurolues | 1 (0,83%) |
| Hirninfarkt | 1 (0,83%) |

## Tabelle 17: Dysphagie und Altersverteilung

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| Alter | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| 10 bis 20 | 19 (12,93%) | 2 (7,14%) |
| 20 bis 30 | 29 (19,73%) | 4 (14,29%) |
| 30 bis 40 | 22 (14,97%) | 3 (10,71%) |
| 40 bis 50 | 25 (17,01%) | 7 (25,00%) |
| 50 bis 60 | 16 (10,88%) | 2 (7,14%) |
| 60 bis 70 | 24 (16,33%) | 5 (17,86%) |
| 70 bis 80 | 10 (6,8%) | 5 (17,86%) |
| 80 bis 90 | 2 (1,36%) | 0 (0,00%) |

## Tabelle 18: Dysphagie und Geschlecht

Aufgeführt sind die Anzahl und relative Häufigkeit einer Dysphagie bei Männern und Frauen.

| Alter | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| Männer | 119 (80,95%) | 25 (89,29%) |
| Frauen | 28 (19,05%) | 3 (10,71%) |

## Tabelle 19: Dysphagie und Lähmungsausprägung

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| Höhe | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| TA | 82 (55,78%) | 21 (75,00%) |
| TB | 15 (10,20%) | 4 (14,29%) |
| TC | 19 (12,93%) | 2 (7,14%) |
| TC | 23 (15,65%) | 1 (3,57%) |
| TE | 8 (5,44%) | 0 (0,00%) |

## Tabelle 20: Dysphagie und Lähmungshöhe

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| Höhe | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| C0 | 1 (0,68%) | 0 (0,00%) |
| C1 | 1 (0,68%) | 0 (0,00%) |
| C2 | 2 (1,36%) | 2 (7,14%) |
| C3 | 8 (5,44%) | 6 (21,43%) |
| C4 | 46 (31,29%) | 12 (42,86%) |
| C5 | 46 (31,29%) | 7 (25,00%) |
| C6 | 33 (22,45%) | 0 (0,00%) |
| C7 | 5 (3,40%) | 1 (3,57%) |
| C8 | 5 (3,40%) | 0 (0,00%) |

## Tabelle 21: Dysphagie und Anzahl Begleiterverletzungen

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| Anzahl | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| 0 | 90 (61,22%) | 15 (53,57%) |
| 1 | 26 (17,69%) | 5 (17,86%) |
| 2 | 10 (6,80%) | 2 (7,14%) |
| 3 | 8 (5,44%) | 1 (3,57%) |
| 4 | 3 (2,04%) | 4 (14,29%) |
| 5 | 10 (6,80%) | 1 (3,57%) |

## Tabelle 22: Dysphagie und Anzahl Begleiterkrankungen

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| Anzahl | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| 0 | 91 (61,90%) | 14 (50,00%) |
| 1 | 30 (20,41%) | 8 (28,57%) |
| 2 | 16 (10,88%) | 3 (10,71%) |
| 3 | 6 (4,08%) | 3 (10,71%) |
| 4 | 2 (1,36%) | 0 (0,00%) |
| 5 | 2 (1,36%) | 0 (0,00%) |

## Tabelle 23: Dysphagie und operative Versorgung

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| Zugang | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| Keine | 9 (6,12%) | 0 (0,00%) |
| Anterior | 104 (70,75%) | 18 (64,29%) |
| Posterior | 13 (8,84%) | 4 (14,29%) |
| Kombiniert | 21 (14,29%) | 6 (21,43%) |

## Tabelle 24: Dysphagie und cervicale Orthese

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| Ohne | 70 (47,62%) | 14 (50,00%) |
| Miami-J-Collar | 77 (52,38%) | 14 (50,00%) |

## Tabelle 25: Dysphagie und Halo-Fixateur

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| Ohne | 136 (92,52%) | 25 (89,29%) |
| Halo-Fixateur | 11 (7,48%) | 3 (10,71%) |

## Tabelle 26: Dysphagie und Tracheotomie

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| Keine | 96 (65,31%) | 5 (17,86%) |
| Temporär | 39 (26,53%) | 15 (53,57%) |
| Punktion | 7 (4,76%) | 4 (14,29%) |
| Plastisch | 5 (3,40%) | 4 (14,29%) |

## Tabelle 27: Dysphagie und Dauer Tracheostoma

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| Tage | Keine Dysphagie (n=37) | Dysphagie (n=14) |
|---|---|---|
| 1 bis 50 | 23 (62,16%) | 5 (35,71%) |
| 50 bis 100 | 8 (21,62%) | 4 (28,57%) |
| 100 bis 150 | 5 (13,51%) | 2 (14,29%) |
| 150 bis 200 | 0 (0,00%) | 1 (7,14%) |
| 200 bis 250 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| 250 bis 300 | 0 (0,00%) | 1 (7,14%) |
| 300 bis 350 | 0 (0,00)% | 1 (7,14%) |
| 350 bis 400 | 1 (2,70)% | 0 (0,00%) |

## Tabelle 28: Dysphagie und Beatmungstage

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| Tage | Keine Dysphagie (n=116) | Dysphagie (n=19) |
|---|---|---|
| 1 bis 20 | 107 (92,24%) | 13 (68,42%) |
| 20 bis 40 | 6 (5,17%) | 2 (10,53%) |
| 40 bis 60 | 2 (1,72%) | 2 (10,53%) |
| 60 bis 80 | 0 (0,00%) | 1 (5,26%) |
| 80 bis 100 | 0 (0,00%) | 0 (0,00%) |
| 100 bis 120 | 1 (0,86%) | 0 (0,00%) |
| 120 bis 140 | 0 (0,00%) | 1 (5,26%) |

## Tabelle 29: Dysphagie und Krankenhausaufenthalt

Dargestellt sind die Anzahl und die relative Häufigkeit in der Gruppe.

| Tage | Keine Dysphagie (n=147) | Dysphagie (n=28) |
|---|---|---|
| 1 bis 100 | 43 (29,25%) | 5 (17,86%) |
| 100 bis 200 | 49 (33,33%) | 9 (32,14%) |
| 200 bis 300 | 34 (23,13%) | 6 (21,43%) |
| 300 bis 400 | 10 (6,80%) | 2 (7,14%) |
| 400 bis 500 | 9 (6,12%) | 1 (3,57%) |
| 500 bis 600 | 2 (1,36%) | 3 (10,71%) |
| 600 bis 700 | 0 (0,00%) | 2 (7,14%) |

# 8 Lebenslauf

„Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.“

# 9 Erklärung

„Ich, Marion Kurzweil, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Retrospektive Untersuchung zum Schluckvermögen nach Verletzungen der Halswirbelsäule mit Rückenmarkverletzungen selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Die Dissertation wurde ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und stellt auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dar“.

Marion Kurzweil

Berlin, 05.11.2008

# 10 Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie Herrn Prof. Dr. med. Arneborg Ernst, Direktor der Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde des Unfallkrankenhauses Berlin, für die Überlassung des Themas, die organisatorische Betreuung, die Korrektur der Arbeit sowie die motivierende Zusammenarbeit.

Ebenfalls gilt mein besonderer Dank Herrn Dr. med. Rainer O. Seidl, Stellvertretender Direktor der Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde des Unfallkrankenhauses Berlin für den intensiven Beistand, die zahlreichen wertvollen Anregungen und Hinweise bei der praktischen Durchführung sowie für die unermüdliche Geduld und Unterstützung bei der Fertigstellung der Dissertation.

Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Dr. Andreas Niedeggen, Chefarzt des Zentrums für Rückenmarkverletzungen des Unfallkrankenhauses Berlin für die konstruktive Zusammenarbeit bedanken, dessen Mitarbeit wesentlich zur Vervollständigung und Vollendung der Arbeit beitrug.

Außerdem gilt mein Dank Frau Ricki Nusser-Müller-Busch, der sehr engagierten Logopädin des Unfallkrankenhauses für zahlreiche Literaturrecherchen, Anregungen und Diskussionspunkte.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Mann, Falk Lippitz, für das aufgebrachte Verständnis und die erhaltene allumfassende Unterstützung während der Fertigstellung meiner Dissertation.

Mein Dank gilt ebenfalls meinen Eltern und Schwiegereltern für die moralische Unterstützung, das Interesse am Verfolgen der Arbeit und nicht zuletzt die beständige Motivation.

Ein besonderes Dankeschön gilt dabei meinen Schwiegereltern Frau Dr. Gisa Lippitz und Herrn Dr. Otto Lippitz sowie Herrn Lennart Schaper für die ausgesprochen engagierte Kontrolle und Durchsicht der Arbeit.

Danke an alle Freunde und Bekannte für weitere wertvolle Tipps, Unterstützung und unermüdliche Motivation.