

**Aus der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. Ch. Jürgens
und dem
Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Ch. Jürgens**

**Ursachen, Lebenserwartung und Todesursachen bei
Menschen mit erworbener Querschnittlähmung**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
- Aus der Sektion Medizin -

vorgelegt von
Markus Andreas Northmann
aus Reinbek

Lübeck 2017

1. Berichterstatter/Berichterstatterin:

PD Dr. med. Roland Thietje

2. Berichterstatter/Berichterstatterin:

PD Dr. med. Ansgar Thümen

Tag der mündlichen Prüfung: 30.01.2018

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 30.01.2018

Promotionskommission der Sektion Medizin

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	4
1.1 EINLEITUNG	4
1.2 STAND DER FORSCHUNG	5
1.2.1 Definition der Querschnittlähmung	5
1.2.2 AIS-Klassifikation	7
1.2.3 Epidemiologie der Querschnittlähmung.....	9
1.2.4 Lähmungsassoziierte, potentiell lebenslimitierende Komplikationen	10
1.2.4.1 Pneumonien	10
1.2.4.2 Aufsteigende Harnwegsinfektionen	12
1.2.4.3 Druckgeschwüre.....	12
1.2.4.4 Autonome Dysreflexie	13
1.2.4.5 Posttraumatische Syringomyelie	13
1.2.4.6 Suizidalität	14
1.3 FRAGESTELLUNG UND STUDIENZIEL	14
2. MATERIAL UND METHODEN.....	15
2.1 ETHIK.....	15
2.2 STUDIENDESIGN: PATIENTENKOLLEKTIV UND DATENERFASSUNG.....	15
2.3 STATISTISCHE AUSWERTUNG	16
3. ERGEBNISSE.....	18
3.1 AUSWERTUNG VON 469 TODESFÄLLEN	18
3.1.1 Geschlechterverteilung.....	18
3.1.2 Verteilung des Lähmungsniveaus	19
3.1.3 Altersverteilung bei Lähmungseintritt	21
3.1.4 Nicht traumatische Lähmungsursachen	22
3.1.5 Traumatische Lähmungsursachen	25
3.1.6 Entwicklung der Überlebenszeiten	26
3.1.7 Todesursachen bei Para- und Tetraplegikern	27
3.1.8 Sterberaten nach Lähmungseintritt	30

3.2 ANALYSE DER TODESFÄLLE VON 190 TRAUMATISCHEN QUERSCHNITTLÄHMUNGEN .	31
3.2.1 Alters- und Geschlechterverteilung	32
3.2.2 Lähmungsursachen	33
3.3.3 Todesursachen bei Para- und Tetraplegikern	34
3.3.4 Überlebenszeiten nach Läsionshöhe	36
3.3.5 Überlebenszeiten nach Kostenträger	39
3.3.6 Todesursachen nach Kostenträger	42
4. DISKUSSION	45
5. FAZIT	57
6. ZUSAMMENFASSUNG	58
7. LITERATURVERZEICHNIS	59
8. ANHANG.....	64
9. DANKSAGUNG	65
10. LEBENSLAUF	66
EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	67

Abkürzungsverzeichnis

Abb.:	Abbildung
AIS:	American Spinal Injury Association Impairment Scale
ASIA:	American Spinal Injury Association
BG:	Berufsgenossenschaft
BGKH:	Berufsgenossenschaftliches Klinikum Hamburg
C:	Cervikal (z.B. C2 = 2. Cervikalsegment)
ISCoS:	International Spinal Cord Society
KK:	Gesetzliche Krankenkasse
L:	Lumbal (z.B. L2 = 2. Lumbalsegment)
PAVK:	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
QSL:	Querschnittlähmung
QZ:	Querschnittgelähmten-Zentrum
S:	Sakral (z.B. T2 = 2. Sakralsegment)
SCI:	Spinal Cord Injury
SGB:	Sozialgesetzbuch
sog.:	sogenannt
T:	Thorakal (z.B. T2 = 2. Thorakalsegment)
WHO:	World Health Organization

1. Einleitung und Fragestellung

1.1 Einleitung

Das Krankheitsbild der Querschnittlähmung wurde erstmalig von Imhotep etwa 2.800 v. Chr. beschrieben. Seinerzeit betrug die Überlebenschance nach Eintritt einer Querschnittlähmung nur wenige Tage. Bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts galt es als gesichert, dass eine Querschnittlähmung langfristig nicht mit dem Leben vereinbar ist. Die Erfahrung zeigte über Jahrhunderte, dass die Betroffenen in Abhängigkeit von der Lähmungshöhe an den typischen Komplikationen Lungenentzündung, Dekubitus und aufsteigenden Harnwegsinfektionen starben. Insbesondere hohe Halsmarkläsionen führten aufgrund der eingeschränkten Atemfunktion rasch zur Pneumonie und damit in Ermangelung therapeutischer Möglichkeiten zum Tod (49).

Die Entwicklung operativer Stabilisierungsmöglichkeiten und intensivmedizinischer Versorgungsstrukturen sowie der Wille, das scheinbar unabwendbare Schicksal durch rehabilitative Maßnahmen abzuwenden, führte in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu einer grundsätzlichen Änderung der Situation. Meilensteine der Entwicklung waren die Gründung von Querschnittgelähmten-Zentren, die beginnend 1959 in Bochum sukzessive die flächendeckende Versorgung der Patienten sicherstellte. Die Entwicklung spezieller Operationstechniken zur Befreiung des verletzten Spinalkanals von komprimierenden Knochenteilen, die Entwicklung von sicheren Systemen zur Vermeidung von Harnwegsinfekten und die Optimierung der Hilfsmittelversorgung zur Protektion von Weichteilschäden taten ihr Übriges, um die Wahrscheinlichkeit lebensbedrohlicher Lähmungstypischer Komplikationen zu reduzieren (35).

Infolge dessen hat sich in den letzten 70 Jahren die Lebenserwartung bei einer Querschnittlähmung kontinuierlich gesteigert. Trotzdem geht das Krankheitsbild auch heute noch mit erhöhter Mortalität und Reduktion der Lebenserwartung einher. Ausmaß der Mortalität und Einschränkung der Lebenserwartung gestalten sich im internationalen Vergleich sehr unterschiedlich. Ursächlich hierfür sind Unterschiede hinsichtlich Qualität und Quantität der vorhandenen Versorgungsstrukturen. Die Qualität der Ersthelfermaßnahmen, der

Primärversorgung und der anschließenden medizinisch-rehabilitativen Versorgung hat entscheidende Bedeutung für die Mortalitätsraten. Gerade in Ländern mit geringem Einkommen sterben auch heute noch viele Menschen an vermeidbaren Komplikationen (6).

1.2 Stand der Forschung

1.2.1 Definition der Querschnittlähmung

Das Rückenmark ist die Nervenstruktur, die die Informationen vom Gehirn in die Peripherie unterhalb des Kopfes weiterleitet und im Gegenzug Informationen aus der Peripherie zum Gehirn zurückmeldet. Eine Querschnittlähmung ist die Folge einer Läsion des Rückenmarkes auf segmentaler Ebene mit entsprechenden Ausfällen von motorischen, sensiblen und autonomen Funktionen. Das Ausmaß der Funktionsausfälle wird durch die Lokalisation des Schadens innerhalb des Rückenmarks und durch das Ausmaß der Schädigung definiert (39)

Liegt die Schädigung in Höhe des Halsmarkes sind funktionelle Einschränkungen an den oberen und den unteren Extremitäten sowie im Rumpfbereich zu erwarten. Dieses Krankheitsbild wird, da im Regelfall alle vier Extremitäten betroffen sind, als Tetraplegie bezeichnet. Liegt die Schädigung unterhalb der Halswirbelsäule im Bereich der Brust oder Lendenwirbelsäule, ist davon auszugehen, dass die oberen Extremitäten nicht betroffen sind. Man spricht von einer Paraplegie.

Aufgrund des segmentalen Aufbaus der Wirbelsäule lassen sich aus den Funktionseinschränkungen einzelner Kennmuskeln Rückschlüsse auf Ort und Ausmaß der Rückenmarkschädigung ziehen.

Neben den unmittelbar verständlichen motorischen und sensiblen Ausfällen nach Eintritt einer Querschnittlähmung kommt es zu lähmungsbedingten Störungen autonomer Funktionen. Diese betreffen im Wesentlichen die Harnblase sowie die Funktionen des Verdauungstraktes. Darüber hinaus resultieren vegetative Regulationsstörungen von Atmung, Herz-Kreislauf sowie Schweiß- und Temperaturregulation. Abb.1 zeigt die Präsentation der spinalen Dermatome.

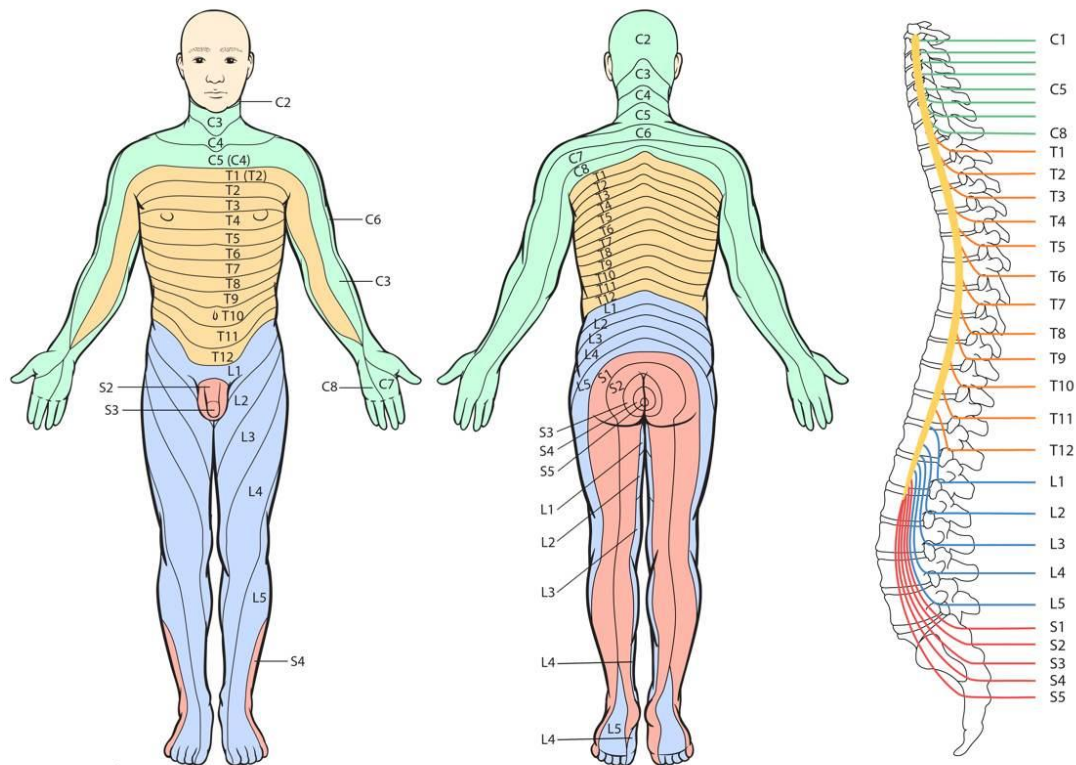


Abb. 1: Präsentation der spinalen Dermatome (ASIA-ISCOs neurological classification worksheet)

Tabelle 1 zeigt die Kennmuskeln der oberen und unteren Extremitäten. Diese definieren im Falle einer Querschnittlähmung das motorische Niveau der Schädigung.

Tab. 1: Kennmuskeln der oberen und unteren Extremitäten

C 4 : M. deltoideus	Schulterabspreizung
C 5 : M. biceps brachii	Ellenbogenbeugung
C 6 : M ext. radialis	Handgelenkstreckung
C 7 : M triceps brachii	Ellenbogenstreckung
C 8 : M abductor digitorum	Fingerspreizung
T 1 : M adductor pollicis	Daumenanführung
L 2 : M. iliopsoas	Hüftbeugung
L 3 : M. quadriceps	Kniestreckung
L 4 : M. tibialis ant.	Fußhebung
L 5 : M extensor hallucis longus	Großzehenstreckung
S 1 : M triceps surae	Fußsenkung

1.2.2 AIS-Klassifikation

Die AIS-Klassifikation (American Spinal Injury Association Impairment Scale) ist die weltweit anerkannte und eingesetzte Klassifikation zur Beschreibung. Sie wurde von der American Spinal Injury Association (ASIA) entwickelt. Das Lähmungsniveau wird durch den letzten, noch voll kräftigen Kennmuskel bestimmt. Anschließend wird geprüft, ob im tiefsten Segment (S5) Motorik oder Sensibilität vorhanden ist. Konkret bedeutet dies, dass geprüft wird, ob der Proband im Analbereich sensibel ist und ob er in der Lage ist, den Analsphinkter willentlich zu schließen. Hieraus ergibt sich, ob der Proband komplett gelähmt ist (AIS A) oder nicht. Besteht im Analbereich Sensibilität, unterhalb der Läsionshöhe des Rückenmarkes jedoch keinerlei Willkürmotorik, handelt es sich um eine inkomplette Lähmung vom Typ AIS B. Zeigt die Untersuchung bei Sensibilität und/oder Motorik im Analbereich Willkürmotorik unterhalb des Lähmungsniveaus, entscheidet die Untersuchung der Kraftgrade nach Janda, ob es sich um eine inkomplette Lähmung vom Typ C oder D handelt. Zeigt die neurologische Untersuchung bei Sensibilität im tiefsten Segment motorische Restfunktionen unterhalb bis zu 2 Segmenten, so spricht man von sogenannten Übergangsegmenten. Nach AIS verbleibt der Patient in der Klasse Typ B (12). Abb. 2 zeigt das Arbeitsblatt, das weltweit anerkannt die Grundlage der Klassifizierung nach AIS-Klassifikation darstellt

1.2.3 Epidemiologie der Querschnittlähmung

Derzeit leben ca. 100.000 Menschen mit einer erworbenen Querschnittlähmung in Deutschland. Die Inzidenz beträgt im Jahr durchschnittlich 32 / 1.000.000 Einwohnern. Verlässliche, zentral erfasste Zahlen aus Deutschland zur Lebenserwartung nach Eintritt einer Querschnittlähmung, Ursachen einer Querschnittlähmung und Todesursachen existieren nicht. Lediglich einzelne Veröffentlichungen und wenige Kongressvorträge beschäftigen sich mit der genannten Fragestellung, obwohl diese nicht nur gesellschaftspolitisch, sondern auch sozioökonomisch von Relevanz ist. Der Arbeitskreis Querschnittlähmung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung erhebt seit 1976 in den angeschlossenen Behandlungszentren epidemiologische Daten.

Die Analyse der internationalen Literatur ist diesbezüglich auch wenig aufschlussreich. Es finden sich nur wenige Veröffentlichungen, die über epidemiologische Aspekte wie Ursachen der Lähmung, Inzidenz, Prävalenz und Geschlechterverteilung hinausgehen.

Hinsichtlich der Ursachen der Querschnittlähmung werden grundsätzlich traumatische von nicht-traumatischen unterschieden.

Die traumatischen Ursachen sind im Wesentlichen Folge von Verkehrsunfällen, Arbeitsunfällen, Sport- und Freizeitunfällen sowie sogenannten Flachwassersprüngen. Folgen von Suizidversuchen oder Gewalt sind weitere eher seltene Ursachen einer traumatischen Querschnittlähmung. Diese Aussage gilt für Deutschland. Die Betrachtung der international veröffentlichten epidemiologischen Daten weist z.T. grobe Unterschiede auf. Dies gilt insbesondere für die Häufigkeit von Gewalt oder Verkehrsunfällen (40).

Die nicht traumatischen erworbenen Querschnittlähmungen resultieren häufig aus altersassoziierten Erkrankungen. Dies gilt insbesondere für Durchblutungsstörungen, Blutungen, Infektionen, Tumoren und Metastasen.

Das höchste Mortalitätsrisiko für Patienten mit SCI liegt im ersten Jahr nach Eintritt der Lähmung (37).

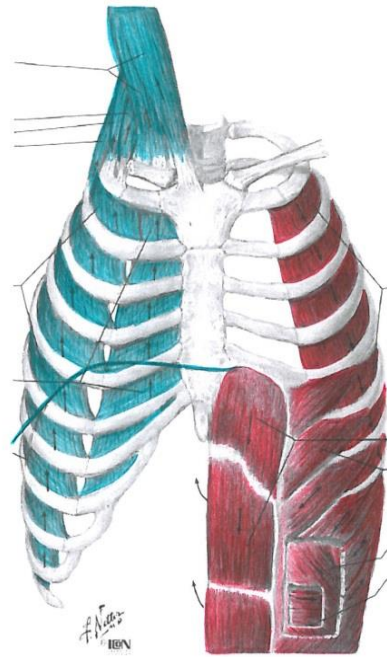
1.2.4 Lähmungsassoziierte, potentiell lebenslimitierende Komplikationen

Eine Querschnittlähmung ist eine schwerwiegende systemische Erkrankung des menschlichen Körpers, die mit der Gefahr der Entwicklung bedrohlicher allgemeiner Komplikationen einhergeht. Dies gilt aufgrund des reduzierten Aktivitätsniveaus insbesondere für kardiopulmonale Erkrankungen, PAVK, Adipositas, Diabetes mellitus und Osteoporose.

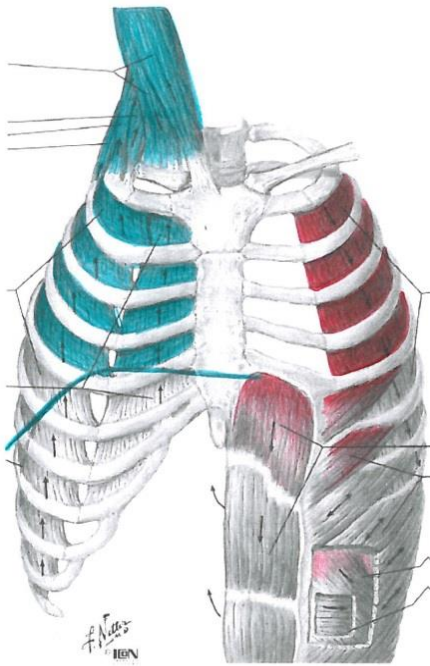
Besondere lähmungsassoziierte Komplikationen sind:

1.2.4.1 Pneumonien

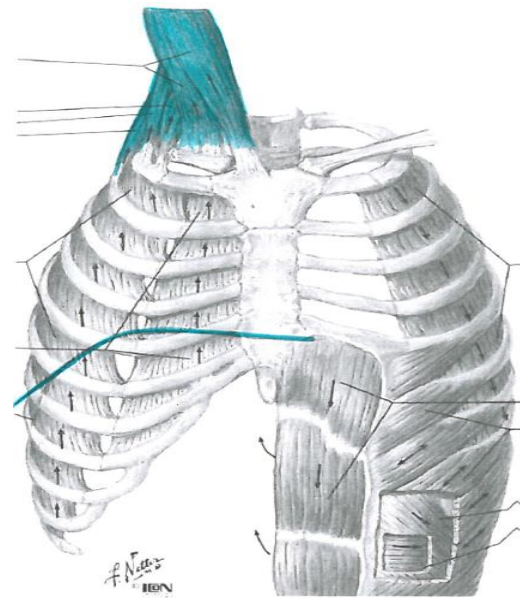
In Abhängigkeit von Lähmungshöhe und Lähmungsausmaß resultieren eine Einschränkung oder der Totalausfall von Zwerchfell bzw. in- und expiratorischer Muskulatur. Die folgende Abbildung 3 zeigt dies schematisch.



Fußgänger



Paraplegiker



Tetraplegiker

Abb. 3: Müller G: SCI and respiratory function. in: Müller G (Hrsg.) Respiration in Spinal Cord Injury: time-courses and training. 1. Aufl., 16, Ponsen & Looijen, Wageningen (2008)

Dies führt zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Beeinträchtigung der Vitalkapazität und der Atemzugvolumina, was einerseits die allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit reduziert und andererseits zu einer erhöhten Empfänglichkeit für pulmonale Infektion führt. Da nahezu jede Pneumonie mit einem strukturellen und funktionellen Defekt abheilt, führen wiederholte Infektionen gerade bei Tetraplegikern zu chronischen Lungenschädigungen. Dies erklärt die Häufigkeit der Pneumonie als Todesursache.

Gerade bei Tetraplegikern gehen die Einschränkung der Beweglichkeit der Halswirbelsäule sowie die unfall- oder operationsbedingte Schädigung der Halsweichteile in bis zu 20 % mit Schluckstörungen einher. Diese erhöhen nochmals das Risiko einer Pneumonie (18).

1.2.4.2 Aufsteigende Harnwegsinfektionen

Die Urosepsis war bis vor wenigen Jahrzehnten die häufigste Todesursache bei Menschen mit Querschnittlähmung. Der intermittierende Selbstkatheterismus gilt als der „Goldstandard“ in der Behandlung der neurogenen Blasenfunktionsstörung. Trotzdem treten aufgrund der lähmungsbedingten Verletzlichkeit des Urogenitaltraktes häufig Harnwegsinfekte auf, die bei verzögerter Diagnostik und im Wiederholungsfall zur Chronifizierung neigen. Aufsteigende Harnwegsinfektionen können zu akuten und chronischen Nierenbeckenentzündungen führen und damit zum dauerhaften Verlust der Nierenfunktion und konsekutiver Dialysepflicht. Relativ häufig finden sich Harnblasenkarzinome nach langjähriger Querschnittlähmung. Mittlerweile gilt die Kausalität als bewiesen (7).

1.2.4.3 Druckgeschwüre

Für die Intaktheit des menschlichen Integuments ist eine permanente Mobilität des Körpers erforderlich. Ist dies nicht gewährleistet, kommt es zu Durchblutungsstörungen in den druckbelasteten Arealen. Ist die individuell unterschiedliche Kompensationsfähigkeit überschritten, entwickeln sich Drucknekrosen, die sich superinfizieren können. Resultat dieser Entwicklung ist

ein Druckgeschwür. Aufgrund der lähmungsbedingten Immobilität einerseits und der fehlenden Schutzsensibilität andererseits ist ein Querschnittgelähmter weit überproportional gefährdet, einen Dekubitus zu entwickeln. Da infizierte Druckgeschwüre ohne adäquate Behandlung häufig in eine Sepsis münden, ist die limitierende Wirkung auf die Überlebensrate unmittelbar verständlich (23).

1.2.4.4 Autonome Dysreflexie

Aus anatomischen Gründen besteht bei Querschnittlähmungen oberhalb T4 eine besondere Gefahr der Entgleisung des Zusammenspiels zwischen sympathischen und parasympathischen Nervensystem. Daher können ausgeprägte parasympathische Reize wie „mit hohem Druck gefüllte Harnblase“, Schmerzereignisse oder ausgeprägte sexuelle Erregung zu der beschriebenen Dysregulation führen. Die Folge sind massive Blutdruckerhöhungen, die u.a. mit starken Kopfschmerzen, kardialen Dekompensationen oder Hirnblutungen einhergehen können. Da das Krankheitsbild kaum bekannt ist, wird es regelhaft nicht diagnostiziert und folglich auch nicht richtig behandelt. Entsprechend selten wird die Komplikation als Todesursache dokumentiert. Hieraus resultiert eine Mortalität von bis zu 20 % (46).

1.2.4.5 Posttraumatische Syringomyelie

Die posttraumatische Syringomyelie ist eine flüssigkeitsgefüllte Hohlräumung im Rückenmark, die sich auf dem Niveau der Verletzungsstelle des Rückenmarks entwickelt und sich von dort aus (meist) nach kranial fortsetzt. Es resultiert eine druckbedingte neurologische Verschlechterung im Sinne eines Ansteigens des Lähmungsniveaus nach oben. Erreicht die Syringomyelie das Halsmark oder gar den Hirnstamm, kann es zu Beeinträchtigungen der Atemfunktionen und damit zu schwerwiegenden respiratorischen Komplikationen bis zum Eintritt des Todes kommen. Während die neurologische Verschlechterung relativ häufig festzustellen ist, gilt die aufsteigende Syringomyelie mit Beeinträchtigung der Atemfunktionen als Rarität (20).

1.2.4.6 Suizidalität

Laut statistischem Bundesamt machte Suizidalität im Jahre 2010 etwa 1,2% aus. Suizidalität ist bei Menschen mit erworbener Querschnittlähmung verglichen mit der Durchschnittsbevölkerung in Deutschland etwa doppelt so hoch.

Dies zeigt sich auch in der internationalen Literatur. Exakte Daten aus Deutschland zur Häufigkeit und zur Verteilung bei bestimmten Lähmungssituationen liegen hierzu jedoch außerhalb der vorgelegten Studie nicht vor (11).

Eine Sondergruppe stellen Patienten dar, die augenscheinlich durch ihre mangelhafte Compliance billigend In Kauf nehmen, dass durch rezidivierende Infektionen (Pneumonien, Dekubitus, Harnwegsinfekte) der Sterbeprozess sukzessive voranschreitet. Da die Detektion derartiger Fälle schwierig und die Grauzone sicherlich groß ist, gibt es hierzu nirgendwo exakte Daten.

1.3 Fragestellung und Studienziel

Verlässliche, zentral erfasste Zahlen aus Deutschland zu der Lebenserwartung nach Eintritt einer Querschnittlähmung, zu den Ursachen einer Querschnittlähmung und zu den Todesursachen existieren nicht. Die vorliegende Arbeit analysiert daher die im Rahmen einer monozentrisch durchgeführten Erhebung untersuchten 469 Todesfälle. Hierbei werden sowohl unfallbedingte, als auch krankheitsbedingte Querschnittlähmungen untersucht.

Die Kernfragen der vorliegenden Arbeit lauten:

1. Wie verhält sich nach Eintritt einer Querschnittlähmung die Lebenserwartung bezogen auf die Höhe des Lähmungsniveaus und das Ausmaß der Lähmung?
2. Welche lähmungsspezifischen Komplikationen sind ursächlich für die Lebenserwartung?
3. Welche Kontextfaktoren (z.B. Kostenträger, berufliche Situation) haben Einfluss auf die Langzeitergebnisse?

Die Ergebnisse werden schließlich mit der internationalen Datenlage verglichen und diskutiert.

2. Material und Methoden

2.1 Ethik

Für diese Forschungsarbeit wurden die nach § 15 Abs. 1 die in der Deklaration von Helsinki des Weltärztebundes in der Fassung der 64. Generalversammlung 2013 in Fortaleza niedergelegten ethischen Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen beachtet.

Im Rahmen des Promotionsverfahrens wurde der Ethikkommission der Universität zu Lübeck unter dem Aktenzeichen 17-241A das Forschungsprojekt angezeigt und eine Studienskizze vorgelegt. Die Anzeige wurde bearbeitet und positiv beschieden.

2.2 Studiendesign: Patientenkollektiv und Datenerfassung

Seit 01.07.1997 wird jeder im Querschnittgelähmten-Zentrum Hamburg wegen einer frischen Querschnittlähmung aufgenommene Patient sowie jeder wegen einer Komplikation aufgenommene Patient in eine Datenbank aufgenommen. In den sog. Filemaker (Filemaker®) fließen neben epidemiologischen Daten eine Vielzahl von Diagnosen, Nebendiagnosen, Behandlungsdaten und Prozeduren ein. Hierzu gehören auch Erkenntnisse über Sterbezeitpunkt und Todesursache. Gelangen Informationen über das Ableben eines Patienten in die Klinik, werden die erforderlichen Informationen der Totenbescheinigung entnommen. Liegt diese nicht vor, wird Kontakt zu dem vor Ort behandelnden Arzt aufgenommen. Regelmäßig werden auch die Angehörigen kontaktiert, um das Bild hinsichtlich der Todesumstände abzurunden. Da in Deutschland nur noch selten Sektionen und Obduktionen vorgenommen werden, entspricht die dokumentierte Todesursache überwiegend dem Ergebnis einer kritischen Diskussion der Umstände des Todes, ist jedoch keine wissenschaftlich exakte.

Insgesamt wurden im untersuchten Patientengut (6.650 Erst- und 14.313 Wiederaufnahmen) bis zum 31.05.17 469 Todesfälle detektiert. Hierbei handelt es sich um das weltweit größte untersuchte Kollektiv einer einzelnen Klinik. Die Fälle

wurden aus der beschriebenen Datenbank (Filemaker) extrahiert und in separate Access- Datenbank implementiert.

Die aus dem Filemaker extrahierten Daten wurden vor der Verarbeitung anonymisiert. So wurden beispielsweise persönliche Daten wie Adresse, Telefonnummer, Krankenkasse und ähnliches nicht aus den vorhandenen Datensätzen übernommen. Name und Geburtsdatum wurden durch Alter in Jahren ersetzt.

2.3 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung der erhobenen Daten wurde das Programm der Software SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) genutzt. SAS 9.2 ist eine Software zum Management und statistischen Analyse von Daten. Die Software beinhaltet die statistische Verarbeitung von Daten und greift dabei auf die üblichen Analyseverfahren und Tests zurück. Eine grafische Verarbeitung der Daten ist ebenfalls möglich.

Sowohl die Mittel der deskriptiven Statistik wie Häufigkeitsverteilungen, Bestimmung des Mittelwerts, Minimums, Maximums und der Standardabweichung als auch verschiedene statistischen Tests fanden Anwendung. In den meisten Studien wird der Mittelwert zum Vergleich der Ergebnisse herangezogen. Es lohnt jedoch in jedem Falle auch ein Blick auf den Median zu werfen, welcher sich robuster gegen Ausreißerwerte zeigt. Mittels des Shapiro-Wilk-Tests wurden die Daten auf das Vorliegen einer Normalverteilung geprüft. Wenn keine Normalverteilung vorlag, wurden nichtparametrische Testverfahren angewendet. Der Wilcoxon Signed-Rank-Test wurde für den Test auf Differenz zwischen Medianwerten von zwei Gruppen durchgeführt. Der Kruskal-Wallis-Test wurde für den Test von mehr als zwei Gruppen bei Vorliegen von nicht normalverteilten Daten.

Das statistische Signifikanzniveau wurde für alle Teste in dieser Arbeit auf $P < 0,05$ gesetzt.

Der Chi-Quadrat-Test wurde benutzt, um eine Beziehung zwischen qualitativen Merkmalen zu zeigen.

Die Box-Plots dieser Arbeit wurden mit der Software SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) erstellt. Sämtliche andere Grafiken wurden mit der Software Microsoft® Excel (Microsoft, Redmond, USA) angefertigt.

3. Ergebnisse

Es findet zunächst eine Auswertung von 469 uns bekannten Todesfällen bei Querschnittlähmung statt. Anschließend erfolgt eine Analyse von 190 Todesfällen bei traumatischer Ätiologie der Querschnittlähmung, bei denen zum Zeitpunkt des Lähmungseintritts keine relevanten Vorerkrankungen bekannt waren.

3.1 Auswertung von 469 Todesfällen

3.1.1 Geschlechterverteilung

Der Anteil der Männer beträgt 83,2 % (n=390), der der Frauen 16,8 % (n=79). Während bei Männern mit 258 traumatischen und 132 nicht traumatischen Querschnitten das Verhältnis nahezu 2:1 ist, liegt das Verhältnis bei Frauen mit 37:42 bei 0,88:1. Schematisch dargestellt wird dies in Abbildung 4. Frauen erleiden wesentlich häufiger QSL nicht traumatischer Genese als traumatischer. Dies zeigt Abbildung 5. Während das Verhältnis zwischen Männern und Frauen beträgt bei traumatischen Querschnittlähmungen bei 4,86 : 1 liegt, beträgt das Verhältnis bei nicht traumatischen Querschnittlähmungen 3,77 : 1. Prüft man, wie in Abbildung 6 dargestellt, die Geschlechterverteilung bezogen auf verschiedene Lähmungshöhen, so stellt man fest, dass das Verhältnis zwischen Männern und Frauen bei hoch cervikalen Lähmungen (C0-C4) 7,2: 1 beträgt, während es bei tiefen Tetraplegikern (C5-C8) und Paraplegikern zwischen 3,8 : 1 und 5,1 : 1 schwankt.

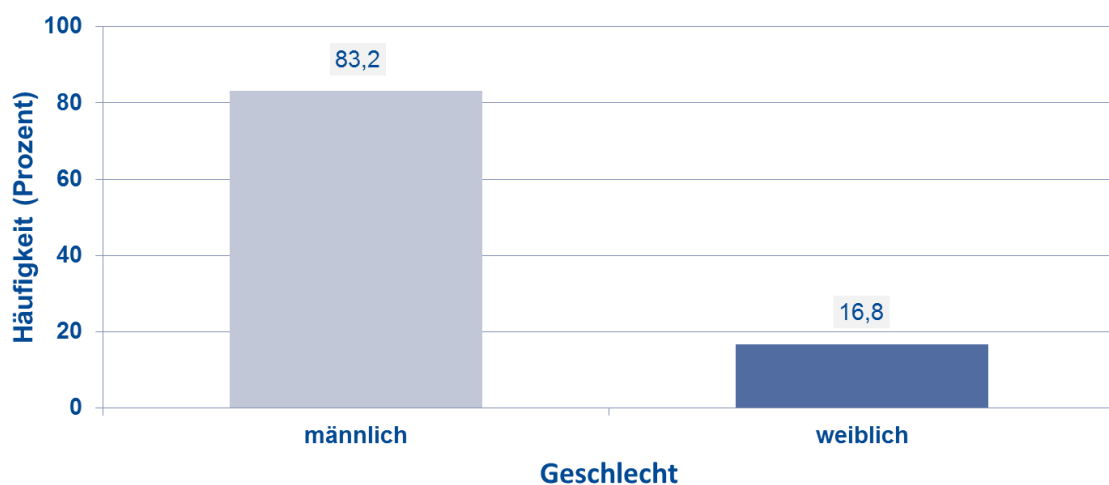


Abb. 4: Geschlechterverteilung (n = 469)

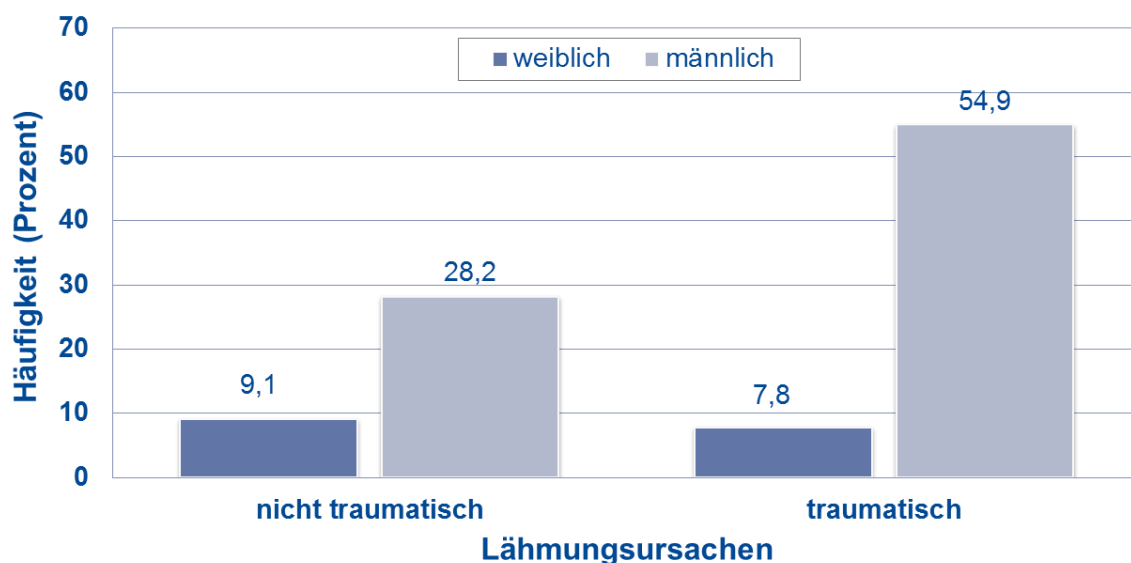


Abb. 5: Geschlechterverteilung / Lähmungsursachen (n = 469)



Abb. 6: Läsionshöhe / Geschlechterverteilung (n = 469)

3.1.2 Verteilung des Lähmungsniveaus

Über den gesamten Untersuchungszeitraum beträgt das Verhältnis zwischen Para- und Tetraplegikern etwa 50:50. Im zeitlichen Verlauf nimmt der Anteil der Tetraplegiker geringfügig zu. Dies erklärt sich einerseits aus dem Rückgang

unfallbedingter Paraplegien und andererseits aus der Zunahme krankheitsbedingter Tetraplegien. Differenziert man die Gruppe der Tetraplegiker in die hoch halsmarkgelähmten (C0 - C4 = ohne Hand- und z.T. ohne Zwerchfellfunktionen) und die tiefen Tetraplegiker (C5 - C8, mit eingeschränkten Handfunktionen), so zeigt sich ein Verhältnis von ungefähr 2:1. Ein Verhältnis von etwa 1:1,4 ergibt sich im Vergleich zwischen hohen Paraplegikern (T1 - T7, ohne wesentliche Rumpffunktionen) und den tiefen Paraplegikern (T8 - S5, mit wesentlichen Rumpffunktionen). Siehe hierzu Abbildung 7.

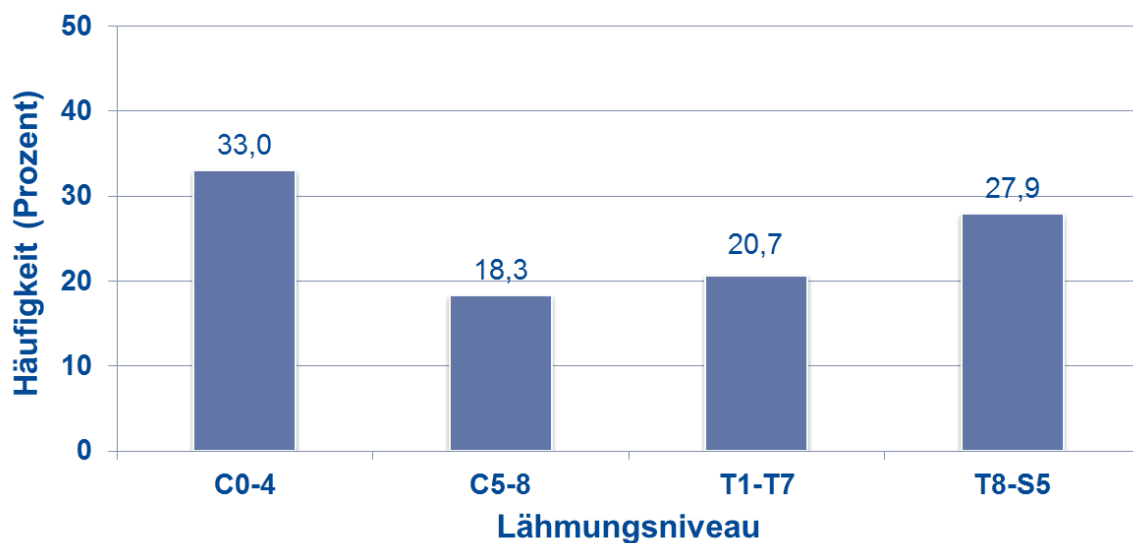


Abb. 7: Verteilung des Lähmungsniveaus (n = 469)

In Abbildung 8 erfolgt eine weitere Differenzierung der Läsionshöhen hinsichtlich der Frage funktionell verwertbarer Restfunktionen unterhalb der Läsionshöhe (AIS-Typen A + B ohne Funktionalität, AIS-Typen C + D mit Funktionalität) Im zeitlichen Verlauf zeigt sich bei den unfallbedingten Querschnittlähmungen keine Änderung der Verteilungsmuster. Dies ergibt sich daraus, dass die Schädigungshöhe des Rückenmarkes im Falle eines Unfalls im Wesentlichen aus der Anatomie der Wirbelsäule bzw. aus den sich hieraus ergebenden biomechanischen Belastungen ergeben.

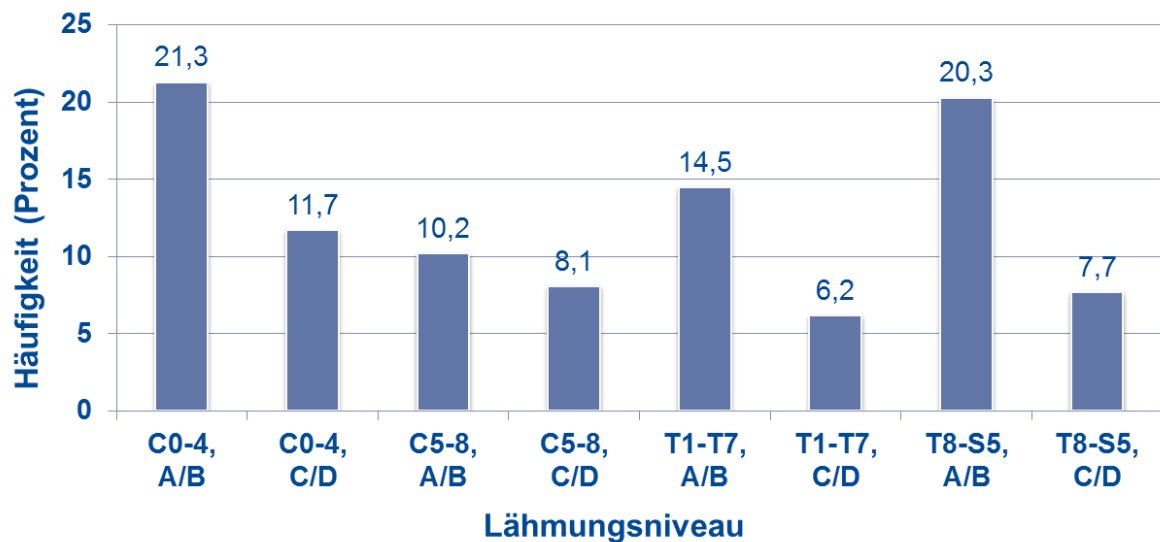


Abb. 8: Verteilung des Lähmungsniveaus (n = 469)

3.1.3 Altersverteilung bei Lähmungseintritt

Die Verteilung des Lähmungseintritts nach Alter zeigt erwartungsgemäß einen Peak für traumatisch bedingte Querschnittslähmungen im jungen Alter und im Erwachsenenalter. Angeborene Querschnittslähmungen (z.B. bei Spina bifida) sind in vier Fällen in der Studie unter „sonstige“ erfasst. Eine besondere Gruppe stellen die hoch tetraplegischen Kleinkinder dar, deren Schädigungshöhe sich mit dem überproportional hohen Gewicht des Kopfes im Vergleich zum Restkörper erklärt. Krankheitsbedingte Querschnittslähmungen, die unterhalb von 20 Jahren auftreten sind in aller Regel Folge von akuten Durchblutungsstörungen oder Gefäßmalformationen.

Mit steigendem Lebensalter verschiebt sich der Anteil der traumatisch bedingten Lähmungen hin zu den nicht traumatischen. Diese Entwicklung verschiebt sich mit 4,5 % erstmals ab der 5. Lebensdekade in Richtung der traumatischen Ursachen, wobei die nicht traumatischen Ursachen im weiteren Verlauf niemals überholt werden. Interessant ist der mit 40 % hohe Anteil der traumatisch bedingten Querschnittslähmungen in der Altersgruppe über 80 Jahre. Ursächlich hierfür ist häufig eine Koinzidenz zwischen altersbedingten Problemen (z. B. Kreislaufdysregulationen, Sehstörungen, reduzierte Mobilität) und hieraus resultierender Sturzneigung, die gerade bei vorbestehenden degenerativen

Wirbelsäulenveränderungen leicht zu Verletzungen des Spinalkanals mit Lähmungen führen kann. Während der Anteil krankheitsbedingter QSL zwischen dem 60. und dem 70. Lebensjahr fast doppelt so hoch wie der Anteil verletzungsbedingter QSL, nimmt die Bedeutung krankheitsbedingter Lähmungsursachen ab dem 70. Lebensjahr wieder signifikant ab. Schematisch stellt dies die Abbildung 9 dar.

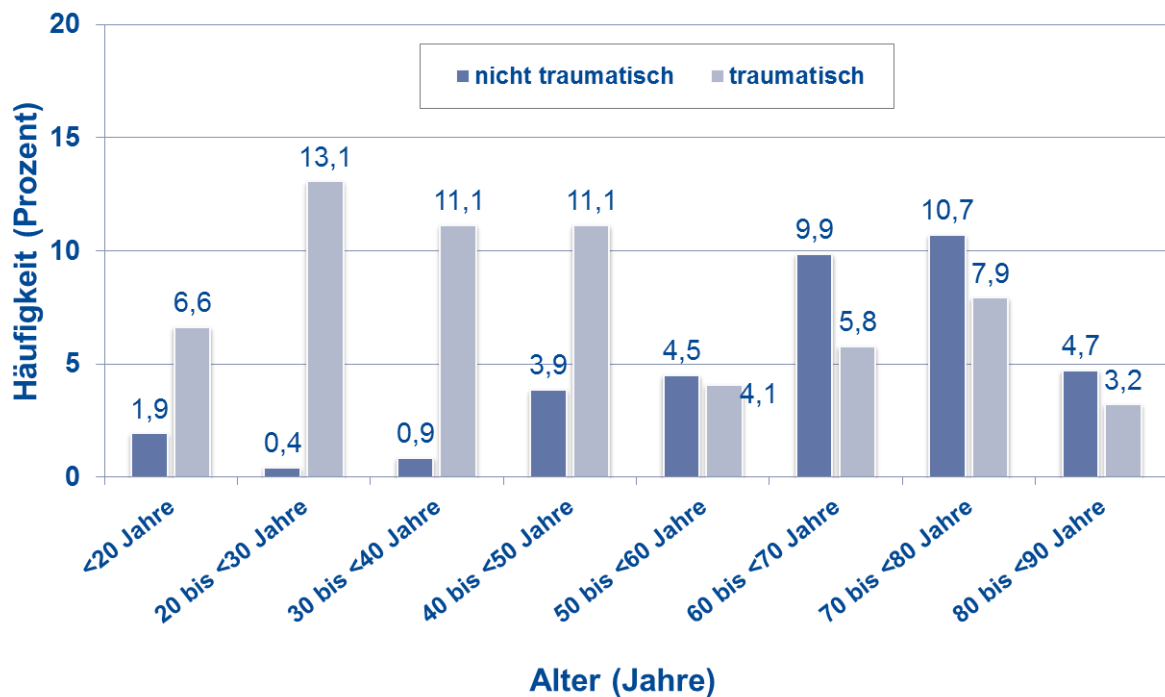


Abb. 9: Altersverteilung bei Lähmungseintritt (n = 469)

3.1.4 Nicht traumatische Lähmungsursachen

Die Ursachen nicht traumatischer Lähmungen (n = 174) sind im Wesentlichen auf altersassoziierte Erkrankungen zurückzuführen (Abb. 10). Die häufigsten Ursachen sind mit 29,3 % (n= 51) Tumoren bzw. Metastasen von Tumoren im Spinalkanal. Der häufigste zu Osteolysen in der Wirbelsäule und zu konsekutiven Verlegungen des Spinalkanals führende Tumor ist das Prostatakarzinom. Häufig wachsen Metastasen von Tumoren auch verdrängend. Primäre Tumoren der Neuralstrukturen im Rückenmarkkanal, die durch Verdrängung

Lähmungserscheinungen auslösen sind - abgesehen von Meningeomen - Raritäten.

Die zweitgrößte Ursachengruppe stellen mit 22,4 % (n= 39) Erkrankungen des Herz-, Kreislaufsystems dar. Die Genese der Lähmung resultiert entweder durch Arteriosklerose, die zu einer voranschreitenden Verengung der das Rückenmark ernährenden Blutgefäße führt oder durch thrombembolischen Verschluss der entsprechenden Blutgefäße. Darüber hinaus führen oftmals Blutungen in den Spinalkanal als Folge medikamentöser Eingriffe in die Blutgerinnung zur Querschnittlähmung.

Die drittgrößte Gruppe nicht traumatischer Lähmungsursachen stellen mit 21,8 % (n = 38) die Spondylodiszitiden dar. Spondylodiszitiden entstehen im Regelfall nicht primär dort. Sie sind meistens Folge einer septischen Streuung eines Infektherdes. Außerordentlich häufig besteht ein Zusammenhang mit einem Diabetes mellitus oder einer Dauermedikation mit Kortikosteroiden.

Eine weitere Entität stellen mit 6,9 % (n = 12) degenerative Veränderungen der Wirbelsäule dar, die mit einer zunehmenden Einengung des Rückenmarkkanals einhergehen. Auslöser für die Lähmung sind dann entweder der durch die Verengung ständig größer werdende Druck auf das Rückenmark, der letztlich zum Untergang von Nervengewebe führt oder Bagatellverletzung, die ohne adäquates Ereignis aufgrund fehlender Ausweichmöglichkeiten des Rückenmarkes zu einer strukturellen Läsion desselben führen.

Seltene Ursachen sind mit 3,4 % (n = 6) primäre Entzündungen des Rückenmarkes im Sinne einer Myelitis, deren Ursache im Regelfall nicht abschließend geklärt werden kann. Meist wird eine virale Genese diskutiert. Die Multiple Sklerose, die häufig mit Lähmungserscheinungen auch auf spinaler Ebene einhergeht, gilt nicht als Querschnittlähmung im eigentlichen Sinne und ist daher auch nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

Die Osteoporose ist sehr häufig Ursache von pathologischen Frakturen der Wirbelsäule. Selten hingegen (4,6 %, n = 8) kommt es jedoch zu Verlegungen des Spinalkanals mit konsekutiver Schädigung des Rückenmarks.

In drei Fällen (1,7 %) war die Querschnittslähmung Folge einer abszedierenden Infektion im Spinalkanal

Eine sehr kleine Gruppe stellen nicht traumatische Querschnittslähmungen bei Jugendlichen dar. In der untersuchten Population finden sich 6 Fälle, deren Ursachen nicht eindeutig geklärt sind. Sie werden unter den Querschnittslähmungen kardiovaskulärer Ätiologie subsummiert. Vermutlich handelt es sich um die Folgen spastischer Gefäßverengungen bei Wachstumsschub oder um die Folgen von Mikroembolien. hierfür spricht die häufige Lokalisation der Lähmungsgrenze in den Endstromgebieten der das Rückenmark versorgenden Gefäße. Die Mehrzahl der betroffenen Patienten erlebt innerhalb der ersten 6 Monate eine wesentliche Verbesserung der Lähmungssituation.

Die vier Fälle angeborener QSL (2,3 %) sind ausschließlich Spina bifida Patienten.

Die 7 Fälle iatrogen ausgelöster Querschnittslähmung sind alles tragische Einzelfälle (z.B. Auffüllen des Spinalkanals mit Knochenzement im Rahmen einer Kyphoplastie, Hämatom nach Legen eines Periduralkatheters, Abszessbildung nach Spinalanästhesie).

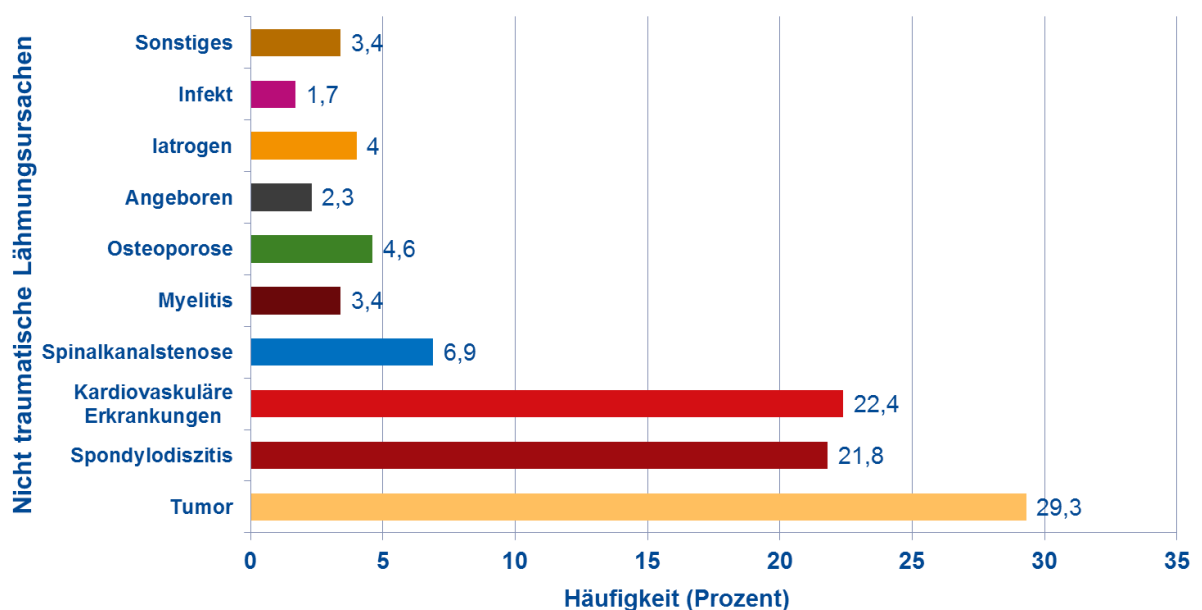


Abb. 10: Nicht Traumatische Lähmungsursachen (n = 174)

3.1.5 Traumatische Lähmungsursachen

In der untersuchten Patientengruppe fanden sich 295 Fälle (= 62,7 %) einer traumatischen Querschnittlähmung. Die Ursachen traumatischer Querschnittlähmungen sind vielfältig und werden in Abbildung 11 schematisch dargestellt.

Arbeits- und Wegeunfälle, also sämtliche Unfälle, die zu einem Versicherungsfall nach Sozialgesetzbuch VII (SGB VII) führen, stellen mit 40 % (n=118) die größte Gruppe dar.

Die Analyse der vorliegenden Population zeigt mit 30,2 % (n=89) als zweithäufigste Ursache ein privates Sturzereignis. Die dritthäufigste Ursache traumatischer QSL stellen mit 17,3 % (n = 51) Verkehrsunfälle dar.

Fehlgeschlagene Suizidversuche (n=6), Sportunfälle (n=6) sowie Folgen von Gewaltanwendung (n=5) sind mit jeweils etwa 2 % seltene Ursachen einer traumatischen Querschnittlähmung.

Der Anteil sog. Flachwasserspringer liegt bei 3,4% (n = 10). Die Lähmungsursachen, die hinsichtlich des Unfallmechanismus keiner der Gruppen eindeutig zugeordnet werden konnten, wurden unter „Sonstiges“ subsummiert. Diese machen 3,4 % (n=10) aus.

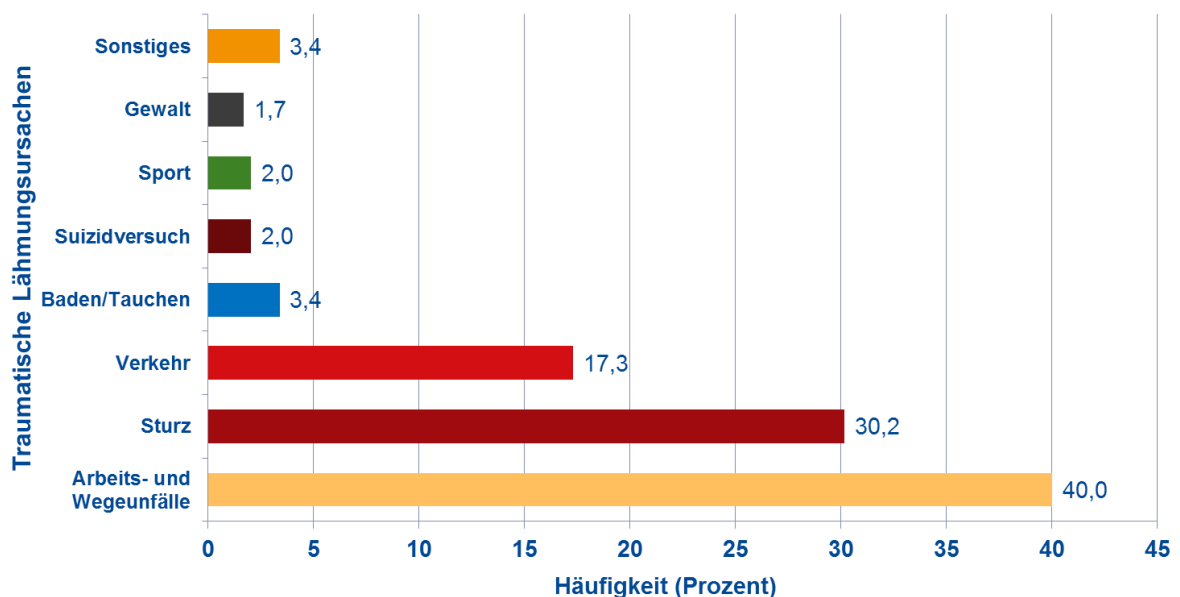


Abb. 11: Traumatische Lähmungsursachen (n = 295)

3.1.6 Entwicklung der Überlebenszeiten

Die Überlebenszeiten der Para- und Tetraplegiker steigen grundsätzlich in ähnlicher Weise an wie die allgemeine Lebenserwartung. Um keine Verzerrungen durch Frühableben bei Tumorleiden oder ohnehin limitierenden Herz-/Kreislaufkrankungen zu erhalten, wurden für diese Tabelle lediglich Patienten eingeschlossen, die zum Eintritt der Lähmung jünger als 50 Jahre waren (n = 226). Während Querschnittlähmungen, die vor 2004 zum Tode führten noch eine mittlere Überlebenszeit von 16 Jahren aufwiesen, betrug die Überlebenszeit bei Eintritt des Todes nach 2012 ca. 24 Jahre, Ursächlich sind zweifellos die verbesserten medizinischen und rehabilitativen Möglichkeiten, mit denen Komplikationen behandelt werden können. Der Eintritt der Lähmung erfolgte im gesamten untersuchten Zeitraum durchschnittlich im Alter von ca. 34 Jahren. Schematisch zeigt die Abbildung 12.

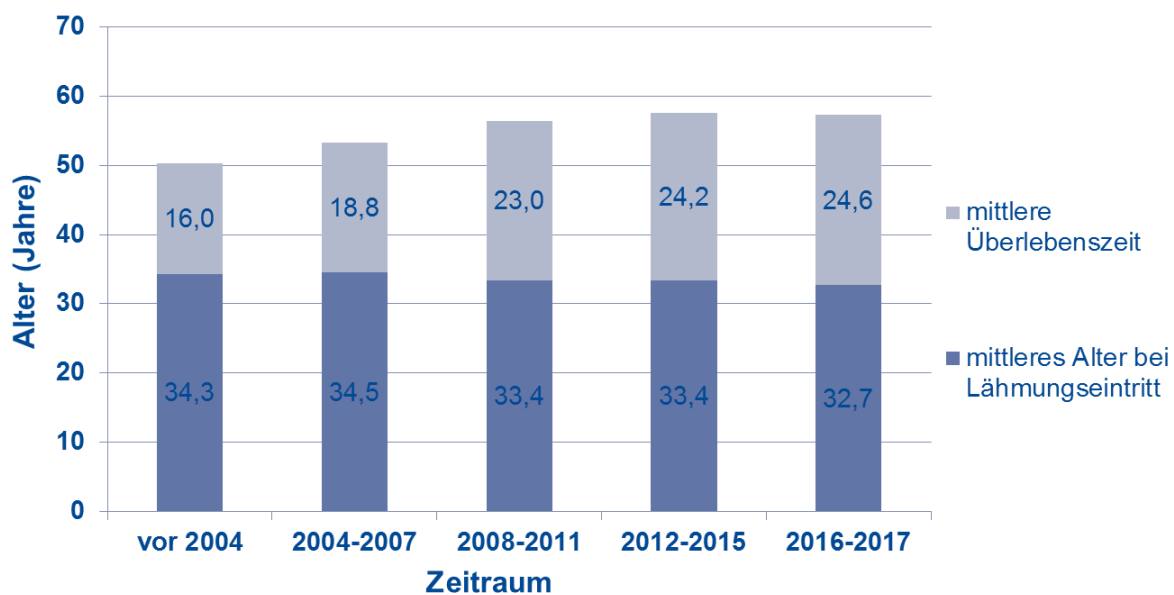


Abb. 12: Entwicklung der Überlebenszeiten (Alter bei Lähmungseintritt: 15 bis < 51, n = 228)

3.1.7 Todesursachen bei Para- und Tetraplegikern

Starben vor Beginn des Systems der multiprofessionellen Behandlung Querschnittgelähmter noch der größte Teil der Betroffenen innerhalb kurzer Zeit an den Folgen von Lungeninfektionen, aufsteigenden Harnwegsinfektionen und septischen Verläufen nach Eintritt von Druckgeschwüren, so fallen bei der Analyse der Todesursachen jetzt grundsätzliche Unterschiede zwischen Paraplegikern und Tetraplegikern auf.

Die häufigste Todesursache in der Gesamtpopulation (n=469) war mit 30,5 % die Pneumonie. Diese hat bei Tetraplegikern mit 43,8% (n=106) eine überragende Bedeutung, während sie bei Paraplegikern mit 16,3 % (n=37) lediglich die dritthäufigste Ursache für den Tod darstellt. Von 241 Tetraplegikern waren bei 106 Personen die Pneumonie die häufigste Todesursache (43,8 %), während von den 228 Paraplegikern bei 37 Personen (16,3 %) die Todesursache Pneumonie auftrat, was im Chi-Quadrat-Test (Vierfeldertest) statistisch signifikant war ($p < 0,0001$). Dies bedeutet, dass ein signifikanter Unterschied zwischen Tetraplegikern und Paraplegikern hinsichtlich der Todesursache Pneumonie bei dem vorgegebenen Testniveau von $\alpha = 0,05$ besteht.

Umgekehrt verhält es sich bei den in der Gesamtschau mit 26,7 % zweithäufigsten kardiovaskulären Erkrankungen als Todesursache. Diese stellen mit 34,8 % (n=79) bei den Paraplegikern die häufigste Todesursache dar, während sie bei den Tetraplegikern mit 19,0 % (n = 46) an zweiter Stelle steht. Der Chi-Quadrat-Test zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen Tetraplegikern und Paraplegikern hinsichtlich kardiovaskulärer Erkrankungen ($p = 0,0001$).

Die historisch weit überwiegenden Todesursachen Pneumonie, Sepsis und Druckgeschwüre machten in der Gruppe der Paraplegiker 27,6% (n = 63) aus, während sie in der Gruppe der Tetraplegiker 54,8% (n = 132) betrug.

Die dritthäufigste Todesursache in der von uns untersuchten Population machen mit 16,6 % (n = 78) Tumorleiden aus. Da die Entstehung eines Tumors bei einer QSL sicher unabhängig von der Läsionshöhe erfolgt, kann die unterschiedliche Häufigkeit der Bedeutung als Todesursache (24,1 % bei Paraplegikern, 9,5 % bei

Tetraplegikern) nur mit den grundsätzlich unterschiedlichen Überlebensraten nach Eintritt der Lähmung erklärt werden (Chi-Quadrat-Test, $p < 0,0001$).

Die vierthäufigste Todesursache machen die Druckgeschwüre aus. Deren Anteil beträgt bei Paraplegikern 7,5 % ($n = 17$), bei Tetraplegikern 5,0 % ($n = 12$) (Chi-Quadrat-Test, $p = 0,2657$).

Bei der Analyse der vorliegenden Daten zum Suizid als Todesursache ist zu berücksichtigen, dass über 1/3 der Probanden bereits relevante psychische Vorerkrankungen hatte, und ein Teil der Querschnittslähmungen im Rahmen eines Suizidversuchs entstand. Mit 5,8 % lag der Anteil der Suizide als Todesursache bei Tetraplegikern höher als bei Paraplegikern (4,4 %) (Chi-Quadrat-Test, $p = 0,4845$). Graphisch dargestellt werden die Todesursachen der Para- und Tetraplegiker in Abbildung 13.

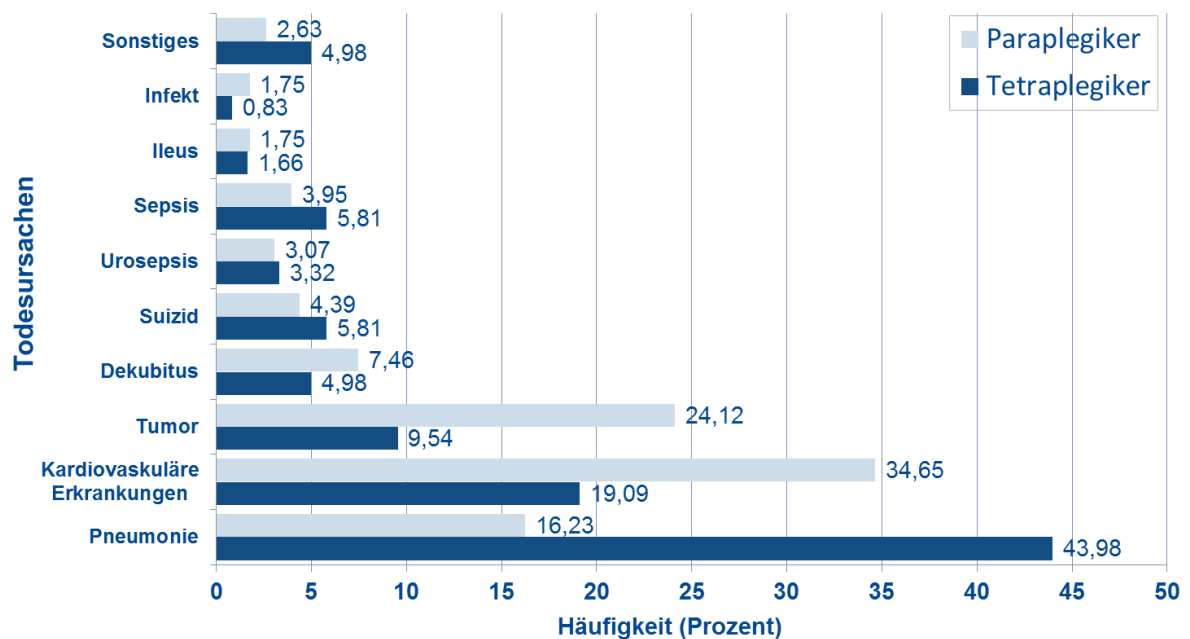


Abb. 13: Todesursachen bei Paraplegikern und Tetraplegikern (n=469)

Die Differenzierung der Todesursachen bezogen auf deren Entstehung zeigt eine Auffälligkeit bei den Tumoren. Deren gesteigerte Häufigkeit bei nicht traumatischen QSL (26,4 %) zu traumatischen QSL (10,9 %; Chi-Quadrat-Test,

p<0,0001) ergibt sich allein daraus, dass Tumoren bei nicht traumatischen QSL die Ursache der Lähmung sein können.

Während bei traumatischen QSL Dekubitus mit 7,8 % mehr als doppelt so häufig todesursächlich sind wie bei nicht traumatischen QSL (3,4 %; Chi-Quadrat-Test, p=0,0589), verhält es sich bei der Sepsis als Todesursache umgekehrt (3,4 % vs. 7,5 %; Chi-Quadrat-Test, p=0,0480).

Grob auffällig ist, dass Suizid als Todesursache bei traumatischen QSL mit 7,5 % fast siebenmal so häufig ist, wie bei nicht traumatischen QSL (1,2 %; Chi-Quadrat-Test, p=0,0027).

Weiterhin fällt auf, dass das Geschlecht Einfluss auf die Todesursachen „Dekubitus“ und „Suizid“ hat. Dekubitus sind mit 6,7% vs. 3,8 % bei Männern fast doppelt so häufig (Chi-Quadrat-Test, p=0,3343). Suizide hingegen sind bei Frauen wesentlich häufiger Todesursache als bei Männern (7,6% vs. 4,6%; Chi-Quadrat-Test, p=0,2731). Die graphische Darstellung der Ergebnisse findet sich in Tabelle 2.

Tab. 2: Todesursachen bei Para- und Tetraplegikern (n = 469)

Todesursache	gesamt (n=469)	Para (n=228)	Tetra (n=241)	traumatisch n=295)	nicht trauma- tisch (n=174)
Pneumonie	30,5%	16,2%	44,0%	34,2%	24,1%
Kardiovaskuläre Erkrankung	26,7%	34,6%	19,1%	25,4%	28,7%
Tumor	16,6%	24,1%	9,5%	10,8%	26,4%
Dekubitus	6,2%	7,5%	5,0%	7,8%	3,4%
Sepsis	4,9%	3,9%	5,8%	3,4%	7,5%
Suizid*	5,1%	4,4%	5,8%	7,5%	1,1%
Urosepsis	3,2%	3,1%	3,3%	4,1%	1,7%
Ileus	1,7%	1,8%	1,7%	1,7%	1,7%
Infekt	1,3%	1,8%	0,8%	1,4%	1,1%
Sonstiges	3,8%	2,6%	5,0%	3,7%	4,0%
Summe	100%	100%	100%	100%	100%
* ca. 1/3 hatte bereits relevante psychische Vorerkrankungen					

3.1.8 Sterberaten nach Lähmungseintritt

Erfahrungsgemäß besteht eine hohe Mortalität unmittelbar nach Eintritt der traumatischen sowie nicht traumatischen Querschnittlähmung bzw. in den ersten Tagen danach. Da die Betroffenen naturgemäß nicht das Querschnittgelähmten-Zentrum erreichen gibt hierzu es weder in dieser noch in anderen Studien keine belastbaren epidemiologischen Daten. Dennoch ist auch für Menschen, die ein Querschnittgelähmten-Zentrum zur weiterführenden Behandlung erreichen das erste Jahr nach Eintritt der Lähmung mit besonders hoher Sterblichkeit verbunden.

Dies liegt vor allem daran, dass es hoch cervikale Lähmungssituationen gibt, die aufgrund von Atmungsproblemen und Schluckstörungen mit Aspiration von Speiseresten wiederholt pulmonale Infektionen erleiden. Eine weitere wesentliche Ursache besteht darin, dass vor allem ältere Patienten vor Lähmungseintritt bereits polymorbide gewesen sind, und die frisch eingetretene Querschnittlähmung ein bislang grenzwertig kompensiertes Organsystem zum Kippen bringt. Die Mortalität im 1. Jahr nach Eintritt der Lähmung beträgt bei Patienten unter 20 Jahre 2,5 % und steigt bis zum 50. Lebensjahr sukzessive auf 18,6 %. Ab dem 50. Lebensjahr steigt die Mortalität im 1. Jahr sprunghaft auf über 45 % und liegt bei über 80 jährigen bei mehr als 90 %. Zu Bedenken ist jedoch, dass gerade bei den Älteren die Mortalität im 1. Lebensjahr ganz wesentlich durch Komorbiditäten mitbestimmt wird. Tab. 3 zeigt die Sterberaten der Gelähmten in Abhängigkeit vom Alter bei Lähmungseintritt.

Tab. 3: Sterberaten nach Alter bei Lähmungseintritt (n = 469)

	0-1Jahr	1-5 Jahre	5-10 Jahre	10-20 Jahre	20-30 Jahre	> 30 Jahre
< 20 Jahre	2,5%	7,5%	7,5%	15,0%	7,5%	60,0%
20 - 30 Jahre	6,3%	1,6%	6,3%	19,0%	14,3%	52,4%
30 - 40 Jahre	10,5%	8,8%	10,5%	17,5%	19,3%	33,3%
40 - 50 Jahre	18,6%	21,4%	10,0%	17,1%	20,0%	12,9%
50 - 60 Jahre	45,0%	20,0%	12,5%	12,5%	10,0%	0,0%
60 - 70 Jahre	50,7%	28,8%	12,3%	8,2%	0,0%	0,0%
70 - 80 Jahre	73,9%	17,0%	9,1%	0,0%	0,0%	0,0%
80 - 90 Jahre	91,9%	8,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
> 90 Jahre	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

3.2 Analyse der Todesfälle von 190 traumatischen Querschnittlähmungen

Wie in den oben dokumentierten Daten zu erkennen ist, gibt es viele krankheitsbedingte Querschnittlähmungen. Diese resultieren zu einem großen Teil aus altersassoziierten Systemerkrankungen wie Durchblutungsstörungen, Infektionen und Tumoren. Diese haben naturgemäß wesentlichen Einfluss auf die Überlebensraten, da sie entweder durch das Krankheitsbild selbst limitierend sind oder aufgrund der Polymorbidität der Betroffenen die Überlebenszeiten reduzieren.

Um möglichst geringe systemische Störfaktoren bei der Analyse der erhobenen epidemiologischen Daten zu realisieren, wurden im Folgenden folgende Einschlusskriterien festgelegt:

Einschlusskriterien (n = 190):

- Traumatischer Querschnitt
- Alter unter 60 Jahre bei Lähmungseintritt
- Alter über 16 Jahre bei Lähmungseintritt
- Keine konsumierenden Erkrankungen bei Lähmungseintritt
- Überlebenszeit mindestens 1 Jahr

Das Einschlusskriterium „über 1 Jahr Überlebenszeit“ sollte diejenigen ausschließen, die neben der Querschnittlähmung andere schwerwiegende Verletzungen hatten, die per se ein Sterben aufgrund lähmungsassoziierter Komplikationen ausschlossen.

Insgesamt konnten 190 Probanden in die Studie eingeschlossen werden.

Ausschlusskriterien (n = 279):

Als Ausschlusskriterien wurden folglich festgelegt:

- Nicht traumatischer Querschnitt
- Alter über 60 Jahre bei Lähmungseintritt
- Alter unter 16 Jahre bei Lähmungseintritt
- Vorliegen konsumierender Erkrankungen bei Lähmungseintritt
- Überlebenszeit unter 1 Jahr

Aufgrund der Ausschlusskriterien mussten für diesen Teil der Studie 279 Probanden ausgeschlossen werden.

3.2.1 Alters- und Geschlechterverteilung

Von den 190 Probanden waren 91,6 % (n = 174) männlich und 8,4 % (n = 16) weiblich. Die Geschlechterverteilung zeigt Abbildung 14. 101 Probanden (53,2 %) waren Tetraplegiker, 89 Paraplegiker (46,8 %). Das mittlere Alter betrug zum Zeitpunkt des Lähmungseintritts betrug bei Männern 33,7 Jahre, bei Frauen 35,3 Jahre. Dies zeigt graphisch die Abbildung 15.

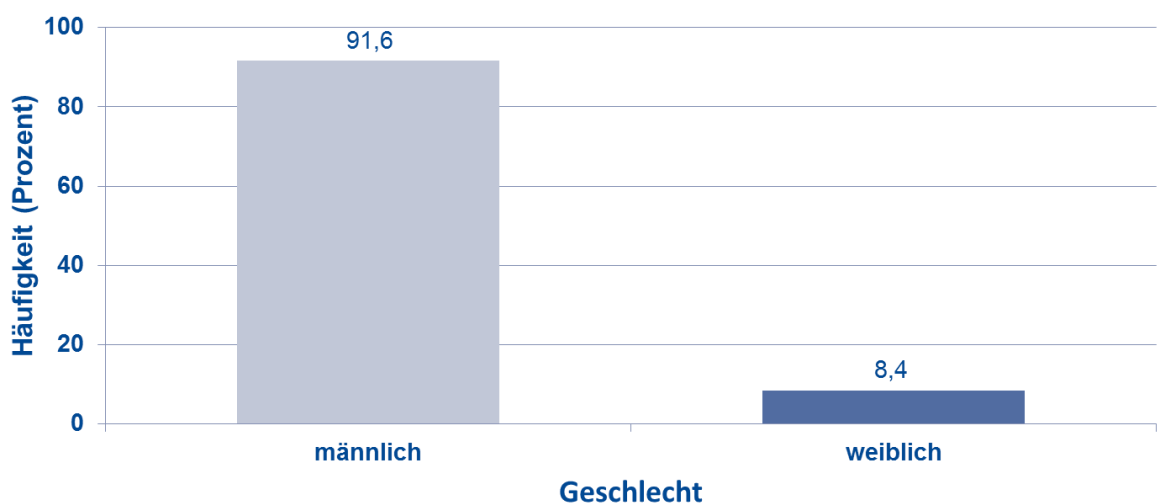


Abb. 14: Geschlechterverteilung (n = 190)

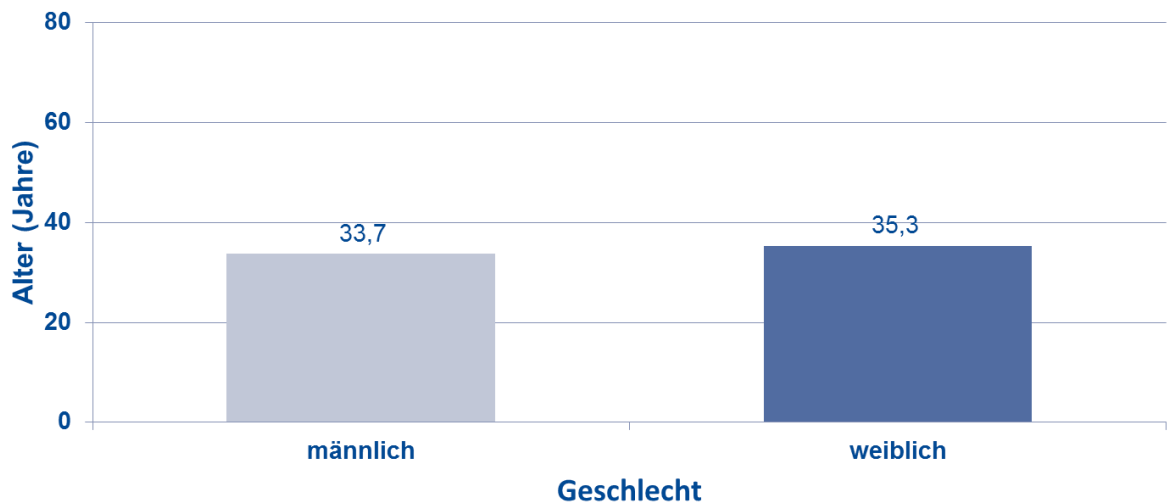


Abb. 15: Mittleres Lebensalter bei Lähmungseintritt (n = 190)

3.2.2 Lähmungsursachen

Die häufigste Lähmungsursache waren mit 56,3 % Arbeits- und Wegeunfälle (n = 107), gefolgt von 19,0 % Verkehrsunfällen (n = 36), die nicht auf dem Arbeitsweg passierten. Stürze innerhalb und außerhalb des Hauses machten 9,0 % (n = 17) der unfallbedingten Lähmungen aus. Sogenannte Badeunfälle machten 4,2 % (n = 8) aus. Fehlgeschlagene Suizidversuche (n = 4) und Sportunfälle (n = 3), sowie Folgen von Gewaltanwendung (n = 5) sind mit jeweils etwa 2 % seltene Ursachen einer traumatischen Querschnittlähmung. Sonstige Lähmungsursachen (n = 10) traten in 5,3 % der Fälle auf. Abbildung 16 stellt die Ursachengruppen der untersuchten traumatischen Querschnittlähmung dar.

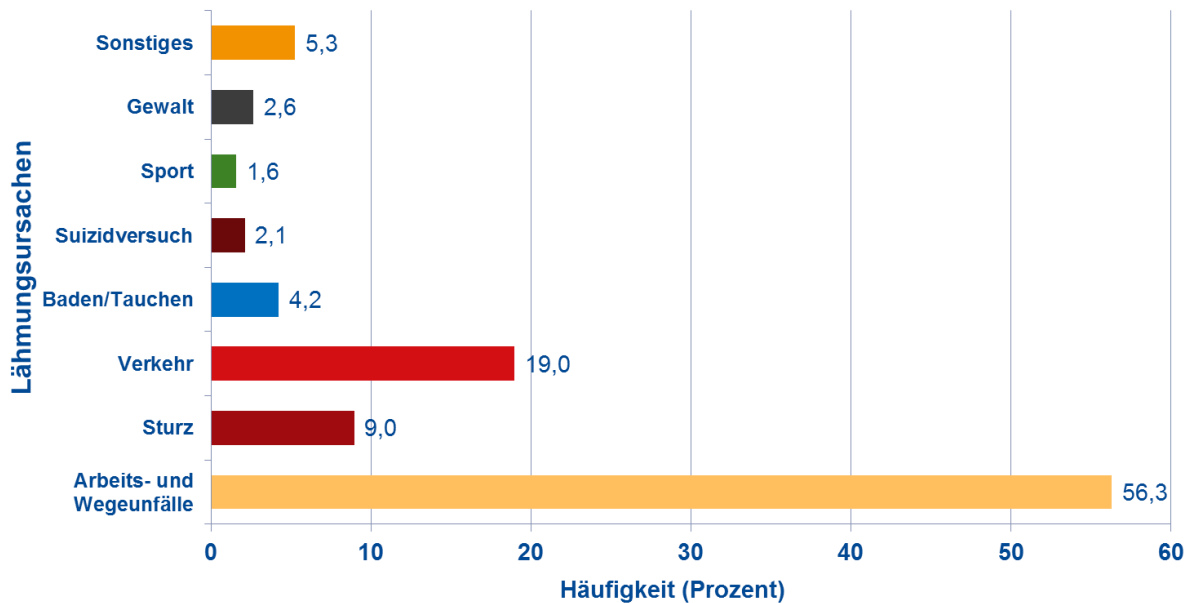


Abb. 16: Lähmungsursachen (n = 190)

3.3.3 Todesursachen bei Para- und Tetraplegikern

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind in der Gesamtpopulation mit 26,3 % (n = 50) die häufigsten Todesursachen, gefolgt von Pneumonien mit 25,3 (n = 48). Tumore liegen mit 15,3 % (n = 29) an dritter Stelle. Diese drei Todesursachen machen zusammen mehr als 2/3 aus.

In der untersuchten Population starben 9,5 % (n = 18) an den Folgen von Druckgeschwüren und 8,9 % (n = 17) an Suizid. Die Urosepsis war mit 6,3 % (n = 12) ursächlich für den Tod. Andere septische Probleme (n = 4) und Ileus (n = 3) machten jeweils ca. 2 % aus.

Differenziert man die Gruppe hinsichtlich des Lähmungsniveaus, so ergeben sich grobe Unterschiede. Während die Pneumonie als Todesursache bei Tetraplegikern mit 33,0 % (n = 33) eine überragende Bedeutung hat, steht sie bei Paraplegikern mit 16,7 % (n = 15) erst an dritter Stelle (Chi-Quadrat-Test, p=0,0123).

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind mit 18,0 % (n = 18) bei Tetraplegikern Todesursache Nummer 2, während sie mit 35,6 % (n = 32) bei Paraplegikern mit Abstand die häufigste Todesursache darstellen (Chi-Quadrat-Test, p=0,0046).

Suizide sind bei Tetraplegikern mit 11,0 % (n = 11) fast doppelt so häufig wie bei Paraplegikern mit 6,7 % (n = 6) (Chi-Quadrat-Test, p=0,2961).

Tumorleiden sind bei 11,0 % (n = 11) der Tetraplegiker todesursächlich, bei Paraplegikern macht deren Anteil 20,0 % (n = 18) aus (Chi-Quadrat-Test, p=0,0742). Ursächlich hierfür sind zweifellos die längere Lebensdauer der Paraplegiker und das hiermit verbundene Risiko, ein Tumorleiden zu akquirieren.

Signifikante Unterschiede hinsichtlich der Bedeutung von Dekubitus als Todesursache gibt es zwischen Para- und Tetraplegikern nicht (10,0 % vs. 9,0 %; Chi-Quadrat-Test, p=0,7778).

Die Urosepsis als Todesursache bei Tetraplegikern mit 8,0 % (n = 8) hingegen wesentlich häufiger als bei Paraplegikern mit 4,4 % (n = 4) (Chi-Quadrat-Test, p=0,3326). Tabellarisch zusammengefasst wird dies in Tabelle 4.

Tabelle 4: Todesursachen (n = 190)

Todesursachen	Tetraplegiker (n=100)	Paraplegiker (n=90)
Pneumonie	33,0%	16,7%
Kardiovaskuläre Erkrankungen	18,0%	35,6%
Suizid	11,0%	6,7%
Tumor	11,0%	20,0%
Dekubitus	9,0%	10,0%
Urosepsis	8,0%	4,4%
Sepsis	2,0%	2,2%
Ileus	2,0%	1,1%
Sonstiges	5,0%	2,2%

3.3.4 Überlebenszeiten nach Läsionshöhe

Die Überlebenszeiten hängen signifikant vom Lähmungsniveau ab (Kruskal-Wallis-Test, $p < 0,0001$). Während hohe Tetraplegiker (C0 - C4) eine durchschnittliche Überlebenszeit von 16,9 Jahren (range 1,4 - 43,4) aufweisen, liegt die Überlebenszeit bei tiefen Tetraplegikern (C5 - C8) durchschnittlich bei 22,7 Jahren (range 4,0 - 53,1), bei Paraplegikern bei 30,1 Jahren (range 1,1 - 68,3). Unterschiede existieren auch zwischen hohen Paraplegikern (T1 - T7, mittlere Überlebenszeit 30,1 Jahre und range 1,1 - 68,3) und tiefen Paraplegikern (T8 - S5, mittlere Überlebenszeit 31,1 Jahre, range 1,7 - 59,2). Abbildung 17 zeigt die statistischen Kennwerte.

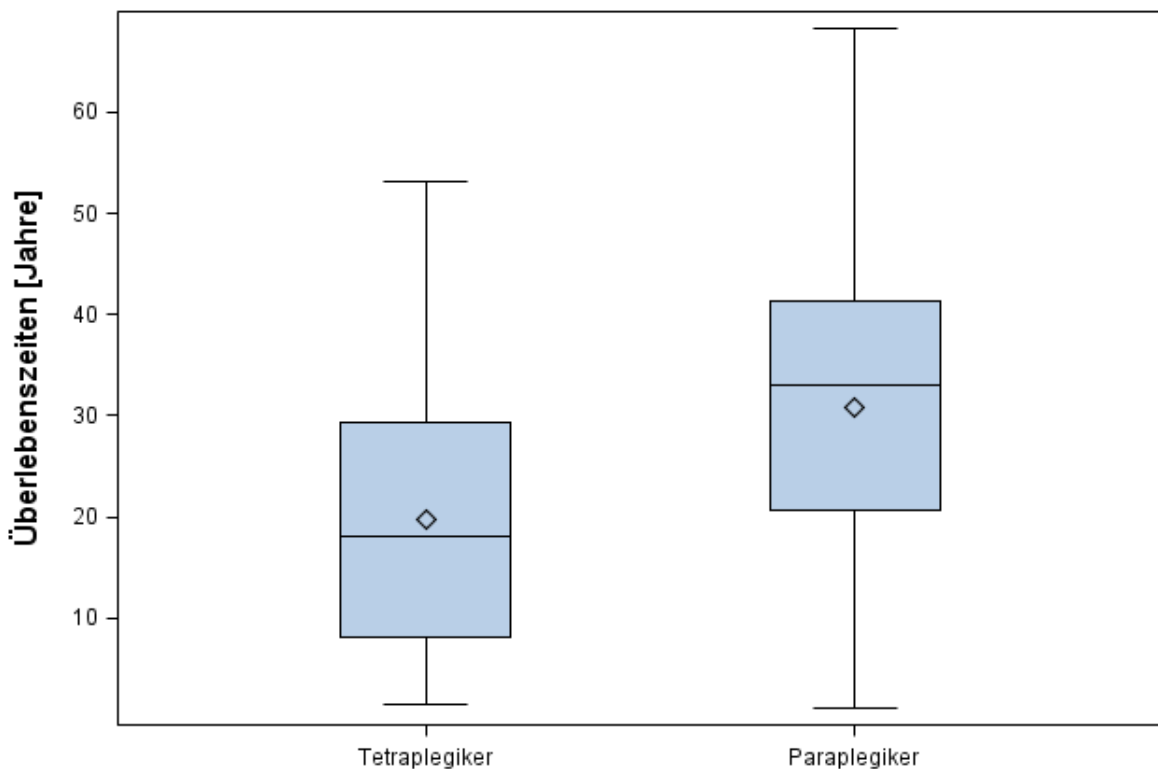


Abb. 17: Vergleich zwischen Paraplegikern und Tetraplegikern bezüglich Überlebenszeiten, dargestellt als Boxplot, Median (mittlere Linie der Box) und Quartile (Box), Mittelwert (◇), Minimum (untere Begrenzung), Maximum (obere Begrenzung). (Software SAS ®).

Der Shapiro-Wilk-Test ergibt eine Ablehnung der Normalverteilungsannahme, so dass für unverbundene, nicht normalverteilte, aus mehr als zwei Gruppen bestehende Stichproben die nichtparametrische Variante zur Varianzanalyse verwendet wird, der Kruskal-Wallis-Test. Beim Vergleich der verschiedenen

Läsionshöhen bezüglich Überlebenszeiten mit dem Kruskal-Wallis-Test fällt auf, dass sich die Überlebenszeiten in Bezug auf die unterschiedlichen Läsionshöhen statistisch signifikant unterscheiden ($p < 0,0001$). Daraufhin erfolgte ein paarweiser Vergleich mit dem Wilcoxon-Rangsummen-Test. Dieses ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Überlebenszeiten nach Läsionshöhe (n=190)

Läsionshöhe	Läsionshöhe	p-Wert
C0-4	C5-8	0,0181
C0-4	T1-T7	0,0002
C0-4	T8-S5	0,0000
C5-8	T1-T7	0,0188
C5-8	T8-S5	0,0027
T1-T7	T8-S5	0,5942

Abbildung 18 stellt die unterschiedlichen Überlebenszeiten in Abhängigkeit von der Läsionshöhe als Boxplot dar.

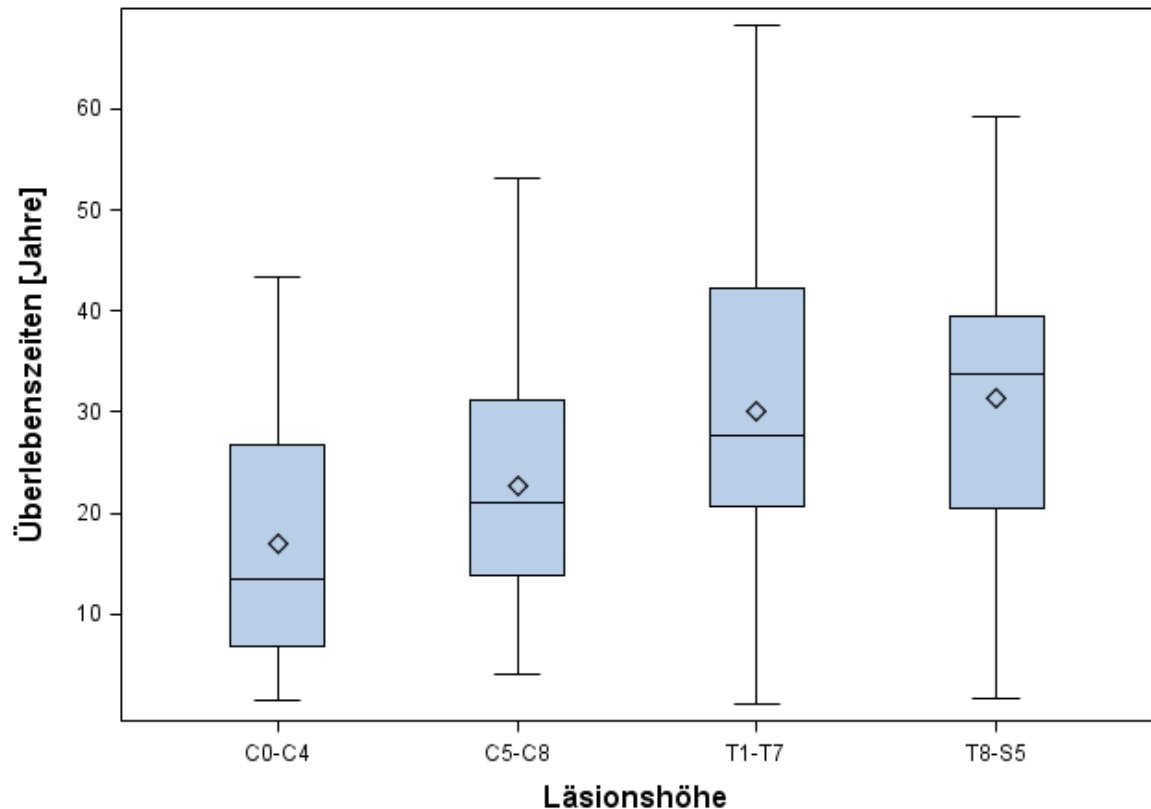


Abb. 18: Vergleich der verschiedenen Läsionshöhen bezüglich Überlebenszeiten, dargestellt als Boxplot, Median (mittlere Linie der Box) und Quartile (Box), Mittelwert (◇), Minimum (untere Begrenzung), Maximum (obere Begrenzung). (Software SAS®).

Tabelle 6 stellt die Überlebenszeiten nach Lähmungshöhe tabellarisch dar.

Tabelle 6: Überlebenszeiten in Jahren nach Läsionshöhe (n=190)

Läsionshöhe	Mittelwert	Bereich	n
C0-4	16,9	1,4 - 43,4	53
C5-8	22,7	4,0 - 53,1	47
T1-T7	30,1	1,1 - 68,3	30
T8-S5	31,1	1,7 - 59,2	60

Unterscheidet man die Überlebensraten der einzelnen Läsionshöhen zwischen funktionell kompletten Lähmungen (AIS A und B) und funktionell inkompletten

Lähmungen (AIS C und D) (Tabelle 7), so ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede bezüglich der festgestellten Überlebenszeiten ($p=0,3746$).

Tabelle 7: Überlebenszeiten in Jahren nach Läsionshöhe und AIS-Typ (n = 190)

Läsionshöhe	Mittelwert	Bereich	n
C0-4, A/B	17,5	1,6 - 43,4	37
C0-4, C/D	15,4	1,4 - 41,9	16
C5-8, A/B	21,7	3,9 - 51,9	28
C5-8, C/D	24,3	5,4 - 53,1	19
T1-T7, A/B	31,3	1,1 - 68,3	27
T1-T7, C/D	19,0	13,3 - 23,2	3
T8-S5, A/B	30,2	1,7 - 59,2	52
T8-S5, C/D	38,1	26,6 - 47,2	8

3.3.5 Überlebenszeiten nach Kostenträger

Die mittlere Überlebenszeit für Paraplegiker beträgt für Gesetzlich Krankenversicherte (KK) 29,1 Jahre (range 1,1 - 68,3 Jahre), für Berufsgenossenschaftlich Versicherte 31,7 Jahre (range 2,7 - 56,2 Jahre) (Wilcoxon-Rangsummen-Test, $p=0,3941$). Die Differenz der mittleren Überlebenszeit beträgt 2,6 Jahre, obwohl die BG-lich Versicherten zum Zeitpunkt des Lähmungseintritts bereits 4,0 Jahre älter sind.

Bei Tetraplegikern zeigt sich eine mittlere Überlebenszeit für Gesetzlich Krankenversicherte (KK) von 16,4 Jahren (range 1,4 - 43,5 Jahre), für Berufsgenossenschaftlich Versicherte (BG) von 23,8 Jahre (range 1,4 - 53,1 Jahre). Die Differenz beträgt 7,4 Jahre. Die Überlebenszeit des BG-lich versicherten Patienten ist damit im Vergleich zum Kassenpatienten über 45 % länger (Wilcoxon-Rangsummen-Test, $p=0,0072$), obwohl die BG-lich Versicherten

zum Zeitpunkt des Lähmungseintritts bereits 2,7 Jahre älter sind. Die statistischen Kennwerte für die Überlebenszeiten von Paraplegikern und Tetraplegikern nach Kostenträgern sind in Abbildung 19 dargestellt, das Alter zum Unfallzeitpunkt im Vergleich von Paraplegikern und Tetraplegikern nach Kostenträgern in Abbildung 20.

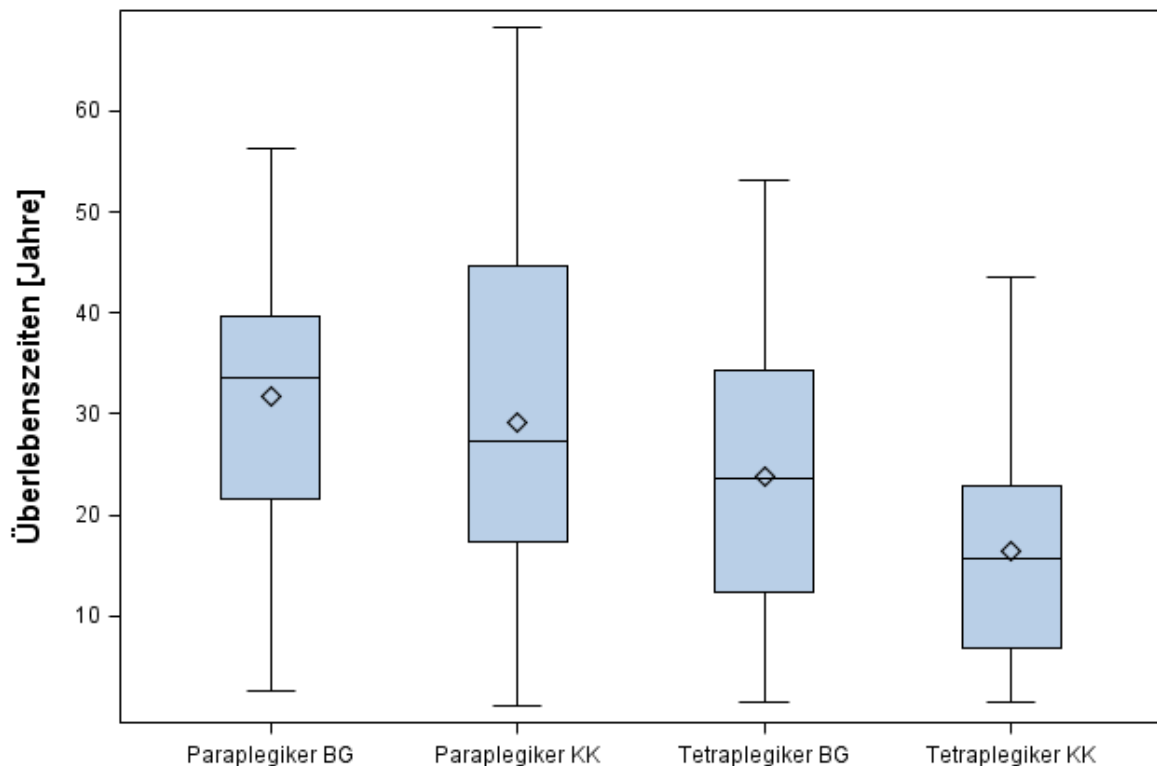


Abb. 19: Vergleich von Paraplegikern und Tetraplegikern nach Kostenträgern aufgeschlüsselt bezüglich Überlebenszeiten, dargestellt als Boxplot, Median (mittlere Linie der Box) und Quartile (Box), Mittelwert (◇), Minimum (untere Begrenzung), Maximum (obere Begrenzung). (Software SAS ®).

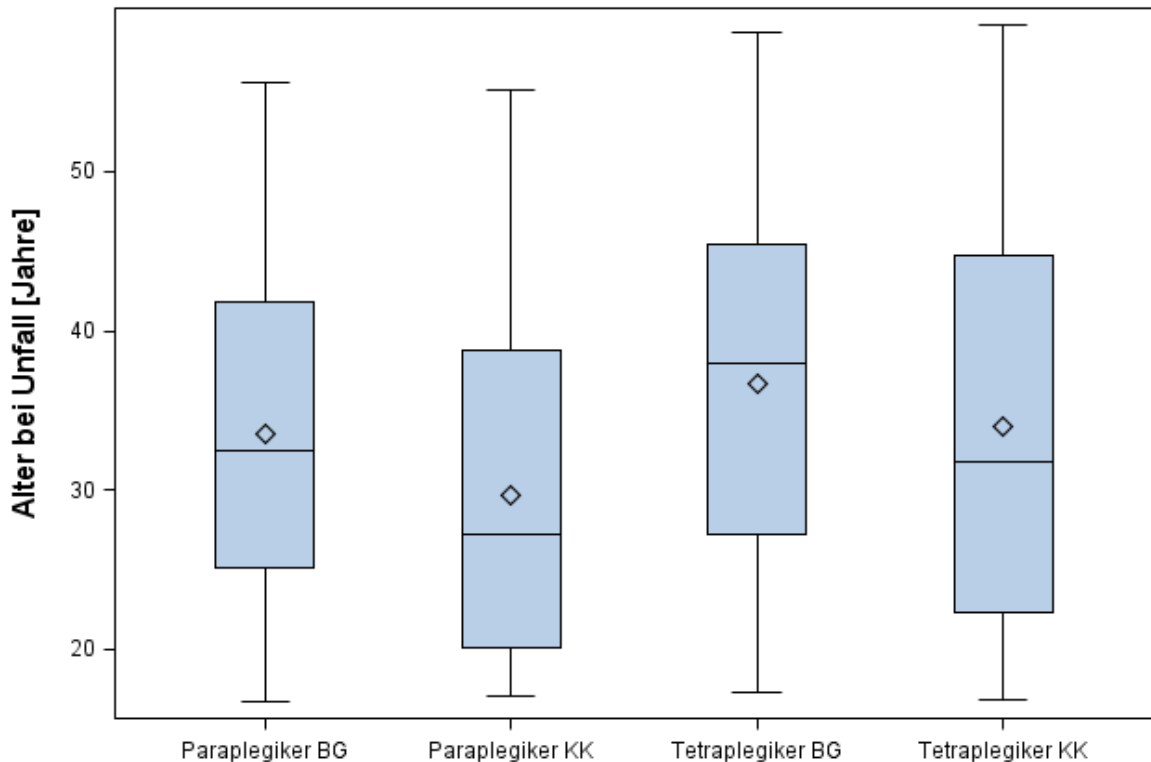


Abb. 20: Vergleich von Paraplegikern und Tetraplegikern nach Kostenträgern aufgeschlüsselt des Alters bei Unfall, dargestellt als Boxplot, Median (mittlere Linie der Box) und Quartile (Box), Mittelwert (◇), Minimum (untere Begrenzung), Maximum (obere Begrenzung). (Software SAS ®).

Paraplegiker, die BG-lich versichert sind, haben gegenüber Paraplegikern, die über die Krankenkasse versichert sind, eine um 2,7 Jahre höhere Überlebenszeit, obwohl sie bei Lähmungsantritt im Durchschnitt bereits 4,0 Jahre älter sind (Tab. 8).

Tetraplegiker, die bg-lich versichert sind, haben gegenüber Tetraplegikern, die über die Krankenkasse versichert sind, eine um 46% (= 7,4 Jahre) höhere Überlebenszeit, obwohl sie bei Lähmungsantritt im Durchschnitt bereits 2,7 Jahre älter sind.

Tetraplegiker BG und Tetraplegiker KK unterscheiden sich hinsichtlich der Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt nicht (Wilcoxon-Rangsummen-Test, $p=0,2311$).

Paraplegiker BG und Paraplegiker KK unterscheiden sich hinsichtlich der Altersverteilung zum Unfallzeitpunkt nicht (Wilcoxon-Rangsummen-Test, $p=0,0725$).

Tabelle 8: Überlebenszeiten in Jahren nach Kostenträger (n = 190)

Läsionshöhe	Überlebenszeit	Bereich	n	mittleres Unfallalter
Paraplegiker BG	31,7	2,7 - 56,2	63	33,6
Paraplegiker KK	29,1	1,1 - 68,3	27	29,6
Tetraplegiker BG	23,8	1,4 - 53,1	44	36,7
Tetraplegiker KK	16,4	1,4 - 43,5	56	34,0

3.3.6 Todesursachen nach Kostenträger

Die Feststellung der groben Unterschiede hinsichtlich der Überlebensraten bei Tetraplegikern gibt Anlass zur Untersuchung der Todesursachen. Es zeigt sich bei KK-Patienten signifikante Erhöhungen der Todesursache Pneumonie (35,7 vs. 29,6 %; Chi-Quadrat-Test, $p=0,5149$), Dekubitus (12,5 % vs. 4,6 %; Chi-Quadrat-Test, $p=0,1677$), Urosepsis (8,9 % vs. 6,8 %; Chi-Quadrat-Test, $p=0,6994$) und Suizid (16,1 vs. 4,6 %; Chi-Quadrat-Test, $p=0,1061$). Kardiovaskuläre Ursachen hingegen sind bei den BG-lichen Patienten um mehr als den Faktor 4 erhöht (31,8 % vs. 7,1 %; Chi-Quadrat-Test, $p=0,0014$). Siehe hierzu Abbildung 21.

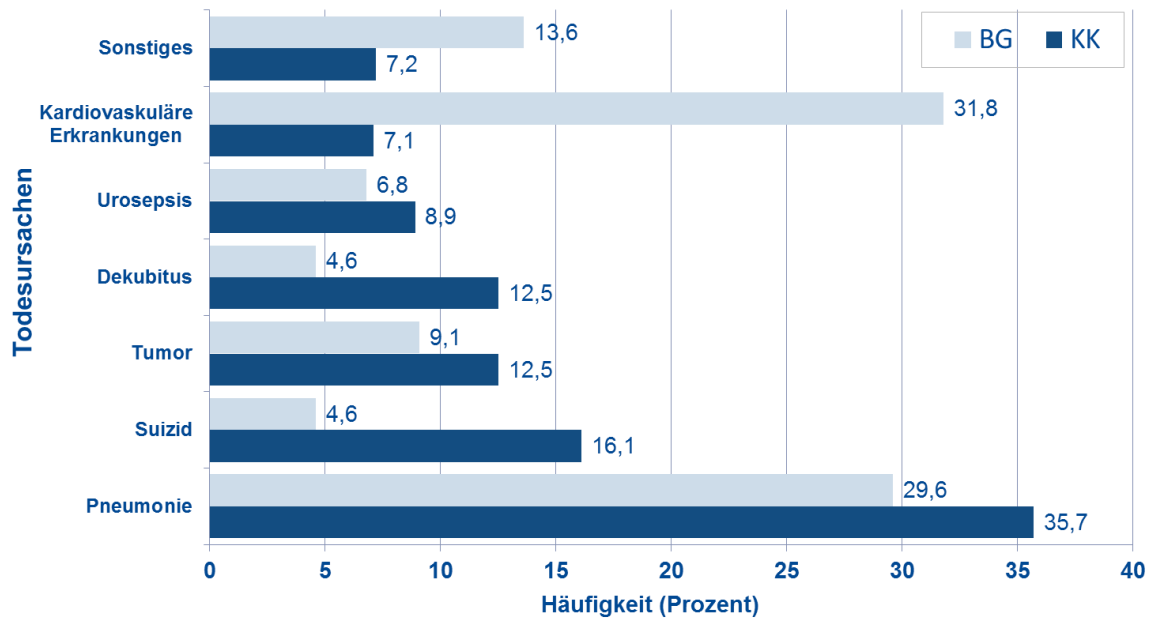


Abb. 21: Todesursachen der Tetraplegiker nach Kostenträger (n = 100)

Die Analyse der Todesursachen der Paraplegiker (Abb. 22) zeigt, dass kardiovaskuläre Erkrankungen unabhängig vom Kostenträger die häufigste Todesursache darstellt. Allerdings ist die Häufigkeit mit 39,7 % zu 25,9 % bei BG-lich Versicherten wesentlich größer (Chi-Quadrat-Test, $p=0,2115$). Naturgemäß ergeben sich bei vergleichbarer Population hinsichtlich zweifellos schicksalhaft eintretender Tumorleiden keine relevanten Unterschiede der Häufigkeit. Häufiger ist die Pneumonie Todesursache bei BG-lich Versicherten als bei Gesetzlich Krankenversicherten (19,1 % vs. 11,1 %; Chi-Quadrat-Test, $p=0,3545$). Dekubitus als Todesursache sind bei beiden Gruppen nahezu gleich häufig (9,5 % BG, 11,1 % KK; Chi-Quadrat-Test, $p=0,8181$).

Suizide finden sich in der Gruppe der KK-Patienten etwa um den Faktor 2,3 (11,1 % vs. 4,8 %; Chi-Quadrat-Test, $p=0,2685$) häufiger als in der Gruppe der BG-Patienten.

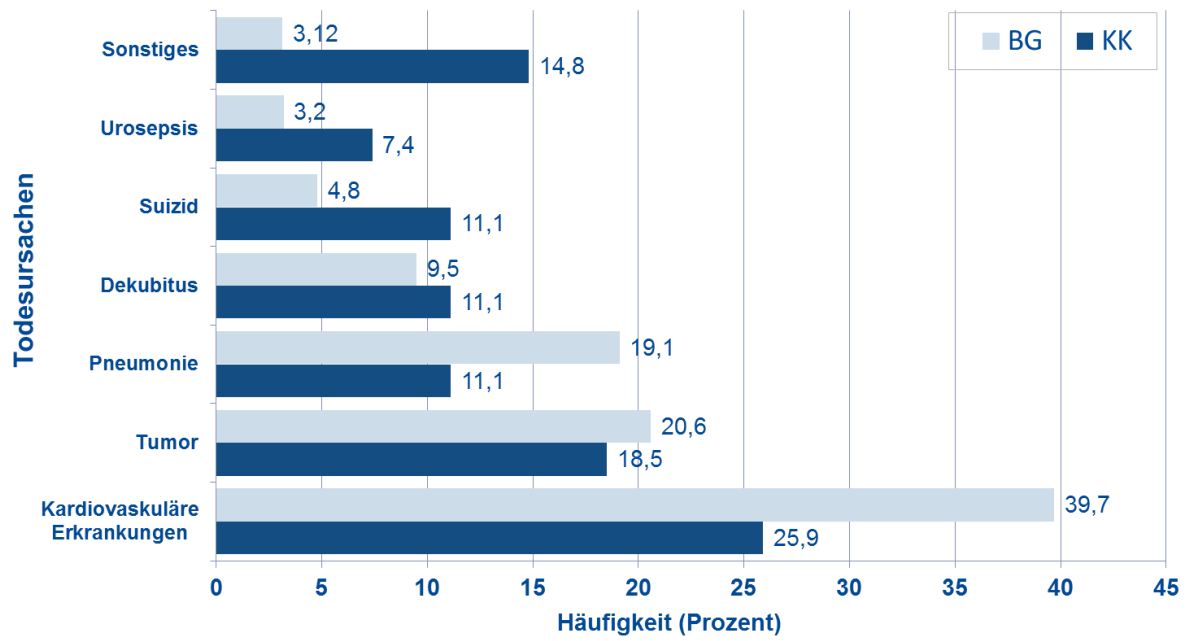


Abb. 22: Todesursachen der Paraplegiker nach Kostenträger (n = 90)

4. Diskussion

Die vorliegende Studie reportiert Überlebensraten und Todesursachen aus der bislang größten monozentrisch erhobenen Patientengruppe von 20.863 Individuen und vergleicht die Ergebnisse mit epidemiologischen Daten aus den wesentlichen internationalen Publikationen.

Prävalenz der Querschnittlähmung

Die Prävalenz der Querschnittlähmung beschreibt, wie viele Menschen innerhalb einer Population einer bestimmten Erkrankung leben. Sie wird einerseits von der Anzahl der Neuerkrankungen bestimmt und andererseits von der Überlebensdauer der Betroffenen. Dadurch ist sie einerseits Ausdruck des Gefährdungsrisikos innerhalb einer Gesellschaft und andererseits Indikator der Effektivität sekundär präventiver Maßnahmen. Die WHO berichtet, dass 15 % der Weltbevölkerung von einer Behinderung betroffen sind. 0.1 % leiden danach unter einer Querschnittlähmung (6). Folglich wird die Prävalenz der Querschnittlähmung weltweit mit 1.000 / Mio. angenommen. Hierbei handelt es sich um grobe Schätzungen, da valide Daten nur aus wenigen Ländern vorhanden sind. Noch weniger verlässliche Daten finden sich hinsichtlich der Differenzierung zwischen der Prävalenz traumatischer und nicht traumatischer Querschnittlähmung. Eine kanadische Studie aus 2010 dokumentiert eindrucksvoll die Beziehung zwischen Lebensalter und Prävalenz sowie zwischen Lebensalter und Ursache der Lähmung (14).

Aus einigen Ländern existieren Zahlen zur Prävalenz traumatischer und nicht traumatischer Querschnittlähmung (8, 15, 27, 33, 37). Eine Zusammenfassung der Daten findet sich in Tabelle 9.

Tab. 9: Prävalenz traumatischer Querschnittlähmung

Land	Jahr der Studie	Prävalenz/Mio.	Quelle
Deutschland	2016	500	37
Finnland	1999	280	8
Norwegen	2002	365	15
Kanada	2010	1.298	29
Australien	1997	681	27

Berücksichtigt man die Größe des Einzugsgebietes des Querschnittgelähmten-Zentrums Hamburg und setzt die dort im Register dokumentierten frischen Fälle in Bezug zu den in den Berichten des Arbeitskreises Querschnittlähmung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung dargestellten Prävalenzen, so stehen die erhobenen Prävalenzen im Einklang. Dies gilt sowohl für die traumatischen als auch für die nicht traumatischen Querschnittlähmungen. Auffällig sind die erheblichen Unterschiede auch innerhalb sonst vergleichbarer Industriestaaten. Die exakten Ursachen hierfür sind nicht bekannt. Siehe hierzu Tabelle 10.

Tab. 10: Prävalenz nicht traumatischer Querschnittlähmung

Land	Jahr der Studie	Prävalenz/Mio.	Quelle
Deutschland	2016	300	37
Kanada	2010	1.227	29
Australien	2010	455	27

Inzidenz der Querschnittlähmung

Die Inzidenz der Querschnittlähmung beschreibt, wie viele Menschen innerhalb eines festgelegten Zeitraums eine bestimmte Erkrankung erworben haben. Sie ist damit Ausdruck des Risikos, eine Neuerkrankung zu erleiden und gibt einen Hinweis auf die Effektivität primär präventiver Maßnahmen. Patienten mit traumatischer Querschnittlähmung, die am Unfallort oder auf dem Weg ins Krankenhaus sterben, fließen im Regelfall nicht in die statistischen Erhebungen ein. Für Patienten, die im Endstadium einer malignen Erkrankung eine spinale Beteiligung mit Querschnittlähmung erleiden, gilt dies gleichfalls.

Die Inzidenz der Querschnittlähmung wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Daher ist es sinnvoll, diese Parameter differenziert zu betrachten und führt automatisch zur Fragestellung der Ätiologie. Die internationalen Daten zur Inzidenz der Querschnittlähmung sind wie bei der Prävalenz unvollständig und inkonsistent. Folglich kann es nur grobe Schätzungen geben. Weltweit schätzt man die Inzidenz von Querschnittlähmungen allgemein mit 40-83 / Mio. Hieraus ergibt sich absolut eine geschätzte Zahl von 250.000 - 500.000 Neuerkrankungen pro Jahr. Die Inzidenz traumatischer SCI wird weltweit zwischen 10.4 und 83.0 / Mio. geschätzt (48). Siehe hierzu Tabelle 11.

Die aus verschiedenen Ländern veröffentlichten Daten zeigen enorme Unterschiede der Inzidenz (1, 3, 6). Dies hängt neben technischen Unzulänglichkeiten der Datenerfassung vor allem mit unterschiedlichen Altersstrukturen, Gefährdungspotentialen und strukturellen Unterschieden hinsichtlich der Erstversorgung zusammen. Während in jungem Lebensalter verletzungsbedingte Querschnittlähmungen weit im Vordergrund stehen (10, 45), ist die krankheitsbedingte Lähmung typisch für das höhere Lebensalter. Damit hat die demographische Entwicklung unserer Gesellschaften enormen Einfluss auf die Entwicklung der Patientenkollektive. In Kriegsgebieten und in Ländern mit hoher Waffendichte sind entsprechend hohen Raten traumatischer Lähmung durch Waffengewalt festzustellen, während in Staaten mit restriktiven Waffengesetzen Querschnittlähmungen hervorgerufen durch Waffengewalt die Rarität darstellt.

Schließlich erreichen in Ländern mit suboptimaler Notfallversorgung viele Patienten mit traumatischer Querschnittlähmung gar nicht lebend das

Krankenhaus. Hierdurch wird die Inzidenz der Erkrankung nach unten korrigiert bzw. verfälscht. Die Inzidenz der traumatischen Querschnittlähmung variiert zwischen 12 und 53 / Mio. (3, 29, 33,43). Zu bedenken ist, dass die veröffentlichten Daten zur Inzidenz innerhalb eines Landes durch regionale Besonderheiten auch noch innerhalb desselben erhebliche Differenzen aufweisen können (z.B. ländliche Region / Industrieregion).

Die Inzidenz nicht-traumatischer Querschnittlähmungen schwankt zwischen 12 und 50 / Mio. (28, 29, 33). Tabelle 12 zeigt dies zusammengefasst.

Tab. 11: Inzidenz traumatischer Querschnittlähmung

Land	Jahr der Studie	Fälle/Mio.	Quelle
Deutschland	2016	13	37
Kanada	2010	53	29
Australien	2010	14	27
Finnland	1999	13	8
Niederlande	1994	12	28

Tab. 12: Inzidenz nicht-traumatischer Querschnittlähmung

Land	Jahr der Studie	Fälle/Mio.	Quelle
Deutschland	2016	12	37
Kanada	2010	68	29
Australien	2010	26	27
Spanien	1999	11	44

Genauso wie bei der Prävalenz stehen auch bei der Inzidenz die im Rahmen der Studie festgestellten Daten im Einklang mit dem Durchschnitt in Deutschland.

Hinsichtlich der Geschlechterverteilung findet sich in der Literatur überall eine weit überproportionale Betroffenheit von Männern. Dies gilt insbesondere für traumatische Querschnittlähmung (29, 43, 30). Dies zeigt Tabelle 13.

Bei nicht traumatischer Querschnittlähmungen (Tab. 14) ist der Anteil der Frauen nahezu gleich groß wie bei Männern (21, 27, 30, 44).

Tabelle 13: Geschlechterverteilung traumatischer Querschnittlähmung

Land	Jahr der Studie	Männer in %	Frauen in %	Quelle
Niederlande	2014	74.1	25.9	28
Deutschland	2015	76.8	23.7	38
Nigeria	2013	81.1	18.9	30
Kanada	2012	71.6	28.4	21

Mit 83,2 % Männern und 16,8 % Frauen bei traumatischen und nicht traumatischen Querschnittlähmungen reiht sich die vorliegende Studie nahtlos zwischen den vorliegenden internationalen Daten ein. In der vorliegenden Studie lag der Anteil der Männer bei den traumatischen Querschnittlähmungen bei 87,4 % und bei nicht traumatischen Lähmungen bei 74,4 %.

Tabelle 14: Geschlechterverteilung nicht-traumatischer Querschnittlähmung

Land	Jahr der Studie	Männer in %	Frauen in %	Quelle
Deutschland	2015	60.4	39.6	38
Kanada	2012	57.2	42.8	21
Australien	2013	53.9	46.1	27
Spanien	2012	53.0	47.0	44

Ursachen traumatischer Querschnittlähmungen

Die häufigsten Ursachen traumatischer Querschnittlähmung weltweit sind Verkehrsunfälle, gefolgt von Stürzen und Folgen von Gewalteinwirkungen. Der Anteil verkehrsunfallbedingter Querschnittlähmungen variiert in den verschiedenen Regionen der Erde sehr stark. Dies hängt mit der Besiedlungsdichte, der Verkehrsdichte, aber auch mit der regional sehr unterschiedlich ausgeprägten Verkehrssicherheit zusammen. So ist beispielsweise der Anteil verkehrsunfallbedingter SCI in Afrika nahezu doppelt so hoch wie in den USA (21, 44), während die Wahrscheinlichkeit einer Sturz bedingten SCI in Europa etwa doppelt so hoch ist wie in Afrika (33, 44). Gleichzeitig wird zum Beispiel in Nigeria nur ein verschwindend geringer Anteil der Patienten mit einem adäquaten Rettungsmittel in die Ambulanz gebracht (32).

Der höchste Anteil verkehrsunfallbedingter Querschnittlähmungen findet sich mit 85 % in Saudi Arabien (4).

Relativiert wird die Aussagekraft der Zahlen jedoch durch regional sehr unterschiedliche Vergleichspopulationen. Beispielhaft sei auf die vollkommen andere demographische Bevölkerungsstruktur in Europa verwiesen, die durch den überproportionalen Anteil alter Menschen zwanglos die Häufigkeit (altersbedingter) Stürze erklärt (32).

Das Freizeit- und Sportverhalten der Menschen hat sowohl Einfluss auf die Häufigkeit der SCI als auch auf die zugehörigen Verletzungsmuster. So liegt der Anteil Sport bedingter Querschnittlähmungen zwischen 1.7 % in Nigeria, 4.0 % in Deutschland, 10,0 % in den USA und 14,1 % in den Niederlanden (4, 9, 28, 32).

Extrem unterschiedlich ist die Inzidenz traumatischer SCI durch Schusswaffengebrauch. Während sie in nordeuropäischen Ländern unter 1 % ausmacht, ist die Verletzung des Rückenmarkes durch Einsatz von Schusswaffen in Brasilien die häufigste Ursache traumatischer SCI (13).

Eine Studie aus China zeigt, dass die rasche Industrialisierung und die damit einhergehenden Veränderungen der Verkehrsströme erheblichen Einfluss auf Inzidenz und Ursachen traumatischer Querschnittlähmungen haben. Dort war

zwischen 2000 und 2010 eine starke Zunahme der Querschnittlähmungen durch Verkehrsunfälle festzustellen (19).

Bei Kindern und Jugendlichen stellen weltweit Verkehrsunfälle die häufigste Lähmungsursache dar. Im Alter zwischen 0 und 12 Jahren ist der Verkehrsunfall sogar häufiger die Ursache traumatischer SCI, als alle anderen Ursachen zusammen (10, 45).

Die besondere Bedeutung von Verkehrsunfällen bleibt bis zum 45. Lebensjahr bestehen, danach gewinnt der Sturz als Lähmungsursache überragende Bedeutung. Eine neue Unfallursache wird sich voraussichtlich in den nächsten Jahren in den sog. „High-income- Ländern“ etablieren: Stürze durch zunehmende Nutzung so genannter Elektrobikes durch ältere Verkehrsteilnehmer, die einerseits Einschränkungen der körperlichen Leistungsfähigkeit aufweisen, andererseits aber mobil bleiben wollen.

Der zu verzeichnende Anstieg der Inzidenz traumatischer Querschnittlähmungen in hohem Lebensalter geht einher mit zunehmenden Komorbiditäten, deren quantitative und qualitative Bedeutung aufgrund der demographischen Entwicklung weiter steigen wird. Valide Daten gibt es hierzu kaum. Oben wurde dargestellt, dass die Inzidenz unter anderem Ausdruck der Effektivität primärer Präventivmaßnahmen ist. Für die Richtigkeit dieser Feststellung gibt es sowohl positive als auch negative Beispiele:

In Deutschland werden Unfälle, die während der Arbeit passieren, gesondert erfasst, da Behandlungskosten und ggf. auch Rentenzahlungen von einer separaten Gesetzlichen Unfallversicherung (workmen`s compensation) übernommen werden. Daher gibt es diesbezüglich international wohl einmalige Daten. Aus diesen geht hervor, dass der Anteil der zu einer SCI führenden Arbeitsunfälle zwischen 1985 und 2013 von 22 auf 7% zurückgegangen ist (37). Dies ist sowohl der Umsetzung strengerer Arbeitssicherheitsvorschriften als auch dem Abbau risikobehafteter Tätigkeiten im Sinne des Wandels hin zu einer modernen Industrie- und Informationsgesellschaft zuzuschreiben. Zweifellos ein Beispiel gelungener Primärprävention.

Weniger günstig entwickeln sich die Inzidenzen in einem Bereich, der eigentlich einer der Hauptangriffspunkte primär präventiver Maßnahmen sein sollte: Die Flachwasserspringer (diving accidents). Erhebungen aus Deutschland zeigen, dass die absolute Zahl von Flachwasserspringern, die eine zervikale Läsion erleiden, zwischen 1985 und 2013 aller traumatischen SCI auf konstant hohem Niveau ist (37). Sie macht deutschlandweit ca. 4 % aller Ursachen für Querschnittslähmungen aus. In der vorliegenden Studie betrug der Anteil 3,4 %. Zwischenzeitig immer wieder durchgeführte multimodale Präventivmaßnahmen haben keine nachhaltigen Erfolge gebracht. Die im Verlauf feststellbaren Schwankungen der Inzidenz sind nach Expertenauffassung lediglich mit der Wetterqualität der jeweiligen Sommer korreliert. Dies ist traurig, zumal z.B. in den USA und Canada Präventionsprogramme bestehen, die nachweislich Erfolge zeitigen (5).

Ursachen nicht-traumatischer Querschnittslähmungen

In der Literatur finden sich weniger Studien zu nicht traumatischen SCI als zu traumatischen SCI. Ein wesentlicher Grund hierfür liegt historisch begründet darin, dass bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts der Anteil traumatischer Querschnittslähmungen bei über 90 % lag und nicht-traumatische SCI Seltenheitswert hatten. Der Anstieg nicht-traumatischer Querschnittslähmungen erklärt sich im Wesentlichen durch die steigende Lebenserwartung der Menschen. Diese Entwicklung geht regelhaft mit dem Auftreten altersassoziierter Erkrankungen wie Durchblutungsstörungen, Tumorleiden und abszedierenden Infektionen einher, die entweder direkt das Rückenmark schädigen oder durch Verdrängung innerhalb der Rückenmarkkanals Schäden auslösen.

Aus Kanada wird eine Inzidenz nicht traumatischer SCI von 68 / Mio. berichtet (14), aus Australien eine Inzidenz von 26 / Mio. (26). Der rasante Anstieg nicht traumatischer SCI innerhalb kurzer Zeit führt dazu, dass das Datum der Datenerhebung von wesentlicher Bedeutung für die erhobenen Daten ist und damit die Vergleichbarkeit internationaler Daten erschwert.

Aus der Deutschen Nationalen Datenbank, in die alle Deutschen Querschnittgelähmten-Zentren seit Jahrzehnten ihre Daten einspeisen, lässt sich die Bedeutung des demographischen Wandels für die epidemiologische Entwicklung des Krankheitsbildes besonders gut ablesen. Zu Beginn der Datenerhebung 1976 betrug der Anteil krankheitsbedingter SCI 14%, im Durchschnitt aller Jahre zwischen 1976 und 2012 jedoch 37%. Im Jahr 2012 selbst betrug der Anteil nicht traumatischer QSL 54%.

Die Analyse der Lähmungsursachen deckt sich in den Zahlen der Deutschen Datenbank im Wesentlichen mit den international geschätzten. So waren im Jahr 2012 von über 1.000 untersuchten Fällen nicht traumatischer Querschnittlähmung 26% auf Tumore zurückzuführen, 20% auf Entzündungen und 16% auf ischämische Probleme. Diese Daten stehen gleichfalls im Einklang mit den im Rahmen der vorliegenden Studie erhobenen (29,3 % Tumore, 21,8 % Entzündungen, 22,4 % ischämische Ursachen).

Da die nicht traumatischen Querschnittlähmungen naturgemäß wesentlich häufiger mit AIS inkompletten Lähmungssituationen einhergehen als die traumatischen, gibt es Parallelen zwischen der demographischen Entwicklung der Gesellschaft und dem Anstieg des Anteils AIS inkompletter Lähmungen (16, 19, 30). Die in der vorliegenden Studie festgestellte Verteilung der Läsionsformen bei traumatischer und nicht traumatischer Querschnittlähmung deckt sich weitgehend mit den für Deutschland allgemein dokumentierten. Siehe hierzu Tabelle 15 und 16.

Tabelle 15: Verteilung der Läsionsformen bei traumatischer Querschnittlähmung

Land	Jahr der Studie	Tetra A/B	Tetra C/D	Para A/B	Para C/D	Quelle
Deutschland	2015	28.6	25.0	30.1	16.3	38
Niederlande	2014	17.3	49.2	16.2	13.0	28
Saudi Arabien	2012	21.0	31.0	29.0	18.0	4
China	2013	26.8	25.7	23.7	8.3	19
Finnland	2005	25.6	20.7	33.0	20.7	8

Tabelle 16: Verteilung der Läsionsformen bei nicht traumatischer Querschnittslähmung

Land	Jahr der Studie	Tetra A/B	Tetra C/D	Para A/B	Para C/D	Quelle
Deutschland	2015	7.3	20.6	29.7	42.4	38
Australien	2013	19.4	11.3	49.1	20.2	27
Spanien	2012	2.8	23.3	13.5	49.3	44

Eine weitere demographische Besonderheit liegt darin, dass die Lebenserwartung von Frauen in Industriestaaten höher ist als die der Männer. Dies erklärt, neben geändertem Freizeitverhalten und Reduktion Risiko behafteter Arbeitsplätze, warum der Anteil der Frauen mit SCI in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich steigt.

Mortalität und Lebenserwartung

Bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts galt es als gesichert, dass eine Querschnittslähmung langfristig nicht mit dem Leben vereinbar ist. Die Erfahrung zeigte über Jahrhunderte, dass die Betroffenen in Abhängigkeit von der Lähmungshöhe an den typischen Komplikationen Lungenentzündung, Dekubitus und aufsteigenden Harnwegsinfektionen starben. Insbesondere hohe Halsmarkläsionen führten aufgrund der eingeschränkten Atemfunktion rasch zur Pneumonie und damit in Ermangelung therapeutischer Möglichkeiten zum Tod.

Die Weiterentwicklung von Operationstechniken und Osteosynthesematerialien zur Stabilisierung der betroffenen Wirbelsäulensegmente sowie der intensivmedizinischen Behandlungsmöglichkeiten führte zusammen mit entsprechenden Entwicklungen in der Rehabilitation in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu einer substantiellen Verbesserung der Situation. In den letzten 70 Jahren hat sich die Lebenserwartung bei SCI kontinuierlich gesteigert. Trotzdem geht eine SCI auch heute noch mit erhöhter Mortalität und Reduktion der

Lebenserwartung einher. Ausmaß der Mortalität und Einschränkung der Lebenserwartung sind international sehr unterschiedlich. Ursächlich hierfür sind Unterschiede hinsichtlich Qualität und Quantität der vorhandenen Versorgungsstrukturen. Dies beginnt mit der Effektivität der Ersthelfermaßnahmen und endet mit der Qualität der lebenslangen Nachsorge (31).

Das höchste Mortalitätsrisiko für Patienten mit SCI liegt im ersten Jahr nach Eintritt der Lähmung (2, 22).

Die Qualität der Ersthelfermaßnahmen, der Primärversorgung und der anschließenden medizinisch-rehabilitativen Versorgung hat entscheidende Bedeutung für die Mortalitätsraten. Gerade in Ländern mit geringem Einkommen sterben auch heute noch viele Menschen an vermeidbaren Komplikationen.

Neben der Lähmungshöhe und dem Ausmaß der Lähmung ist die Schwere von Begleitverletzungen jenseits der Wirbelsäule wesentlich für das Mortalitätsrisiko. Durch relevante Begleiterkrankungen nimmt auch das Lebensalter erheblichen Einfluss auf die Prognose.

Tetraplegiker sterben früher als Paraplegiker, komplette Querschnittlähmung führt eher zum Tod als inkomplette. Dies wurde durch Vergleich der standardized mortality ratio bezogen auf die Normalbevölkerung in mehreren Staaten nachgewiesen (2, 34).

Die Todesursachen bei Paraplegikern nähern sich immer mehr denen der Normalbevölkerung. Hierzu gibt es mehrere Studien (22, 42). Die häufigsten Todesursachen bei Paraplegikern sind ischämische Ereignisse, Tumore und COPD. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der aktuell vorliegenden Studie. Ein nicht geringer Teil der Paraplegiker stirbt aber nach wie vor am lähmungsassoziierten Problem des Druckgeschwürs (36, 42,). In der vorliegenden Studie lag der Anteil der Paraplegiker, die an den Folgen eines Dekubitus starben bei 9,5 %.

Große Unterschiede hinsichtlich der Todesursachen bestehen nach wie vor bei Tetraplegikern. Hier finden sich in der internationalen Literatur durchgehend hohe Zahlen pulmonaler Komplikationen als Todesursache (14, 24, 25, 36). Dies ergibt sich aus der Natur der Sache und ist insbesondere bei sehr hohen

Lähmungssituationen unmittelbar nachvollziehbar und zum Teil auch unvermeidbar. In der vorliegenden Studie war die Pneumonie mit 32,7 % bei Tetraplegikern gleichfalls die häufigste Todesursache.

Es gibt in der Literatur Hinweise dafür, dass Suizide überproportional häufig die Todesursachen bei Tetraplegikern darstellen. Dies bestätigt die aktuelle Studie (11,9 %). Hierbei muss jedoch bedacht werden, dass in nicht seltenen Fällen eine Suizidalität bereits Ursache der Querschnittlähmung war. In der aktuellen Studie waren bei 1/3 der später Suizidalen wesentliche psychische Vorerkrankungen aktenkundig. Dass dieser Umstand die Suizidquote beeinflusst, ist unmittelbar evident.

Weitere typische lähmungsassoziierte und überproportional häufige Todesursachen sind Folgen chronischer Darmentleerungsstörungen und Urosepsis. Schließlich ist eine weitere überproportional häufige Todesursache bei Menschen mit langjährig bestehender neurogener Blasenentleerungsstörung das Urothelkarzinom der Blase (7, 47). In der vorliegenden Studie wurde nicht hinsichtlich der Tumorarten differenziert.

Eine besondere Entität stellen die hoch ultrahoch zervikal gelähmten Menschen mit maschineller Dauerbeatmungspflicht dar. Diese Menschen fallen in der vorliegenden Studie in die Läsionskategorie C0-4 und weist mit 16,4 Jahren die kürzesten Überlebenszeiten auf, wobei das Spektrum zwischen 1,4 und 43,4 Jahren beweist, dass lange Überlebenszeiten auch mit hoch cervikaler Läsion möglich sind. Die Mortalität der Patienten hängt wie bei keiner anderen Gruppe von der medizinisch-technischen und pflegerischen Versorgung ab und ist damit Gradmesser dafür, wieviel unsere Solidargemeinschaft für die Versorgung schwer pflegebedürftiger Mitglieder aufzuwenden bereit ist (17). Eine weitergehende Diskussion der Ergebnisse hinsichtlich der Überlebenszeiten nach Läsionshöhe und Läsionsausmaß ist nicht möglich, da in der internationalen Literatur keine entsprechend differenziert aufgearbeiteten Daten existent sind. Dies gilt insbesondere für die Bedeutung der Kostenträgerschaft hinsichtlich der Überlebenszeiten aber auch hinsichtlich der Todesursachen.

5. Fazit

Die vorliegende Studie bestätigt in weiten Zügen die aus internationalen Publikationen bekannten epidemiologischen Daten hinsichtlich Prävalenz und Inzidenz bei traumatischen und nicht traumatischen Querschnittlähmungen. Das besondere an der Studie ist deren monozentrische Gestaltung, die aufgrund der Größe des Querschnittgelähmten-Zentrum Hamburgs dennoch eine der größten untersuchten Populationen ermöglichte. Weiterhin wurde eine Vielzahl von Parametern untersucht, die in dieser Tiefe bislang nirgendwo erfasst oder zumindest nicht publiziert wurde. Dies gilt insbesondere für die Analyse der Todesursachen und der offenkundig erheblichen Bedeutung des Kostenträgers für die Ausgestaltung des Wohnumfeldes der Betroffenen sowie der medizinischen, pflegerischen und therapeutischen Betreuung der Patienten. Die Datenerhebung wird auch nach Studienabschluss weiter fortgeführt, so dass in Zukunft weitere Erkenntnisse über die allgemein bekannten epidemiologischen Daten hinaus zu erwarten sind.

6. Zusammenfassung

Seit den 40-er Jahren des 20. Jahrhunderts hat sich die Lebenserwartung für Querschnittgelähmte in Deutschland kontinuierlich erhöht. Dies ist im Wesentlichen auf neue operative Verfahren der Wirbelsäulenstabilisierung, Fortschritte in der Intensivmedizin und der Pharmazie, dem Ausbau einer multiprofessionellen Rehabilitation sowie präventiven Maßnahmen im Rahmen der lebenslangen Nachsorge zurückzuführen. Im internationalen Vergleich sind die Langzeitergebnisse nach Eintritt einer Querschnittlähmung gut. Offenbar besteht ein enger Zusammenhang zwischen Überlebensraten und Todesursachen nach Eintritt einer Querschnittlähmung und der Qualität des jeweiligen Gesundheitssystems.

Dennoch bleibt die Lebenserwartung der Betroffenen deutlich hinter der von Fußgängern zurück. Dies gilt insbesondere für Tetraplegiker, die häufig an den Folgen rezidivierender bronchopulmonaler Komplikationen versterben. Die Überlebensraten sind gerade halb so lang wie bei den Paraplegikern. Die Todesursachen der Paraplegiker ähneln sich, abgesehen von der Gruppe, die an den Folgen nicht beherrschbarer Druckgeschwüre versterben, sehr denjenigen der Fußgänger.

Qualität und Quantität der im häuslichen Umfeld gebotenen Pflege, sowie das Ausmaß der erbrachten Heil- und Hilfsmittelversorgung haben bei Tetraplegikern entscheidenden Einfluss auf Lebensqualität und Lebenserwartung.

7. Literaturverzeichnis

- 1. Ahoniemi E, Alaranta H, Hokkinen EM, Valtonen K, Kautiainen H: Incidence of traumatic spinal cord injuries in Finland over a 30- year period. *Spinal Cord* 46, 781-784 (2008)
- 2. Ahoniemi E, Pohjolainen T, Kautiainen H. Survival after spinal cord injury in Finland. *Journal of Rehabilitation Medicine* 43, 481-485 (2011)
- 3. Albert T, Ravaud JF: Rehabilitation of spinal cord injury in France: a nationwide multicentre study of incidence and regional disparities. *Spinal Cord* 43, 357-365 (2005)
- 4. Alshahri, SS, Cripps RA, Lee BB, Al-Jadid MS: Traumatic spinal cord injury in Saudi Arabia: an epidemiological estimate from Riyadh. *Spinal Cord* 50, 882-884 (2012)
- 5. Barss P, Djerrari H, Leduc B, Lepage Y, Dionne C: Risk factors and prevention for spinal cord injury from diving in swimming pools and natural sites in Quebec, Canada: a 44-year study. *Accident, analysis and prevention* 40, 787-797 (2008)
- 6. Bickenbach J: Querschnittlähmung - global betrachtet. In: Bickenbach J, Cardenas D, Post Marcel (Hrsg.): *International Perspectives on Spinal Cord Injury*. 1. Aufl., 15-48, Schweizer Paraplegiker-Forschung, Genf, 2013
- 7. Böthig R, Kurze I, Fiebag K, Kaufmann A, Schöps W, Kadhum T, Zellner M, Golka K: Clinical characteristics of bladder cancer in patients with spinal cord injury: the experience from a single centre. *Int. Urol Nephrol* 49, 983-994 (2017)
- 8. Dahlberg A, Kotila M, Leppanen P, Kauriainen H, Alaranta H: Prevalence of spinal injury in Helsinki. *Spinal Cord* 43, 47-50 (2005)
- 9. De Vivo MJ: Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications. *Spinal Cord* 50, 365-372 (2012)
- 10. DeVivo MJ, Vogel LC. Epidemiology of spinal cord injuries in children and adolescents. *The Journal of Spinal Cord Medicine* 27, 4-10 (2004)
- 11. Eisenhuth J: Suizid. In Stubreither W, Neikes M, Stirnimann D, Eisenhuth J, Schulz, B, Lude P (Hrsg.): *Klinische Psychologie bei Querschnittlähmung*, 1. Aufl., 453-457, Springer, Wien, 2015

- 12. El Masri WS, Tsubo M, Katho S, El Miligui Y, Khan A: Validation of the American Spinal Injury Association (ASIA) motor score and the National Acute Spinal Cord Injury Study (NASCIS) motor score. *Spine* 21, 614-619 (1996)
- 13. Filho, TEP de Barros, Cristante AF, Marcon RM, Ono A, Bilhar R: Gunshot injuries in the spine, *Spinal Cord* 52, 504-510 (2014)
- 14. Garshick A, Kelley A, Cohen SA, Garrison A, Tun CG, Gagnon D Brown R: prospective assessment of mortality in chronic spinal cord injury. *Spinal Cord* 43, 408-416 (2005)
- 15. Hagen EM, Eide GE, Rekand T, Gilhus NE, Gronning M: A 50-year follow-up of the incidence of traumatic spinal cord injuries in western Norway. *Spinal Cord* 48, 313-318 (2010)
- 16. Hagen EM, Li SA, Rekand T, Gilhus NE: Mortality after traumatic spinal cord injury: 50 years of follow-up. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 81, 368-373 (2010)
- 17. Hirschfeld, Exner G, Luukkaala T, Baer GA: Mechanical ventilation or phrenic nerve stimulation for treatment of spinal cord injury-induced respiratory insufficiency. *Spinal Cord* 46, 738-742 (2008)
- 18. Hirschfeld S, Exner, G, Tiedemann S, Thietje R: Langzeitbeatmung querschnittgelähmter Patienten. *Trauma und Berufskrankheit* 12, 177-181 (2010)
- 19. Hua R, Shi J, Wang X, Yang J, Zheng P, Cheng H, Li M, Dai G, An Y: Analysis of the causes and types of traumatic spinal cord injury based on 561 cases in China from 2001 to 2010. *Spinal Cord* 51, 218-221 (2013)
- 20. Kleekamp J: The pathophysiology of syringomyelia - historical overview and current concept. *Acta Neurochir* 144, 649-664 (2002)
- 21. Lenehan B et al. The epidemiology of traumatic spinal cord injury in British Columbia, Canada. *Spine* 37,321-329 (2012)
- 22. Lidal IB, Snekkevik H, Aamoodt G, Hjeltnes N, Stanghelle JK, Biering-Sörensen F: Mortality after spinal cord injury in Norway. *Journal of Rehabilitation Medicine* 39, 145-151 (2007)
- 23. Meindl R: Lagerungsschäden, Dekubitus und plastische Deckung. *Trauma und Berufskrankheit* 12, 170-176 (2010)

- 24. Middleton JW, Dayton A, Walsh J, Rutkowski SB, Leong G, Duong S: Life expectancy after spinal cord injury: a 50-year study. *Spinal Cord* 50, 803-811 (2012)
- 25. National Spinal Cord Injury Statistical Center. Birmingham. Alabama Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance (2012)
- 26. New PW, Cripps RA, Bonne Lee B. Global maps of non-traumatic spinal cord injury epidemiology: towards a living data repository. *Spinal Cord* 52, 97-109 (2014)
- 27. New PW, Farry A, Baxter D, Noonan VK: Prevalence of non-traumatic spinal cord injury in Victoria, Australia. *Spinal Cord* 51, 99-102 (2013)
- 28. Nijendijk JHB, Post MWM, Asbeck FWA. Epidemiology of traumatic spinal cord injuries in the Netherlands, *Spinal Cord* 52, 258-263 (2014)
- 29. Noonan VK, Fingas M, Farry A, Baxter D, Singh A, Fehlings MG, Dvorak MF: Incidence and prevalence of spinal cord injury in Canada: a national perspective. *Neuroepidemiology* 38, 219-226 (2012)
- 30. Nwadinigwe CU, Iloabuchi TC, Nwabudela A: Traumatic spinal cord injuries (SCI): a study of 104 cases. *Nigerian Journal of Medicine* 13, 161-165 (2004)
- 31. Nwankwo OE, Uche EO: Epidemiological and treatment profiles of spinal cord injury in southeast Nigeria. *Spinal Cord* 51, 448-452 (2013)
- 32. Obalum DC, Giwa SO, Adekoya-Cole TO, Enwelu GO: Profile of spinal injuries in Lagos, Nigeria. *Spinal Cord* 47, 134-137 (2009)
- 33. O'Connor PJ: Prevalence of spinal cord injury in Australia. *Spinal Cord* 43, 42-46 (2003)
- 34. O'Connor PJ: Survival after spinal cord injury in Australia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85, 1764-1773 (2004)
- 35. Ohri A, El Masri W, Chhabra, HS: Spinal Spinal Cord injury management - Historical Perspective. In *ISCOS-Textbook on Comprehensive Management of Spinal Cord Injuries*, 1. Aufl., 3-22, Wolters Kluwer, New Dehli, 2015
- 36. Rabadi MH, Mayanna SK, Vincent AS: Predictors of mortality in veterans with traumatic spinal cord injury. *Spinal Cord* 51, 784-788 (2014)
- 37. Thietje R: Epidemiologie, Ätiologie und Mortalität bei Querschnittlähmung. *Neuroreha* 8, 105-109 (2016)

- 38. Thietje R: Lebenslange Nachsorge. In Stubreither W, Neikes M, Stirnimann D, Eisenhuth J, Schulz, B, Lude P (Hrsg.): Klinische Psychologie bei Querschnittlähmung, 1. Aufl., 123-127, Springer, Wien, 2015
- 39. Thietje R: Querschnittlähmung. In Mehrstens G, Valentin H Schönberger A (Hrsg.): Arbeitsunfall und Berufserkrankung, 9. Aufl., 499-504, ES-Verlag, Berlin, 2017
- 40. Thietje R, Hirschfeld S: Epidemiology of Spinal Cord injury. In: Weidner N, Rupp R, Tansey KE (Hrsg.): Neurological aspects of Spinal Cord injury. 1. Aufl. 3-18, Springer, Cham, 2017
- 41. Thietje R, Kowald B, Hirschfeld S: Woran sterben Querschnittgelähmte heute? - Eine Nachuntersuchung von 102 Fällen. Die Rehabilitation 50, 251-254 (2011)
- 42. Thietje R, Pouw MH, Schulz AP, Kienast B, Hirschfeld S: Mortality in patients with traumatic spinal cord injury: Descriptive analysis of 62 deceased objects Journal of Spinal Cord Medicine 34, 482-487 (2011)
- 43. Van Asbeck FW, Post MW, Pangalila RF: An epidemiological description of spinal cord injuries in the Netherlands in 1994. Spinal Cord. 38, 420-424 (2000)
- 44. Van den Berg ME, Castellote JM, Mahillo-Fernandez I, de Pedro-Cuesta J: Incidence of non-traumatic spinal cord injury. A Spanish cohort study (1972-2008). Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 93, 325-331 (2012)
- 45. Vogel LC, Betz RR, Mulcahey MJ. Spinal cord injuries in children and adolescents. Handbook of Clinical Neurology 109, 131-148 (2012)
- 46. Wan D, Krassioukov A: Life-threatening outcomes associated with autonomic dysreflexia: A clinical review J of Spinal Cord Medicine 37, 1-10 (2014)
- 47. Welk B, McIntyre A, Teasell R, Potter P, Loh E: Bladder cancer in individuals with spinal cord injuries. Spinal Cord 51, 516-521 (2013)
- 48. Wyndaele M, Wyndaele JJ: Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury. Spinal Cord 44, 523-529 (2006)

- 49. Zäch GA: Geschichte der Paraplegiologie. In:Zäch GA, Koch HG (Hrsg.): Paraplegie Ganzheitliche Rehabilitation. 2. Aufl., 1-6, Karger, Basel, 2006

8. Anhang

Tabelle 2: Todesursachen bei Para- und Tetraplegikern (n = 469), Absolutzahlen

Todesursache	gesamt	Para	Tetra	traumatisch	nicht traumatisch
Pneumonie	143	37	106	101	42
Kardiovaskuläre Erkrankung	125	79	46	75	50
Tumor	78	55	23	32	46
Dekubitus	29	17	12	23	6
Sepsis	23	9	14	10	13
Suizid*	24	10	14	22	2
Urosepsis	15	7	8	12	3
Ileus	8	4	4	5	3
Infekt	6	4	2	4	2
Sonstiges	18	6	12	11	7
Gesamt	469	228	241	295	174

* ca. 1/3 hatte bereits relevante psychische Vorerkrankungen

9. Danksagung

Ich möchte mich bei Herrn Prof. Dr. med. Christian Jürgens, Ärztlicher Direktor des BG Klinikums Hamburg, bedanken, der es ermöglicht hat, diese Arbeit durchzuführen.

Herrn PD Dr. med Roland Thietje, Chefarzt des Querschnittgelähmten-Zentrums, BG Klinikum Hamburg danke ich für die Überlassung des Themas sowie die hervorragende wissenschaftliche Unterstützung und intensive fachliche Betreuung dieser Arbeit.

Mein Dank gilt darüber hinaus Herrn Prof. Dr. med. Klaus Seide und Frau Birgitt Kowald für Ihre große Unterstützung bei der Aufbereitung der Daten und vielfältigen Hinweisen bei statistischen Fragestellungen.

Herrn Prof. Dr. med. Arndt-Peter Schulz, Bereichsleitung für orthopädische und unfallchirurgische Forschung und Lehre der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie der Universität zu Lübeck, danke ich für wichtige Sachhinweise und Unterstützung beim Umgang mit den Formalien des Verfahrens.

10. Lebenslauf



- 1) Name: Northmann, Markus Andreas
Geburtsdatum: 23.02.1962
Geburtsort: Buenos Aires
- 2) Hochschulstudium:
10/1982 bis 04/1983 Università degli Studi „G. d’Annunzio“ Chieti,
Facoltà di Medicina
04/1983 bis 11/1991 Universität Hamburg
05.11.1991 Ärztliche Prüfung
- 3) Beruflicher Werdegang:
03/1992 bis 08/1993: Arzt im Praktikum
Chirurgische Klinik Krankenhaus Reinbek, St. Adolf-Stift,
Chefarzt Prof. A. Eggert
09.09.1993: Approbation
08/1993 bis 04/2001 Facharztweiterbildung im Fach Chirurgie
Chirurgische Klinik Krankenhaus Reinbek, St. Adolf-Stift,
Chefarzt Prof. A. Eggert
Praxis Dr. M. Scheja, Chirurg,
Chirurgische Abteilung Israelitisches Krankenhaus
Hamburg, Chefarzt PD Dr. P. Matthaes, später
Chefarzt Prof. C. Zornig
Chirurgischen Abteilung Klinikum Stormarn,
Bad Oldesloe, Chefarzt PD. Dr. Dipl. Ing. G. Fröschle
18.04.2001 Anerkennung als Facharzt für Chirurgie, Schleswig
Holstein
11/2001 Assistenzarzt in der Abteilung für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie, BG Klinikum Hamburg,
Chefarzt und Ärztlicher Direktor Prof. C. Jürgens

04/2004 Leitung Zentrales Belegungsmanagement,
BG Klinikum Hamburg
02/2008 Ernennung zum Oberarzt
01/2012 Leitender Oberarzt Stabstelle Medizinische Koordination,
BG Klinikum Hamburg

4) Zeitraum der Dissertation
10/2015 bis 09/2017

5) Publikationen keine

11. Eidesstattliche Erklärung

Ich, Markus Andreas Northmann, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit

dem Thema

**„Ursachen, Lebenserwartung und Todesursachen bei Menschen mit
erworbener Querschnittlähmung“**

selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel
benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine
Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

Datum

Unterschrift