

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

**Klinischer Verlauf und kernspintomografische Befunde bei traumatischen Bandscheibenvorfällen in der Klinik für Neurochirurgie der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg aus den Jahren 2001-2014**

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

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

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

vorgelegt von Anna Nader

aus Magdeburg

Magdeburg 2018

Meinen Eltern

Bibliografische Beschreibung:

Nader, Anna:

Klinischer Verlauf und kernspintomografische Befunde bei traumatischen Bandscheibenvorfällen in der Klinik für Neurochirurgie der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg aus den Jahren 2001-2014-2018. – 86 Bl., 14 Abb., 27 Tab., 2 Anl.

Kurzreferat

Traumatische Bandscheibenvorfälle sind im Gegensatz zu degenerativen Bandscheibenvorfällen selten. Von 2001-2014 wurden 5.824 Patienten mit der Diagnose „Bandscheibenvorfall“ oder „Spinalkanalstenose“ in der Universitätsklinik für Neurochirurgie Magdeburg behandelt. Bei 51 dieser Patienten (0,87 %) ließ sich eine traumatische Genese des Bandscheibenvorfalles vermuten. Insbesondere bei Patienten, die nach einem als hinreichend relevant angesehenen Unfall innerhalb von 0 - ≤ 24 h bzw. > 24-72 h ein Krankenhaus aufsuchten, erschien den behandelnden Ärzten ein traumatischer Bandscheibenvorfall wahrscheinlich. Die Magnetresonanztomografie kann zur Klärung eines traumatischen Ursprungs des Bandscheibenvorfalles beitragen. Hierbei zeigt sich, dass die Halswirbelsäule neunmal so häufig wie die Lendenwirbelsäule von traumatischen Bandscheibenvorfällen betroffen war. Das Auftreten von Begleitverletzungen der Wirbelsäule (Fraktur, Weichteilverletzung, Luxation) in der Magnetresonanztomografie sprach insbesondere bei Patienten, die sich innerhalb von 24 h in einem Krankenhaus vorstellten, für eine traumatische Genese des Bandscheibenvorfalles, ließ sich jedoch auch nur bei 10 von 29 Patienten (34,5 %) nachweisen. Eine in der Magnetresonanztomografie gezeigte Einblutung in den Zwischenwirbelraum galt als sicherer Hinweis für eine traumatische Genese. Eine fehlende Einblutung in den Zwischenwirbelraum schließt ein Trauma jedoch nicht aus. In der vorliegenden Arbeit war eine Einblutung in den Zwischenwirbelraum in der Magnetresonanztomografie bei 5 Patienten (10,2 %) nachweisbar.

Schlüsselwörter: Traumatischer Bandscheibenvorfall, Magnetresonanztomografie

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Stand der wissenschaftlichen Diskussion.....	1
1.2	Historische Bemerkungen zum traumatischen Bandscheibenvorfall.....	6
1.3	Fragestellung.....	8
<b>2</b>	<b>Patienten und Methoden</b> .....	<b>9</b>
2.1	Patienten.....	9
2.2	Angaben im Fragebogen.....	10
2.3	Datenverarbeitung.....	14
2.3.1	Datenerfassung.....	14
2.3.2	Datenauswertung.....	15
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>16</b>
3.1	Patienten.....	16
3.2	Häufigkeit traumatischer Bandscheibenvorfälle.....	17
3.2.1	Unfallmechanismen bei traumatischen Bandscheibenvorfällen.....	20
3.2.2	Unfallmechanismen und Geschlecht.....	22
3.2.3	Unfallmechanismen und Begleitverletzungen der Wirbelsäule.....	22
3.2.4	Symptome.....	24
3.3	Radiologische Diagnostik traumatischer Bandscheibenvorfälle.....	27
3.4	CT-Befunde.....	28
3.4.1	Zeitliches Intervall vom Unfalltag bis zur CT-Untersuchung.....	29
3.4.2	Begleitverletzungen der Wirbelsäule.....	29
3.5	MRT-Befunde.....	34
3.5.1	Zeitliches Intervall vom Unfalltag bis zur MRT-Untersuchung.....	34
3.5.2	Begleitverletzungen der Wirbelsäule.....	35
3.5.3	Einblutungen in den Zwischenwirbelraum.....	40
3.6	Therapie und postoperatives Ergebnis.....	40
3.6.1	Therapieformen.....	40
3.6.2	Histologische Befunde des Operationsmaterials.....	42
3.6.3	Beschwerdeangaben am Entlassungstag und bei ambulanter Vorstellung.....	42
3.7	Fallbeispiele.....	44
3.7.1	Fall 1 Krankenblatt-Nr. 517/2011.....	44
3.7.2	Fall 2 Krankenblatt-Nr. 168/2009.....	46
3.7.3	Fall 3 Krankenblatt-Nr. 1779/2011.....	48

<b>4</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>50</b>
4.1	Studienumfang.....	50
4.1.1	Häufigkeit traumatischer Bandscheibenvorfälle .....	53
4.1.2	Unfallmechanismen bei traumatischen Bandscheibenvorfällen .....	57
4.1.3	Unfallmechanismen und Geschlecht .....	57
4.1.4	Unfallmechanismen und Begleitverletzungen der Wirbelsäule .....	58
4.1.5	Zeitliches Intervall zwischen dem Unfall und dem Beginn der Symptome .....	61
4.2	Radiologische Diagnostik von traumatischen Bandscheibenvorfällen.....	62
4.2.1	CT .....	63
4.2.2	MRT .....	64
4.3	Histologische Befunde im Operationsmaterial.....	68
4.4	Klinische Bedeutung .....	69
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>72</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>73</b>
	<b>Danksagung.....</b>	<b>80</b>
	<b>Ehrenerklärung .....</b>	<b>81</b>
	<b>Curriculum vitae .....</b>	<b>82</b>
	<b>Anlagen.....</b>	<b>83</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
AO	Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese
Bd.	Band
Begleitverl.	Begleitverletzungen
BSV	Bandscheibenvorfall
BWS	Brustwirbelsäule
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CT	Computertomografie
d	Tag
d. h.	das heißt
etc.	et cetera
ggf.	gegebenenfalls
h	Stunden
HWS	Halswirbelsäule
HWK	Halswirbelkörper
Hrsg.	Herausgeber
kg	Kilogramm
Kr.bl.Nr.	Krankenblattnummer
LWS	Lendenwirbelsäule
Lux.	Luxation
m	männlich
mm	Millimeter
ml	Milliliter
MRT	Magnetresonanztomografie
N	Newton

o.g.	oben genannt
OP	Operation
Pat.anzahl	Patientenanzahl
PKW	Personenkraftwagen
pp.	Pages (engl.)
SGB	Sozialgesetzbuch
Suppl.	Supplement
Tab.	Tabelle
u.a.	unter anderem, unter anderen
V.a.	Verdacht auf
VKU	Verkehrsunfall
Vol.	Volume (engl.)
w	weiblich
WS	Wirbelsäule
z. B.	zum Beispiel
Zeitp.	Zeitpunkt
z. T.	zum Teil

# **1 Einleitung**

## **1.1 Stand der wissenschaftlichen Diskussion**

Laut Angabe der Deutschen Rentenversicherung erfolgten im Jahr 2007 772.000 stationäre Leistungen zur medizinischen Rehabilitation von Erwachsenen. Jede vierte stationäre Leistung (ca. 180.000) basierte auf einem Rückenleiden bzw. auf einer Erkrankung, die in Verbindung mit der Wirbelsäule stand. Bei etwa 54.000 davon handelte es sich um Bandscheibenschäden (Deutsche Rentenversicherung 2009).

Bandscheibenvorfälle sind in den meisten Fällen Folgen degenerativer Prozesse, jedoch nicht ausschließlich. Eine traumatische Ursache für Bandscheibenschäden ist selten, aber es gibt sie (Terhaag und Frowein 1989, Tönnis und Schildhauer 1971). Insgesamt gehören Wirbelsäulenverletzungen zu einer Gruppe der am meisten gefürchteten Verletzungen, da sie Lähmungen hervorrufen können. Außerdem sind sie einer der Hauptgründe für Behinderungen (van Goethem et al. 2005).

Verschiedene Autoren haben Daten zu traumatischen Bandscheibenvorfällen bezogen auf alle Bandscheibenoperationen veröffentlicht. Die Inzidenz traumatischer Bandscheibenvorfälle lag übereinstimmend bei ca. 1 % (Terhaag und Frowein 1989, Prestar 1993, Apple et al. 1987).

Auch wenn es sich um eine seltene Verletzung zu handeln scheint, ist sie nicht unbedeutend, da die (versicherungs-)rechtlichen Fragen von großer Bedeutung für den Patienten sind.

Gutachter werden zunehmend mit Patientenansprüchen konfrontiert, Bandscheibenschäden als Unfallfolge anzuerkennen (Prestar 1993). Von der Beurteilung des Gutachters können die berufliche Wiedereingliederung eines Patienten, eine Rehabilitation sowie die Inanspruchnahme von Versicherungsleistungen abhängen (Thomann et al. 2010).

Um dieser Verantwortung gerecht zu werden, ist es essenziell, dass der behandelnde Arzt mit den aktuellen Erkenntnissen zum Thema der traumatischen Bandscheibenvorfälle vertraut ist.

Um die Mechanik der Unfälle besser zu verstehen, haben verschiedene Autoren zu entsprechenden experimentellen Untersuchungen veröffentlicht.



Sonoda führte verschiedene experimentelle Belastungsversuche an der Wirbelsäule durch. Seine Untersuchungen umfassten 26 Patienten im Alter von 22-76 Jahren. Er berechnete die Druckbelastungen der Wirbelsäule bis es zu einer Wirbelkörperfraktur kommt. Er stellte fest, dass die Druckbelastung der Wirbelkörper je nach Wirbelsäulenabschnitt unterschiedlich ist. Bei 20-30-jährigen Personen ist diese in der Halswirbelsäule niedriger ( $418 \pm 6$  kg) als in der Lendenwirbelsäule ( $730 \pm 13,7$  kg). Im zunehmenden Alter bedarf es dann weniger Druckbelastung ehe es zu einer Wirbelfraktur kommt. Die Druckbelastung, die zu einer Schädigung der Bandscheibe führt, liegt bei einem 40-50-Jährigen im lumbalen Bereich bei 1.500 kg pro Wirbelkörper. Dies entspricht dem Doppelten der Kompressionsfähigkeit von lumbalen Wirbelkörpern eines 20-30-Jährigen ( $730 \pm 13,7$  kg) (Sonoda 1962).

Adams und Hutton konnten unter Laborbedingungen zeigen, dass in Hyperflexionsstellung der Wirbelsäule zusammen mit axialem Kompressionsdruck bei 26 von 61 Bandscheiben Prolapse im LWS-Bereich auftraten, jedoch erst nachdem die posterioren Ligamente bis auf das hintere Längsband entfernt worden waren. Durch diese Maßnahme war die Flexionsbewegung über ein natürliches Maß hinaus erst möglich (Adams und Hutton 1982).

Ahmed et al. untersuchten experimentell das Zusammenspiel von Facettengelenken der Wirbelsäule und axialen Rotationsbewegungen der Lendenwirbel bei der Entstehung von Bandscheibenvorfällen. Hierbei zeigte sich, dass die lumbalen Facettengelenke wie ein Stopp bei der axialen Rotationsbewegung wirkten. Alleinige axiale Rotation bei intakten Facettengelenken ist daher nicht in der Lage, einen Bandscheibenvorfall hervorzurufen (Ahmed et al. 1990).

Um mehr über die mechanischen Bedingungen herauszufinden, die zur Entwicklung eines Bandscheibenvorfalles führen, unternahm Brinckmann Mitte der 1980er Jahre in einem in-vitro-Experiment den Versuch, bei 25 lumbalen Bandscheiben durch extreme axiale Belastung Bandscheibenvorfälle zu simulieren. Die ausgeübten mechanischen Belastungen wurden so gewählt, dass sie den natürlichen Kräften, die auf eine Wirbelsäule wirken, möglichst nah kommen (1000 N; 2000 N; 300 N). Alle untersuchten Bandscheiben wurden dorsolateral eingeschnitten, sodass der Faserring bis auf eine 1 mm starke Schicht zerstört wurde. Nachdem die Bandscheiben der mechanischen Belastung ausgesetzt wurden, wurde gemessen, wie sehr durch die Belastung Bandscheibenmaterial in die geschaffene Inzision heraustrat. Bei einigen Bandscheibenpräparaten wurde eine Injektion von max. 2 ml in das

Gewebe eingeführt, um zu sehen, wie sich die Aussackung dadurch verändert. Als Ergebnis musste der Autor feststellen, dass es nach den axialen Belastungen zwar zu Wirbelkörperfrakturen kam, jedoch nicht zu einem relevanten Bandscheibenvorfall. Er kam zu dem Schluss, dass ein einzelnes traumatisches Ereignis, das auf die Bandscheibenfasern einwirkt, nicht zu einem klinisch relevanten Bandscheibenvorfall führen kann (Brinckmann 1986).

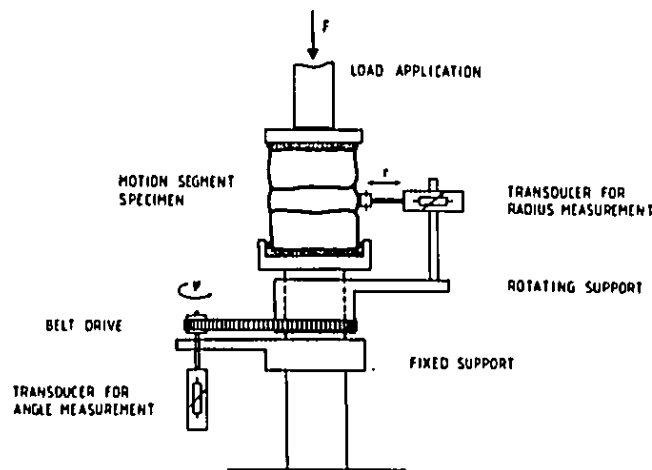


Abb. 1: Experimentelles Set-up bei Versuchen zur Kompressionsfähigkeit der Bandscheiben (Brinckmann 1986, S. 151)

Dem gegenüber stehen Gordon et al., die in einem in-vitro-Modell Bandscheiben über mehrere Stunden in einer speziellen Maschine verschiedenen Belastungen (Flexion, Rotation, Kompression) ausgesetzt haben (Gordon et al. 1991). Dabei beließen Gordon et al. die posterioren Bandstrukturen der Wirbelsäule; anders als Adams und Hutton in ihrem Experiment (Adams und Hutton 1982). Außerdem fertigten Gordon et al. MRT-Bilder der Bandscheiben vor und nach dem Belastungsversuch an, um eventuelle Kenntnisse über die Beschaffenheit der Bandscheibe zu gewinnen. Morphologisch konnten die Bandscheiben zwar vor und nach der Belastung bewertet werden, anhand der jeweiligen MRT-Signale konnten jedoch keine Aussagen abgeleitet werden. Eine bestimmte biomechanische Eigenschaft einer Bandscheibe, anhand derer eine Vorhersage eines Bandscheibenvorfalles möglich wäre, wurde nicht gefunden. Daher verfestigte sich die Annahme, dass eher die auf die Bandscheibe wirkende Kraft für den Bandscheibenvorfall sorgt, als die Beschaffenheit der Bandscheibe selbst. Wirkt eine entsprechende Kombination aus Flexions-, Rotations- und Kompressionsbewegungen über

eine bestimmte Zeitspanne auf die Bandscheiben ein, kann sich daraus ein Bandscheibenvorfall entwickeln (Gordon et al. 1991).

Einschränkend muss zu den Untersuchungen von Gordon et al. erwähnt werden, dass die Versuchsdauer durchschnittlich bei 6,9 h lag und somit länger andauernde Auswirkungen nicht beurteilt werden konnten (Gordon et al. 1991). Brinckmann hält es für möglich, dass physiologische Heilungsprozesse des Körpers der lang dauernden Belastung der Bandscheiben entgegenwirken. Da über die Heilungsprozesse wenig bekannt ist, fanden diese in den durchgeführten Experimenten bisher keine Berücksichtigung (Brinckmann 2002).

Die Möglichkeiten der Diagnostik eines Bandscheibenvorfalles haben sich in den letzten 40 Jahren entscheidend verändert, nicht zuletzt durch den Einzug der Magnetresonanztomografie in den klinischen Alltag. Viele Veröffentlichungen sind daher überholt, da sie die MRT-Untersuchung der Wirbelsäule noch nicht berücksichtigen.

Veröffentlichungen zum Thema Bandscheibenvorfälle, die Anfang und Mitte der 1980er Jahre entstanden sind, sahen oftmals die Myelografie als diagnostisches Mittel der Wahl zur Darstellung eines lumbalen Bandscheibenvorfalles (Bell et al. 1984, Herkowitz et al. 1982) bzw. empfahlen eine präoperative Myelografie, um mit dieser die Höhe des Bandscheibenvorfalles zu sichern (Aejmelaeus et al. 1984).

Mit Einzug der Kernspintomografie Mitte der 1980er Jahre rückte die Myelografie in den Hintergrund. Die MRT gilt mittlerweile als diagnostisches Mittel der Wahl in der Darstellung von Bandscheiben bzw. Bandscheibenvorfällen (Ghanem et al. 2006, Pratt et al. 1990, El-Khoury et al. 1995, Katzberg et al. 1999, Siemund et al. 2015). Die MRT-Untersuchung ist eine strahlenfreie, nicht-invasive Untersuchung, die jedoch teuer und nicht überall verfügbar ist (Yadav et al. 2003). Bei Menschen mit einem Herzschrittmacher oder sonstigen metallischen Fremdkörpern im Körper ist eine MRT-Untersuchung nicht möglich. In diesen Fällen kann eine Myelografie oder ein Myelo-CT durchgeführt werden (Siemund et al. 2015).

Oft ergibt es sich im klinischen Alltag, dass der Arzt zum Zustand der Bandscheibe vor dem Unfallereignis keine genaue Aussage treffen kann, sofern der Patient nicht über frühere Erkrankungen an der Wirbelsäule berichtet (Tönnis und Schildhauer 1971).

Dieses Problem kann auch die Einführung der MRT-Untersuchung nicht vollständig lösen. Die MRT-Untersuchung kann jedoch neben diagnostischen Aussagen auch einen Beitrag zur Klärung der Zusammenhangsfrage bei traumatischen Bandscheibenvorfällen leisten, indem Begleitverletzungen der Wirbelsäule als Zeichen einer Verletzung dokumentiert werden. Voraussetzung dafür ist eine MRT-Untersuchung bereits kurze Zeit nach dem Unfall (Mehrhoff et al. 2005 b).

Dank der MRT-Untersuchung ist es möglich, verständlichere Aussagen über die morphologischen Eigenschaften von Wirbelsäulenverletzungen zu treffen (Dai und Jia 2000).

Die Unterscheidung eines Bandscheibenvorfalles infolge unfallunabhängiger degenerativer Veränderungen der Wirbelsäule von einem unfallbedingten Bandscheibenvorfall gründet sich auf zwei Forderungen: es muss ein adäquates Trauma vorliegen, denn ein Bagateltrauma erscheint als Ursache nicht akzeptabel. Außerdem erscheint es plausibel, ein kurzes Intervall zwischen Unfall und Erstsymptomatik zu fordern. Es ist grundsätzlich unrealistisch, dass ein durch einen Unfall ausgelöster Bandscheibenvorfall erst 10 Jahre später zu einer Erstsymptomatik führen kann, da es unerklärlich wäre, warum der bei einem Unfall ausgelöste Vorfall nicht sofort, sondern erst nach 10 Jahren zu Beschwerden führt. Der angemessene Zeitraum zwischen Unfall und Erstsymptomatik, der noch für ein Trauma als Unfallursache spricht, wird in der Literatur unterschiedlich bemessen:

Lob fordert in seinen Kriterien für die Anerkennung eines traumatischen Bandscheibenvorfalles, dass sich die Symptome eines Ischiasleidens oder eines Lumbago unmittelbar an den Unfall anschließen (Lob 1973 b). Ähnlich äußerte sich Bürkle de la Camp, indem er einen unmittelbaren Symptombeginn nach dem Unfall für die Anerkennung eines traumatischen Bandscheibenvorfalles als notwendig ansah (Bürkle de la Camp 1951).

Auch Krämer et al. fordern ein „sofortiges Auftreten der Erscheinungen“ als Bedingung für die Anerkennung (Krämer et al. 2001). Terhaag und Frowein berichten von Patienten, bei denen ein sicherer oder möglicher Zusammenhang eines traumatischen Bandscheibenvorfalles anzunehmen war, von einem Auftreten von ersten Symptomen innerhalb von Stunden bis wenigen Tagen (Terhaag und Frowein 1990).

Diese vielfältigen und z. T. kontroversen Auffassungen zeigen, dass viele Aspekte beim traumatischen Bandscheibenvorfall noch nicht zufriedenstellend geklärt sind. Die Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Arbeiten von Terhaag und Frowein (Terhaag und Frowein 1989, Terhaag und Frowein 1990) sowie von Prestar Anfang der 1990er Jahre (Prestar 1993) sind meines Wissens die letzten Veröffentlichungen mit diesen großen Patientenzahlen (> 1500 Patienten) zum Thema der traumatischen Bandscheibenvorfälle.

Die hier vorgelegte Arbeit stützt sich aufgrund des Beobachtungszeitraums auf mehr als doppelt so hohe Patientenzahlen und bezieht erstmalig die Magnetresonanztomografie mit in die Analyse ein.

### **1.2 Historische Bemerkungen zum traumatischen Bandscheibenvorfall**

Schon vor Einführung der Möglichkeit eines Röntgenbildes oder einer MRT-Untersuchung gab es Beschreibungen über (traumatische) Bandscheibenvorfälle in der Literatur.

Gruber und Böni beschreiben die historische Entwicklung des Krankheitsbildes des Bandscheibenvorfalles. Die durch Bandscheibenvorfälle hervorgerufenen Rückenschmerzen waren schon im alten Ägypten, im babylonischen Reich und in der griechischen Hochkultur zu finden (Gruber und Böni 2015). Über lange Zeit wurden in der Literatur mehr Symptombeschreibungen zu bandscheibenbedingten Erkrankungen als konkrete Ursachen für das Krankheitsbild geschildert (Breitenfelder 2000). So wurde für das Ischiasleiden vorrangig eine entzündliche Genese angenommen bevor man mechanische Ursachen dafür annahm (Frowein und Firsching 1984).

Die Untersuchung der Wirbelsäule, insbesondere der Bandscheiben, war in der Zeit vor Erfindung der Röntgenuntersuchung deutlich schwieriger.

In der Vergangenheit wurde das Hauptaugenmerk bei Verletzungen der Wirbelsäule auf die knöchernen Komponenten gerichtet. Erst später setzte das Bewusstsein ein, die Wirbelsäule auch in Hinblick auf die verschiedenen „Bewegungssegmente“, welche die Bandscheiben einschließen, zu berücksichtigen (Junghanns 1959).

Der Schweizer Chirurg Theodor Kocher schrieb Ende des 19. Jahrhunderts über verschiedene Verletzungen der Wirbelsäule. In seinen Ausführungen findet sich auch eine Beschreibung von einem traumatischen Bandscheibenvorfall. Dabei erlitt ein 26-jähriger Mann bei einem Sturz aus großer Höhe neben anderen (tödlichen) Verletzungen auch eine Zerquetschung der Bandscheibe L1/L2 (Kocher 1896).

Die Engländer Middleton und Teacher berichteten 1911 von einem 38-jährigen Arbeiter, der beim Heben einer schweren Platte einen plötzlichen Schmerz im Rücken verspürte. Es bildete sich eine Paraplegie aus, an deren Folgen er 16 Tage später verstarb. Die untersuchte Wirbelsäule des Verstorbenen zeigte einen Bandscheibenvorfall, der für die neurologischen Ausfälle verantwortlich gemacht wurde. Middleton und Teacher sahen somit einen Zusammenhang zwischen dem Unfall und dem Bandscheibenvorfall. Diesen versuchten sie in Experimenten zu belegen (Middleton und Teacher 1911).

Der Zusammenhang zwischen ischialgischen Beschwerden und Bandscheibenvorfällen wurde von Mixter und Barr 1934 publiziert und schaffte somit den Ausgangspunkt für weitere Forschungen zum Bandscheibenvorfall. Die Ursache für das Entstehen von Bandscheibenvorfällen (traumatisch vs. nicht-traumatisch) wurde schon in den Nachkriegsjahren des 2. Weltkrieges kontrovers diskutiert und durch amerikanische Publikationen beeinflusst (Breitenfelder 2000).

Siehe dazu auch Kapitel 4.1.1

### **1.3 Fragestellung**

Thema der Dissertation sind folgende Fragen:

- Wie häufig kommen traumatische Bandscheibenvorfälle im Beobachtungszeitraum 2001-2014 in der Neurochirurgie der Universitätsklinik Magdeburg vor?
- Welche Unfallmechanismen können zu traumatischen Bandscheibenvorfällen führen?
- Welche Begleitverletzungen der Wirbelsäule traten insbesondere in der Magnetresonanztomografie (MRT) auf und welche möglichen Rückschlüsse erlauben diese?
- Hat ein bestimmtes Zeitintervall vom Unfallzeitpunkt bis zum Auftreten erster Symptome eine Bedeutung?

## 2 Patienten und Methoden

### 2.1 Patienten

In dieser vorliegenden retrospektiv angelegten Arbeit wurden die Daten von 5.824 Patienten analysiert, die mit der Diagnose „Bandscheibenvorfall“ oder „Spinalkanalstenose“ in der Klinik für Neurochirurgie der Universitätsklinik Magdeburg im Zeitraum 2001- 2014 behandelt wurden.

Aus diesen Patienten (n=5.824) wurde auf Grundlage der schriftlichen Dokumentation in den Krankenakten im weiteren Verlauf der Anteil der Patienten ermittelt, bei denen es sich nach ärztlicher Auffassung um traumatische Bandscheibenvorfälle handelte. Dies traf auf n=51 Patienten zu.

Die Kriterien, die zur Annahme eines traumatischen Bandscheibenvorfalles führten, sind im Folgenden genannt.

Einschlusskriterien waren:

- 1) Die Patienten müssen nach einem in der Anamnese als hinreichend relevant angesehenen Unfall innerhalb von  $0 \leq 24$  h bzw.  $> 24-72$  h ein Krankenhaus aufgesucht haben (und dort stationär behandelt worden sein).
- 2) Der in der Anamnese angegebene Unfall muss in der Folge eine typische Beschwerdesymptomatik der Patienten in Form von Schmerzen, motorischen oder sensiblen Ausfällen hervorgerufen haben (oder eine Kombination davon).
- 3) Das Datum des Unfalls muss klar ersichtlich sein.
- 4) Der Bandscheibenvorfall musste mittels Magnetresonanztomografie (MRT) oder Computertomographie (CT) radiologisch gesichert worden sein. Hatte ein Patient mehrere Bandscheibenvorfälle in mehreren Segmenthöhen, wurde der Bandscheibenvorfall nur einmal gezählt.



Die Auswahl der Patienten erfolgte durch Sichtung aller Krankenblätter von Patienten der Klinik für Neurochirurgie der Universitätsklinik Magdeburg der Jahre 2001-2014, die mit der Diagnose „Bandscheibenvorfall“ oder „Spinalkanalstenose“ behandelt wurden. Diese Patientenakten enthielten Aussagen zur Anamnese sowie eine Epikrise. Fand sich in dieser ersten Sichtung die Erwähnung eines Unfallgeschehens, das dem diagnostizierten Bandscheibenvorfall vorausging, wurde die Patientenakte aus dem Archiv der Klinik für Neurochirurgie entnommen und anhand eines selbst angefertigten Fragebogens (siehe Anlage 2) ausgewertet.

Der Fragebogen enthielt allgemeine Fragen zum Alter und Geschlecht des Patienten, Fragen zum Unfall, zum zeitlichen Verlauf, zur klinischen Symptomatik, zur Bildgebung, zum Therapievorgehen, zu ambulanten Nachuntersuchungen sowie eine abschließende Einschätzung, ob es sich um einen traumatischen Bandscheibenvorfall handeln könnte.

Aufgrund des retrospektiven Studiendesigns waren nicht immer alle benötigten Informationen aus der Krankenakte verfügbar. Dies wurde beim Ausfüllen des Fragebogens vermerkt und bei der Auswertung berücksichtigt.

Die einzelnen Unterpunkte des Fragebogens werden im folgenden Abschnitt näher erläutert:

### **2.2 Angaben im Fragebogen**

Neben allgemeinen Patientendaten, wie Alter zum Unfallzeitpunkt und Geschlecht, spielten Aussagen zu eventuell vorbestehenden dauerhaften Erkrankungen oder Behandlungen an der Wirbelsäule eine Rolle. Auch eventuelle Voroperationen an der Wirbelsäule wurden vermerkt und ließen so Rückschlüsse auf das schon vor dem Unfall bestehende Bandscheibenleiden zu. Die Angaben zur Anamnese des Unfalls erfolgten entweder vom Patienten selbst, sofern dieser dazu in der Lage war, oder fremdanamnestisch von Zeugen des Unfalls oder nach Angaben des hinzugerufenen Notarztes laut Notarztprotokoll. Nicht immer war der Unfallhergang exakt reproduzierbar, sodass nicht in jedem Fall alle gewünschten Aussagen zur Verfügung standen. Dennoch konnte in jedem Fall eine Aussage zur Art des Unfalls gemacht werden. Als Unfallmechanismen traten Autounfälle, Fahrradunfälle, Badeunfälle

und Stürze auf. Weitere Unfallmechanismen wurden aufgrund der geringen Anzahl unter „sonstige“ Unfallmechanismen vermerkt. Dazu gehörten ein Skiunfall, ein Schlag in den Nacken durch einen herunterfallenden Heuballen sowie ein Anprall mit dem Rücken gegen eine Hebebühne.

Zum besseren Verständnis folgende Anmerkungen zu Auto- und Badeunfällen: Autounfälle konnten nach Aktenlage oft nicht nach Art des Anpralls (Heckanprall, Frontalzusammenstoß etc.) näher klassifiziert werden, sodass die allgemeine Bezeichnung „Autounfall“ beibehalten wurde. Bei Badeunfällen handelte es sich ausnahmslos um Kopfsprünge in ein Gewässer oder in einen Swimmingpool.

Die Patienten wurden außerdem nach Symptomen befragt, die sie nach dem Unfall verspürten. Es wurde unterschieden nach: Schmerzen, Lähmung der Kraft, Taubheit des Gefühls, Spastik, muskuläre Atrophie, Einschränkung der Bewegung, Schluckstörung, Querschnittslähmung und sonstigem. Da die Antworten der Patienten sehr vielfältig waren, wurden die Symptome in Gruppen zusammengefasst (siehe dazu auch Kapitel 3.2.4). Die Symptomgruppen lauteten: Kraftminderung, Taubheit, Schmerzen, Schmerzen und Taubheit, Schmerzen und Kraftminderung, Taubheit und Kraftminderung, Kombination aus Schmerzen, Taubheit und Kraftminderung.

Die Aussagen zur bildgebenden Diagnostik stützen sich auf die schriftlichen Befunde der MRT- bzw. der CT-Untersuchung, ausgestellt durch die Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin der Uniklinik Magdeburg, sofern die Klinik für Neurochirurgie der Uniklinik Magdeburg die erstbehandelnde Einrichtung war. Erfolgte die bildgebende Untersuchung ambulant oder in einem anderen Krankenhaus, aus dem der Patient dann in die Klinik für Neurochirurgie verlegt wurde, war der dort schriftlich erstellte Befund die Grundlage für die weitere Auswertung. Informationen darüber wurden dann den jeweiligen Epikrisen entnommen.

Im Mittelpunkt der radiologischen Diagnostik der Bandscheibenvorfälle stand die MRT-Untersuchung. Da die CT-Untersuchung bei einigen Patienten als Kombination zum MRT oder alleinig zur Anwendung kam, wurde diese ebenfalls erfasst. Im Fragebogen wurde der zeitliche Abstand in Tagen vom Unfalltag bis zum Tag der jeweiligen ersten Bildgebung nach dem Unfall dokumentiert sowie die Lokalisation des Bandscheibenvorfalles und die jeweiligen Begleitverletzungen der Wirbelsäule in der MRT- und CT-Untersuchung. Darüber

hinaus konnte es möglich sein, dass Patienten sich auch Verletzungen anderer Körperteile zugezogen hatten. Diese wurden jedoch nicht dokumentiert. Wenn Begleitverletzungen an der Wirbelsäule vorlagen, konnten diese unter den Begriffen: Fraktur, Weichteilverletzung, Luxation und Einblutung in den Zwischenwirbelraum näher beschrieben werden. Die Begriffe Fraktur, Luxation und Einblutung sind selbsterklärend. Zur Gruppe der Weichteilverletzungen gehörten mehrere Symptome, die aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht alle einzeln dargestellt werden konnten und daher unter dem Begriff „Weichteilverletzung“ zusammengefasst wurden: Ödem, Kompression des Rückenmarks, Kontusion des Rückenmarks und Rupturen von Ligamenten der Wirbelsäule.

Hatte ein Patient mehrere Begleitverletzungen, wurde diese nur einmal gezählt und der jeweiligen Gruppe zugeordnet.

Außerdem wurde die Höhe der Begleitverletzung in Bezug auf den traumatischen Bandscheibenvorfall notiert, um herauszufinden, ob sich die Begleitverletzung auf derselben Höhe wie der Bandscheibenvorfall befindet oder nicht. Hatte ein Patient Bandscheibenvorfälle in mehreren Höhen, wurde dies nur einmal gezählt und aus Gründen der Übersichtlichkeit gesondert aufgeführt.

Alle Patienten wurden stationär behandelt und erhielten eine dem Verletzungsbild entsprechende Therapie. Ob diese operativ oder konservativ erfolgte, spielte für die Aufnahme in die Studie keine Rolle, wurde jedoch entsprechend vermerkt. Im Fragebogen wurde der zeitliche Abstand in Tagen vom Unfalltag bis zum Therapiebeginn dokumentiert, ganz gleich für welche Art der Therapie sich entschieden wurde. Therapieoptionen waren die konservative Therapie (n=6) und die operative Therapie (n=44). Bei Patienten, die eine operative Therapie erhielten, wurde eine histologische Untersuchung des betroffenen Bandscheibengewebes durchgeführt. Das Bandscheibengewebe wurde durch Neuropathologen der Universitätsklinik Magdeburg auf alte Blutungen untersucht und deren Vorkommen als möglicher Hinweis für ein traumatisches Geschehen entsprechend dokumentiert.

Um einen Überblick über den gesundheitlichen Zustand der Patienten postoperativ bzw. zum Entlassungstag zu bekommen, wurde das subjektive Befinden der Patienten dokumentiert.

Hier wurde zwischen den Begriffen „Wohlbefinden“, „relative Beschwerdefreiheit“ oder „Restbeschwerden“ ausgewählt. In der Epikrise wurde ein Termin zur ambulanten Vorstellung des Patienten zur weiteren Verlaufskontrolle vereinbart. Dies wurde zum Anlass genommen, den Gesundheitsverlauf des Patienten nach der stationären Behandlung im Sinne einer Qualitätskontrolle zu analysieren. Analog zum postoperativen bzw. Entlassungszustand konnte so der Gesundheitsstatus angegeben werden. Die Information darüber wurden der jeweiligen Epikrise zur ambulanten Vorstellung entnommen.

In Ergänzung zu den o. g. geforderten Kriterien (Unfallereignis mit Unfalldatum, darauf innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls Vorstellung im Krankenhaus, Ausbildung typischer Beschwerden, bildgebende Untersuchung und daraus schlussfolgernde Erwägung eines traumatisch bedingten Bandscheibenvorfalls) wurde der Versuch unternommen, das beschriebene Zeitintervall zu identifizieren und das Patientenkollektiv mit einem traumatischen Bandscheibenvorfall anhand dieses Zeitintervalls in Gruppen aufzuteilen. Da der genaue vom Patienten beschriebene Symptombeginn nach dem Unfall laut Krankenakte nicht ausreichend dokumentiert war und somit ungenau wäre, wurde das Einweisungsdatum ins Krankenhaus zu Hilfe genommen. Dies erfolgte unter der Annahme, dass die Vorstellung in ein Krankenhaus indirekt Auskunft über die Stärke der Beschwerdesymptomatik und den Zeitablauf gibt.

Alle Patienten klagten bei der Einweisung ins Krankenhaus über entsprechende durch den Unfall hervorgerufene Symptome (siehe Kapitel 3.2.4).

Anhand der zeitlichen Differenz (in Tagen) zwischen Unfalltag und Vorstellung in einem Krankenhaus wurden die Patienten in 3 Gruppen eingeteilt.

Tab. 1: Einteilung der Patienten anhand eines Zeitintervalls in verschiedene Gruppen anhand der zeitlichen Differenz (in Tagen) zwischen Unfalltag und Vorstellung in einem Krankenhaus

Gruppenbezeichnung	Zeitintervall
Gruppe I	$0 - \leq 24$ h
Gruppe II	$> 24 - \leq 72$ h
Gruppe III	$> 72$ h

Patienten, die sich innerhalb von 24 h nach dem Unfall in einem Krankenhaus vorstellten, wurden der I. Gruppe zugeteilt (n=31; 60,8 %). Patienten, die innerhalb von 2 bzw. 3 Tagen (entspricht  $> 24 - \leq 72$  h) ins Krankenhaus eingewiesen wurden, gehörten Gruppe II an (n=3; 5,9 %). Alle Patienten, bei denen die zeitliche Differenz zwischen Unfall und Vorstellung in ein Krankenhaus größer als 3 Tage (entspricht  $> 72$  h) war, gehörten der Gruppe III an (n=17; 33,3 %).

Bandscheibenvorfälle aus der Patientengruppe I wurden als „sehr wahrscheinlich“ traumatisch bedingt gewertet, d. h. Anamnese, Unfall, zeitliche Entwicklung der Symptomatik und Ergebnisse der Bildgebung lassen eine traumatische Genese höchstwahrscheinlich erscheinen. Bandscheibenvorfälle aus der Patientengruppe II wurden als „wahrscheinlich“ traumatisch bedingt gewertet. Bandscheibenvorfälle in der III. Patientengruppe wurden als „möglich traumatisch“ gewertet, d. h. eine traumatische Genese ist anzunehmen, jedoch wäre es auch denkbar, dass diese Bandscheibenvorfälle multifaktorieller Genese waren.

## **2.3 Datenverarbeitung**

### **2.3.1 Datenerfassung**

Grundlage für die statistische Auswertung waren die schriftlichen Aufzeichnungen von Januar 2001 bis Dezember 2014 der Krankenblätter der Klinik für Neurochirurgie der Universitätsklinik Magdeburg.

Diese wurden im ersten Schritt gesichtet, um einen Überblick über die Gesamtzahl der Patienten aus den Jahren 2001-2014 zu bekommen, die aufgrund eines Bandscheibenvorfalles in der Klinik für Neurochirurgie der Universitätsklinik Magdeburg behandelt wurden (n=5.824). Nach Sichtung aller Akten wurden dann anhand von Identifikationsnummern die Patientenakten aus dem Archiv entnommen, bei denen der Verdacht auf einen traumatischen Bandscheibenvorfall bestand. Die Patientenakten enthielten die Dokumentation von Anamnese, klinisch-neurologischem Befund, radiologischer Diagnostik, Operationsprotokoll, ggf. histologischen Untersuchungen, Verlaufsbeurteilungen und ambulante Nachuntersuchungen, sofern diese erfolgt sind. Diese Daten wurden in einem selbst angelegten Fragebogen erfasst.

### 2.3.2 Datenauswertung

Die Daten wurden vom Fragebogen in Microsoft Excel übertragen und dann so aufbereitet, dass sie mit IBM SPSS Statistics 22.0® ausgewertet werden konnten. Die grafische Darstellung erfolgte mit SPSS oder Microsoft Excel.

Stetige Merkmale wurden durch Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung repräsentiert. Zur Interpretation schiefer Verteilungen wurden der Median und die Spannweite ergänzt. Die Angabe von diskreten Merkmalen erfolgte in Form von Häufigkeiten. Balkendiagramme oder Kreisdiagramme wurden zur Veranschaulichung erstellt.

Die stochastische Unabhängigkeit zweier nicht-metrischer Merkmale wurde durch den exakten Test nach Fisher getestet. Um zeitliche Verläufe darzustellen, wurden Überlebenskurven nach Kaplan-Meier verwendet. Das Signifikanzniveau wurde mit  $\alpha=0,05$  festgelegt. Ergänzend werden die kritischen Wahrscheinlichkeiten mit p angegeben.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Patienten

Im Zeitraum von Januar 2001 bis Dezember 2014 wurden 5.824 Patienten mit der Diagnose „Bandscheibenvorfall“ oder „Spinalkanalstenose“ in der Universitätsklinik für Neurochirurgie Magdeburg behandelt. Bei 51 dieser Patienten (0,87 %) wird ein traumatischer Bandscheibenvorfall angenommen. Das Alter dieser Patienten erstreckte sich von 28-84 Jahren (Durchschnittsalter:  $53,8 \pm 13,6$ ).

39 der Patienten waren männlich (76,5 %), 12 weiblich (23,5 %). Das mittlere Alter der Männer lag bei  $53,7 \pm 13,1$  Jahren. Frauen waren im Durchschnitt  $54,1 \pm 15,8$  Jahre alt.

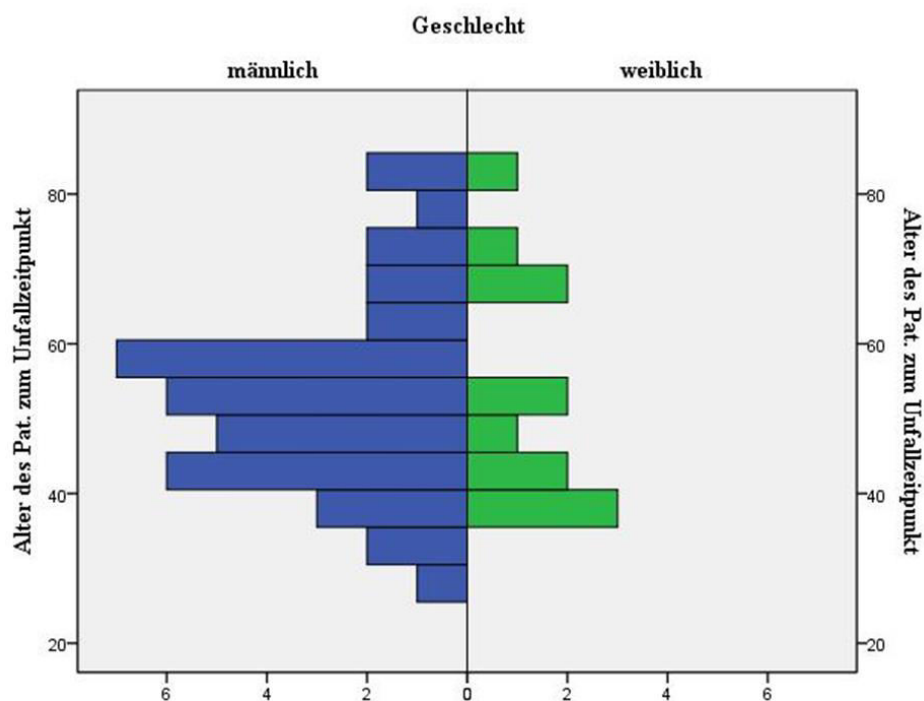


Abb. 2: Altersverteilung mit Häufigkeiten für Männer und Frauen mit traumatischem Bandscheibenvorfall (n=51) im Zeitraum 2001-2014

### 3.2 Häufigkeit traumatischer Bandscheibenvorfälle

Von 5.824 insgesamt aufgetretenen Bandscheibenvorfällen ließ sich bei  $n=51$  (0,87 %) eine traumatische Genese vermuten. Die Gesamtzahl von  $n=51$  teilte sich in drei Gruppen auf. Die Gruppen ergaben sich aus der Angabe des Zeitintervalls (in Tagen) zwischen Unfalltag und Einweisung ins Krankenhaus. In der I. Gruppe befanden sich  $n=31$  Patienten (60,8 %). Zu Gruppe II gehörten  $n=3$  Patienten (5,9 %). In der III. Gruppe befanden sich  $n=17$  Patienten (33,3 %).

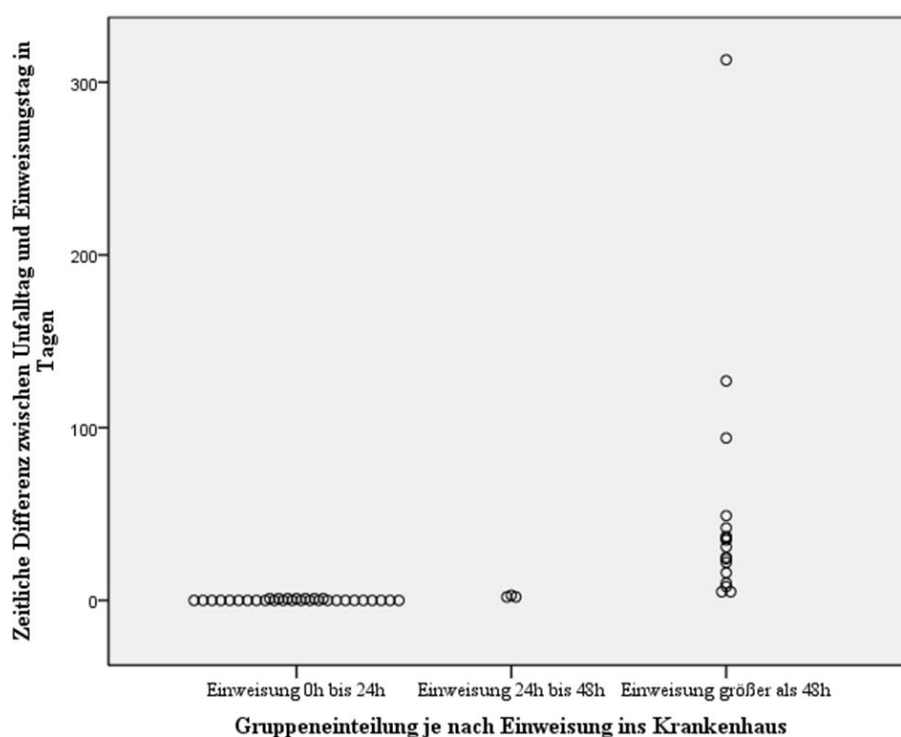


Abb. 3: Zeitliche Differenz in Tagen zwischen Unfalltag und Einweisung ins Krankenhaus aufgeteilt in drei Gruppen

#### *Gesamtbetrachtung*

Die Bandscheibenvorfälle waren in verschiedenen Segmenten der Wirbelsäule lokalisiert. Der größte Anteil verletzter Bandscheiben befand sich mit 88,2 % in Höhe der HWS ( $n=45$ ), gefolgt von 9,8 % in der LWS ( $n=5$ ). Einmal war die BWS (2,0 %) betroffen.

Die exakten Angaben zu den Höhen der traumatischen Bandscheibenvorfälle in den jeweiligen Wirbelsäulenabschnitten der Patientengruppen 1-3 sind den Tabellen 2 und 3 zu entnehmen.



Tab. 2: Höhenverteilung traumatischer Bandscheibenvorfälle der HWS in allen drei Patientengruppen (n=45)

Höhe Bandscheibenvorfall	Häufigkeit	Prozent (%)
C3/4	9	18,0
C4/5	9	18,0
C5/6	9	18,0
C6/7	15	30,0
C4-C6	1	2,0
C5-C7	2	4,0
Gesamtzahl	45	90,0

Tab. 3: Höhenverteilung traumatischer Bandscheibenvorfälle der LWS in allen drei Patientengruppen (n=5) und BWS (n=1)

Höhe Bandscheibenvorfall	Häufigkeit	Prozent (%)
L2/3	1	2,0
L3/4	1	2,0
L5/S1	2	2,0
L3-L5	1	2,0
Th5/6	1	2,0
Gesamtzahl	6	10,0

*Patientengruppe I*

Tab. 4: Höhenverteilung traumatischer Bandscheibenvorfälle in Gruppe I (n=31)

Höhe Bandscheibenvorfall	Häufigkeit	Prozent (%)
C3/4	6	19,4
C4/5	8	25,8
C5/6	3	9,7
C6/7	10	32,3
C4-C6	1	3,2
C5-C7	1	3,2
L2/3	1	3,2
L3-L5	1	3,2
Gesamtzahl	31	100,0

*Patientengruppe II*

Tab. 5: Höhenverteilung traumatischer Bandscheibenvorfälle in Gruppe II (n=3)

Höhe Bandscheibenvorfall	Häufigkeit	Prozent (%)
C3/4	1	33,3
C5/6	2	66,6
Gesamtzahl	3	99,9

*Patientengruppe III*

Tab. 6: Höhenverteilung traumatischer Bandscheibenvorfälle in Gruppe III (n=17)

Höhe Bandscheibenvorfall	Häufigkeit	Prozent (%)
C3/4	2	11,8
C4/5	1	5,9
C5/6	4	23,5
C6/7	5	29,4
C5-C7	1	5,9
L3/4	1	5,9
L5/S1	2	11,8
Th5/6	1	5,9
Gesamtzahl	17	100,1

**3.2.1 Unfallmechanismen bei traumatischen Bandscheibenvorfällen**

Die Unfälle, die zu traumatischen Bandscheibenvorfällen führten, waren unterschiedlicher Art. In der I. Gruppe (n=31), in der Patienten innerhalb von 24 h in ein Krankenhaus eingeliefert wurden, waren die häufigsten Unfallursachen Stürze (n=15; 48,4 %). Auch in der III. Gruppe (n=17) waren Stürze die Hauptunfallursache (n=9; 52,9 %). In Gruppe II (n=3) waren die Unfälle, die unter sonstige (n=2; 66,7 %) klassifiziert wurden, die häufigste Ursache.

*Gesamtbetrachtung der Unfallmechanismen*

Einen Gesamtüberblick zu Unfallmechanismen in allen drei Gruppen gibt die Tabelle 7.

Tab. 7: Angabe der Unfallmechanismen, die zu traumatischen Bandscheibenvorfällen führten (Gesamtpatientenanzahl n=51)

Unfallmechanismen	Häufigkeit	Prozent (%)
Autounfall	11	21,6
Badeunfall	4	7,8
Sturz	25	49,0
Fahrradunfall	5	9,8
sonstige	6	11,8
Gesamtzahl	51	100,0

*Unfallmechanismen in den Gruppen I-III*

Einen detaillierten Überblick über die Unfallmechanismen, geordnet nach den Gruppen I-III, zeigt die Tabelle 8.

Tab. 8: Unfallmechanismen, die zu traumatischen Bandscheibenvorfällen führten, aufgeteilt nach Gruppe I-III (n=51)

Unfallmechanismus	Gruppe I (n=31)	Gruppe II (n=3)	Gruppe III (n=17)
Autounfall	8 (25,8 %)	0 (0 %)	3 (17,6 %)
Badeunfall	2 (6,5 %)	0 (0 %)	2 (11,8 %)
Sturz	15 (48,4 %)	1 (33,3 %)	9 (52,9 %)
Fahrradunfall	4 (12,9 %)	0 (0 %)	1 (5,9 %)
Sonstige	2 (6,5 %)	2 (66,7 %)	2 (11,8 %)
Gesamtzahl/%	31 (100,1 %)	3 (100,0 %)	17 (100,0 %)

*Unfallmechanismen und Lokalisation des Bandscheibenvorfalles an der Wirbelsäule*

Bei Betrachtung der verschiedenen Unfallmechanismen in Bezug auf die Lokalisation des dadurch hervorgerufenen Bandscheibenvorfalles war festzustellen, dass Bandscheibenvorfälle der Halswirbelsäule (n=45) überwiegend durch Stürze (n=20; 44,4 %) gefolgt von Autounfällen (n=11; 24,4 %) hervorgerufen werden. Die restlichen Anteile verteilen sich auf Fahrradunfälle (n=5; 11,1 %), Badeunfälle (n=4; 8,9 %) und sonstige Unfälle (n=5; 11,1 %).

Bandscheibenvorfälle in der Lendenwirbelsäule kamen insgesamt fünfmal vor. Vier dieser Bandscheibenvorfälle sind auf Stürze (n=4; 80,0 %) und ein Bandscheibenvorfall auf sonstige Unfälle (n=1; 20,0 %) zurückzuführen.

Der einzige Bandscheibenvorfall in der Brustwirbelsäule wurde ebenfalls durch einen Sturz (n=1; 100 %) verursacht.

Bei der Auswertung des Zusammenhangs zwischen Unfallmechanismus und der Lokalisation des Bandscheibenvorfalles zeigte der exakte Test nach Fisher einen p-Wert von 0,966. Es ergibt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen diesen beiden Merkmalen.

### 3.2.2 Unfallmechanismen und Geschlecht

Eine Übersicht über die Geschlechtsverteilung bei den verschiedenen Unfallmechanismen zeigt Tabelle 9. Darin ist zu sehen, dass der Anteil der Männer bei den Autounfällen, Badeunfällen, Stürzen und Fahrradunfällen in jedem Fall größer ist als der der Frauen. Bei „sonstigen“ Unfällen (Skiunfall, Anprall gegen eine Hebebühne, Schlag in den Nacken) ist die Geschlechtsverteilung 2:1.

Tab. 9: Geschlechtsverteilung bei den verschiedenen Unfallmechanismen

Unfallmechanismus	Männlich	Weiblich
Autounfall	6 (54,5 %)	5 (45,5 %)
Badeunfall	4 (100 %)	0 (0 %)
Sturz	21 (84,0 %)	4 (16,0 %)
Fahradunfall	4 (80,0 %)	1(20,0 %)
sonstige	4 (66,7 %)	2 (33,3 %)
Gesamthäufigkeit/%	39 (76,5 %)	12 (23,5 %)

Bei der Auswertung des Zusammenhangs zwischen Geschlecht und Unfallmechanismus zeigte der exakte Test nach Fisher einen p-Wert von 0,259. Es ergibt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen diesen beiden Merkmalen.

### 3.2.3 Unfallmechanismen und Begleitverletzungen der Wirbelsäule

Begleitverletzungen traten bei allen angeführten Unfallmechanismen auf. Hierbei wurde zunächst nicht unterschieden, ob die Begleitverletzung im MRT oder CT sichtbar war.

Tabelle 10 zeigt, dass die meisten Begleitverletzungen bei Stürzen (n=14), gefolgt von Autounfällen (n=10) auftraten.

Tab. 10: Auftreten von Begleitverletzungen bei verschiedenen Unfällen (n=51)

Unfall	Auftreten von Begleitverletzungen		
	ja	nein	nicht bekannt
Autounfall	10 (90,9 %)	1 (9,1 %)	0 (0 %)
Badeunfall	2 (50,0 %)	2 (50,0 %)	0 (0 %)
Sturz	14 (56,0 %)	10 (40,0 %)	1 (4,0 %)
Fahrradunfall	3 (60,0 %)	2 (40,0 %)	0 (0 %)
sonstige	3 (50,0 %)	2 (33,3 %)	1 (16,6 %)
Gesamt	32	17	2

Der Exakte Test nach Fisher ( $p=0,376$ ) zeigte für die Merkmale Unfallart und Auftreten von Begleitverletzungen keine Signifikanz.

In den MRT- und CT-Untersuchungen ließ sich bei 32 (62,7 %) von 51 Patienten eine Begleitverletzung der Wirbelsäule nachweisen. Bei 17 Patienten (33,3 %) ließ sich keine Begleitverletzung nachweisen. Bei 2 Patienten (3,9 %) war zu den Begleitverletzungen der Wirbelsäule keine Aussage möglich.

#### *Patientengruppe I*

Tab. 11: Auftreten von Begleitverletzungen bei verschiedenen Unfällen (n=31) in Gruppe I

Unfall	Auftreten von Begleitverletzungen		
	ja	nein	nicht bekannt
Autounfall	8 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Badeunfall	1 (50,0 %)	1 (50,0 %)	0 (0 %)
Sturz	9 (60 %)	5 (33,3 %)	1 (6,7 %)
Fahrradunfall	3 (75 %)	1 (25 %)	0 (0 %)
sonstige	2 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Gesamtzahl	23	7	1

Der exakte Test nach Fisher ( $p=0,400$ ) konnte für die Merkmale Unfallart und Auftreten von Begleitverletzungen keine Signifikanz nachweisen.

*Patientengruppe II*

Tab. 12: Auftreten von Begleitverletzungen bei verschiedenen Unfällen (n=3) in Gruppe II

Unfall	Auftreten von Begleitverletzungen		
	ja	nein	nicht bekannt
Sturz	1 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
sonstige	1 (50 %)	1 (50 %)	0 (0 %)
Gesamt	2	1	0

Der exakte Test nach Fisher ( $p=1,000$ ) konnte für die Merkmale Unfallart und Auftreten von Begleitverletzungen keine Signifikanz zeigen.

*Patientengruppe III*

Tab. 13: Auftreten von Begleitverletzungen bei verschiedenen Unfällen (n=17) in Gruppe III

Unfall	Auftreten von Begleitverletzungen		
	ja	nein	nicht bekannt
Autounfall	2 (66,7 %)	1 (33,3 %)	0 (0 %)
Badeunfall	1 (50,0 %)	1 (50,0 %)	0 (0 %)
Sturz	4 (44,4 %)	5 (55,6 %)	0 (0 %)
Fahrradunfall	0 (0 %)	1 (100 %)	0 (0 %)
sonstige	0 (0 %)	1 (50 %)	1 (50 %)
Gesamt	7	9	1

Der exakte Test nach Fisher ( $p=1,000$ ) zeigte für die Merkmale Unfallart und Auftreten von Begleitverletzungen keine Signifikanz.

**3.2.4 Symptome**

Folgende Symptome wurden nach dem Unfall beklagt: eine Lähmung der Kraft stellten n=5 Patienten fest (9,8 %), eine Taubheit wurde von 1 Patienten (2 %) beklagt, 8 Patienten klagten allgemein über Schmerzen (15,7 %).

Der Großteil der Patienten wies Kombinationen dieser genannten Symptome auf: 8 Patienten (15,7 %) klagten über eine Kombination aus Schmerzen und Taubheit, 1 Patient (2,0 %) gab Schmerzen und eine Kraftminderung an.

Taubheit und Kraftminderung waren die am meisten angegebenen Symptome mit n=19 Patienten (37,3 %). Eine Kombination aus Schmerzen, Taubheit und Kraftminderung gaben 9 Patienten an (17,6 %).

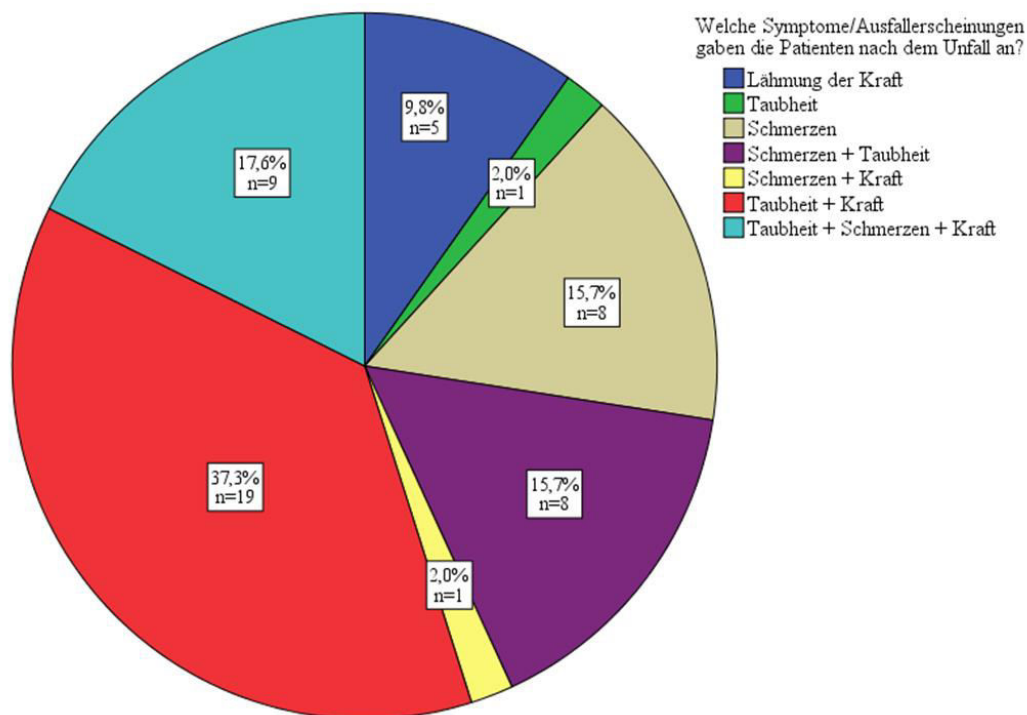


Abbildung 4: Kreisdiagramm zur Übersicht der Symptome nach Unfall bei n=51 Patienten



*Patientengruppe I*

Tab. 14: Symptome nach Unfall bei Gruppe I (n=31)

Symptome	Häufigkeiten	Prozente
Lähmung der Kraft	3	9,7
Schmerzen	5	16,1
Schmerzen und Taubheit	3	9,7
Taubheit und Lähmung der Kraft	15	48,4
Taubheit, Schmerzen und Lähmung der Kraft	5	16,1
Gesamt	31	100,0

*Patientengruppe II*

Tab. 15: Symptome nach Unfall bei Gruppe II (n=3)

Symptome	Häufigkeiten	Prozente
Lähmung der Kraft	1	33,3
Schmerzen und Lähmung der Kraft	1	33,3
Taubheit, Schmerzen und Lähmung der Kraft	1	33,3
Gesamt	3	99,9

*Patientengruppe III*

Tab. 16: Symptome nach Unfall bei Gruppe III (n=17)

Symptome	Häufigkeiten	Prozente
Lähmung der Kraft	1	5,9
Taubheit	1	5,9
Schmerzen	3	17,6
Schmerzen und Taubheit	5	29,4
Taubheit und Lähmung der Kraft	4	23,5
Taubheit, Schmerzen und Lähmung der Kraft	3	17,6
Gesamt	17	99,99

### 3.3 Radiologische Diagnostik traumatischer Bandscheibenvorfälle

Alle Patienten mit einem Verdacht auf einen traumatischen Bandscheibenvorfall wurden einer radiologischen Diagnostik in Form einer MRT und/oder einer CT unterzogen. Dass Patienten sowohl eine MRT als auch eine CT bekamen, kam am häufigsten vor (n=31; 60,8 %). 18 Patienten (35,3 %) bekamen nur eine MRT, 2 Patienten ausschließlich eine CT (3,9 %).

Tabelle 17 gibt eine detaillierte Übersicht über die erhaltene Bildgebung in den Gruppen I-III.

Tab. 17: Übersicht der verschiedenen erhaltenen Bildgebungen der Patienten in den Gruppen I-III (n=51)

Bildgebung	Gruppe I (n=31)	Gruppe II (n=3)	Gruppe III (n=17)
CT	2 (6,5 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
MRT	5(16,1 %)	1 (33,3 %)	12 (70,6 %)
CT und MRT	24 (77,4 %)	2 (66,7 %)	5 (29,4 %)
Gesamt/ %	31 (100 %)	3 (100 %)	17 (100 %)

#### *Zeitspanne (in Tagen) bis die Patienten die erste bildgebende Untersuchung bekamen*

Bei 50 Patienten (98,0 %) von 51 Patienten konnte eine Aussage über die Zeitspanne (in Tagen) gemacht werden, wann eine erste Bildgebung in Form von einer MRT und/oder eine CT erfolgte. Bei einem Patienten (2,0 %) konnte das Datum der bildgebenden Untersuchung anhand der Einträge im Krankenblatt nicht ermittelt werden.

27 Patienten (54,0 %) von 50 bekamen eine MRT- und/oder CT-Untersuchung noch am Unfalltag (=Tag 0). 15 Patienten (30,0 %) von 50 erhielten diese Untersuchung 1-14 Tage nach dem Unfall. Weitere 6 (12,0 %) Patienten erhielten eine MRT- und/oder CT-Untersuchung im Zeitraum von 15-34 Tagen nach dem Unfall. Zwei Patienten (4,0 %) erhielten erst nach  $\geq 100$  Tagen nach dem Unfall eine bildgebende Untersuchung.

Im Durchschnitt dauerte es  $7,42 \pm 22,7$  Tage bis die Patienten eine Form der Bildgebung bekamen. Die kürzeste Zeitdauer bis ein Patient eine bildgebende Untersuchung bekam war 0 Tage, d. h. noch am selben Tag des Unfalls. Die längste Zeitspanne vom Unfalltag bis zum Tag der Bildgebung betrug 121 Tage.

Abbildung 5 verdeutlicht den Anteil der Patienten, welche keine Bildgebung erhielten, mittels der Kaplan-Meier-Kurve. Ein rapider Abfall der Kurve ist erkennbar. Bereits nach 10 Tagen haben mehr als 80 % der Patienten eine Bildgebung erhalten.

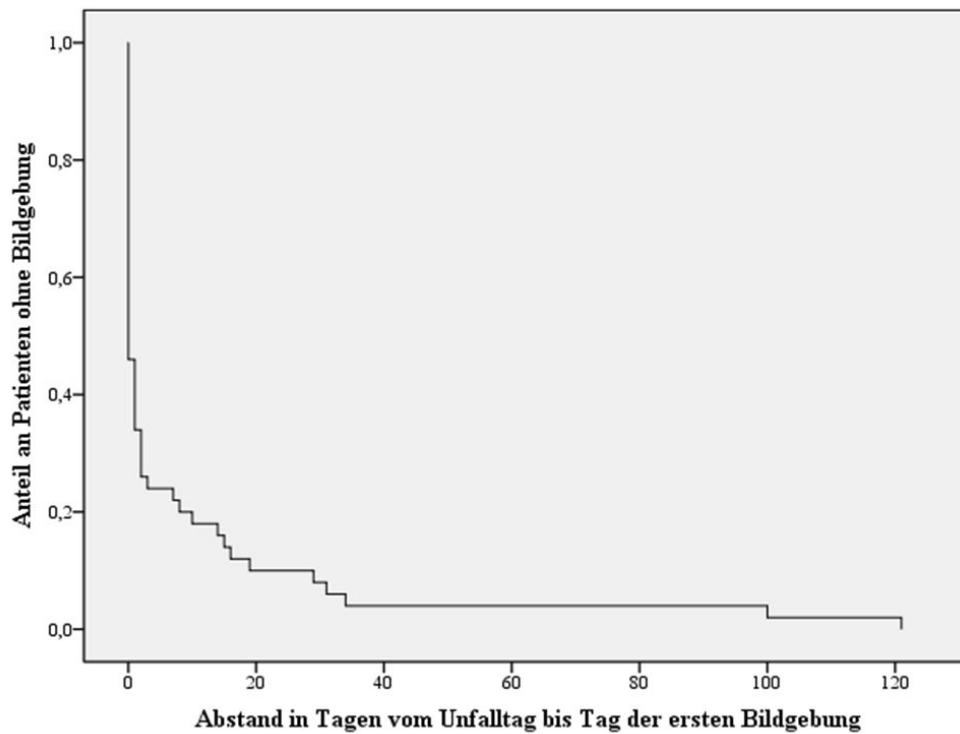


Abb. 5: Übersicht Anteil der Patienten ohne Bildgebung

### 3.4 CT-Befunde

Insgesamt bekamen 33 (64,7 %) von 51 Patienten eine CT-Untersuchung. Darunter waren 2 Patienten (6,1 %), die allein eine CT-Untersuchung bekamen, die übrigen 31 Patienten (93,9 %) erhielten eine CT- und MRT-Untersuchung.

### 3.4.1 Zeitliches Intervall vom Unfalltag bis zur CT-Untersuchung

Bei 30 von 33 Patienten, die eine CT-Untersuchung bekamen, konnte die Dauer vom Unfalltag bis zur CT-Untersuchung ermittelt werden. 20 (66,7 %) von 30 Patienten erhielten die Untersuchung noch am Tag 0, d. h. am Unfalltag. 4 Patienten (13,3 %) erhielten das CT einen Tag nach dem Unfall. 3 Patienten (10 %) erhielten an Tag 2 die CT-Untersuchung. Zwei Patienten (6,7 %) erhielten 3 Tage nach dem Unfall die CT-Untersuchung, ein weiterer Patient (3,3 %) 33 Tage nach dem Unfall.

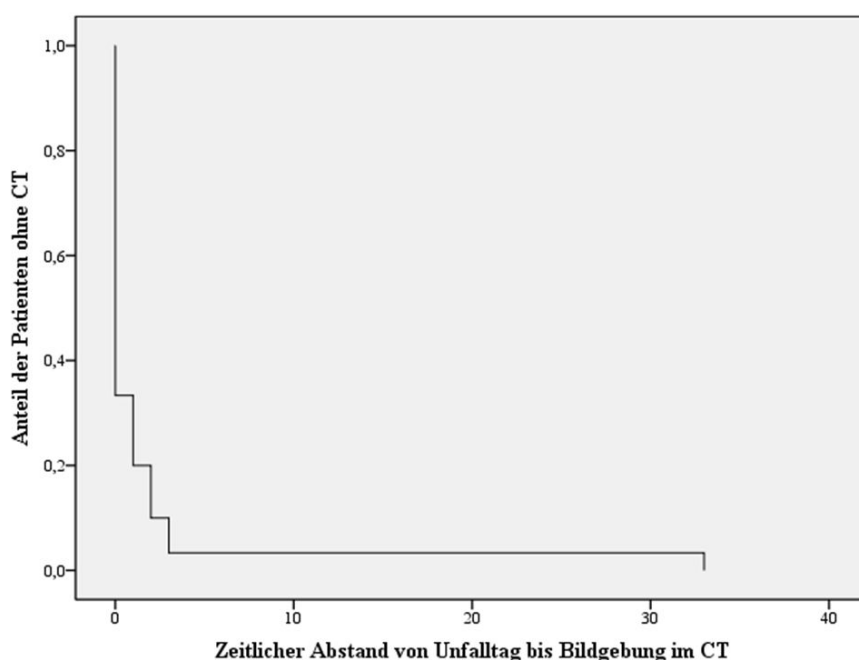


Abb. 6: Darstellung der Zeit vom Unfalltag bis zum Tag der CT-Untersuchung in Tagen

### 3.4.2 Begleitverletzungen der Wirbelsäule

#### *Gesamtbetrachtung*

Bei 10 von 33 Patienten (30,3 %) zeigten sich gar keine Begleitverletzungen der Wirbelsäule in der CT. Bei 12 Patienten (36,3 %) war eine knöcherner Verletzung erkennbar. 30,3 % der Patienten (n=10) wiesen eine Kombinationsverletzung aus Fraktur und Luxation im Bereich der Wirbelsäule im CT auf. Bei einem Patienten (3 %) zeigte sich eine Kombination aus Weichteilverletzung und Fraktur der Wirbelsäule.

### *Patientengruppe I*

In der Gruppe I (n=31) erhielten 26 eine CT-Untersuchung. Davon war bei 8 Patienten (30,8 %) keine Begleitverletzung sichtbar. Bei 8 Patienten (30,8 %) zeigte sich eine Fraktur eines Wirbelkörpers. Eine Kombination aus Fraktur und Luxation trat bei 9 Patienten (34,6 %) auf. Einmal (3,8 %) war eine Kombination aus Fraktur und Weichteilverletzung sichtbar.

### *Patientengruppe II*

In der Gruppe II (n=3) bekamen 2 Patienten eine CT-Untersuchung. Bei den CT-Untersuchungen war einmal (50,0 %) eine knöcherne Verletzung sichtbar. Einmal (50,0 %) trat keine Begleitverletzung auf.

### *Patientengruppe III*

In der Gruppe III (n=17) erhielten 5 Patienten eine CT-Untersuchung. Diese zeigte bei einem Patienten (20 %) keine Begleitverletzung. 3 Mal (60 %) war eine knöcherne Verletzung zu sehen. Eine Kombination aus Fraktur und Luxation zeigte sich bei einem Patienten (20 %).

### *Begleitverletzungen der Wirbelsäule im CT bei den verschiedenen Unfallmechanismen*

#### *Gesamtbetrachtung*

Frakturen der Wirbelsäule wurden in 12 Fällen in der CT beschrieben. Am häufigsten zeigten sich Frakturen bei Stürzen (n=7; 58,3 %), gefolgt von Autounfällen (n=3; 25 %) und sonstigen Unfällen (n=1; 8,3 %). Bei Badeunfällen (n=1; 8,3 %) kam es einmal zu einer Fraktur der Wirbelsäule.

Die Kombination aus Fraktur und Luxation im Bereich der Wirbelsäule kam als Begleitverletzung im CT 10 Mal vor: je 2 Mal beim Sturz und beim sonstigen Unfall (je n=2; je 20 %), 5 Mal beim Autounfall (n=5; 50 %) und einmal beim Badeunfall (n=1, 10 %).

Beim Ermitteln einer Signifikanz zeigte der exakte Test nach Fisher einen p-Wert von 0,475. Es liegt keine Signifikanz bei einem Vertrauensniveau von 95 % vor, sodass kein Zusammenhang zwischen den Begleitverletzungen und den Unfallmechanismen angenommen werden kann.

*Patientengruppe I (n=31, davon 26 CT)*

Tab. 18: Häufigkeiten von Begleitverletzungen bei verschiedenen Unfällen im CT (n=26) in Gruppe I

Unfall	Keine Begleitver- letzung	Fraktur	Kombination aus Luxation und Fraktur	Kombination aus Weich- teilverletzung und Frak- tur
Autounfall	1	3	4	0
Badeunfall	1	0	1	0
Sturz	2	5	2	1
Fahrradunfall	4	0	0	0
sonstige Unfälle	0	0	2	0
Gesamt	8	8	9	1

Beim Ermitteln einer Signifikanz zeigte der exakte Test nach Fisher einen p-Wert von 0,060. Es liegt keine Signifikanz bei einem Vertrauensniveau von 95 % vor, sodass kein Zusammenhang zwischen den Begleitverletzungen und den Unfallmechanismen angenommen werden kann.

*Patientengruppe II (n=3, davon 2 CT)*

Tab. 19: Häufigkeiten von Begleitverletzungen bei verschiedenen Unfällen im CT (n=2) in Gruppe II

Unfall	Keine Begleitver- letzung	Fraktur	Kombination aus Luxation und Fraktur	Kombination aus Weichteilverletzung und Fraktur
Sturz	1	0	0	0
sonstige Unfälle	0	1	0	0
Gesamt	1	1	0	0

Obige Tabelle zeigt bereits die vollständige Unabhängigkeit aufgrund des geringen Umfangs der Teilstichprobe. Auf einen Fisher-Test wird daher verzichtet.

*Patientengruppe III (n=17, davon 5 CT)*

Tab. 20: Auftreten von Begleitverletzungen bei verschiedenen Unfällen im CT (n=5) in Gruppe III

Unfall	Keine Begleitver- letzung	Fraktur	Kombination aus Luxation und Fraktur	Kombination aus Weicht- eilverletzung und Fraktur
Autounfall	0	0	1	0
Badeunfall	0	1	0	0
Sturz	1	2	0	0
Fahrradunfall	0	0	0	0
sonstige	0	0	0	0
Gesamt	1	3	1	0

Beim Ermitteln einer Signifikanz zeigte der exakte Test nach Fisher einen p-Wert von 0,7. Es liegt keine Signifikanz bei einem Vertrauensniveau von 95 % vor, sodass kein Zusammenhang zwischen den Begleitverletzungen und den Unfallmechanismen angenommen werden kann.

*Begleitverletzungen der Wirbelsäule und Höhe des traumatischen Bandscheibenvorfalls*

*Halswirbelsäule (HWS)*

Bei 32 von 33 Patienten (97 %) zeigte sich der traumatische Bandscheibenvorfall in Höhe der HWS.

*Lendenwirbelsäule (LWS)*

Bei einem von 33 Patienten (3 %) zeigte sich der traumatische Bandscheibenvorfall in Höhe der LWS.

*Begleitverletzungen und Höhe des traumatischen Bandscheibenvorfalls in der CT*

23 von 33 Patienten wiesen Begleitverletzungen in der CT auf. Bei 17 von diesen 23 Patienten (73,9 %) befand sich die Begleitverletzung in gleicher Segmenthöhe wie der traumatische Bandscheibenvorfall. 11 von 23 Begleitverletzungen befanden sich in Höhe C6/7.

Bei 6 Patienten (26,1 %) war die Höhe der Begleitverletzung eine andere als die des Bandscheibenvorfalls. Siehe dazu auch Kapitel 3.5.2, Tab. 24.

*Patientengruppe I*

In der I. Gruppe befanden sich 14 von 18 Begleitverletzungen in derselben Höhe wie der Bandscheibenvorfall.

Viermal (17,4 %) befand sich die Begleitverletzung in anderer Höhe als der Bandscheibenvorfall. Dabei handelt es sich um drei Frakturen und einmal um eine Kombination von Luxation und Fraktur aufgrund von Stürzen.

*Patientengruppe II*

In der II. Gruppe befindet sich ein Patient, bei dem die Begleitverletzung in einer anderen Höhe als der Bandscheibenvorfall auftrat. Es handelte sich dabei um eine Fraktur durch einen Sturz.

*Patientengruppe III*

In der III. Gruppe befanden sich 3 von 4 Begleitverletzungen in derselben Höhe wie der Bandscheibenvorfall. Bei einem Patienten war dies nicht der Fall. Bei ihm trat eine Fraktur durch einen sonstigen Unfall auf.

Tabelle 21 zeigt zusammenfassend die aus der vorliegenden Datenanalyse folgende Verteilung traumatischer Bandscheibenvorfälle gemäß der Gruppeneinteilung I-III, unterteilt nach den Abschnitten der Wirbelsäule. Die meisten „sehr wahrscheinlich“ traumatischen Bandscheibenvorfälle (Gruppe I) zeigten sich in der Höhe der HWS.

Tab. 21: Einteilung traumatischer Bandscheibenvorfälle (n=51) nach Gruppe I-III sowie nach entsprechendem Wirbelsäulenabschnitt

Gruppe	BSV HWS	Anteil in %	BSV BWS	Anteil in %	BSV LWS	Anteil
	Pat.anzahl		Pat.anzahl		Pat.anzahl	in %
I	29	64,4	0	0	2	40
II	3	6,7	0	0	0	0
III	13	28,9	1	100	3	60
Gesamt	45	100	1	100	5	100



Tab. 22: Gesamtzahl und prozentuale Verteilung traumatischer Bandscheibenvorfälle (n=51) in allen Wirbelsäulenabschnitten unterteilt nach Gruppe I-III

Gruppe	Gesamtzahl BSV bezogen auf alle Wirbelsäulenabschnitte
I	31 (0,53 %)
II	3 (0,052 %)
III	17 (0,29 %)
Gesamt	51 (0,87 %)

Die Gruppeneinteilung I-III ergibt sich anhand eines Zeitintervalls aufgrund der zeitlichen Differenz (in Tagen) zwischen Unfalltag und Vorstellung in einem Krankenhaus (siehe Tab. 1)

### **3.5 MRT-Befunde**

#### **3.5.1 Zeitliches Intervall vom Unfalltag bis zur MRT-Untersuchung**

Insgesamt bekamen 49 (96,1 %) von 51 Patienten eine MRT-Untersuchung. Bei 47 Patienten davon konnte eine Aussage über die Zeitspanne (in Tagen) vom Unfalltag bis zur MRT-Untersuchung gemacht werden.

Der Mittelwert für die Zeitspanne bis Patienten eine MRT erhielten betrug  $10,38 \pm 23,67$  Tage. Der kleinste Zeitabschnitt bis zum MRT betrug 0 Tage, d. h. die Bildgebung erfolgte noch am Unfalltag. Der größte Zeitabschnitt erstreckte sich auf 121 Tage.

13 Patienten (27,7 %) erhielten die MRT Untersuchung noch am Unfalltag. Weitere 24 Patienten (51,1 %) bekamen die Untersuchung innerhalb von 14 Tagen nach dem Unfall. 10 Patienten (21,3 %) bekamen die MRT Untersuchung 15-121 Tage nach ihrem Unfall.

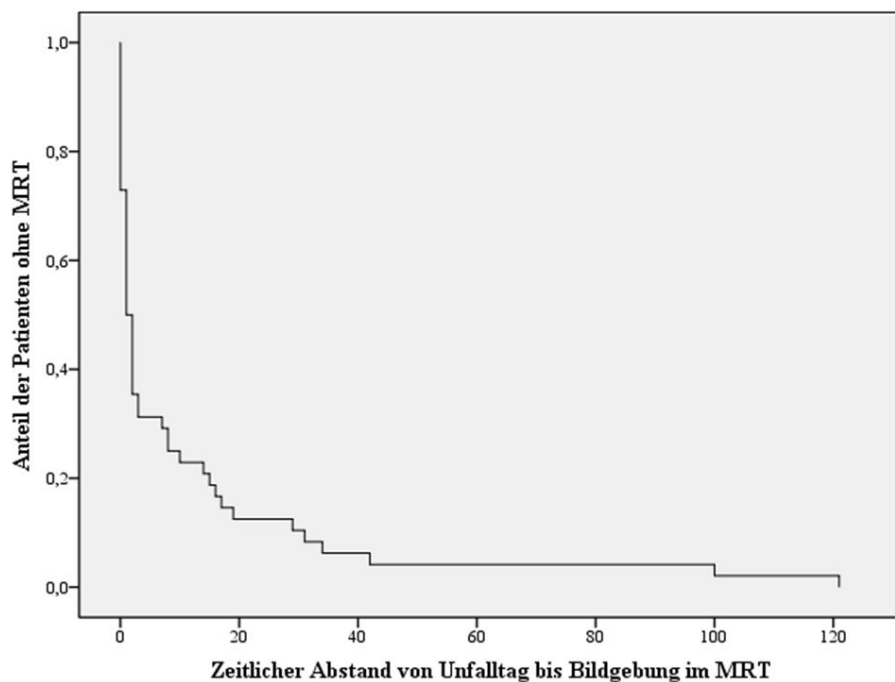


Abb. 7: Darstellung der Zeit vom Unfalltag bis zum Tag der MRT-Untersuchung in Tagen

### 3.5.2 Begleitverletzungen der Wirbelsäule

#### *Gesamtbetrachtung*

In den schriftlichen MRT-Befunden wurden neben den Bandscheibenvorfällen verschiedene Begleitverletzungen der Wirbelsäule diagnostiziert: Frakturen, Luxationen, Weichteilverletzungen und eine Kombination aus Weichteilverletzung und Fraktur. Von allen 49 Patienten aus allen drei Gruppen, die eine MRT Untersuchung erhielten, zeigten 24 Patienten keine Begleitverletzungen. 23 Patienten zeigten verschiedene Begleitverletzungen der Wirbelsäule. Bei zwei Patienten war keine Angabe zur Begleitverletzung möglich.

Die vorkommenden Begleitverletzungen der Wirbelsäule und deren Verteilung zeigt die Tabelle 23.

Tab. 23: Verteilung von Begleitverletzungen der Wirbelsäule im MRT in allen drei Gruppen (n=49)

Befund im MRT	Häufigkeit	Prozent (%)
Keine Begleitverletzung	24	49,0
Fraktur	3	6,1
Luxation	1	2,0
Weichteilverletzung und Fraktur	3	6,1
Weichteilverletzung	16	32,7
Keine Angabe	2	4,1
Gesamt	49	100,0

Von 23 Begleitverletzungen der Wirbelsäule war die Weichteilverletzung der Wirbelsäule die häufigste Begleitverletzung in der MRT (n= 16, 69,6 %). Eine Fraktur zeigte sich bei 13,0 % der Patienten (n=3). Eine Kombination aus Weichteilverletzung und Fraktur trat bei 13,0 % der Patienten (n=3) auf. Eine Luxation zeigte sich einmal als Begleitverletzung in der MRT (4,3 %).

In allen drei Gruppen (n=49) ereigneten sich die meisten Begleitverletzungen bei Stürzen (n=11, 47,8 %). Bei Autounfällen zeigten sich bei 30,4 % der Patienten (n=7) Begleitverletzungen der Wirbelsäule. Am wenigsten kam es bei Bade- und sonstigen Unfällen (je n=1, je 4,3 %) zu Begleitverletzungen der Wirbelsäule. Bei Fahrradunfällen gab es bei 13,0 % (n=3) der Patienten Begleitverletzungen. Bei 24 Patienten trat keine Begleitverletzung auf. Bei 2 Patienten war zu einer Begleitverletzung keine Aussage möglich. Der exakte Test nach Fisher zeigte keine Signifikanz (p=0,225), sodass bei einem Vertrauensniveau von 95 % von keinem Zusammenhang zwischen Unfallart und Begleitverletzung im MRT ausgegangen werden kann.

### *Patientengruppe I (n=31, davon n=29 mit MRT)*

29 Patienten in der Gruppe I bekamen eine MRT-Untersuchung. Bei 10 Patienten (34,5 %) zeigte sich keine Begleitverletzung in der MRT. 2 Patienten (6,9 %) zeigten eine Fraktur eines Wirbelkörpers. Eine Luxationsverletzung der Wirbelsäule war bei einem Patienten sichtbar (3,4 %). Eine Weichteilverletzung der Wirbelsäule zeigten 12 Patienten (41,4 %). Eine Kombination aus Fraktur und Weichteilverletzung der Wirbelsäule war bei 3 Patienten (10,3 %) zu beobachten. Bei einem Patienten war keine Angabe zur Begleitverletzung möglich.

Die meisten Begleitverletzungen traten bei Stürzen auf (n=8, 44,4 %). Die wenigsten Begleitverletzungen zeigten sich bei Badeunfällen und sonstigen Unfällen (je n=1, je 5,5 %). Bei Fahrradunfällen kam es dreimal zu Begleitverletzungen (n=3, 16,7 %). Bei Verkehrsunfällen erlitten fünf Patienten Begleitverletzungen der Wirbelsäule (n=5, 27,8 %).

Der exakte Test nach Fisher zeigte keine Signifikanz ( $p=0,219$ ), sodass bei einem Vertrauensniveau von 95 % von keinem Zusammenhang zwischen Unfallart und Begleitverletzung im MRT ausgegangen werden kann.

### *Patientengruppe II (n=3, davon n=3 mit MRT)*

In Gruppe II erhielten alle 3 Patienten eine MRT. Zwei Patienten (66,7 %) zeigten keine Begleitverletzung. Ein Patient (33,3 %) zeigte eine Weichteilverletzung der Wirbelsäule, die er sich durch einen Sturz zugezogen hatte.

Der exakte Test nach Fisher zeigte keine Signifikanz ( $p=0,333$ ), sodass bei einem Vertrauensniveau von 95 % von keinem Zusammenhang zwischen Unfallart und Begleitverletzung im MRT ausgegangen werden kann.

### *Patientengruppe III (n=17, davon n=17 mit MRT)*

In Gruppe III (n=17) zeigten 12 Patienten (70,6 %) keine Begleitverletzungen. Ein Patient (5,9 %) hatte eine Fraktur und drei Patienten (17,6 %) erlitten eine Weichteilverletzung der Wirbelsäule. Diese Weichteilverletzungen kamen durch einen Autounfall und zwei Stürze zustande. Die Fraktur ereignete sich ebenfalls bei einem Autounfall. Bei einem Patienten war zur Art der Begleitverletzung keine Aussage möglich.

Der Exakte Test nach Fisher zeigte keine Signifikanz ( $p=0,595$ ), sodass bei einem Vertrauensniveau von 95 % von keinem Zusammenhang zwischen Unfallart und Begleitverletzung im MRT ausgegangen werden kann.

### *Begleitverletzungen der Wirbelsäule im MRT und traumatischer Bandscheibenvorfall*

#### *Gesamtbetrachtung*

##### *Halswirbelsäule (HWS)*

Insgesamt wurden 43 traumatische Bandscheibenvorfälle in der MRT Untersuchung auf Höhe der HWS gefunden. 21 Patienten (48,8 %) davon wiesen in der MRT keine Begleitverletzungen auf. 21 Patienten (48,8 %) mit einem Bandscheibenvorfall der HWS hatten Begleitverletzungen der Wirbelsäule. Zu einem Patienten (2,3 %) dieser Gruppe sind die Angaben zu den Begleitverletzungen unbekannt.

2 Patienten (4,7 %) mit einem Bandscheibenvorfall in Höhe der HWS, wiesen als Begleitverletzung eine Fraktur auf. Bei einem Bandscheibenvorfall in Höhe der HWS (2,3 %) zeigte sich als Begleitverletzung eine Luxation der Wirbelkörper. Dreimal (7 %) kam es bei Bandscheibenvorfällen der HWS zu einer Kombination aus Weichteilverletzung und Fraktur der Wirbelsäule. 15 Patienten mit einem Bandscheibenvorfall auf HWS Höhe (34,9 %) hatten eine Weichteilverletzung der Wirbelsäule als Begleitverletzung.

##### *Brustwirbelsäule (BWS)*

Ein traumatischer Bandscheibenvorfall zeigte sich in der BWS. Dieser wies eine Weichteilverletzung als Begleitverletzung der Wirbelsäule in der MRT-Untersuchung auf.

##### *Lendenwirbelsäule (LWS)*

4 Patienten wiesen einen traumatischen Bandscheibenvorfall in der LWS auf. 3 Patienten mit einem Bandscheibenvorfall in der LWS hatten keine Begleitverletzungen. Bei einem Patienten kam es zu einer Fraktur als Begleitverletzung.

Insgesamt traten die meisten Begleitverletzungen im MRT in Höhe C6/7 auf.

Der exakte Test nach Fisher zeigte keine Signifikanz ( $p=0,309$ ), sodass bei einem Vertrauensniveau von 95 % von keinem Zusammenhang zwischen der Lokalisierung des Bandscheibenvorfalles (HWS-/BWS-/LWS-Bereich) und dem Auftreten von Begleitverletzungen im MRT ausgegangen werden kann.

*Begleitverletzungen und Höhe des traumatischen Bandscheibenvorfalles im MRT*

Bei 47 von 49 Patienten, die eine MRT-Untersuchung erhielten, konnte eine Aussage zu den Begleitverletzungen der Wirbelsäule in der MRT-Untersuchung gemacht werden. Bei 2 Patienten war dazu keine Aussage möglich.

24 (51,1 %) von 47 Patienten zeigten keine Begleitverletzungen der Wirbelsäule (siehe hierzu auch Tabelle 23). 23 von 47 Patienten (48,9 %) zeigten Begleitverletzungen im MRT.

Davon war bei 17 (73,9 %) von 23 Patienten die Begleitverletzung auf derselben Segmenthöhe wie der Bandscheibenvorfall.

6 Mal (26,1 %) befand sich die Begleitverletzung in anderer Höhe der Wirbelsäule als der Bandscheibenvorfall. Weitere Ausführungen dazu siehe Tabelle 24. Hierbei wurde nicht unterschieden, ob die Begleitverletzung sich in der MRT- oder CT- Untersuchung zeigte.

Tab. 24: Angaben zu Patienten, bei denen sich die Begleitverletzung der Wirbelsäule in anderer Höhe als der traumatische Bandscheibenvorfall befand

Kr.bl.Nr.	Höhe BSV	Höhe Begleitverl.	Be- verl.	Art verl.	Begleit- Bildgebung	Begleitverl.	Unfallart
790/05	C4/5	C7		Fraktur	CT		Sturz
240/09	C4/5	C6/7		Fraktur	CT		Sturz
517/11	C5/6	C2		Fraktur	CT		Sturz
509/11	C3/4	C7		Fraktur	MRT		sonstige
1966/13	C6/7	C3		Fraktur	CT		Sturz
1658/13	C5/6	C1		Fraktur	CT		sonstige

### 3.5.3 Einblutungen in den Zwischenwirbelraum

Bei Patienten, die ein MRT erhalten haben (n=49), wurde auf das Vorliegen einer Einblutung in den Zwischenwirbelraum geachtet. Eine Einblutung in den Zwischenwirbelraum war bei 5 Patienten (10,2 %) zu finden. Bei allen 5 Patienten, die in der MRT eine Einblutung in den Zwischenwirbelraum aufwiesen, wurde der Bandscheibenvorfall als „sehr wahrscheinlich“ traumatisch bedingt gewertet.

Tab. 25: Angaben zu Patienten, bei denen in der MRT eine Einblutung in den Zwischenwirbelraum sichtbar war

Kr.bl.Nr.	Pat.gruppe	Höhe BSV	MRT-Zeitp. [d]	CT	Begleitverl. CT	Unfall
1355/01	I	C3/4	0	ja	Fraktur	VKU
keine	I	C4/5	0	nein	-	Sturz
481/04	I	C4/5	1	ja	Lux.+Fraktur	Sturz
168/09	I	C6/7	2	ja	Lux.+Fraktur	VKU
509/11	I	C3/4	0	ja	Lux.+Fraktur	sonstige

Eine in der MRT gezeigte Einblutung in den Zwischenwirbelraum galt als sicherer Hinweis für eine traumatische Genese. Diese zeigte sich jedoch nur bei 5 von 49 Patienten (10,2 %). Bei 24 Patienten (82,8 %), bei denen ein traumatischer Bandscheibenvorfall als "sehr wahrscheinlich" galt, fehlte die Einblutung in den Zwischenwirbelraum in der MRT.

## 3.6 Therapie und postoperatives Ergebnis

### 3.6.1 Therapieformen

44 (86,3 %) von 51 Patienten wurden operativ versorgt. 6 Patienten (11,8 %) erhielten eine konservative Therapie. Von einem Patienten (2 %) lagen hierzu keine Daten vor. 42 von 44 Patienten (95,5 %), die eine OP erhielten, bekamen präoperativ eine MRT-Untersuchung.

Von den 44 Operationen fanden 39 (88,6 %) an der HWS, 4 (9,1 %) an der LWS und 1 (2,3 %) an der BWS statt. Die 6 konservativen Therapien fanden alle an der HWS (100 %) statt.

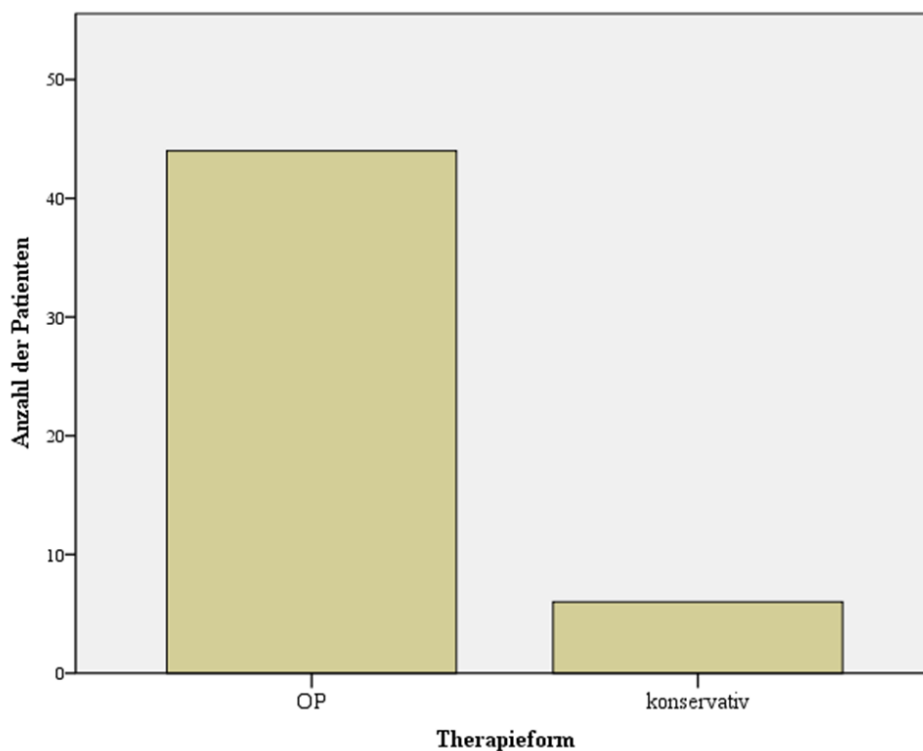


Abb.8: Therapieformen bei n=50 Patienten

Die Zeit vom Unfalltag bis zum Therapiebeginn (operative/konservative Therapie) betrug im Mittel  $18,64 \pm 47,80$  Tage. Das Minimum betrug 0 Tage, d. h. es wurde noch am Unfalltag eine Therapie eingeleitet; das Maximum lag bei 314 Tagen bis zum Therapiebeginn.

Bei Patienten, die eine operative Therapie erhielten (n=44), wurde im Mittel nach  $21,18 \pm 50,48$  Tagen operiert.

Tab. 26: Therapieformen aufgeteilt nach den Patientengruppen I-III (n=50)

Therapieform	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Operation	27	2	15
konservativ	4	1	1
Gesamt	31	3	16



### **3.6.2 Histologische Befunde des Operationsmaterials**

Es wurden 44 Operationen durchgeführt. Bei 43 Operationen wurde das entnommene Bandscheibengewebe histologisch auf das Vorliegen einer alten Blutung untersucht. Bei einem Patienten wurde die histologische Untersuchung nicht angefordert. Bei n=37 (86 %) Patienten wurde keine alte Blutung gefunden. Einmal fand sich eine alte Blutung (2,3 %) im entnommenen Gewebe. Der Patient, der eine alte Blutung aufwies (Krb.Nr. 481/04), war gestürzt und innerhalb von 24 h nach dem Unfall operiert worden. Bei 5 Untersuchungen (11,6 %) war keine Aussage zum Auftreten von altem Blut möglich.

### **3.6.3 Beschwerdeangaben am Entlassungstag und bei ambulanter Vorstellung**

*Gesundheitlicher Zustand der Patienten zum Entlassungstag*

*Gesamtbetrachtung*

Von 45 der 51 Patienten wurde der Zustand postoperativ bzw. zum Entlassungszeitpunkt dokumentiert. Bei fünf Patienten war keine Aussage möglich. Ein Patient ist verstorben.

16 Patienten (35,6 %) gaben keine Beschwerden an. 20 Patienten (44,4 %) gaben leichte Restbeschwerden an. 9 Patienten (20 %) sahen keine Verbesserung zum Zustand vor ihrer Einlieferung ins Krankenhaus.

*Patientengruppe I (n=31)*

In der I. Patientengruppe wurde der gesundheitliche Zustand von 27 der 31 Patienten dokumentiert. Bei 3 Patienten (9,7 %) war dazu keine Aussage im Krankenblatt zu finden. Ein Patient (3,2 %) verstarb während des stationären Aufenthalts an einem Herzkreislaufstillstand. 10 Patienten (32,3 %) gaben keine Beschwerden bei der Entlassung an. 9 Patienten (29 %) gaben leichte Restbeschwerden an. Weitere 8 Patienten (25,8 %) sahen keine Verbesserung ihres Gesundheitszustands im Vergleich zum Gesundheitszustand bei der Einlieferung.

*Patientengruppe II (n=3)*

Von 3 Patienten gaben 2 Patienten leichte Restbeschwerden an. Von einem Patienten fehlt die Angabe.

*Patientengruppe III (n=17)*

Von 17 Patienten gaben 6 (35,3 %) keine Beschwerden an. 9 Patienten (52,9 %) gaben leichte Restbeschwerden an. Ein Patient (5,9 %) sah keine Verbesserung zum Zustand bei Einlieferung. Von einem Patienten fehlt die Angabe (5,9 %).

*Gesundheitlicher Zustand der Patienten zur ambulanten Vorstellung*

*Gesamtbetrachtung*

32 von 51 Patienten (62,7 %) stellten sich zu einer ambulanten Nachuntersuchung in der Ambulanz der Klinik für Neurochirurgie der Uniklinik Magdeburg vor. 19 von 51 Patienten stellten sich nicht erneut vor. Die ambulante Vorstellung erfolgte bei allen 32 Patienten bis zu 42 Monate nach der Entlassung. Die Patienten gaben Folgendes über ihre Beschwerden an:

Tab. 27: Angegebener Gesundheitszustand von Patienten bei ambulanter Untersuchung (n=32)

Beschwerden	Häufigkeiten	Prozent (%)
Wohlbefinden	12	37,5 %
Restbeschwerden	20	62,5 %
Gesamt	32	100 %

*Patientengruppe I*

14 von 31 Patienten (45,2 %) stellten sich nach ihrem Krankenhausaufenthalt nicht nochmal ambulant vor. Von den 17 Patienten, die zur Nachbehandlung kamen, gaben 11 (35,5 %) Restbeschwerden an. 6 (19,4 %) gaben Wohlbefinden an.

### *Patientengruppe II*

In der Gruppe II kamen zwei von drei Patienten zur Nachuntersuchung. Beide Patienten hatten Restbeschwerden.

### *Patientengruppe III*

In Gruppe III kamen 13 von 17 Patienten (76,5 %) zur Nachuntersuchung. 4 Patienten (23,5 %) stellten sich nicht erneut vor. Von den erschienen 13 Patienten gaben 7 (53,8 %) Restbeschwerden an. 6 Patienten (46,2 %) gaben Wohlbefinden an.

## **3.7 Fallbeispiele**

An dieser Stelle sollen 3 Fallbeispiele aus dem Patientengut die Thematik illustrieren.

### **3.7.1 Fall 1 Krankenblatt-Nr. 517/2011**

#### **Unfallhergang:**

Ein 69-jähriger Patient stürzt alkoholisiert (1,95 ‰) die Treppe herunter. Vermutlich stößt er mit dem Gesicht/Kopf auf. Nähere Angaben zum Sturz kann der Patient nicht machen.

#### **Symptomatik:**

Der Patient gibt sofort starke Schmerzen in der mittleren und unteren HWS sowie Nackenschmerzen an. Außerdem bestehen Kribbeldysästhesien beider Hände mit Missempfindungen.

#### **Diagnostik:**

CCT vom Unfalltag: Kein Anhalt für intrakranielle Blutung. Keine Fraktur.

CT der HWS vom Unfalltag: Nach dorsal dislozierte Densfraktur mit Kompression des Spinalkanals



Abb. 9: CT der HWS, Kr.bl.Nr. 517/2011, zur Verfügung gestellt von der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin und dem Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinik Magdeburg

### **Weiterer Verlauf:**

Der Patient wird initial in einem anderen Krankenhaus behandelt. Er wird einen Tag nach dem Unfall in die Neurochirurgie der Universitätsklinik Magdeburg verlegt. Noch am Aufnahme-tag erfolgt die Anlage einer Crutchfield Extension dann die offene Reposition und Stabilisierung der Densfraktur. Zunächst zeigte sich ein unauffälliger postoperativer Verlauf. Ca. 10 h nach dem operativen Eingriff kam es zur Ausbildung einer Armparese links. Daraufhin wurde noch am selben Tag eine MRT-Untersuchung der HWS durchgeführt. Diese zeigte in Höhe C5/6 einen breitbasigen medialen Bandscheibenvorfall mit Myelonaffektion und konsekutiver Myelopathie. Es erfolgte noch am gleichen Tag, d. h. 2 Tage nach dem Unfall, die Dekompressions-OP. Intraoperativ zeigte sich ein zerrissenes vorderes Längsband in Höhe des Zwischenwirbelraumes C5/6. Das hintere Längsband war ebenfalls eingerissen. 9 Tage nach dem Unfall wurde der Patient in eine Reha-Einrichtung verlegt. Die Kraftminderung des linken Armes bestand noch, war jedoch rückläufig.



Abb. 10: MRT der HWS, Kr.bl.Nr. 517/2011, zur Verfügung gestellt von der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin und dem Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinik Magdeburg

### **3.7.2 Fall 2 Krankenblatt-Nr. 168/2009**

#### **Unfallhergang:**

Eine 37-jährige bisher beschwerdefreie Patientin verunfallte auf der Autobahn als PKW-Fahrerin. Die Patientin konnte keine Angaben zum Unfallhergang machen. Es erfolgte die Verlegung aus einem anderen Krankenhaus in die Klinik für Neurochirurgie der Universität Magdeburg.

#### **Symptomatik:**

Die Patientin war initial bewusstlos, dann klagte sie über Schmerzen im Bereich der HWS und LWS ohne Ausstrahlung. Außerdem gab sie occipitale Kopfschmerzen an.

#### **Diagnostik:**

Die initiale Röntgenuntersuchung der HWS vom Unfalltag zeigte eine HWK-2-Bogenfraktur ohne Dislokation. Die daraufhin durchgeführte CT-Untersuchung der HWS zeigte zusätzlich

zur bekannten HWK-2-Bogenfraktur eine HWK-6-Wirbelbogenfraktur links mit Subluxation im Bereich HWK 6/7.



Abb. 11: CT der HWS, Kr.bl.Nr. 168/2009, zur Verfügung gestellt von der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin und dem Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinik Magdeburg

Die MRT-Untersuchung 2 Tage nach Unfall zeigte einen Ventralversatz HWK 6/7 mit Bandscheibenvorfall sowie eine Ruptur des Ligamentum interspinosum mit einer Einblutung. In einer erneuten CT-Untersuchung 3 Tage nach dem Unfall war die HWK-6-Bogenfraktur als instabil nachweisbar. In einer Funktionsmagnetresonanztomografie 4 Tage nach Unfall ließ sich eine Gefügestörung HWK 6/7 sowie die bekannte ligamentäre Schädigung nachweisen.

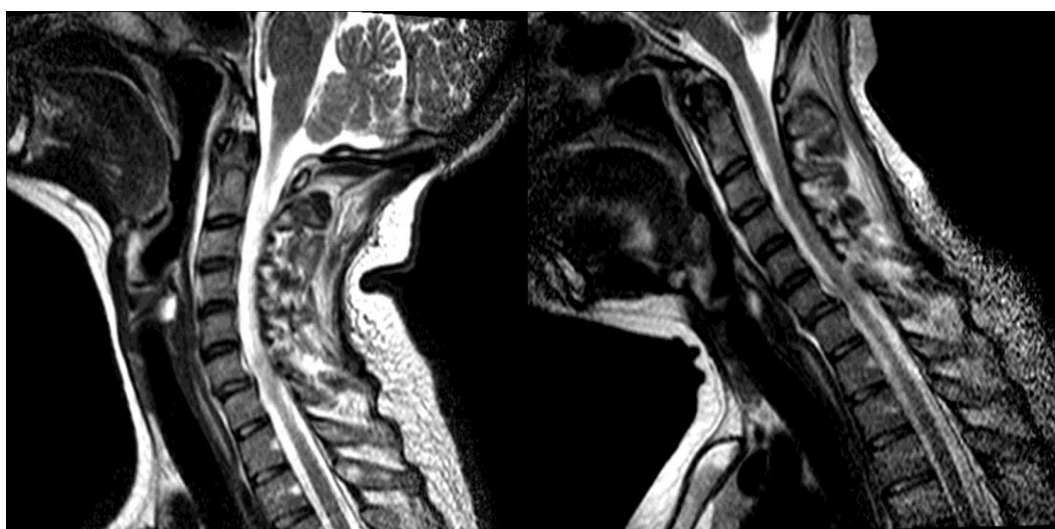


Abb. 12: MRT der HWS, Kr.bl.Nr. 168/2009, zur Verfügung gestellt von der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin und dem Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinik Magdeburg

### **Weiterer Verlauf:**

Wegen anhaltender Schmerzen wurden MRT-Aufnahmen angefertigt. Diese zeigten einen posttraumatischen Bandscheibenvorfall sowie eine Ruptur des Ligamentum interspinosum mit Einblutung. Daher fiel die Entscheidung zur mikrochirurgischen Entfernung des Bandscheibenvorfalles 6 Tage nach dem Unfall. Die HWK-2-Fraktur wurde konservativ behandelt. Die Patientin konnte 12 Tage nach dem Unfall weitgehend beschwerdefrei aus dem Krankenhaus entlassen werden.

### **3.7.3 Fall 3 Krankenblatt-Nr. 1779/2011**

#### **Unfallhergang:**

Ein 57-jähriger Patient dreht eine Schraube mit einem starken Drehmoment fest. Dabei rutscht er ab und prallt mit dem Rücken gegen das Geländer einer Hebebühne.

#### **Symptomatik:**

Der Patient gibt nach dem Unfall Schmerzen im Rücken an. Er beklagt eine Fußheber- und Großzehenheberschwäche links. Unter konservativer Therapie kommt es zur Besserung der Beschwerden, jedoch zeigt sich die Fußheberparese unverändert, wodurch das Laufen gestört ist. Außerdem werden eine Taubheit im Bereich der Außenseite des linken Unterschenkels und im Bereich der linken Fußsohle sowie Kribbelparästhesien im Bereich der Außenseite des linken Oberschenkels beschrieben. Mastdarmentleerungsstörungen liegen nicht vor. Der Patient beschreibt eine Blasenentleerungsstörung.

#### **Diagnostik:**

MRT der LWS 14 Tage nach dem Unfall: LWK 1/2: diskret medial betonte Bandscheibenprotrusion mit leichter Verschmälerung des Durasacks, keine Einengung der Neuroforamina.

LWK 4/5: mäßige mediolateral betonte Bandscheibenprotrusion beidseits mit geringem intraforaminellen Bandscheibenanteil rechts, Einengung des Neuroforamens L4 rechts.

LWK 5/S1: deutlich mediolateraler linksseitiger Bandscheibenprolaps, der Durasack wird imprimiert, Nervenwurzel L5 links wird tangiert, Nervenwurzel S1 wird nach dorsal verlagert, Ödem im Grund- und Deckplattenbereich LWK 5/S1.

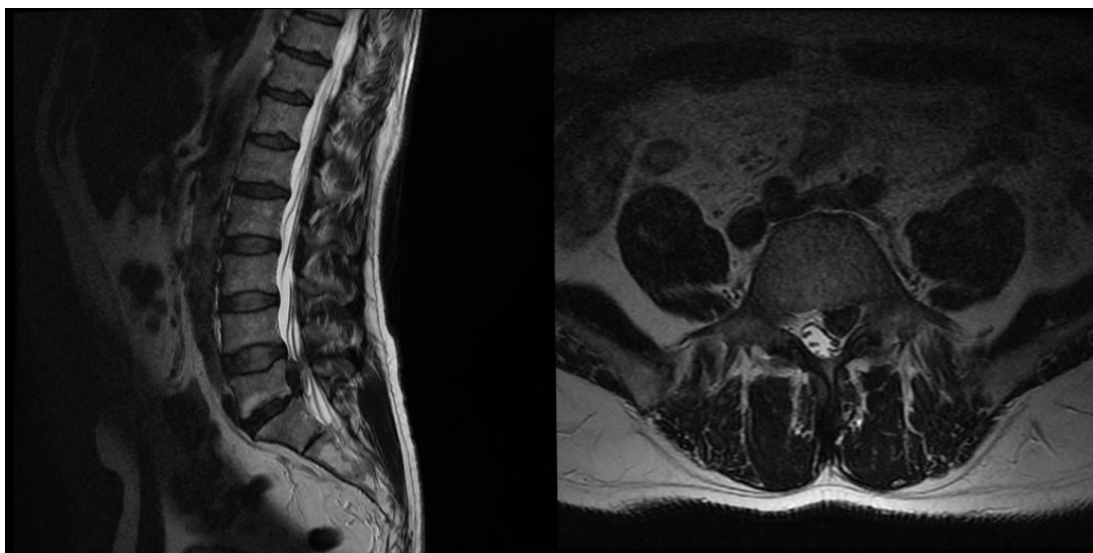


Abb. 13: MRT der LWS, Kr.bl.Nr. 1779/2011, zur Verfügung gestellt von der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin und dem Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinik Magdeburg

### Weiterer Verlauf:

Seit dem Unfall bestand eine Arbeitsunfähigkeit des Patienten. 2 Wochen nach dem Unfall werden MRT-Aufnahmen der LWS angefertigt (siehe Befund oben). Es erfolgte zunächst die ambulante konservative Behandlung der Beschwerden. Dies führte zunächst zu einer Besserung der Beschwerden, die Fußheberparese bestand jedoch weiter. 3 Monate nach dem Unfall stellte der Patient sich in der Universitätsklinik für Neurochirurgie vor. Es erfolgte die operative Versorgung des Bandscheibenvorfalles L 5/S1 links. Zum Entlassungstag zeigten sich die Paresen und Sensibilitätsstörungen rückläufig. Nach dem Krankenhausaufenthalt schloss sich eine Rehabilitationsmaßnahme an.



## 4 Diskussion

### 4.1 Studienumfang

Die vorliegende Arbeit umfasst Daten von 5.824 Patienten, die mit der Diagnose Bandscheibenvorfall oder Spinalkanalstenose in den Jahren 2001-2014 in der Neurochirurgie der Universitätsklinik Magdeburg behandelt wurden. Bei 51 dieser Patienten ließ sich eine traumatische Genese des Bandscheibenvorfalles vermuten.

Diese 51 Patienten wurden anhand eines Zeitintervalls von

- 0 -  $\leq$  24 h (Gruppe I)
- > 24-  $\leq$  72 h (Gruppe II) und
- > 72 h (Gruppe III)

in drei Gruppen eingeteilt. 31 Patienten (60,8 %) befanden sich in der I. Gruppe. 3 Patienten befanden sich in der II. Gruppe (5,9 %). In der Gruppe I wurde der diagnostizierte Bandscheibenvorfall als „sehr wahrscheinlich“ traumatisch bedingt gewertet. In der II. Gruppe wurde der Bandscheibenvorfall als „wahrscheinlich“ traumatisch bedingt gewertet. Bei n=17 Patienten (33,3 %) in der III. Gruppe galt der Bandscheibenvorfall als „möglich“ traumatisch bedingt. Die Bandscheibenvorfälle waren in verschiedenen Segmenten der Wirbelsäule lokalisiert. Der größte Anteil verletzter Bandscheiben befand sich in Höhe der HWS (n=45, 88,2 %) gefolgt von der LWS (n=5, 9,8 %). Einmal war eine Bandscheibe in Höhe der BWS (2,0 %) betroffen.

Die HWS ist aufgrund ihrer Lage direkten und indirekten Gewalteinwirkungen besonders ausgesetzt (Prestar und Moldenhauer 1993).

Das Alter der untersuchten Patienten in der vorliegenden Arbeit erstreckte sich von 28-84 Jahren (Durchschnittsalter:  $53,8 \pm 13,6$  Jahre). Bei Rizzolo et al. zeigte sich ein Altersausmaß von 11-83 Jahren. Das Durchschnittsalter betrug 34,4 Jahre (Rizzolo et al. 1991).

Rizzolo et al. untersuchten das Auftreten von traumatischen Bandscheibenvorfällen im HWS-Bereich mit der MRT. Die Autoren beleuchteten außerdem einen möglichen

Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Bandscheibenvorfälle mit dem Verletzungsmechanismus, dem neurologischen Status und dem Alter der Patienten. Der Beobachtungszeitraum von 10 Monaten war bei Rizzolo et al. deutlich kürzer als der in der vorliegenden Arbeit verwendete Zeitraum von 14 Jahren. Obwohl die Gesamtzahl an Patienten (n=55) geringer war als in der vorliegenden Arbeit, lag das Auftreten von akuten Bandscheibenvorfällen mit 42 % deutlich höher (Rizzolo et al. 1991).

Terhaag und Frowein veröffentlichten gesammelte Fallzahlen zu lumbalen und zervikalen traumatischen Bandscheibenvorfällen der Jahre 1974-1985 (Terhaag und Frowein 1989). Diese Arbeit umfasste 1.771 Patienten mit lumbalen Bandscheibenvorfällen aus den Jahren 1978-1985 und 600 Patienten mit zervikalen Bandscheibenvorfällen aus den Jahren 1974-1985. Aus 1.771 lumbalen Bandscheibenoperationen der angegebenen 8 Jahre sahen die Autoren einen sicheren traumatischen Zusammenhang für die Bandscheibenvorfälle bei 4 Patienten. Bei 7 Patienten wurde ein traumatischer lumbaler Bandscheibenvorfall als „möglich“ eingestuft. Bei weiteren 15 Patienten wurde der Zusammenhang zwischen einem Unfall und einem daraus resultierenden Bandscheibenvorfall als „zweifelhaft“ bewertet. Bei den angegebenen 600 zervikalen Bandscheibenoperationen im Zeitraum von 1974-1985 sahen Terhaag und Frowein bei 12 Patienten einen Unfall im Zusammenhang mit einem Bandscheibenvorfall als erwiesen. Bei 4 Patienten erschien der Zusammenhang zwischen Unfall und Bandscheibenvorfall zweifelhaft. Weitere 10 Patienten zeigten Bandscheibenvorfälle, bei denen der Zusammenhang zu einem Unfallereignis als möglich gewertet wurde (Terhaag und Frowein 1989).

Diese Analyse stützte sich auf klinische und intraoperativ erhobene Befunde. Die MRT-Untersuchung wurde in dieser Veröffentlichung noch nicht berücksichtigt.

Bei Terhaag und Frowein zeigte sich der Anteil traumatisch bedingter Bandscheibenvorfälle bei 1,39 %, gemessen am Gesamtkollektiv von 1.771 und 600 Patienten (Terhaag und Frowein 1989). Das 95 % Konfidenzintervall lag bei 0,96 %- 1,95 %.

Das retrospektive Studiendesign, der Beobachtungszeitraum von 12 Jahren bei den zervikalen Bandscheibenvorfällen und 8 Jahren bei den lumbalen Bandscheibenvorfällen bei Terhaag und Frowein (Terhaag und Frowein 1989) sind vergleichbar mit den Datensätzen aus der Klinik für Neurochirurgie der Universität Magdeburg.

Im Patientengut von Prestar zeigte sich im Zeitraum von Januar 1988 bis August 1991 eine ähnliche Fallzahl. Bei 20 von 1.800 lumbalen Bandscheibenoperationen wurde ein Unfall als Ursache für den Bandscheibenvorfall angesehen. Von 150 zervikalen Bandscheibenoperationen wurden 5 Bandscheibenvorfälle als traumatisch identifiziert (Prestar 1993).

Prestars Fallzahlen zeigten einen Anteil von 1,28 % traumatischer Bandscheibenvorfälle, gemessen am Gesamtkollektiv von 1.800 und 150 Patienten (Prestar 1993). Das 95 % Konfidenzintervall lag bei 0,83 %- 1,89 %.

Die Amerikaner Apple et al. berichten von 657 Patienten, die innerhalb von 10 Jahren (1975-1985) wegen einer Halswirbelsäulenverletzung behandelt worden sind. Von diesen 657 Patienten fanden Apple et al. bei 5 Patienten einen Bandscheibenvorfall nach einem Unfall (Apple et al. 1987).

Im beobachteten Patientengut von Apple et al. betrug der Anteil traumatischer Bandscheibenvorfälle 0,76 %, gemessen am Gesamtkollektiv von 657 Patienten (Apple et al. 1987). Das dazugehörige 95 % Konfidenzintervall lag bei 0,25 %-1,77 %.

In den eigenen erhobenen Fallzahlen liegt der Anteil traumatisch bedingter Bandscheibenvorfälle bei 0,87 % (gemessen am Gesamtkollektiv von 5.824 Patienten). Der traumatische Bandscheibenvorfall kann somit als ein seltenes Krankheitsbild angesehen werden.

Dieses Ergebnis deckt sich daher mit den aufgeführten Angaben aus der Literatur, die alle einen Anteil von ca. 1 % traumatisch bedingter Bandscheibenvorfälle aufweisen.

Das 95 % Konfidenzintervall in der eigenen Fallzahlanalyse liegt bei 0,62 %-1,1 %.

Der Vergleich der Konfidenzintervalle in den Literaturangaben mit den eigenen Konfidenzintervallen zeigt eine vollständige Übereinstimmung. Die Spannweite des eigenen Konfidenzintervalls ist im Vergleich zu den Konfidenzintervallen von Prestar und Apple et al. am kleinsten. Dies könnte in der eigenen hohen Fallzahl begründet sein. Diese ist mehr als doppelt so groß wie bei Terhaag und Frowein (Terhaag und Frowein 1989) bzw. bei Prestar (Prestar 1993) und könnte erst dazu geführt haben, dass es zu einer Übereinstimmung mit den anderen [zwei] angegebenen Konfidenzintervallen kommt.

#### 4.1.1 Häufigkeit traumatischer Bandscheibenvorfälle

Die Frage, ob Bandscheibenvorfälle durch einen bestimmten Unfall ausgelöst werden können oder ob es auch ohne einen Unfall zu einem Bandscheibenvorfall gekommen wäre, ist seit vielen Jahren Gegenstand der wissenschaftlichen Diskussion.

Weil die Zusammenhangsfrage zwischen einem Unfall und einem resultierenden körperlichen Schaden nicht immer eindeutig zu klären ist, wird von den zuständigen juristischen Instanzen eine Angabe einer Wahrscheinlichkeit gefordert. Diese Wahrscheinlichkeit sollte alle für und gegen den Zusammenhang sprechenden Argumente vereinen (Mehrhoff et al. 2005 a).

Daher war es in der vorliegenden Arbeit nur möglich, ein retrospektives Studiendesign zu wählen. Auf dieser Grundlage wurde mit Hilfe der vorliegenden Krankenblätter der Klinik für Neurochirurgie der Universität Magdeburg die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten traumatischer Bandscheibenvorfälle ermittelt. Die Wahrscheinlichkeit soll jedoch nicht als rechnerische Größe verstanden werden, sondern viel mehr als ein Ergebnis, das nach Abwägen von zwei Forderungen entstand. Gefordert wurde ein adäquates Trauma, was zu einer entsprechenden Symptomatik führte. Bagatelltraumata wurden nicht akzeptiert. Außerdem wurde ein kurzes Zeitintervall zwischen Unfall und Erstsymptomatik verlangt. Die Bandscheibenvorfälle sollten radiologisch mittels MRT und/oder CT gesichert sein.

Ähnlich wie in der von Terhaag und Frowein (Terhaag und Frowein 1989) veröffentlichten Literatur wurde das Patientengut in der vorliegenden Arbeit ebenfalls in Gruppen eingeteilt, um abgrenzen zu können, wie wahrscheinlich der aufgetretene Bandscheibenvorfall traumatisch bedingt war. Die Einteilung der Bandscheibenvorfälle erfolgte als „sehr wahrscheinlich“ traumatisch bedingt (Gruppe I: n= 31), als „wahrscheinlich“ traumatisch bedingt (Gruppe II: n=3) und als „möglich traumatisch“ bedingt (Gruppe 3: n=17). Diese Klassifizierung richtete sich nach dem Einlieferungsdatum ins Krankenhaus, davon ausgehend, dass die Schmerzsymptomatik so stark war, dass ein Krankenhaus aufgesucht werden musste. Diese Gruppeneinteilung war der

Tatsache geschuldet, dass die zeitliche Angabe der Erstsymptomatik in vielen Fällen ungenau dokumentiert war und daher nicht verwendet werden konnte.

Da die Patientengruppierung nur Patienten einbezieht, die innerhalb eines willkürlich, jedoch plausibel erscheinenden Zeitintervalls ( $0 - \leq 24h$ ,  $> 24 - \leq 72h$ ,  $> 72 h$ ) stationär behandelt wurden, erscheint es auch möglich, dass es noch mehr Patienten mit traumatisch bedingten Bandscheibenvorfällen gibt, die aufgrund des gesetzten Zeitintervalls jedoch nicht erfasst wurden.

Der Begriff eines Unfalls ist genau definiert. Laut SGB VII § 8 Abs.1 S.2 wird bei Mehrstens ein Unfall als etwas beschrieben, das von außen über eine zeitliche begrenzte Dauer auf den Körper einwirkt. Daraus kann ein Gesundheitsschaden oder sogar der Tod resultieren (Mehrstens et al. 2010). Die zeitliche Begrenzung des auslösenden Ereignisses dient der Abgrenzung des Begriffs der Berufskrankheit. Die Erwähnung, dass das auslösende Ereignis von außen auf den Körper trifft, soll verdeutlichen, dass organische („innere Ursachen“) wie z. B. ein Herzinfarkt nicht als Unfall anzusehen sind (Mehrstens et al. 2010). Dies ist insofern bedeutsam, da bei Zusammenhangsfragen für Gutachten oftmals angloamerikanische Literatur zitiert wird. Im deutschen Sprachgebrauch wird der Begriff „Trauma“ synonym verwendet zum versicherungsrechtlichen Begriff des „Unfalls“. Diese sinngleiche Verwendung der Begriffe „Trauma“ und „Unfall“ findet im angloamerikanischen Sprachgebrauch nicht statt (Ludolph 2013). Mitunter fallen im angloamerikanischen Sprachgebrauch auch körperliche Beanspruchungen, die im deutschen Sprachraum eher einen Bagatelldarakter erfüllen (z. B. schweres Heben, unkoordinierte Bewegungen) unter „Trauma“ (Braun 1969). Auch Jäger weist darauf hin, dass der Traumabegriff aus den amerikanischen Veröffentlichungen nicht analog zu unfallrechtlichen Begriffen aus dem deutschen Gutachterwesen zu verwenden ist (Jäger 1951). Die beschriebenen Unfallmechanismen in der vorliegenden Arbeit folgen dem Unfallbegriff des SGB VII § 8 Abs.1 S.2, beschrieben bei Mehrstens et al. (Mehrstens et al. 2010).

Lob veröffentlichte seine Kriterien zur Zusammenhangsfrage zwischen einem Unfall und einem Bandscheibenschaden bereits 1973 im Handbuch für Unfallbegutachtung (Lob 1973 b). Diese fanden sich 2010 noch bei Mehrstens et al. wieder (Mehrstens et al. 2010):

Die Prüfkriterien nach Lob beinhalten:

- 1) Ein Unfallereignis, welches schwer genug ist, Rissbildungen in der Bandscheibe hervorzurufen
- 2) Eine entsprechende Unfallmechanik, bei der es zu Rissbildungen in der Bandscheibe kommen kann
- 3) Einen Nachweis über sich unmittelbar an den Unfall anschließende Lumbago oder Ischiassymptomatik
- 4) Beweise darüber, dass es vor dem Unfall keine Ischias- oder Lumbagobeschwerden gab
- 5) Eine körperliche Symptomatik, die für einen hinteren Bandscheibenvorfall spricht.

Die aufgestellten Prüfkriterien von Lob wurden jedoch auch kritisch gesehen und bis heute kontrovers diskutiert. So wird z. B. das vierte Prüfkriterium von Meyer-Clement als problematisch eingeschätzt, da es eine große Anzahl von Patienten, die Rückenschmerzen in der Anamnese angeben, von vornherein vom Versicherungsschutz ausschließen würde. Auch eine vorherige Beschwerdefreiheit könne nicht als Hinweis für eine traumatische Entstehung herangezogen werden, da Bandscheibenschäden klinisch stumm sein können (Meyer-Clement 2013).

Dies bestätigten auch Boden et al. in durchgeführten MRT-Untersuchungen an symptomfreien Freiwilligen (Boden et al.1990). Bei einer auftretenden radikulären Symptomatik nach einem Unfall ist auch daran zu denken, dass es sich möglicherweise um Folgen einer zerrungsbedingten Wurzelreizungssymptomatik bei klinisch bisher stummem Bandscheibenvorfall handelt (Grosser et al. 2000).

Krämer et al. modifizierten die Prüfkriterien nach Lob entsprechend. Die Autoren nennen als Anerkennungskriterien ein adäquates Trauma, welches in der Lage ist, hohe intradiskale Druckwerte zu erreichen. Wesentliches Merkmal für das Trauma ist die von außen kommende Gewalteinwirkung bzw. eine unerwartete Kraftanstrengung, die nicht vorausgesehen und nicht verhindert werden konnte. Es wird eine sofort einsetzende Beschwerdesymptomatik gefordert sowie eine Beschwerdefreiheit vor dem Ereignis (Krämer et al. 2014).

Ausgehend vom ersten und zweiten Kriterium nach Lob werden Bewegungen mit Scher-, Rotations-, Überbeugungs-, Überstreckungs- sowie Zugbelastungen als adäquates Unfallereignis mit entsprechender Unfallmechanik gesehen, um einen traumatischen Bandscheibenvorfall auszulösen (Mehrtens et al. 2010).

All diese Bewegungsmuster sind auch bei denen in dieser Arbeit vorliegenden Unfallmechanismen (Autounfall, Badeunfall, Sturz, Fahrradunfall, Skiunfall, Anprall gegen eine Hebebühne, Schlag in den Nacken) denkbar. Einschränkend muss jedoch erwähnt werden, dass auf die im Einzelnen stattgefundenen Unfallmechanismen in den verwendeten Krankenblättern nicht näher eingegangen wurde.

Eine zuverlässige Rekonstruktion eines Unfallhergangs ist daher oft nicht möglich (Grosser et al. 2000) und dieser Umstand musste auch in der vorliegenden Arbeit eingeräumt werden.

Weitere Autoren setzten sich mit der Zusammenhangsbeurteilung eines traumatischen Bandscheibenvorfalles auseinander. Ernestus fordert zur Berücksichtigung des Zusammenhangs ein entsprechend schweres Trauma, einen zeitlichen Zusammenhang zwischen Unfall und Symptombeginn, einen entsprechenden intraoperativen und radiologischen Befund sowie einen spezifischen Anteil der Vorschädigung (Ernestus 2011).

Da die möglichen Vorschäden im Patientengut in den Krankenakten nicht konsistent erfasst wurden, konnte darauf in der vorliegenden Arbeit kein Bezug genommen werden.

Die Bandscheibe unterliegt natürlichen Alterungsprozessen, die schon im jungen Erwachsenenalter beginnen (Meyer-Clement 2013). Junghanns kommt sogar zu dem Schluss, dass es ab dem 30. Lebensjahr keine Wirbelsäule ohne noch unveränderte Bandscheiben gibt (Junghanns 1968).

Dass degenerative Veränderungen der Wirbelsäule auch ohne eine Beschwerdesymptomatik vorkommen können, zeigten Boden et al., indem sie die Halswirbelsäule von 63 beschwerdefreien Freiwilligen mit Hilfe der MRT untersuchten. Bei 19 % der Freiwilligen zeigte sich eine Veränderung der Wirbelsäule. Davon handelte es sich bei 8 % der Patienten um einen Bandscheibenvorfall (Boden et al. 1990).

Bei jedem Erwachsenen ist von einer degenerativen Vorschädigung der Wirbelsäule, wenn auch im unterschiedlichen Ausmaß, auszugehen. Ein Trauma, das auf die Bandscheibe

einwirkt, kann daher nur die Bedeutung einer vorübergehenden, nicht richtungsgebenden Verschlimmerung eines schon vorbestehenden Bandscheibenschadens haben. Diese Verschlimmerung ist maximal auf 1 Jahr begrenzt. Bei einer subjektiv „normalen“ Bandscheibe verursacht ein relativ schweres Trauma einen Bandscheibenschaden, wobei ein vergleichsweise leichtes Trauma bei einer schwer vorgeschädigten Bandscheibe einen ähnlichen Schaden verursachen kann (Terhaag und Frowein 1990). Prestar sieht aufgrund des anzunehmenden Vorschadens beim Erwachsenen einen traumatischen Bandscheibenvorfall nur partiell als Unfallfolge (Prestar 1993).

### **4.1.2 Unfallmechanismen bei traumatischen Bandscheibenvorfällen**

Viele Autoren berichten von Stürzen als Unfallmechanismus bei Patienten mit einem Verdacht auf einen traumatischen Bandscheibenvorfall (Prestar 1993, Terhaag und Frowein 1989, Lemke und Manthei 1990, Rizzolo et al. 1991). Auch Autounfälle als Unfallmechanismen finden in der Literatur Erwähnung (Apple et al. 1987, Prestar 1993). Im vorliegenden Patientengut waren Stürze (n=25, 49 %), gefolgt von Autounfällen (n=11, 21,6 %) die häufigsten Unfallmechanismen, die zu traumatischen Bandscheibenvorfällen führten.

Ein Verhebetauma, wie es von Prestar als Unfallmechanismus bezeichnet wird (Prestar 1993), ist nicht als traumatisches Ereignis zu werten (Krämer et al. 2001). Das Wort „Verhebetauma“ sollte daher in einem gutachterlichen Kontext vermieden werden (Lehmann 2002).

### **4.1.3 Unfallmechanismen und Geschlecht**

In der vorliegenden Arbeit war die Geschlechterverteilung Männer : Frauen ca. 3 : 1 (Männer: 76,5 %; Frauen: 23,5 %), jedoch konnte in der Auswertung des Zusammenhangs zwischen Geschlecht und Unfallmechanismus kein Zusammenhang gezeigt werden (exakter Test nach Fisher, p-Wert von 0,259). In den Untersuchungen von Pratt et al. war das Geschlechterverhältnis ähnlich. Von 48 Patienten, die eine CT- und MRT-Untersuchung bei v.a. instabile Rückenmarksverletzungen erhielten, waren 39 Männer (Pratt et al. 1990). Dies entspricht einem Anteil männlicher Patienten von ca. 81 %.



Bei Rizzolo zeigte sich ebenso eine größere Inzidenz bei Männern (46 %) für traumatische Bandscheibenvorfälle, auch wenn sich dies nur auf den HWS-Bereich bezieht. Ein statistischer Zusammenhang zwischen Geschlecht und Vorkommen von Bandscheibenvorfällen konnte jedoch auch nicht nachgewiesen werden. (Rizzolo et al. 1991). Apple et al. berichten von 5 Patienten mit traumatischen Bandscheibenvorfällen. Von den genannten 5 Patienten waren 4 männlich (Apple et al. 1987). Andere Autoren schlüsselten das Geschlechterverhältnis nicht näher auf (Terhaag und Frowein 1989, Prestar 1993).

### **4.1.4 Unfallmechanismen und Begleitverletzungen der Wirbelsäule**

Das Auftreten von traumatischen Bandscheibenvorfällen in Kombination mit Begleitverletzungen der Wirbelsäule wird in der Literatur kontrovers diskutiert.

In der vorliegenden Arbeit war bei 49 von 51 Patienten eine Aussage zu den Begleitverletzungen der Wirbelsäule möglich. Bei 32 von 51 Patienten (62,7 %) fanden sich zusätzlich zum Bandscheibenvorfall Begleitverletzungen der Wirbelsäule. Die häufigste Begleitverletzung in der MRT war die Weichteilverletzung (n=16; 32,7 %). Unter dem Begriff „Weichteilverletzung“ wurden folgende Verletzungen zusammengefasst: Ödem, Kompression des Rückenmarks, Kontusion des Rückenmarks und Rupturen von Ligamenten der Wirbelsäule.

In der CT war die häufigste Begleitverletzung die Fraktur (n=12; 36,3 %). Zu einer Bandscheibenverletzung begleitend auftretende Wirbelkörper- bzw. Bandverletzungen können einen Hinweis dafür geben, dass eine traumatische Bandscheibenverletzung vorliegt (van Goethem et al. 2005). Laut Grosser et al. gilt ein Hämatom im Frakturbereich, sichtbar im CT oder MRT, als Nachweis einer frischen Verletzung (Grosser et al.2000).

Die meisten Begleitverletzungen der Wirbelsäule in der MRT und CT zeigten sich bei Stürzen (n=14) und Autounfällen (n=10). Eine Signifikanz zwischen der Art des Unfalls und dem Auftreten von Begleitverletzungen ließ sich jedoch nicht nachweisen (exakter Test nach Fisher, p=0,376).

Mehrere Autoren erforschten das Entstehen eines Bandscheibenvorfalles unter experimentellen Bedingungen und fanden heraus, dass sich unter hohen Druckbelastungen zwar knöcherne

Veränderungen an den Wirbelkörperendplatten fanden, jedoch kein Bandscheibenvorfall (Brinckmann 1986, Brinckmann et al. 1989, Plaue 1972).

Aufgrund der widerstandsfähigen Beschaffenheit der fibrösen Strukturen der Wirbelsäule kommt es erst zum Knochenbruch der Wirbelkörper bevor eine Zerreißung der fibrösen Bestandteile der Wirbelsäule auftritt (Bürkle de la Camp 1951). Andere Autoren sehen die Auffassung, dass es eher zu Knochenbrüchen kommt bevor Schäden der Bandstrukturen auftreten, für andere Körperregionen als nachvollziehbar an, jedoch bei der Wirbelsäule als nicht zutreffend (Junghanns 1959).

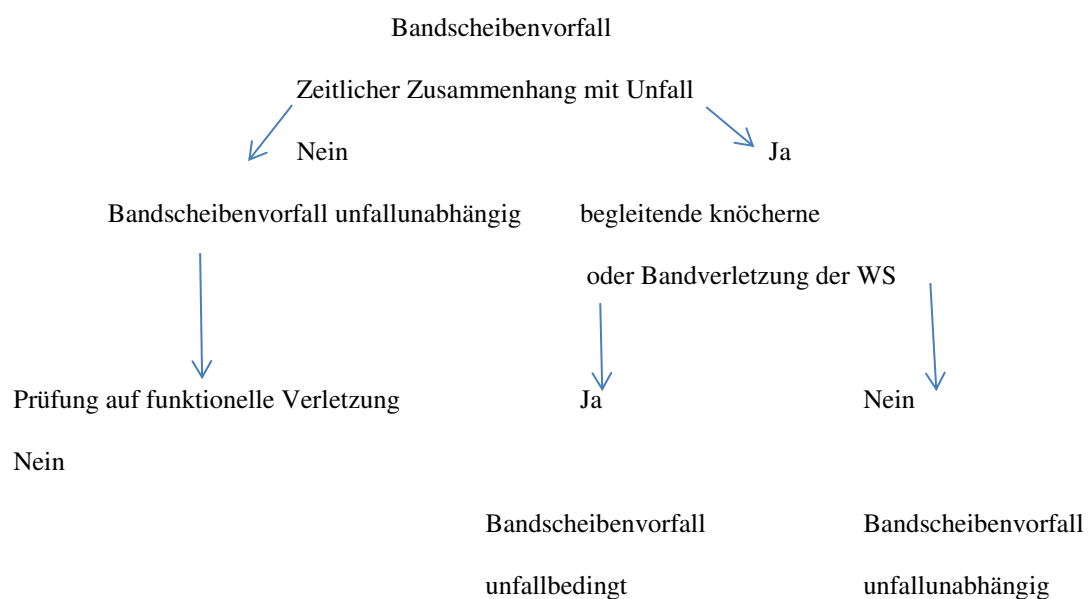


Abb. 14: Algorithmus zur Kausalitätsprüfung beim Vorliegen eines lumbalen Bandscheibenvorfalls (modifiziert nach Grosser et al. 2000)

In der oben gezeigten modifizierten Grafik nach Grosser et al. (2000) wird deutlich, dass nach Auffassung des Autors ein lumbaler Bandscheibenvorfall ohne knöcherne oder Bandverletzungen der Wirbelsäule als unfallunabhängig gewertet werden muss. In der vorliegenden Arbeit zeigten sich in der Patientengruppe I 10 Patienten (34,5%) ohne Begleitverletzung der Wirbelsäule in der MRT.

In der Patientengruppe II zeigten 2 Patienten (66,7%) keine Begleitverletzungen. Trotz Fehlen der Begleitverletzungen wurden die Bandscheibenvorfälle dieser Patienten als „sehr wahrscheinlich“ bzw. „wahrscheinlich“ traumatisch bedingt gewertet. Es wurde nicht unterschieden, ob sich der Bandscheibenvorfall in der HWS oder LWS befand.

Einige Autoren werteten das Auftreten von Begleitverletzungen der Wirbelsäule nur dann als bedeutend, wenn diese sich auf der gleichen Segmentebene wie der vermutlich traumatische Bandscheibenvorfall befinden (Thomann et al. 2010).

Sechsmal (26,1 %) befand sich die Begleitverletzung in anderer Höhe der Wirbelsäule als der Bandscheibenvorfall. Weitere Ausführungen dazu siehe Tabelle 24. Hierbei wurde nicht unterschieden, ob die Begleitverletzung sich in der MRT oder CT-Untersuchung zeigte. Bei 4 der 6 betroffenen Patienten wurde der Bandscheibenvorfall als „sehr wahrscheinlich“ traumatisch bedingt gewertet. Entgegen der oben genannten Auffassung von Thomann et al. (2010) kann nach den eigenen Untersuchungen die Anerkennung eines traumatischen Bandscheibenvorfalles auch dann erfolgen, wenn die Begleitverletzung und der traumatische Bandscheibenvorfall sich nicht auf gleicher Segmentebene befinden.

Flanders et al. beobachteten beim gleichzeitigen Auftreten einer Wirbelfraktur und eines Bandscheibenvorfalles, dass am meisten die Bandscheibe unterhalb des geschädigten Wirbels vom Bandscheibenvorfall betroffen war (Flanders et al. 1990).

Laut Pratt ist die Aufmerksamkeit für Begleitverletzungen der Wirbelsäule durch die Anwendung der MRT gestiegen. Er untersuchte in einer retrospektiven Studie 93 Patienten, die eine instabile Wirbelsäulenverletzung erlitten hatten. Ziel der Studie war herauszufinden, in wie vielen Fällen begleitend noch ein traumatischer Bandscheibenvorfall vorkam. Dabei zeigte sich bei 15 der 48 Patienten in einer MRT-Untersuchung ein begleitender Bandscheibenvorfall. Hauptsächlich war dabei die HWS betroffen. Diese wären ohne MRT unentdeckt geblieben. Da zu diesem Untersuchungszeitpunkt noch nicht alle Patienten mit einer Wirbelsäulenverletzung routinemäßig eine MRT erhielten, ist die Inzidenz von traumatischen Bandscheibenvorfällen, insbesondere der HWS, in dieser Studie eventuell sogar höher (Pratt et al. 1990).

Bei Patienten, die eine MRT erhalten haben (n=49), wurde auf das Vorliegen einer Einblutung in den Zwischenwirbelraum geachtet. Eine in der MRT erkennbare Einblutung in den Zwischenwirbelraum wurde als Hinweis auf ein Trauma gewertet, jedoch kann es sich auch um einen traumatischen Bandscheibenvorfall handeln, wenn keine Einblutung nachweisbar ist. Eine Einblutung in den Zwischenwirbelraum war bei 5 Patienten (10,2 %) in der MRT nachweisbar. Siehe dazu auch Tabelle 25. Akute Bandscheibenvorfälle in der Kernspintomografie müssen nicht immer mit Weichteilverletzungen der Wirbelsäule einhergehen (Flanders et al. 1990).

### **4.1.5 Zeitliches Intervall zwischen dem Unfall und dem Beginn der Symptome**

Die beklagten Symptome der Patienten nach dem Unfall waren vielfältig. Insgesamt betrachtet beklagten die meisten Patienten eine Kombination aus Taubheit und Kraftminderung (n=19, 37,3 %). Die meisten davon befanden sich in der Gruppe I (n=15). In der Untersuchung von Prestar (1993) tritt insbesondere nach lumbalen traumatischen Bandscheibenvorfällen ein radikuläres Syndrom auf (n=12 von 20 traumatischen lumbalen Bandscheibenvorfällen).

Prestar sieht in dem zeitlichen Zusammenhang zwischen dem Beginn typischer Beschwerden und dem angeschuldigten Trauma ein wesentliches Kriterium zur Anerkennung eines Bandscheibenvorfalles, obwohl sich bei manchen Patienten die radikuläre Symptomatik erst viel später entwickelte (Zeitintervall: Stunden-Monate) oder ganz ausblieb (Prestar 1993).

Laut Bürkle de la Camp müssen sich die klinischen Beschwerden eines traumatischen Bandscheibenvorfalles zeitlich unmittelbar nach dem Unfall manifestieren (Bürkle de la Camp 1951). Dieser Aussage schließt sich Krämer an (Krämer et al. 2001).

Ein sicherer oder möglicher Zusammenhang zwischen Unfall und traumatischem Bandscheibenvorfall kann auch noch bei einer zeitlichen Ausbildung typischer Symptome von bis zu wenigen Tagen gesehen werden (Terhaag und Frowein 1990). Andere Autoren argumentieren, dass das zeitliche Intervall nicht endgültig beweisend sei, da es auch möglich wäre, dass es sich um eine Wurzelreizungssymptomatik bei vorher stummem Bandscheibenvorfall handle (Grosser et al. 2000).

In der vorliegenden Arbeit entwickelten 31 (60,8 %) von 51 Patienten unmittelbar nach dem Unfall oder innerhalb der ersten 24 h eine entsprechende klinische Symptomatik. Diese Beschwerdesymptomatik war so stark, dass die Patienten innerhalb des Zeitraums von 24 h ein Krankenhaus aufsuchten. Thomann et al. sehen zwischen dem zeitlichen Zusammentreffen von Beschwerden und einem Unfallereignis keine ausreichende Kausalität, da Wirbelsäulenbeschwerden weit verbreitet sind (Thomann et al. 2010).

### **4.2 Radiologische Diagnostik von traumatischen Bandscheibenvorfällen**

Am Anfang des ärztlichen Untersuchungsprozesses zur Klärung, ob ein (traumatischer) Bandscheibenvorfall vorliegt, steht die Anamneseerhebung gefolgt von der klinisch-neurologischen Untersuchung. Auf die Ausführung näherer Untersuchungstechniken der Wirbelsäule und der Bandscheiben soll aufgrund bereits vielfach erschienener Literatur zu diesem Thema verzichtet werden.

Eine weitere wichtige Säule in der Diagnostik eines traumatischen Bandscheibenvorfalles bildet die radiologische Diagnostik. Diese kann maßgeblich die Entscheidung für ein operatives oder konservatives therapeutisches Vorgehen beeinflussen (Mack et al. 1999, Saifuddin 2001).

Als geeignetste Methode für die radiologische Darstellung von (traumatischen) Bandscheibenvorfällen gilt übereinstimmend die MRT-Untersuchung (Ghanem et al. 2006, El-Khoury et al. 1995, Katzberg et al. 1999, Siemund et al. 2015, Firsching und Ferbert 2009).

Konventionelle Röntgenaufnahmen der Wirbelsäule haben mit der Einführung von MRT- und CT-Untersuchungen an Bedeutung verloren. Ein Bandscheibenvorfall lässt sich durch ein konventionelles Röntgenbild nicht diagnostizieren (Brötz und Weller 2008).

Im Fokus der Betrachtungen zur radiologischen Diagnostik von traumatischen Bandscheibenvorfällen soll in dieser Arbeit die MRT-Untersuchung stehen. Da ein überwiegender Anteil der Patienten (n=31; 60,8 %) zusätzlich zur MRT-Untersuchung auch eine CT-Untersuchung erhielt, soll darauf im Folgenden ebenso eingegangen werden.

Bei der Betrachtung der CT- oder MRT-Bilder ergibt sich im Einzelfall unter Umständen die Schwierigkeit, exakt beurteilen zu können, ob beschriebene Veränderungen der Wirbelsäule in den verschiedenen bildgebenden Verfahren ausschließlich von dem stattgefundenen Unfallereignis herrühren oder ob die Veränderungen der Wirbelsäule schon vorbestehend waren.

In-vivo-Untersuchungen zur Entstehung von Bandscheibenvorfällen sind aufgrund von möglichen entstehenden irreversiblen Folgen begrenzt. Daher können Erkenntnisse nur indirekt aus Versuchen an Präparaten aus biomechanischen Modellen oder durch epidemiologische Erhebungen gewonnen werden (Brinckmann 2002).

### 4.2.1 CT

Der überwiegende Anteil der Patienten (n=31; 60,8 %) erhielt während des stationären Aufenthalts sowohl eine CT- als auch eine MRT-Untersuchung. 18 Patienten (35,3 %) erhielten allein eine MRT Untersuchung. Bei zwei Patienten (3,9 %) wurde alleinig eine CT-Untersuchung durchgeführt.

Die CT-Untersuchungen erfolgten zum Frakturausschluss.

Im Erkennen von Wirbelfrakturen stellt die CT-Untersuchung das Mittel der Wahl dar (Daffner et al. 2006, van Goethem et al. 2003, Szwedowski und Walecki 2014).

Dank der technischen fortwährenden Entwicklung der Computertomografen ist es mittlerweile möglich, trotz kürzerer Untersuchungszeiten eine bessere Auflösung und Rekonstruktion der CT-Bilder zu erzeugen als noch in den 1990er Jahren (Kanz et al. 2004).

Mit Hilfe von CT-Untersuchungen konnten falsch-negative Untersuchungsergebnisse von Röntgenaufnahmen reduziert werden. So wurden Folgekosten aufgrund einer falschen Diagnose minimiert (Grogan et al. 2005).

Schröder et al. verglichen die retrospektiv erhobenen CT-Befunde bei Halswirbelsäulentraumata mit den operativ verifizierten Diagnosen. Es zeigte sich, dass alle intraoperativ gefundenen Frakturen auch im präoperativen CT erkannt wurden. Verletzungen,

die vom CT nicht vollständig erkannt wurden, waren Läsionen des Bandapparates, Myelonschädigungen, Bandscheibenvorfälle und paravertebrale Weichteilveränderungen. Für die Diagnose dieser Verletzungen war die MRT-Untersuchung verlässlicher (Schröder et al. 1995).

Trotzdem sollte auch das Weichteilfenster der CT-Untersuchung betrachtet werden, da dort größere Weichteilveränderungen (z. B. traumatische Bandscheibenvorfälle) erkannt werden können (Parizel et al. 2010).

Bei 12 von 33 Patienten (36,3 %), die eine CT Untersuchung bekamen, ließ sich eine Fraktur nachweisen. Bei 10 Patienten (30,3 %) fiel im CT eine Kombinationsverletzung zwischen Fraktur und Luxation im Wirbelkörperbereich auf. Bei einem Patienten (3 %) zeigte die CT-Untersuchung zusätzlich zur Fraktur eine Weichteilverletzung im Bereich der Wirbelsäule. 10 von 33 Patienten (30,3 %), die eine CT-Untersuchung erhielten, zeigten keine zusätzlichen Begleitverletzungen der Wirbelsäule.

Das Auftreten von Frakturen war somit die häufigste Begleitverletzung der Wirbelsäule im CT.

Neu entdeckte Frakturen in der CT-Untersuchung, die sich im MRT nicht zeigten, können auch das weitere entsprechende therapeutische Vorgehen beeinflussen (Mirvis et al. 1988).

In der vorliegenden Untersuchung wurden 44 Patienten (86,3 %) operativ versorgt. Inwieweit das Auftreten der neu entdeckten Frakturen im CT zu einer möglichen Therapieänderung beigetragen hat, konnte im Rahmen der vorliegenden Daten nicht ermittelt werden. Für zukünftige Studien wäre die Untersuchung dieses Zusammenhangs wertvoll, um die Wertigkeit der CT-Untersuchung im Rahmen von traumatischen Bandscheibenvorfällen weiter zu unterstreichen.

### **4.2.2 MRT**

Durch die Einführung der Kernspintomografie gelang es erstmalig, die Bandscheibe mit einem nicht invasiven Verfahren bildlich darzustellen (Gumpfenberg et al. 1991).

Viele Autoren sind sich einig, dass bei Patienten mit neurologischen Defiziten nach einem Wirbelsäulentrauma eine MRT-Untersuchung notwendig ist (Siemund et al. 2015, Dai und Jia 2000, Bagley 2006, Ronnen et al. 1996, Goldberg et al. 1988). Einige Autoren sehen eine MRT-Untersuchung bei Patienten mit einem Wirbelsäulentrauma auch dann indiziert, wenn

klinisch der Verdacht auf eine Wirbelsäulenverletzung besteht, aber sich in der Röntgen- oder CT-Untersuchung kein bildmorphologisches Korrelat zeigt (Cornelius 2001, Brown et al. 2010, Geck et al. 2001, Wittenberg et al. 1990, Kaiser et al. 2012).

Alle Patienten (n=51) mit einem Verdacht auf einen traumatischen Bandscheibenvorfall unterliefen einer radiologischen Diagnostik in Form einer MRT und/oder eines CT. 31 von 51 Patienten (60,8 %) erhielten sowohl eine MRT- als auch eine CT-Untersuchung. Der größte Anteil von Patienten (77,4 %, n=24), die beide Untersuchungen bekamen, war in der Gruppe I zu finden. In Gruppe III liegt dieser Anteil von Patienten nur bei 29,4 % (n=5). Patienten der Gruppe I entwickelten unmittelbar nach dem Unfall oder innerhalb der ersten 24 h eine entsprechende klinische Symptomatik. Diese Beschwerdesymptomatik war so stark, dass die Patienten innerhalb des Zeitraums von 24 h ein Krankenhaus aufsuchten. Da es sich um eine akute Beschwerdesymptomatik handelte, erhielten diese Patienten möglicherweise schneller Zugang zu einer CT-Untersuchung als Patienten, die sich erst nach 24-72 h (=Gruppe II) oder > 72 h (=Gruppe III) in der Klinik vorstellten. Daraus würde sich der Unterschied erklären, warum Patienten in der Gruppe I häufiger eine Kombination aus MRT/CT-Untersuchung bekamen als Patienten der Gruppe III.

Die MRT-Untersuchung ist jedoch auch bei einigen Patienten nicht durchführbar, z. B. bei Patienten mit ferromagnetischen Implantanten (Dunham et al. 2008). Ob dies bei 2 Patienten in der Gruppe I der Fall war, oder was der Grund war, warum diese Patienten keine MRT-Untersuchung, sondern nur eine CT-Untersuchung bekamen, konnte nach der Datenlage nicht beurteilt werden.

Die Ergebnisse der MRT-Untersuchung können über einen möglichen operativen Zugangsweg entscheiden (Saifuddin 2001, Cornelius 2001). Präoperativ sollte daher eine MRT-Untersuchung erfolgen (Goradia et al. 2007, Siemund et al. 2015). Andererseits kann es auch zu Überinterpretationen des Befundes kommen, insbesondere bei Bandscheibenverletzungen, Bandverletzungen und Muskelverletzungen der Wirbelsäule, wenn nur die MRT-Untersuchung allein zur Interpretation des Weichteilschadens der Wirbelsäule zu Rate gezogen werden soll (Zhuge et al. 2015). Dieser möglichen falsch-positiven Befunde sollte man sich gerade bei präoperativen Planungen bewusst sein, da sie



das weitere Vorgehen beeinflussen (Goradia et al. 2007). In der vorliegenden Arbeit bekamen 42 von 44 Patienten (95,5 %), die eine OP erhielten, präoperativ eine MRT-Untersuchung. Die zwei Patienten, die keine MRT-Untersuchung erhielten, unterliefen auch einer operativen Therapie. Inwieweit das Untersuchungsergebnis der MRT die Operationsentscheidung beeinflusste, wurde nicht untersucht.

Oner et al. führten eine Studie an 10 Leichen durch, um Aussagen über die Wertigkeit der MRT-Untersuchung bei akut auftretenden Bandscheibenvorfällen mit thorakolumbalen Wirbelfrakturen zu treffen. Sie sahen bei den 10 Wirbelsäulenpräparaten eine große Übereinstimmung zwischen einem schon makroskopisch sichtbaren Bandscheibenschaden und dem dazugehörigen MRT-Bild. MRT-Untersuchungen sind in der Lage, zuverlässig Bandscheibenverletzungen zu zeigen und einen Überblick über das Verletzungsmuster zu geben, gerade bei Verletzungen die in der konventionellen Bildgebung nicht sichtbar sind. Einschränkend musste von den Autoren jedoch festgestellt werden, dass die gleiche Untersuchung an lebenden Patienten vermutlich schwieriger zu bewerten wäre, da vorbestehende degenerative Schäden, Ödeme und Blut die Bewertung verändern könnten. Diese Einflussfaktoren spielten in dieser Studie keine Rolle (Oner et al. 1999).

Das Ausmaß der degenerativen Veränderungen in der MRT der Wirbelsäule trägt als wesentlicher Teil zur Beurteilung des Zusammenhangs zwischen Unfall und Bandscheibenvorfall bei. Ausgeprägte (mehrsegmentale) Veränderungen wie z. B. Osteochondrose, Spondylose, Spondylarthrose oder Hypertrophie ligamentärer Strukturen sprechen eher für vorbestehende Veränderungen. Eine monosegmentale Sequestrierung und Bandzerreißen sprechen eher für die Wahrscheinlichkeit eines Unfallzusammenhangs (Ernestus 2011).

Boden et al. fanden in MRT-Untersuchungen an symptomfreien Freiwilligen heraus, dass 19 % der insgesamt 63 Freiwilligen in einem MRT der Halswirbelsäule eine Unregelmäßigkeit (Bandscheibenvorfall, Bandscheibenprotrusion, Spinalkanalstenose) aufwiesen. Die radiologischen Befunde müssen daher in Zusammenschau mit den klinischen Symptomen bewertet werden bevor eine entsprechende Therapie eingeleitet wird (Boden et al. 1990).

Um nahezu zweifelsfrei feststellen zu können, welche Veränderungen der Wirbelsäule degenerativ oder Unfallfolge sind, müsste man eine MRT-Untersuchung vor einem

(konstruierten) Unfall und unmittelbar nach dem Unfall durchführen. Dies ist ethisch nicht durchführbar. Um die Aussagekraft der MRT zu untersuchen, verglichen Zhuge et al. die intraoperativen Befunde von 21 Patienten mit einem akuten Wirbelsäulentrauma mit 14 Wirbelsäulenpatienten ohne Trauma zusammen mit den präoperativen MRT-Untersuchungen. Die Ergebnisse von Zhuge et al. verifizierten die MRT als gute Methode, um Weichteilverletzungen der Wirbelsäule zu identifizieren, jedoch zeigte sich auch eine Überbewertung der Weichteilverletzungen der Wirbelsäule. Die MRT-Untersuchung sollte daher nicht alleinig zur Beurteilung von Weichteilverletzungen der Wirbelsäule verwendet werden (Zhuge et al. 2015).

Patienten, die im Rahmen eines Autounfalls ein Schleudertrauma erlitten, wurden von Ronnen et al. untersucht. Nur bei einem Patienten (von n=100) konnte eine wahrscheinliche Unfallfolge im MRT der HWS nachgewiesen werden. Es handelte sich um ein Ödem im HWS-Bereich. Bei 14 % der Patienten zeigte sich ein Bandscheibenvorfall oder vorgewölbtes Bandscheibenmaterial. Da keiner der Patienten jedoch neurologische Ausfälle zeigte, wurden diese als vorbestehend gewertet (Ronnen et al. 1996).

Sander et al. analysierten retrospektiv die Daten von 102 Unfallpatienten mit einstufigen thorakolumbalen Frakturen, welche in der CT diagnostiziert wurden. Diese Frakturen wurden anhand der AO-Klassifikation nach Magerl eingeordnet. Anschließend wurden die zur Fraktur benachbarten Bandscheiben im MRT betrachtet. Ziel war es, ein klinisch relevantes und nützliches Klassifikationssystem für traumatische Bandscheibenvorfälle nach Wirbelkörperfrakturen aufzustellen. Dabei zeigt sich, dass bei 11 von 39 Patienten (28,2 %) eine zur Fraktur benachbarte Bandscheibenverletzung vorlag. Somit wäre bei etwa einem Drittel der Patienten eine andere operative Therapie angewandt worden, wäre die MRT-Untersuchung nicht erfolgt (Sander et al. 2013). Pizones et al. gingen der Frage nach, ob eine zusätzliche MRT-Untersuchung bei einer im CT nachgewiesenen Wirbelkörperfraktur das ursprüngliche therapeutische Vorgehen verändert. Es stellte sich heraus, dass sich in 40 % der Fälle die Diagnose durch die zusätzliche MRT-Untersuchung veränderte. Die AO-Klassifikation der Wirbelkörperfraktur änderte sich bei 24 % der Patienten und bei 16 % der Patienten ergab sich aus der zusätzlichen MRT-Untersuchung ein verändertes therapeutisches Vorgehen (Pizones et al. 2011).

Die Ergebnisse veranschaulichen, dass eine zusätzliche MRT-Untersuchung bei Patienten mit einer Wirbelkörperfraktur sinnvoll sein kann (Sander et al. 2013). Eine MRT-Untersuchung sollte kurz nach dem Unfall erfolgen, um mögliche Begleitverletzungen der Wirbelsäule zu erfassen, die einen Hinweis für eine stattgefundene Verletzung liefern können (Mehrhoff et al. 2005 b).

Hannmann und Freund wiesen im Tierexperiment die gute Aussagekraft der MRT-Untersuchung bei spinalen Verletzungen nach, auch schon kurze Zeit nach dem Trauma (Hannmann und Freund 2007). In der vorliegenden Arbeit betrug der Mittelwert der Dauer bis Patienten eine MRT-Untersuchung bekamen  $10,38 \pm 23,67$  Tage (Spannweite: 0-121 Tage). Die Spannweite bis Patienten eine CT-Untersuchung erhielten war mit 0-33 Tagen deutlich kürzer. Schröder et al. konnten in ihrer Studie die Unterlegenheit der MRT bei der Detektion knöcherner traumatischer Läsionen im Bereich der Wirbelsäule nicht so eindeutig zeigen, wie andere Autoren (Schröder et al. 1995).

### **4.3 Histologische Befunde im Operationsmaterial**

Hannmann und Freund wiesen in einem experimentellen Versuch mit Ratten bereits wenige Minuten nach einem Wirbelsäulentrauma pathologische Veränderungen im Rückenmark nach. Diese sicherten sie in histologischen und MRT-Untersuchungen. Histologisch zeigte sich erst eine intramedulläre Blutungszunahme bevor diese nach einer Kompressionsdauer von 10 Minuten wieder zurückging. Ödematöse Veränderungen im Bereich des Rückenmarks nahmen im Gegensatz zur Blutung im Verlauf der Kompressionsdauer eher zu. Zwischen einem durch Trauma induzierten Ödem oder einem sekundär aufgetretenen Ödem konnte histologisch nicht unterschieden werden. Diese Unterscheidung wäre jedoch für den klinischen Alltag nützlich. Die in der Histologie gefundenen Blutungen ließen sich nicht im MRT verifizieren, was durch die Größe des Rattenrückenmarks bedingt sein könnte (Hannmann und Freund 2007).

Bei den durchgeführten Operationen im vorliegenden Patientengut wurde Bandscheibengewebe histologisch untersucht. Insgesamt wurden 44 Operationen durchgeführt. Bei 43 Operationen wurde das entnommene Bandscheibengewebe histologisch auf das Vorliegen einer alten Blutung untersucht. Bei einem Patienten wurde die histologische Untersuchung nicht angefordert. Bei 37 (86 %) Patienten wurde keine alte Blutung

gefunden. Einmal fand sich eine alte Blutung (2,3 %) im entnommenen Gewebe. Der Patient, der eine alte Blutung aufwies (Kr.bl.Nr. 481/04), war gestürzt und innerhalb von 24 h nach dem Unfall operiert worden. Bei 5 Untersuchungen (11,6 %) war keine Aussage zum Auftreten von altem Blut möglich. Für die histologische Untersuchung von Bandscheibenmaterial und möglichen Schlussfolgerungen von traumatischen Veränderungen ist die korrekte Einsendung unter Einschluss aller Anteile von Anulus fibrosus, Periost und Deckplatte erforderlich. Bei traumatischer Schädigung der Bandscheibe sind in dem Bereich der Grenzzone der Deckplatte und der äußeren Oberfläche des Anulus fibrosus Rissfolgen erkennbar. Man findet dann in diesem Bereich Knorpelneubildungen und Osteoidbildungen, die bei degenerativen Veränderungen histologisch so nicht nachweisbar sind. Bei der Interpretation des histologischen Befundes müssen die zeitlichen Abläufe der Gewebereaktion auf ein Trauma sowie der Zeitabstand zwischen traumatischer Einwirkung und Operationstag berücksichtigt werden (Gerhard et al. 1990). Manche Autoren sehen keine histologischen Unterschiede bei traumatisch und degenerativ veränderten Bandscheiben (Carreon et al. 1996).

Der histologische Befund ist oftmals nicht hilfreich zur Klärung der Frage einer traumatischen Genese, da in fast allen Befunden lediglich Aussagen über verschiedene Grade der degenerativen Veränderungen getroffen werden. Weitere Hinweise darüber hinaus sind selten (Lemke und Manthei 1990). Dies deckt sich mit den histologischen Ergebnissen in dieser Arbeit.

### **4.4 Klinische Bedeutung**

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Datenauswertung. Die erhobenen Daten entstammen den Krankenblättern der Klinik für Neurochirurgie der Universitätsklinik Magdeburg. Diese Patientenakten enthielten Aussagen zur Anamnese sowie eine Epikrise. Manche Fragen konnten nicht beantwortet werden, da es sich um Sekundärdaten handelt und einige erforderliche Daten nicht im ausreichenden Maß zur Verfügung standen.

Dies könnte durch Anwendung eines standardisierten Fragebogens zum Anamnesegespräch verbessert werden. So könnten relevante anamnestische Details vermerkt werden.

Da es bei der Frage des zeitlichen Zusammenhangs zwischen dem Unfallereignis und dem Beginn von typischen Beschwerden in der Literatur kein einheitliches Intervall gibt (Prestar

1993, Bürkle de la Camp 1951, Krämer et al. 2001, Terhaag und Frowein 1990), wurde versucht, dieses Intervall zeitlich einzugrenzen. Aufgrund ungenauer Angaben zum Beschwerdebeginn war dies nicht möglich. Daher musste der zeitliche Abstand zwischen Unfall und der Einweisung ins Krankenhaus als Anhaltspunkt genommen werden.

Bei Patienten, bei denen die Beschwerdesymptomatik nach dem Unfall so stark war, dass sie innerhalb von  $0 - \leq 24$  h bzw.  $> 24 - \leq 72$  h ins Krankenhaus eingeliefert wurden, wurde ein traumatischer Bandscheibenvorfall als „sehr wahrscheinlich“ bzw. „wahrscheinlich“ traumatisch bedingt angesehen. Dieses Zeitintervall wurde nach Sichtung aller in Frage kommenden Patienten als plausibel erachtet und gewählt.

Um die Kriterien für einen traumatischen Bandscheibenvorfall genauer von den degenerativ bedingten Bandscheibenvorfällen abzugrenzen, wäre eine Fall-Kontrollstudie nötig gewesen.

In der vorliegenden Arbeit sind die vorhandenen Fälle zwar gut beschreibbar, jedoch fehlt die Kontrollgruppe. Um diese zu bilden, wäre ein Zugang zu einem Patienteninformationssystem notwendig. Zum Untersuchungszeitpunkt war dies aus personellen, technischen und juristischen Gründen nicht möglich.

Inwieweit Vorschäden an der Wirbelsäule das Auftreten eines traumatischen Bandscheibenvorfalles beeinflussen, konnte aufgrund unzureichender Dokumentation nicht geklärt werden.

Außerdem spielt für das Verletzungsbild des traumatischen Bandscheibenvorfalles die Unfallart eine besondere Rolle. Zur besseren Unterscheidung des Unfallhergangs wurden in der vorliegenden Arbeit die Unfallarten untergliedert (Autounfall, Badeunfall, Sturz, Fahrradunfall, sonstiges). Kritisch bemerkt werden muss, dass eine Kombination von Unfallmechanismen vorgelegen haben kann. So kann es z. B. sein, dass ein Fahrradunfall erst zu einem Zusammenstoß mit einer anderen Person oder Gegenstand führt, infolgedessen der Fahrradfahrer stürzt. Dies konnte aber nicht in jedem Fall aufgrund der Datenlage rekonstruiert werden. Um eine Übersicht gewährleisten zu können, wurde sich für diese Gliederung entschieden, auch in dem Wissen, dass diese mögliche Schwächen aufweisen könnte. Ein ähnliches Problem beschreibt Lob in seinem Handbuch der Unfallbegutachtung (Lob 1973 a).

Unfallmechanismen, die traumatische Bandscheibenvorfälle auslösen können, sind u.a.: Bewegungen mit Scher-, Rotations-, Überbeugungs-, Überstreckungs- sowie Zugbelastungen

(Mehrtens et al. 2010). Andere Autoren beschreiben ebenso Sprünge und Stürze als adäquate Unfallmechanismen (Lemke und Manthei 1990). All diese Bewegungsmuster sind auch bei denen in dieser Arbeit vorliegenden Unfallmechanismen (Autounfall, Badeunfall, Sturz, Fahrradunfall, Skiunfall, Anprall gegen eine Hebebühne, Schlag in den Nacken) nachvollziehbar. Einschränkend muss jedoch erwähnt werden, dass die detaillierten Beschreibungen der stattgefundenen Unfallmechanismen fehlten. Gerade so detaillierte Aussagen, wie z. B. Art des Anpralls (Heck-/Seitenanprall) beim Autounfall oder Höhenangaben bei Stürzen, könnten eine Argumentationskette untermauern.

Die ungenauen Angaben sind zum einen in der Aufnahmesituation begründet. Einige der Patienten wurden als Notfälle, ein Teil sogar bewusstseinsgetrübt in die Klinik eingewiesen und waren selbst nicht in der Lage, Auskunft zu geben. Ein Datenblatt zur körperlichen Untersuchung gibt zwar Auskunft über körperlich erhobene Befunde, spart jedoch o. g. Anamnese-punkte aus. In der Zukunft wäre es daher denkbar, für Patienten mit Verdacht auf einen traumatischen Bandscheibenvorfall einen Fragebogen zu entwickeln, der eine möglichst genaue Angabe des Zeitintervalls von der Entwicklung der Schmerzen nach dem Unfall, Angaben zu Vorschäden sowie detaillierte Unfallangaben beinhaltet. Aus gutachterlicher Sicht bleibt die zweifelsfreie Feststellung eines Zusammenhanges zwischen einem Unfallereignis und einem daraus resultierenden Bandscheibenvorfall nach wie vor schwierig. Für die Einschätzung eines Zusammenhanges zwischen Unfall und Bandscheibenleiden kann es keine vollständige Sicherheit geben, jedoch sollten die für den Zusammenhang sprechenden Argumente überwiegen, um eine gewisse Wahrscheinlichkeit auszudrücken (Mehrhoff et al. 2005 a).

Eine große Fallzahl (n=5.824), wie sie sich in der vorliegenden Arbeit findet, gab es in bisherigen Arbeiten, die sich mit traumatischen Bandscheibenvorfällen befassten, oftmals nicht. Außerdem fand die Einbeziehung der Ergebnisse der MRT in zurückliegenden Arbeiten zu traumatischen Bandscheibenvorfällen meines Wissens bisher noch nicht statt, sodass die vorliegende Arbeit diesbezüglich neue Ergebnisse zeigt und weitere Anhaltspunkte zur Klärung der Frage eines Zusammenhanges zwischen Unfallereignis und einem daraus resultierenden Bandscheibenvorfall liefert.

## 5 Zusammenfassung

Von 2001-2014 wurden 5.824 Patienten mit der Diagnose „Bandscheibenvorfall“ oder „Spinalkanalstenose“ in der Universitätsklinik für Neurochirurgie Magdeburg behandelt.

Bei 51 dieser Patienten (0,87 %) ließ sich eine traumatische Genese des Bandscheibenvorfalles vermuten. Der traumatische Bandscheibenvorfall ist im Gegensatz zu degenerativ bedingten Bandscheibenvorfällen ein seltenes Krankheitsbild.

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, die Häufigkeit einer traumatischen Genese bei Bandscheibenvorfällen zu untersuchen und die Bedeutung der Bildgebung zu analysieren. Eine traumatische Genese wurde vermutet, wenn ein enger zeitlicher Zusammenhang zwischen Unfall und Erstsymptomatik vorlag. Bei einer Krankenhauseinweisung innerhalb von  $0 \leq 24$  h wurde eine traumatische Genese des Bandscheibenvorfalles als „sehr wahrscheinlich“ (n=31) angenommen. Bei einer Krankenhauseinweisung innerhalb von  $> 24 - \leq 72$  h wurde eine traumatische Genese des Bandscheibenvorfalles als „wahrscheinlich“ angesehen (n=3). Erfolgte die Einweisung ins Krankenhaus erst nach  $> 72$  h wurde die traumatische Ursache eines Bandscheibenvorfalles als „möglich“ erachtet (n=17). Somit war die Häufigkeit einer traumatischen Genese innerhalb der Gruppe aller Bandscheibenvorfälle in 0,53 % „sehr wahrscheinlich“, in 0,052 % „wahrscheinlich“ und in 0,29 % „möglich“.

Alle Patienten mit einem Verdacht auf einen traumatischen Bandscheibenvorfall unterliefen einer radiologischen Diagnostik in Form einer MRT und/oder einer CT. Das Auftreten von Begleitverletzungen der Wirbelsäule (Fraktur, Weichteilverletzung, Luxation) in der MRT sprach insbesondere bei Patienten, die sich innerhalb von 24 h in einem Krankenhaus vorstellten, für eine traumatische Genese des Bandscheibenvorfalles. Es gibt jedoch auch „sehr wahrscheinlich“ traumatisch bedingte Bandscheibenvorfälle ohne Begleitverletzungen der Wirbelsäule in der MRT (n=10, 34,5 %). Zeigen sich Begleitverletzungen der Wirbelsäule in der Bildgebung, müssen diese sich nicht auf der gleichen Segmentebene wie der traumatische Bandscheibenvorfall befinden. Eine in der MRT gezeigte Einblutung in den Zwischenwirbelsäule galt als sicherer Hinweis für eine traumatische Genese. Diese zeigte sich jedoch nur bei 5 von 49 Patienten (10,2 %). Bei 24 Patienten (82,8 %), bei denen ein traumatischer Bandscheibenvorfall als „sehr wahrscheinlich“ galt, fehlte die Einblutung in den Zwischenwirbelsäule in der MRT.

---

## Literaturverzeichnis

1. Adams MA, Hutton WC: Prolapsed intervertebral disc. A hyperflexion injury 1981 Volvo Award in Basic Science. *Spine (Phila Pa 1976)* 7.3. 184–191 (1982)
2. Aejmelaeus R, Hiltunen H, Härkönen M, Silfverhuth M, Vähä-Tahlo T, Tunturi T: Myelographic versus clinical diagnostics in lumbar disc disease. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 103.1. 18–25 (1984)
3. Ahmed AM, Duncan NA, Burke DL: The effect of facet geometry on the axial torque-rotation response of lumbar motion segments. *Spine (Phila Pa 1976)* 15.5. 391–401 (1990)
4. Apple DF, McDonald AP, Smith RA: Identification of herniated nucleus pulposis in spinal cord injury. *Paraplegia* 25.2. 78–85 (1987)
5. Bagley LJ: Imaging of spinal trauma. *Radiol. Clin. North Am.* 44.1. 1-12 (2006)
6. Bell GR, Rothman RH, Booth RE, Cuckler JM, Garfin S, Herkowitz H, Simeone FA, Dolinskas C, Han SS: A study of computer-assisted tomography. II. Comparison of metrizamide myelography and computed tomography in the diagnosis of herniated lumbar disc and spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 9.6. 552–556 (1984)
7. Boden SD, McCowin PR, Davis DO, Dina TS, Mark AS, Wiesel S: Abnormal magnetic-resonance scans of the cervical spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J. Bone Joint Surg. Am.* 72.8. 1178–1184 (1990)
8. Braun W: Die Bedeutung exogen-mechanischer Faktoren für die Entstehung des lumbalen Bandscheibenvorfalles. In: Junghanns H (Hrsg.): Ursachen des lumbalen Bandscheibenvorfalles. *Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis.* Band 43. pp. 59-84. Hippokrates Verlag Stuttgart 1969.
9. Breitenfelder J: Bandscheibenerkrankungen aus historischer Sicht. In: Zichner L, Rauschmann MA, Thomann KD (Hrsg.): Geschichte operativer Verfahren an den Bewegungsorganen. *Jahrbuch. Deutsches Orthopädisches Geschichts- und Forschungsmuseum.* Band 2. pp. 125–132. Steinkopff Verlag Darmstadt 2000.
10. Brinckmann P: Injury of the Annulus Fibrosus and Disc Protrusions. An In Vitro Investigation on Human Lumbar Discs. *Spine (Phila Pa 1976)* 11.2. 149–153 (1986)
11. Brinckmann P: Primär-mechanische Ursachen des Vorfalles lumbaler Bandscheiben-eine Übersicht des derzeitigen Kenntnisstandes. In: Orthopädisches Forschungsinstitut (OFI) (Hrsg.): Münsteraner Sachverständigengespräche. Beurteilung und Begutachtung von Wirbelsäulenschäden. pp.1-9. Steinkopff Verlag Darmstadt 2002.



12. Brinckmann P, Biggemann M, Hilwe D: Prediction of the compressive strength of human lumbar vertebrae. *Clin. Biomech.* (Bristol, Avon) 4. Suppl. 2. iii-iv. 1-27 (1989)
13. Brötz D, Weller M: Ärztliche Diagnostik und Therapie. In: Brötz D, Weller M: Diagnostik und Therapie bei Bandscheibenschäden. Neurologie, Physiotherapie und das McKenzie-Konzept. 3. korrigierte Aufl. pp. 39-49. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York 2008.
14. Brown CV, Foulkrod KH, Reifsnyder A, Bui E, Lopez I, Hummell M, Coopwood B: Computed tomography versus magnetic resonance imaging for evaluation of the cervical spine: how many slices do you need? *Am. Surg.* 76.4. 365–368 (2010)
15. Bürkle de la Camp H: Zur Frage der unfallbedingten Entstehung des Bandscheibenschadens. *Langenbecks Arch. Klin. Chir. Ver. Dtsch. Z. Chir.* 267. 479-483 (1951)
16. Carreon LY, Ito T, Yamada M, Uchiyama S, Takahashi H, Ikuta F: Histologic changes in the disc after cervical spine trauma: evidence of disc absorption. *J. Spinal Disord.* 9.4. 313–316 (1996)
17. Cornelius RS: Imaging of acute cervical spine trauma. *Semin. Ultrasound CT MR* 22.2. 108–124 (2001)
18. Daffner RH, Sciulli RL, Rodriguez A, Protetch J: Imaging for evaluation of suspected cervical spine trauma: a 2-year analysis. *Injury* 37.7. 652–658 (2006)
19. Dai L, Jia L: Central cord injury complicating acute cervical disc herniation in trauma. *Spine (Phila Pa 1976)* 25.3. 331-335, discussion 336 (2000)
20. Deutsche Rentenversicherung (Hrsg.): Leitlinien für die sozialmedizinische Begutachtung. Leistungsfähigkeit bei Bandscheiben- und bandscheibenassoziierten Erkrankungen. Berlin. 2009. Online verfügbar unter [http://www.deutsche-rentenversicherung.de/Allgemein/de/Inhalt/3\\_Infos\\_fuer\\_Experten/01\\_sozialmedizin\\_forschung/downloads/sozmed/begutachtung/leitlinie\\_leistungsfahigkeit\\_bandscheibe\\_pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.deutsche-rentenversicherung.de/Allgemein/de/Inhalt/3_Infos_fuer_Experten/01_sozialmedizin_forschung/downloads/sozmed/begutachtung/leitlinie_leistungsfahigkeit_bandscheibe_pdf?__blob=publicationFile&v=4), zuletzt geprüft am 02.09.2017.
21. Dunham CM, Brocker BP, Collier BD, Gemmel DJ: Risks associated with magnetic resonance imaging and cervical collar in comatose, blunt trauma patients with negative comprehensive cervical spine computed tomography and no apparent spinal deficit. *Crit. Care* 12.4. R89 (2008)
22. El-Khoury GY, Kathol MH, Daniel WW: Imaging of acute injuries of the cervical spine: value of plain radiography, CT, and MR imaging. *AJR Am. J. Roentgenol.* 164.1. 43–50 (1995)
23. Ernestus RI: Traumatische Bandscheibenschäden. In: Widder B, Gaidzik PW (Hrsg.), begründet von Rauschelbach HH, Jochheim KA: Begutachtung in der Neurologie. 2. vollständig überarbeitete Auflage pp.445-452. Thieme Verlag Stuttgart 2011.

24. Firsching R, Ferbert A.: Schleudertrauma der Halswirbelsäule. In: Firsching R, Ferbert A: Traumatische Schädigungen des Nervensystems. 1. Auflage pp. 138-147. W. Kohlhammer Verlag Stuttgart 2009.
25. Flanders AE, Schaefer DM, Doan HT, Mishkin MM, Gonzalez CF, Northrup BE: Acute cervical spine trauma: correlation of MR imaging findings with degree of neurologic deficit. *Radiology* 177.1. 25–33 (1990)
26. Frowein RA, Firsching R: Von der Ischias-Neuritis zum vertebrogenen Wurzelsyndrom. In: Hohmann D, Kügelgen B, Liebig K, Schirmer M (Hrsg.): Lendenwirbelsäulenerkrankungen mit Beteiligung des Nervensystems. Neuroorthopädie Bd. 2. pp. 319-330. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1984.
27. Geck MJ, Yoo S, Wang JC: Assessment of cervical ligamentous injury in trauma patients using MRI. *J. Spinal Disord.* 14.5. 371–377 (2001)
28. Gerhard L, Nau HE, Reinhardt V, Rauhut F, Kötz G: Gibt es histologische Beweise für eine traumatisch bedingte Bandscheibenschädigung? In: Bushe KA, Brock M, Klinger M (Hrsg.): Stabilizing Craniocervical Operations Calcium Antagonists in SAH Current Legal Issues. *Advances in Neurosurgery*. Vol. 18. pp. 338-40 Springer Verlag Berlin 1990.
29. Ghanem N, Uhl M, Müller C, Elgeti F, Pache G, Kotter E, Markmiller M, Langer M.: MRI and discography in traumatic intervertebral disc lesions. *Eur. Radiol.* 16.11. 2533–2541 (2006)
30. Goethem JWM van, Ozsarlak O, Parizel PM: Cervical spine fractures and soft tissue injuries. *JBR-BTR.* 86.4. 230–234 (2003)
31. Goethem JWM van, Maes M, Ozsarlak O, van den Hauwe L, Parizel PM: Imaging in spinal trauma. *Eur. Radiol.* 15.3. 582–590 (2005)
32. Goldberg AL, Rothfus WE, Deeb ZL, Daffner RH, Lupetin AR, Wilberger JE, Prostko ER: The impact of magnetic resonance on the diagnostic evaluation of acute cervicothoracic spinal trauma. *Skeletal Radiol.* 17.2. 89–95 (1988)
33. Goradia D, Linnau KF, Cohen WA, Mirza S, Hallam DK, Blackmore CC: Correlation of MR imaging findings with intraoperative findings after cervical spine trauma. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 28.2. 209–215 (2007)
34. Gordon SJ, Yang KH, Mayer PJ, Mace AH JR; Kish VL, Radin EL: Mechanism of disc rupture. A preliminary report. *Spine (Phila Pa 1976)* 16.4. 450–456 (1991)
35. Grogan EL, Morris JA JR, Dittus RS, Moore DE, Poulouse BK, Diaz JJ, Speroff T: Cervical spine evaluation in urban trauma centers: lowering institutional costs and complications through helical CT scan. *J. Am. Coll. Surg.* 200.2. 160–165 (2005)
36. Grosser V, Kranz HW, Wenzl M, Schmidt HGK, Jürgens C: Zusammenhänge bei der Begutachtung des sogenannten Verhebetaumas. *Trauma und Berufskrankheit* 2. 182–187 (2000)

37. Gruber P, Böni T: Ischias. Von der Säftelehre zur Pathomorphologie. Unfallchirurg 118. Suppl. 1. 43–52 (2015)
38. Gumpfenberg S v, Allgayer B, Vieweg J, Claudi B: Die Validität der Kernspintomographie bei der Beurteilung der traumatisierten Bandscheibe. Langenbecks Arch.Chir.376. 346–350 (1991)
39. Hannmann TT, Freund M: Hat die MRT in der Frühphase des spinalen Traumas klinische Relevanz? Eine experimentelle Studie. Rofo. 179.5. 506–515 (2007)
40. Herkowitz HN, Wiesel SW, Booth RE Jr., Rothman RH: Metrizamide myelography and epidural venography. Their role in the diagnosis of lumbar disc herniation and spinal stenosis. Spine (Phila Pa 1976) 7.1. 55–64 (1982)
41. Jäger F (1951): Die Nucleus-pulposus-Hernie und ihre Beziehungen zur Unfallheilkunde. In: Jäger, F: Der Bandscheibenvorfall. Die Nucleus-Pulposus-Hernie, Diskus-Hernie. pp.105-109. Walter de Gruyter & Co. Berlin 1951.
42. Junghanns H: Die Begutachtung von Unfallfolgen an der gesunden und an der vorgeschädigten Wirbelsäule. In: Junghanns H (Hrsg.): Wirbelsäule. Schmerz-Trauma-Begutachtung. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis. Band 9. pp. 9–38. Hippokrates Verlag Stuttgart 1959.
43. Junghanns H: Verschleiß und Zermürbung des Zwischenwirbelscheibengewebes. In: Junghanns H, begründet von Schmorl G: Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik. 5. völlig neubearbeitete Auflage. pp. 157-168. Georg Thieme Verlag Stuttgart 1968.
44. Kaiser ML, Whealon MD, Barrios C, Kong AP, Lekawa ME, Dolich MO: The current role of magnetic resonance imaging for diagnosing cervical spine injury in blunt trauma patients with negative computed tomography scan. Am. Surg. 78.10. 1156–1160 (2012)
45. Kanz KG, Körner M, Linsenmaier U, Kay MV, Huber-Wagner SM, Kreimeier U, Pfeifer KJ, Reiser M, Mutschler W: Prioritätenorientiertes Schockraummanagement unter Integration des Mehrschichtspiralcomputertomographen. Unfallchirurg 107. 937–944 (2004)
46. Katzberg RW, Benedetti PF, Drake CM, Ivanovic M, Levine RA, Beatty CS, Nemzek WR, McFall RA, Ontell FK, Bishop DM, Poirier VC, Chong BW: Acute cervical spine injuries: prospective MR imaging assessment at a level 1 trauma center. Radiology. 213.1. 203–212 (1999)
47. Kocher T: Die Verletzungen der Wirbelsäule zugleich als Beitrag zur Physiologie des menschlichen Rückenmarks. Mitt. Grenzgeb. Med. Chir 1.415-480 (1896)
48. Krämer, R, Matussek, J, Theodoridis, T: Traumatologie. In: Krämer R, Matussek J, Theodoros T, begründet von Krämer J: Bandscheibenbedingte Erkrankungen. Ursachen, Diagnose, Behandlung, Vorbeugung, Begutachtung. 6. überarbeitete und aktualisierte Auflage pp.80-83. Thieme Verlag Stuttgart 2014.
49. Krämer J, Wiese M, Haaker R, Bernsmann K: Bandscheibenvorfall und Trauma. Orthopäde 30. 121–127 (2001)

50. Lehmann J: Der schwierige (Bandscheibenvor-)Fall. In: Orthopädisches Forschungsinstitut (OFI) (Hrsg.): Münsteraner Sachverständigengespräche. Beurteilung und Begutachtung von Wirbelsäulenschäden. pp.10-19. Steinkopff Verlag Darmstadt 2002.
51. Lemke J, Manthei G: Gutachterliche Bewertung des "traumatischen" lumbalen Bandscheibenvorfalles. *Neurochirurgia* (Stuttg.) 33. Suppl 1. 61–64 (1990)
52. Lob A: Einteilung der Wirbelsäulenverletzungen. In: Lob A (Hrsg.): Handbuch der Unfallbegutachtung. Dritter Band. Spezieller Chirurgischer Teil. Gehirn, Gehirnnerven, periphere Nerven, Wirbelsäule. pp.581-587. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1973. (a)
53. Lob A: Wirbelsäulenverletzungen ohne neurologische Erscheinungen. In: Lob A (Hrsg.): Handbuch der Unfallbegutachtung. Dritter Band. Spezieller Chirurgischer Teil. Gehirn, Gehirnnerven, periphere Nerven, Wirbelsäule. pp.817-839. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1973.(b)
54. Ludolph E: Unfallkausalität, Unfallbegriff, Trauma. In: Ludolph E (Hrsg.): Der Unfallmann. Begutachtung der Folgen von Arbeitsunfällen, privaten Unfällen und Berufskrankheiten. 13. Auflage. pp.61-69. Springer Verlag Berlin 2013.
55. Mack MG, Windolf J, Balzer JO, Mohssen YH, Straub R, Jacobi V, Vogl TJ: Bildgebende Diagnostik bei traumatischen Verletzungen der Halswirbelsäule. *Unfallchirurgie* 25. 115–118 (1999)
56. Mehrhoff F, Meindl RC, Muhr G: Rechtliche Voraussetzungen. In: Mehrhoff F, Meindl RC, Muhr G, begründet von Rostock P: Unfallbegutachtung. 11., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage. pp. 196-197. Walter de Gruyter Berlin 2005.(a)
57. Mehrhoff F, Meindl RC, Muhr G: Bandscheibenvorfall im Bereich der Wirbelsäule. In: Mehrhoff F, Meindl RC, Muhr G, begründet von Rostock P: Unfallbegutachtung. 11., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage. pp. 227-231. Walter de Gruyter Berlin 2005.(b)
58. Mehrtens G, Valentin H, Schönberger A, unter Mitarbeit von Grosser V: Der traumatische hintere Bandscheibenvorfall (Bandscheibenverletzung). In: Mehrtens G, Valentin H, Schönberger A, begründet von Schönberger A: Arbeitsunfall und Berufskrankheit. Rechtliche und medizinische Grundlagen für Gutachter, Sozialverwaltung, Berater und Gerichte. 8. völlig neu bearbeitete Auflage. pp. 435-438. Erich Schmidt Verlag GmbH und Co. Berlin 2010.
59. Meyer-Clement M: Der Bandscheibenschaden. In: Ludolph E (Hrsg.): Der Unfallmann. Begutachtung der Folgen von Arbeitsunfällen, privaten Unfällen und Berufskrankheiten. 13. Auflage. pp.339–349.Springer Verlag Berlin 2013.
60. Middleton GS, Teacher JH: Injury to the spinal cord due to rupture of an intervertebral disk during muscular effort. *Glasgow Med. J.* 76. 1–6 (1911)
61. Mirvis SE, Geisler FH, Jelinek JJ, Joslyn JN, Gellad F: Acute cervical spine trauma: evaluation with 1.5-T MR imaging. *Radiology.* 166.3. 807–816 (1988)

62. Oner FC, vd Rijt RH, Ramos LM, Groen GJ, Dhert WJ, Verbout AJ: Correlation of MR images of disc injuries with anatomic sections in experimental thoracolumbar spine fractures. *Eur.Spine J.* 8.3. 194–198 (1999)
63. Parizel PM, van der Zijden T, Gaudino S, Spaepen M, Voormolen MH, Venstermans C, De Belder F, van den Hauwe L, Van Goethem J: Trauma of the spine and spinal cord: imaging strategies. *Eur. Spine J.* 19. Suppl. 1. S8-S17 (2010)
64. Pizones J, Izquierdo E; Alvarez P, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Chimeno P, Benza E, Castillo E: Impact of magnetic resonance imaging on decision-making for thoracolumbar traumatic fracture diagnosis and treatment. *Eur. Spine J.* 20. Suppl 3. S390–S396 (2011)
65. Plaue R: Das Frakturverhalten von Brust-und Lendenwirbelkörpern. 2.Mitteilung: Kompressionsversuche an frischen Leichenwirbeln. *Z.Orthop. Ihre Grenzgeb.* 110. 357-362 (1972)
66. Pratt ES, Green DA, Spengler DM: Herniated intervertebral discs associated with unstable spinal injuries. *Spine (Phila Pa 1976)* 15.7. 662–666 (1990)
67. Prestar FJ: Zur Frage des lumbalen und zervikalen "traumatischen Bandscheibenvorfalles". *Akt. Traumatol.* 23.1. 27–31 (1993)
68. Prestar FJ, Moldenhauer H: Erfahrungen mit der MR-Tomographie nach zervikalem Spinaltrauma. *Akt. Traumatol.* 23.5. 223–229 (1993)
69. Rizzolo SJ, Piazza MR, Cotler JM, Balderston RA, Schäfer D, Flanders A: Intervertebral disc injury complicating cervical spine trauma. *Spine (Phila Pa 1976)* 16.Suppl.6. S187-S189 (1991)
70. Ronnen HR, de Korte PJ, Brink PR, van der Bijl HJ, Tonino AJ., Franke CL: Acute whiplash injury: is there a role for MR imaging? - A prospective study of 100 patients. *Radiology* 201.1. 93–96 (1996)
71. Saifuddin A: MRI of acute spinal trauma. *Skeletal Radiol.* 30.5. 237–246 (2001)
72. Sander AL, Laurer H, Lehnert T, El Saman A, Eichler K, Vogl TJ, Marzi I: A clinically useful classification of traumatic intervertebral disc lesions. *AJR Am. J. Roentgenol.* 200.3. 618–623 (2013)
73. Schröder RJ, Vogl T, Hidajat N, Schedel H, Südkamp N, Haas N, Felix R: Vergleich der diagnostischen Bedeutung von CT und MRT bei Halswirbelsäulenverletzungen. *Aktuelle Radiol.* 5.4. 197–202 (1995)
74. Siemund R, Thurnher M, Sundgren PC: How to image patients with spine pain. *Eur. J. Radiol.* 84.5. 757–764 (2015)
75. Sonoda T: Studies on the Strength for Compression, Tension and Torsion of the Human Vertebral Column. *J.Kyoto Pref. Univ.Med.* 71. 659–702 (1962)
76. Szwedowski D, Walecki J: Spinal Cord Injury without Radiographic Abnormality (SCIWORA) - Clinical and Radiological Aspects. *Pol. J. Radiol.* 79. 461–464 (2014)

77. Terhaag D, Frowein RA: Versicherungsrechtliche Bewertung von Traumen für die Entstehung und den Verlauf zervikaler und lumbaler Bandscheibenvorfälle. In: Bushe KA, Brock M, Klinger M (Hrsg.): Stabilizing Craniocervical Operations Calcium Antagonists in SAH Current Legal Issues. Advances in Neurosurgery. Vol 18. pp. 341-346 Springer Verlag Berlin 1990.
78. Terhaag D, Frowein RA: Traumatic disc prolapses. Neurosurg. Rev.12. Suppl 1.588–594 (1989)
79. Thomann KD, Grosser V, Rauschmann M: Begutachtung von Wirbelsäulenverletzungen. Orthopäde. 39.3, 312–328 (2010)
80. Tönnis D, Schildhauer M: Isolierte Bandscheibenverletzungen und Unfallgenese von Bandscheibenvorfällen. Aktuelle Traumatologie 1.3. 145–149 (1971)
81. Wittenberg RH, Boetel U, Beyer HK: Magnetic resonance imaging and computer tomography of acute spinal cord trauma. Clin. Orthop. Relat.Res. 260. 176–185 (1990)
82. Yadav RK, Sangwan SS, Dua S, Dua A, Popli P, Dewan R: Evaluation of myelography and computed tomography in clinically diagnosed patients of lumbar disc herniation. J. Indian Med. Assoc. 101.10. 578-582 (2003)
83. Zhuge W, Ben-Galim P, Hipp JA, Reitman CA: Efficacy of MRI for assessment of spinal trauma: correlation with intraoperative findings. J. Spinal Disord. Tech. 28.4. 147–151 (2015)

## **Danksagung**

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. R. Firsching, Direktor der Klinik für Neurochirurgie der Universitätsklinik Magdeburg, für die Bereitstellung dieses im klinischen Alltag zunehmend relevanten Themas sowie darüber hinaus für seine stetige Bereitschaft und Bemühungen zur Realisierung dieser Dissertation.

Weiterer Dank gilt der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, die ein Fortführen der wissenschaftlichen Arbeit durch ein Promotionsstipendium möglich gemacht hat.

Mein Dank gilt außerdem Herrn Dr. rer. nat. F.-W. Röhl aus dem Institut für Biometrie und medizinische Informatik der Universität Magdeburg für die umfassende und konstruktive Beratung bei der statistischen Analyse und Darstellung der Daten.

Zu danken ist außerdem den Sekretärinnen der Universitätsklinik für Neurochirurgie: Frau Holste, Frau Jakobschak und Frau Opitz für die stetige und freundliche Unterstützung bei Archivarbeiten oder organisatorischen Fragen. Ebenso zu danken ist Frau Kohl, die mir bei der Zusammenstellung der CT- und MRT-Bilder behilflich war.

Der Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin und dem Institut für Neuroradiologie danke ich für die Bereitstellung der Befunde und Bilder der Röntgen-, CT- und MRT-Aufnahmen.

Nicht genug bedanken kann ich mich bei meinem Ehemann, der mich in den Entstehungsjahren dieser Arbeit immer wieder unterstützt hat und mir den Rückhalt gegeben hat, den so eine wissenschaftliche Arbeit fordert.

## **Ehrenerklärung**

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

### **Klinischer Verlauf und kernspintomografische Befunde bei traumatischen Bandscheibenvorfällen in der Klinik für Neurochirurgie der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg aus den Jahren 2001-2014**

in der Klinik für Neurochirurgie der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg mit Unterstützung durch Prof. Dr. med. R. Firsching ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

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

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

Magdeburg, den 07.01.2018

Anna Nader



## Curriculum vitae

### Zur Person

Name: Anna Nader  
Geburtsdatum: 25.04.1988  
Geburtsort: Magdeburg  
Geburtsname: Nader  
Staatsangehörigkeit: deutsch  
Familienstand: verheiratet

### Schulbildung

1994 – 1999 Grundschule am Wiesenweg Colbitz  
1999 – 2007 Kurfürst-Joachim-Friedrich-Gymnasium Wolmirstedt  
Allgemeine Hochschulreife am 07.07.2007

### Universitärer Werdegang

2007-2014 Studium der Humanmedizin an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Medizinische Fakultät  
09/2010 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (M1) am 16.09.2010  
08/13-12/13 1. Tertial (PJ) Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Städtisches Klinikum Magdeburg  
12/13-03/14 2. Tertial (PJ) Klinik für Viszeral- und Gefäßchirurgie und Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie Helios Klinikum Aue  
03/14-07/14 3. Tertial (PJ) Klinik für Kardiologie und Angiologie sowie Klinik für Pulmologie Klinikum Chemnitz  
11/14 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (M2) am 12.11.2014 mit Erteilung der Approbation zur Ärztin

### Beruflicher Werdegang

Seit 09/15 Assistenzärztin für Allgemein- und Viszeralchirurgie in der Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie/Darmzentrum, Klinikum Mittleres Erzgebirge, Haus Zschopau (Chefarzt: Dr. med. H.-U. Dorn)

07.01.2018

Anna Nader

## Anlagen

### Anlage 1: Krankenblattnummern der Patienten

Nummer	Krankenblattnummer	Initialen	Geburtsdatum	Geschlecht
1	692/01	R.H.	04.05.1960	m
2	281/01	F.S.	13.11.1967	m
3	1119/01	C.M.	27.10.1972	m
4	1355/01	D.-H.A.	13.11.1953	m
5	1331/02	W.G.	26.09.1949	m
6	527/02	H.M	10.10.1920	m
7	781/02	M.D	29.03.1951	m
8	keine	H.M	29.11.1921	m
9	590/03	K.R.	22.04.1948	m
10	481/04	R.R.	12.03.1955	m
11	1748/04	S.D.	14.11.1965	m
12	218/05	K.H.	27.02.1965	w
13	333/05	R.S	17.11.1955	w
14	1878/05	W.K.	31.12.1944	m
15	790/05	A.J.	25.11.1920	w
16	1721/05	O.S.	30.10.1956	m
17	201/05	J.O.	14.11.1945	m
18	1342/06	T.M.	14.02.1965	m
19	1372/06	H.K	15.10.1950	m
20	604/07	H.G.	24.04.1961	w
21	241/07	K.K.	15.08.1965	w
22	113/07	H.H.	08.01.1941	w
23	1937/08	S.H.	14.04.1967	m
24	1591/08	T.D.	04.09.1965	m
25	165/09	A.T.	28.05.1955	w
26	345/09	V.V	08.11.1950	m
27	991/09	K.M	10.02.1957	m
28	168/09	D.Ö.	07.05.1971	w

---

<b>Nummer</b>	<b>Krankenblattnummer</b>	<b>Initialen</b>	<b>Geburtsdatum</b>	<b>Geschlecht</b>
29	1441/09	E.B.	29.05.1939	w
30	606/09	B.N.	02.02.1935	w
31	240/09	V.E.	02.03.1963	m
32	108/09	P.K.	03.03.1970	w
33	1403/10	K.M.	21.06.1953	m
34	377/10	E.A.	15.06.1950	m
35	958/10	A.P.	02.11.1939	m
36	95/10	G.K.	23.06.1952	m
37	1070/10	P.W.	08.03.1960	m
38	344/10	C.W.	23.08.1945	m
39	64/10	L.T.	12.06.1964	m
40	1865/10	M.B.	16.08.1975	m
41	517/11	G.K.	12.07.1941	m
42	1471/11	R.H.	22.02.1934	m
43	1202/11	T.D.	24.08.1971	m
44	509/11	J.K.	17.04.1955	m
45	36/11	D.M.	18.09.1945	m
46	1706/11	M.M.	22.04.1966	m
47	1779/11	N.M.	11.08.1953	m
48	1966/13	F.S.	05.05.1939	m
49	1186/13	H.G.	04.02.1967	m
50	1658/13	I.D.	18.01.1959	w
51	1968/13	E.-W.B.	12.01.1941	m

## **Anlage 2: Fragebogen**

### 1. Allgemeines

Geschlecht: w/m

Alter / Geburtsdatum

### 2.1. Art der (bekannten) Vorschäden der WS

Osteochondrose : ja/nein

Osteophyten : ja/nein

Myelopathie: ja/nein

### 2.2. Frühere Beschwerden

ja/nein

wenn ja: Dauer / Intensität / Therapie / Arbeitsunfähigkeit / OP (warum / wann / Höhe)

### 3. Unfallmechanismus

Beschreibung des Unfallhergangs

### 3.1. Höhe der Verletzung

HWS/BWS/LWS

### 4. Schmerzen

4.1. Zeitraum der Entwicklung der Schmerzen (sofort/12h/24h/48h/72h/länger als 72h)

4.2. Art der Ausfälle (ja /nein): Lähmung der Kraft, Taubheit des Gefühls, Spastik, muskuläre Atrophie, Einschränkung der Bewegung, Schluckstörung, Querschnittslähmung, sonstiges

### 5. MRT

5.1. Abstand MRT zum Unfalltag (Tage/Wochen)

5.2. Begleitverletzungen im MRT sichtbar (ja /nein ), wenn ja:  
Einblutung / Weichteilverletzung / Fraktur / Luxation

5.3. Einblutung in Zwischenwirbelraum (ja/nein)

*(Frage 5.1-5.2. analog für CT)*

### 6. OP

6.1. Abstand Unfalltag - OP-Tag (Tage/Wochen)

6.2. Art der OP (Fusionierung / Prothese)

6.3. Beschwerden nach OP (beschwerdefrei / Restbeschwerden / keine Verbesserung zu Vorbeschwerden)

6.4: Histologie: alte Blutung erkennbar ? (ja/nein)

6.5. Beschwerden bei ambulanter Vorstellung (ja/nein): Lähmung der Kraft, Taubheit des Gefühls, Spastik, muskuläre Atrophie, Einschränkung der Bewegung, Schluckstörung, Querschnittslähmung, Sonstiges

6.6. Andere bekannte Bandscheibenvorfälle (ja/nein), wenn ja: HWS/BWS/LWS

7. Zusammenfassung: Zusammenhang zwischen Bandscheibenschaden und Unfall erkennbar (ja / möglich / unmöglich)