

Aus der Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik – Großhadern  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktor: Prof. Dr. med. Jörg-Christian Tonn

**Die ventrale Diskektomie zur Behandlung  
des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalles  
Eine Analyse zweier Umfragen**

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Natascha Tanja Schmitt  
aus Ilshofen  
2011

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Eberhard Uhl  
Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dr. h. c. Michael Ungethüm  
Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h. c. M. Reiser, FACR, FRCR  
Tag der mündlichen Prüfung: 17.03.2011

Für meine Eltern  
Monika und Hauke Schmitt

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	6
1.1	Ätiologie und Epidemiologie des zervikalen Bandscheibenvorfalls .....	6
1.2	Diagnostik und Therapieoptionen des zervikalen Bandscheibenvorfalls .....	7
1.3	Geschichtliche Entwicklung der Operationstechniken.....	9
1.4	Zielsetzung der Arbeit .....	12
<b>2</b>	<b>Material und Methodik</b> .....	13
2.1	Studiendesign .....	13
2.2	Fragenkatalog .....	13
2.2.1	Präoperative Vorbereitung .....	14
2.2.1.1	Diagnostik .....	14
2.2.1.2	Wahlmöglichkeit der Versorgung .....	14
2.2.2	Operatives Vorgehen .....	15
2.2.2.1	Operationstechnik .....	15
2.2.2.2	Wahl der Zugangsseite .....	15
2.2.2.3	Versorgung in mikrochirurgischer Technik .....	15
2.2.2.4	Drainagenanlage.....	15
2.2.3	Postoperative Nachsorge .....	16
2.2.3.1	Mobilisation .....	16
2.2.3.2	Entfernung der Drainage .....	16
2.2.3.3	Orthesenversorgung .....	16
2.2.3.4	Postoperative Kontrolluntersuchung (nur 2008) .....	17
2.2.3.5	Diagnostik bei Kontrolluntersuchung (nur 2008) .....	17
2.2.4	Frequenz der Eingriffe in den Abteilungen .....	17
2.2.4.1	Ventrale Diskektomie .....	17
2.2.4.2	Dorsale Foraminotomie nach Frykholm .....	18
2.3	Statistische Analyse .....	18
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	19
3.1	Anzahl der Fragebögen.....	19
3.2	Frequenz der Eingriffe in den Abteilungen .....	19
3.2.1	Ventrale Diskektomie .....	19
3.2.2	Dorsale Foraminotomie nach Frykholm .....	20
3.3	Präoperative Diagnostik .....	20
3.4	Wahlmöglichkeit des Patienten .....	23
3.5	Operatives Vorgehen .....	24
3.5.1	Operationstechnik .....	24
3.5.2	Wahl der Zugangsseite .....	28
3.5.3	Versorgung in mikrochirurgischer Technik .....	28
3.5.4	Drainagenanlage.....	29
3.5.5	Entfernung der Drainage .....	29
3.6	Postoperative Nachsorge .....	30
3.6.1	Mobilisation .....	30
3.6.2	Orthesenversorgung .....	30
3.6.3	Zeitpunkt der ersten postoperativen Kontrolle (nur 2008) .....	31
3.6.4	Postoperative bildgebende Diagnostik (nur 2008).....	32

<b>4</b>	<b>Diskussion</b> .....	33
4.1	Material und Methodik .....	33
4.2	Präoperative Diagnostik .....	33
4.2.1	Radiologische Diagnostik .....	33
4.2.2	Elektrophysiologische Untersuchungen .....	36
4.2.3	Dopplersonographische Untersuchungen .....	36
4.3	Operatives Vorgehen .....	37
4.3.1	Operationstechnik .....	37
4.3.1.1	Ventrale zervikale Diskektomie mit oder ohne Interponat .....	37
4.3.1.2	Wahl des Interponates .....	40
4.3.1.3	Fusion mit Verplattung .....	44
4.3.1.4	Bandscheibenprothese .....	44
4.3.1.5	Vergleich mit den vorliegenden Ergebnissen .....	45
4.3.2	Wahl der Zugangsseite .....	46
4.3.3	Versorgung in mikrochirurgischer Technik .....	47
4.4	Postoperative Nachsorge .....	47
4.4.1	Versorgung mit Orthesen .....	47
4.4.2.	Diagnostik bei der Nachsorge .....	49
4.5	Schlussfolgerungen.....	50
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	51
<b>6</b>	<b>Literatur</b> .....	53
<b>7</b>	<b>Anhang</b> .....	69
7.1	Fragebogen aus dem Jahr 2001 .....	69
7.2	Fragebogen aus dem Jahr 2008 .....	72

# 1 Einleitung

## 1.1 Ätiologie und Epidemiologie des zervikalen Bandscheibenvorfalls

Durch physiologische Verschleißprozesse der am Aufbau der Wirbelsäule beteiligten Strukturen wie Bandscheiben, Wirbelkörper, Wirbelgelenken, Muskulatur und Bändern, kommt es zu Veränderungen, die ein Wurzelkompressionssyndrom verursachen können. Unter einem zervikalen Wurzelreizsyndrom wird die Bedrängung einer Nervenwurzel durch Bandscheibenmaterial und/oder Spondylophyten (knöcherne Anbauten) im Spinalkanal bzw. im Foramen intervertebrale verstanden. In 94% der Fälle ist die mittlere und untere Halswirbelsäule (Halswirbelkörper 3-7) betroffen (YOUNG 1991).

Eine Reduktion des Wassergehaltes in der Bandscheibe und die sich daraus ergebende Abnahme des Wasserbindungsvermögens des Bandscheibengewebes kennzeichnet die Alterung der Bandscheibe (NISHIDA 2000). Durch Risse im Anulus fibrosus, dem äußeren Faserring (NORCROSS 2003), und sich durch Bewegung ergebende Scherkräfte kann es zum Austritt von Nucleus pulposus (gallertartiger Bandscheibenkern) aus dem Intervertebralraum und somit zu einem Wurzelreizsyndrom kommen. Dies wird auch als „soft disc“ (Abb. 1a) bezeichnet. Im weiteren Verlauf entsteht durch die Höhenminderung der Bandscheibe und der damit verbundenen Reduktion der biomechanischen Pufferfunktion eine vermehrte Belastung der Grund- und Deckplatten der Wirbelkörper, was zu einer vermehrten Sklerosierung und damit verbundenen Spondylophytenbildung, dem „hard disc“, führt (Abb. 1b), was ebenfalls ein Wurzelreizsyndrom auslösen kann. Eine Unterscheidung in „hard“ oder „soft disc“ erfolgte erstmals durch ODOM 1958 in seiner Beschreibung der klinischen Auswirkungen der zervikalen Diskopathie.

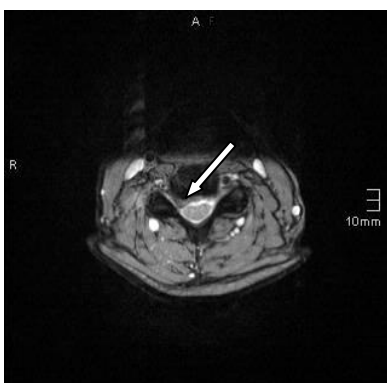


Abb. 1a: Soft disc im MRT

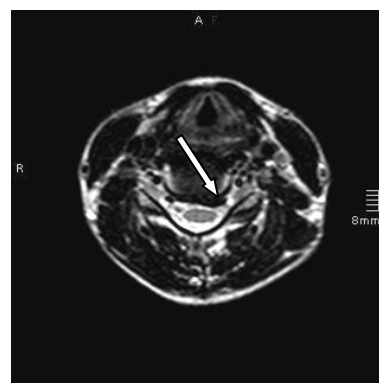


Abb. 1b: Hard disc im MRT

Durch die Pathophysiologie der Veränderungen ist es verständlich, dass Bandscheibenvorfälle im Sinne eines „soft disc“ mit zunehmendem Alter der Patienten weniger häufig vorkommen (MATSUMOTO 1998) sondern eher Probleme durch den Höhenverlust des Bandscheibenraumes und die knöchernen Veränderungen im Sinne eines „hard disc“ verursacht werden. Röntgenologisch nachweisbare Veränderungen finden sich bei 85% der Bevölkerung im siebten Lebensjahrzehnt (GARVEY 1991, ABDULKARIM 2003), jedoch sind die meisten Befunde asymptomatisch (MATSUMOTO 1998).

Mehr als die Hälfte aller Erwachsenen leidet einmal im Leben an einem Wurzelreizsyndrom (DILLIN 1986). Durch die Kombination ungünstiger Faktoren wie kyphotische Zwangshaltung der HWS bei Computerarbeiten und Verspannung der Nackenmuskulatur, die einen erhöhten intradiskalen Druck verursacht, wird zukünftig vermutlich die Inzidenz eines zervikalen Wurzelreizsyndroms steigen (Leitlinie DGNC).

## **1.2 Diagnostik und Therapieoptionen des zervikalen Bandscheibenvorfalles**

Die Diagnostik des zervikalen Bandscheibenvorfalles gründet sich nach wie vor auf dem klinisch-neurologischen Befund, der aufgrund der topographisch segmentalen Gliederung des menschlichen Körpers eine genaue Zuordnung der neurologischen Ausfälle auf das betroffene Wirbelsäulensegment gibt. Die sich hieran anschließende apparative Diagnostik vervollständigt das Bild.

An bildgebenden Verfahren stehen hier zum einen die konventionellen Röntgenaufnahmen der Halswirbelsäule im anterioren und lateralen Strahlengang, sowie Schräg- und Funktionsaufnahmen zur Verfügung. Hier kann man eine gute Übersicht über die knöchernen Veränderungen der Halswirbelsäule, die Weite der Foramina, die Facettengelenke und die Höhe und Form des Bandscheibenraumes gewinnen. Durch die dynamischen Aufnahmen kann durch das Aufzeigen einer Hyper- oder Hypomobilität (Instabilitätszeichen) der Segmente bereits Einfluss auf das weitere chirurgische Procedere genommen werden.

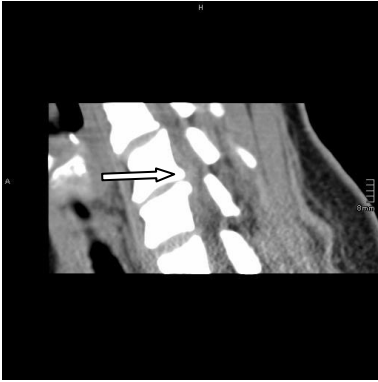


Abb. 2: Bandscheibenvorfall im CT

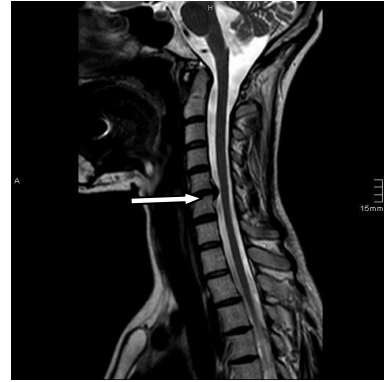


Abb. 3: Bandscheibenvorfall im MRT

Durch Schnittbildverfahren wie der Computertomographie (Abb. 2) oder der Kernspintomographie (Abb. 3) kann dann die klinisch suspekta Höhe verifiziert werden. Die Kernspintomographie ermöglicht ohne Strahlung einen größeren Überblick über die Halswirbelsäule, differenziert besser zwischen Liquorraum und kompressivem Material und ermöglicht eine bessere Weichteildarstellung. Jedoch besteht der Nachteil darin, dass eine Unterscheidung des kompressiven Materials in weiche oder knöcherne Komponenten nur unzureichend möglich ist. Patienten mit Herzschrittmacher können der Untersuchung derzeit nur in Ausnahmefällen zugeführt werden. Die Untersuchungsdauer ist länger als in der Computertomographie und die Verfügbarkeit eines solchen Gerätes geringer, der Kostenfaktor größer. Dagegen ist die Computertomographie bei jedem Patienten durchführbar, schneller und stellt die knöcherne Situation besser dar. Die Genauigkeit der alleinigen Computertomographie hinsichtlich der Pathologie variiert zwischen 67 und 91 % (AHLGREN 1996), durch die zusätzliche, aber auch invasivere Untersuchungsmethode der zervikalen Myelographie mit anschließender Computertomographie kann diese auf 75-96% erhöht werden. Durch die Myelographie ist eine gute Unterscheidung hinsichtlich intra- und extraduraler Pathologien möglich, insbesondere das Ausmaß der knöchernen oder weichen kompressiven Veränderungen ist gut differenzierbar. Durch die Möglichkeit dynamischer Aufnahmen unter Funktionsbedingungen gewinnt man weitere Informationen, die unter Umständen die weitere operative Versorgung mit beeinflussen.

Bei nicht klar korrelierbarem klinischem und bildgebendem Befund kann die Diagnostik mittels elektrophysiologischer Zusatzuntersuchungen wie der Elektromyographie, hierbei wird die elektrische Muskel-Aktivität gemessen, und der



somatosensiblen evozierten Potentiale, eine Beurteilung der zentralen somatosensiblen Leitungsbahnen, ergänzt werden.

Neben der primären konservativen Therapie, bei fehlenden vorhandenen gravierenden neurologischen Ausfällen, ist nach Ausschöpfen dieser Maßnahmen oder bei entsprechender neurologischer Symptomatik die Notwendigkeit der operativen Therapie zur Entfernung des Bandscheibenvorfalles gegeben. Bei der operativen Therapie gibt es die Möglichkeiten des dorsalen und des ventralen Zugangs zur Halswirbelsäule. Ziel beider Methoden ist die Dekompression der neuralen Strukturen. Es gibt jedoch nach wie vor keine valide Datenlage in Deutschland aus der ersichtlich ist, wie hoch der Anteil der operativen Interventionen ist (KAST 2000).

### **1.3 Geschichtliche Entwicklung der Operationstechniken**

Zur Therapie des zervikalen Bandscheibenvorfalles wurden verschiedene Techniken beschrieben. Jedoch wurde zunächst der dorsale Zugang in verschiedenen technischen Ansätzen zur Behandlung des zervikalen Bandscheibenvorfalles bevorzugt, da dieser Zugangsweg aus der Tumorchirurgie bekannt war. TAYLOR 1910, ADSON 1925 und STOOKEY 1928 waren die ersten, die diese Technik beschrieben, FRYKHOLM 1947 gab der dorsalen Foraminotomie seinen Namen.

Der ventrale Zugang zur Halswirbelsäule wurde bereits 1895 von CHIPAULT in einem Buch für Neurochirurgie veröffentlicht. In den fünfziger Jahren erfuhr die ventrale Technik durch die aus den Dreißigern stammende Arbeit von MIXTER und BARR eine Renaissance, da diese eine diskogene Ursache für die Radikulopathie ansahen. Die erste Veröffentlichung über die Entfernung eines zervikalen Bandscheibenvorfalles auf anterolateralem Weg, der sich eine Fusion mit Knochenspan anschloss, erfolgte 1952 durch BAILEY und BADGLEY. Bereits wenige Jahre später berichteten ROBINSON und SMITH (1955), CLOWARD (1957) und DEREYMAEKER (1963) über eine nahezu ähnliche Operationstechnik ebenfalls mit Fusion durch autologen Knochenspan. Bis heute ist nicht klar, wer von den dreien der eigentliche Vorreiter dieser Methode war. CLOWARD verwendete erfolgreich als erster allogenes Fusionsmaterial, was die Komorbidität durch die Knochenspanentnahme eliminierte. In den folgenden Jahren wurde die Methode des ventralen Zugangs zur Halsbandscheibe mit Dekompression

und anschließender Fusion durch unterschiedliche Fusionsmaterialien ergänzt (Abb. 4): Die Benutzung von PMMA (Polymethylmethacrylat - Kunststoffdübel), erstbeschrieben durch GROTE und RÖTTGEN 1967, Keramiken (Hydroxylapatit und Tricalciumphosphate) (AGRILLO 2002, McCONNELL 2003), Carbonfasercages (BROOKE 1997, PAYER 2003, VAVRUCH 2002), Titan Cages (KADEN 1995, JÖLLENBECK 2001, TÜREYEN 2003), PEEK (Polyetheretherketone) Cages (MASTRONARDI 2006), BAK Cages (WANG 2009, MATGE 1998, MATGE 2002) und bioresorbierbare Cages (CAHILL 2003, TOTH 2002). Ebenso fand die zusätzliche Verplattung (Abb. 5) Einzug in die elektive zervikale Chirurgie, wie seit den Sechzigern aus dem Bereich der Versorgung traumatischer zervikaler Wirbelsäuleninstabilitäten bekannt (FEIZ-ERFAN 2005).



Solis Cage (PEEK)  
Firma Stryker



WING Cage (PEEK)  
Firma medfein GmbH



CeSpace® Titan  
Firma Braun-Aesculap



BAK/C  
Firma Zimmer

Abb. 4: Verschiedene Implantate als Fusionsmaterial



osmium™  
Firma Ulrich



ABC2  
Firma Braun-Aesculap

Abb. 5: Platten-Schrauben-Systeme zur ventralen Osteosynthese

Auch die ventrale Entfernung eines zervikalen Bandscheibenvorfalles ohne anschließende Fusion wird angewandt, erstmals beschrieben durch HIRSCH 1964 und in der Folge aufgrund der Einfachheit der Methode und geringen Komplikationen von anderen übernommen.

In den vergangenen Jahren wurden aufgrund der Problematik, dass es nach Fusion von Bandscheibensegmenten in den angrenzenden Höhen zu einer vermehrten Degeneration kommt, Bandscheibenprothesen entwickelt (Abb. 6), um die Beweglichkeit des betreffenden Segmentes zu erhalten. Das erste stahlfreie Implantat wurde 1991 eingesetzt, in der Folge wurden unter dem Namen „Frenchay“-Modell ca. 300 Stück mit durch die Erfahrung verbesserten Varianten implantiert. WIGFIELD berichtet im Jahr 2002 über die ersten klinischen Erfahrungen der Prestige Prothese (Medtronic Sofamor Danek), wobei es sich hierbei um eine der Variationen des „Frenchay“-Modells handelt. Seit 2001 gibt es die „Bryan-Prothese“ (Medtronic), ein Modell aus zwei flachen Titanhalbschalen, die sich um einen Polyurethankern bewegen, von der bereits mehr als 5500 weltweit verwendet wurden. (GOFFIN 2002, FIRSCHING 2005). In der Zwischenzeit wurden weitere Prothesen entwickelt, die sich an die Technik der Endoprothetik an großen Gelenken anlehnen, indem eine Materialkombination von Stahl und ultrahochmolekularem Polyethylen verwendet wird. Eine dieser Varianten ist die ProDisc-C-Prothese (Synthes), die durch einen zusätzlichen Kiel dem Implantat eine Primärstabilität geben soll. Frühergebnisse hierzu wurden von BERTAGNOLI 2005 veröffentlicht.



Pro disc C  
Firma Synthes®



Bryan  
Firma Medtronic

Abb. 6: moderne Bandscheibenprothesen

Nach wie vor ist ein Vergleich der unterschiedlichen Methoden im Rahmen einer prospektiven Untersuchung nicht vorhanden, so dass eine klare Empfehlung bezüglich der je nach Pathologie anzuwendenden Technik nicht existiert.

#### **1.4 Zielsetzung der Arbeit**

Da nach wie vor eine große Uneinigkeit hinsichtlich des Vorgehens sowie der verwendeten Fusionstechniken bei der operativen Versorgung eines monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalls besteht, interessierte uns die Vorgehensweise unter den Neurochirurgen in Deutschland. Wir haben einen Fragebogen zur Evaluation entwickelt und im Abstand von sieben Jahren (2001 und 2008) versendet. Um einen zusätzlichen Eindruck hinsichtlich der prä- und postoperativen Behandlung zu erlangen, wurden diese Komponenten in die Evaluation mit aufgenommen. Durch den zeitlichen Abstand der beiden Befragungen sollte zusätzlich überprüft werden, ob sich über die Jahre eventuelle Trendentwicklungen des operativen Vorgehens erkennen lassen.

## **2 Material und Methodik**

### **2.1 Studiendesign**

165 neurochirurgische Abteilungen und neurochirurgische Praxen in Deutschland erhielten im Dezember 2001 via Postweg einen normierten Fragebogen mit der Bitte, diesen nach Beantwortung an die Neurochirurgische Abteilung der BG Unfallklinik Murnau zurückzusenden.

Im Januar 2008 wurde erneut ein geringfügig modifizierter Fragebogen an 210 neurochirurgische Abteilungen bzw. Praxen in Deutschland mit der Bitte um Rücksendung versandt.

Die entsprechenden Teilnehmer wurden anhand der jeweils aktuellen Liste der bei der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie gemeldeten Mitglieder ermittelt, die jeweilige Adressierung erfolgte an den Ärztlichen Leiter der entsprechenden Abteilung. Eingeschlossen in die Auswertung wurden in der jeweiligen Umfrage alle vollständig ausgefüllten Fragebögen, die an die Neurochirurgische Abteilung der BG Unfallklinik Murnau zurückgesandt wurden. Die eigene Abteilung wurde in beiden Erfassungsjahren mitevaluiert.

### **2.2 Fragenkatalog**

Der Fragebogen bezüglich der Versorgung des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalls enthielt im Dezember 2001 elf standardisierte Fragen, welche durch einfaches Ankreuzen zu beantworten waren (Anhang 1). Der Fragebogen war unterteilt in drei Hauptaspekte: präoperative Vorbereitung (zwei Fragen), operative Strategie (vier Fragen) und postoperative Nachsorge (drei Fragen). Zusätzlich interessierte die allgemeine Versorgungssituation in der jeweiligen Abteilung, dazu wurden zwei Fragen gestellt.

Im modifizierten Fragebogen vom Januar 2008 kamen im Bereich der postoperativen Nachsorge zwei weitere Fragen hinsichtlich follow up hinzu (Anhang 2).

Zusätzlich wurden die Antwortmöglichkeiten, bei denen sich im Rahmen der Auswertung des ersten Fragebogens Schwierigkeiten ergeben hatten, entsprechend korrigiert.

## **2.2.1 Präoperative Vorbereitung**

### **2.2.1.1 Diagnostik**

Die Frage bezüglich der präoperativen Diagnostik unterteilte sich in beiden Fragebögen in die Aspekte der radiologischen, elektrophysiologischen und dopplersonographischen Untersuchung.

Die radiologische Diagnostik untergliederte sich in vier Gruppen mit Röntgen Nativaufnahmen, Computertomographie, alleinige zervikale Myelographie und Kernspintomographie. Jeweilige Unterfragen beinhalteten in der ersten Gruppe Untersuchungen der HWS in zwei Ebenen, HWS Schrägaufnahmen und HWS Funktionsaufnahmen, in der zweiten Gruppe wurde die Computertomographie unterteilt in Untersuchung mit oder ohne Myelographie. Alleinige zervikale Myelographie und Kernspintomographie wurden nicht unterteilt. Bei der elektrophysiologischen Diagnostik interessierten EMG und SSEP, bei der dopplersonographischen Untersuchung wurden die Gefäßgruppen der Aa. carotides und Aa. vertebrales erfragt.

Alle Fragen hatten die drei Antwortmöglichkeiten: „grundsätzlich“, „fallbezogen“ und „nie“.

### **2.2.1.2 Wahlmöglichkeit der Versorgung**

Wurden verschiedene Techniken der Versorgung in der Abteilung angeboten, sollte die Einflussnahme des Patienten auf die Methode evaluiert werden. Es standen hier zum einen die Antworten „keine Wahl“ oder im Falle einer Wahlmöglichkeit die jeweiligen Versorgungsarten zur Verfügung. Im Gegensatz zu 2001 kam im Jahr 2008 neben „alleinige Nukleotomie“, „Cage“, „trikortikaler Knochenspan“, „PMMA-Interponat“ und „zusätzliche Verplattung“ noch die Variante der „Bandscheibenprothese“ hinzu, da diese in der Zwischenzeit eine zunehmende Bedeutung im klinischen Alltag erlangt hat. Da dem Patienten teilweise Wahlmöglichkeiten zur Versorgungsart angeboten wurden, die aber in der entsprechenden Abteilung nicht durchgeführt wurden, wurde diese Frage nur im Sinne von „Ja“ oder „Nein“ erhoben.

## **2.2.2 Operatives Vorgehen**

### **2.2.2.1 Operationstechnik**

Wie unter 2.2 bereits aufgeführt war nur die Versorgungsart beim monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfall von Interesse. Hier wurden im Jahr 2001 die Möglichkeiten der „alleinigen Nukleotomie“, „trikortikalem Knochenspan (Beckenkamm)“, „Cage“, „PMMA-Interponat“ und die „zusätzliche ventrale Plattenosteosynthese“ als Versorgungsart erfragt.

Bei der Modifizierung im Jahr 2008 wurde neben den bestehenden zuvor genannten Versorgungsarten noch die Unterteilung bei Cageversorgung in „befüllt mit autologem oder Knochenersatzmaterial“ sowie „nicht befüllt“ vorgenommen und die Möglichkeit der Versorgung mit „Bandscheibenprothese“ angeboten.

Bei allen Versorgungsmöglichkeiten standen drei Antwortmöglichkeiten zur Auswahl: „grundsätzlich“, „fallbezogen“ und „nie“. Es blieb der jeweiligen Abteilung 2001 noch die Möglichkeit der Angabe einer sonstigen Technik in freier Form. Da sich die diesbezüglichen Antworten (bis auf zwei Ausnahmen) auf die Dekompression nach Frykholm bezogen, die in einer gesonderten Frage evaluiert wurde, konnte diese im Jahre 2008 entfallen.

### **2.2.2.2 Wahl der Zugangsseite**

Die Antwortmöglichkeiten in Bezug auf die Wahl der Zugangsseite gliederten sich in beiden Jahren in „rechts“, „links“ und „fallbezogen“.

### **2.2.2.3 Versorgung in mikrochirurgischer Technik**

Die Versorgung in mikrochirurgische Technik, d.h. die Benutzung eines Operationsmikroskopes, konnte in beiden Jahren in der Form von „immer“, „fallbezogen“ und „nie“ beantwortet werden.

### **2.2.2.4 Drainagenanlage**

Bei der Evaluierung bezüglich einer Drainagenanlage wurde bei beiden Fragebögen zwischen der Anlage am Beckenkamm und am Hals unterschieden.

Im Jahr 2001 war jeweils die Unterscheidung in „grundsätzlich“ und „in Ausnahmefällen“ möglich, Untergruppierungen bestanden in der Angabe von „mit“ oder „ohne Sog“.

Im Jahr 2008 wurde anstatt der Beantwortungsmöglichkeit „in Ausnahmefällen“ die Möglichkeit „fallbezogen“ als Antwort angeboten, um eine Vereinheitlichung im Gesamtkatalog zu erreichen, zusätzlich konnte bei Drainageanlage am Beckenkamm die Variante „entfällt, da keine Versorgung mit trikortikalem Knochenspan“ beantwortet werden. Die Untergruppierung in „mit Sog“ oder „ohne Sog“ entfiel, da dies in der Auswertung im Jahr 2001 aufgrund inkonstanter und Mehrfachnennungen erschwert auswertbar war und keine weiteren Erkenntnisse brachte.

### **2.2.3 Postoperative Nachsorge**

#### **2.2.3.1 Mobilisation**

Die Antwortmöglichkeiten für die grundsätzliche postoperative Mobilisation in der täglichen Praxis umfassten in beiden Fragebögen „Operationstag“, „erster postoperativer Tag“ und „zweiter postoperativer Tag“.

#### **2.2.3.2 Entfernung der Drainage**

Bei Anlage einer Drainage, ob am Beckenkamm oder am Hals, interessierte der Tag der Entfernung. Es bestand hier getrennt nach Lokalisation jeweils die Wahl zwischen „erstem postoperativen Tag“ oder „ab zweitem postoperativen Tag“. Im Jahr 2008 kam noch die Möglichkeit „entfällt, da nicht angelegt wird“ hinzu, da im Jahr 2001 bei vielen eine Entfernung der Drainage angegeben wurde, obwohl keine angelegt bzw. die Technik nicht verwendet worden war.

#### **2.2.3.3 Orthesenversorgung**

Im Fragebogen im Jahr 2001 wurde die Verordnung einer Orthese in Abhängigkeit von der Versorgungsart „alleinige Nukleotomie“, „trikortikaler Knochenspan“, „trikortikaler Knochenspan mit Verplattung“, „Cage“ oder „PMMA-Interponat“ eruiert. Es wurde jeweils die Möglichkeit der Anwendung einer „harten“ oder „weichen“ Orthese angeboten, in Abhängigkeit davon wurde weiterführend die Verordnung bezüglich der tageszeitlichen Anlage der Orthese („tags“, „nachts“ oder „nur bei Mobilisierung“) sowie die Dauer der Orthesenversorgung („<2 Wochen“, „2-6 Wochen“, „6-12 Wochen“, „12-24 Wochen“) erfragt. Die postoperative Orthesenversorgung wurde dabei in Abhängigkeit von der jeweiligen Versorgungstechnik erfragt. Diese wurde jedoch nur berücksichtigt, wenn die entsprechende Versorgungstechnik in der



jeweiligen Abteilung auch durchgeführt wurde. Im umgekehrten Fall wurde bei entsprechender Angabe einer Versorgungstechnik und fehlender Beantwortung der Orthesenversorgung dies als „keine Angabe“ gewertet.

Im modifizierten Fragebogen für das Jahr 2008 wurde unabhängig von der Versorgungsart die Verordnung einer Orthese mit „ja“ oder „nein“ erfragt. Bei einer positiven Antwort wurde noch zwischen „weicher“ und „harter“ Orthese unterschieden, die Angabe der Dauer konnte in freier Form erfolgen.

#### **2.2.3.4 Postoperative Kontrolluntersuchung (nur 2008)**

Hinsichtlich der Frage nach dem Zeitpunkt der ersten postoperativen Kontrolluntersuchung war eine Antwort in freier Form möglich.

#### **2.2.3.5 Diagnostik bei Kontrolluntersuchung (nur 2008)**

In der postoperativen Diagnostik bei der ersten Kontrolluntersuchung waren nur folgende radiologischen Untersuchungen von Interesse: Röntgen Nativaufnahmen mit HWS in zwei Ebenen oder HWS Funktionsaufnahmen, Computertomographie unterteilt in mit oder ohne Myelographie und die Kernspintomographie. Wie in der präoperativen Diagnostik bestanden die drei Antwortmöglichkeiten „grundsätzlich“, „fallbezogen“ und „nie“.

Zusätzlich konnte zur lückenlosen Erfassung in freier Form eine weitere Untersuchungsmodalität angegeben werden.

### **2.2.4 Frequenz der Eingriffe in den Abteilungen**

#### **2.2.4.1 Ventrale Diskektomie**

Um einen Überblick über die Häufigkeit der Versorgung monosegmentaler zervikaler Bandscheibenvorfälle in der einzelnen Abteilung zu erhalten, wurde nach der Anzahl der Operationen pro Jahr gefragt. Es gab in beiden Fragebögen die Möglichkeiten der Antworten „bis 25“, „bis 50“, „bis 75“, „bis 100“ oder „über 100“ Operationen pro Jahr.

#### **2.2.4.2 Dorsale Foraminotomie nach Frykholm**

Ein weiteres Interesse bestand auch in Bezug auf die Möglichkeit der indikationsbezogenen Durchführung einer posterioren Dekompression nach Frykholm, in beiden Jahren konnten hierzu „ja“ oder „nein“ Antworten gegeben werden.

### **2.3 Statistische Analyse**

Die Rohdaten der Fragebögen wurden in das Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel 2000 (Microsoft Corporation, Redmond/Seattle, Washington, USA) eingegeben. Dabei wurde jeweils die angekreuzte Antwort mit 1, alle übrigen mit 0 bewertet. Wurde bei einer Frage keine oder mehrere Antworten angekreuzt, so erfolgte die Auswertung unter der Rubrik „keine Angabe“.

Neben den absoluten Zahlen werden Häufigkeiten als Prozentzahlen angegeben, jedoch werden die unter „keine Angaben“ entfallenen Werte nicht in die prozentuale Berechnung mit einbezogen. Die Prozentzahlen beziehen sich damit auf die Absolutzahlen der Antworten innerhalb der Befragung.

Statistische Unterschiede zwischen den beiden Jahren wurden mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS 14.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) berechnet. Grundsätzlich wurden Unterschiede der Antwortverteilungen zwischen den beiden Erhebungsjahren mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests geprüft. Auf Grund der nominalen Antwortoptionen wie „Ja/Nein“ oder „grundsätzlich“, „fallbezogen“ und „nie“ ist dies der einzig mögliche Test. Die Signifikanzangaben im Text beziehen sich immer auf das Chi-Quadrat nach Pearson beim Vergleich der beiden Erhebungszeitpunkte (ohne Berücksichtigung fehlender Angaben). Als signifikanter Unterschied wurde ein p-Wert von 0,05 festgesetzt.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Anzahl der Fragebögen**

Im Jahr 2001 wurden 165 neurochirurgische Abteilungen angeschrieben, von diesen wurden 114 Fragebögen zurückgesandt, 112 Fragebögen konnten ausgewertet werden. Bei einer Rücksenderate von 69,1% konnte eine Auswertung somit in 67,9% der versandten Bögen durchgeführt werden. Von den beiden nicht zu berücksichtigenden Fragebögen war der erste inkomplett ausgefüllt, die zweite angeschriebene neurochirurgische Abteilung führte keine zervikalen Operationen durch.

Im Jahr 2008 lag die Rücksenderate der 210 an neurochirurgische Abteilungen und Praxen versendeten Fragebögen bei 139 Bögen, hiervon konnten 136 ausgewertet werden. Dies entspricht einer Rücksenderate von 66,5% sowie einer Auswertungsrate von 65,1%. Nicht berücksichtigt wurden ein inkomplett ausgefüllter Bogen sowie zwei Fragebögen aus Abteilungen, welche keine zervikalen Operationen durchführen.

### **3.2 Frequenz der Eingriffe in den Abteilungen**

#### **3.2.1 Ventrale Diskektomie**

Zur Häufigkeit der operativen Versorgung zervikaler Bandscheibenvorfälle in den jeweiligen Abteilungen wurden für das Jahr 2001 folgende Angaben gemacht:

In drei Abteilungen (2,7%) wurden bis zu 25 operative Eingriffe bei zervikalen Bandscheibenvorfällen vorgenommen. Bis zu 50 Eingriffe wurden in 19 Abteilungen (17,3%) durchgeführt, bis zu 75 in 27 (24,5%), bis zu 100 in 29 (26,4%). Über 100 Eingriffe bei zervikalen Bandscheibenvorfällen gaben 32 Abteilungen (29,1%) an. Zwei Abteilungen machten hierzu keine Angabe.

Im Jahr 2008 nahmen vier Abteilungen (3,0%) bis zu 25 operative Eingriffe bei zervikalen Bandscheibenvorfällen vor, bis zu 50 Eingriffe in 16 Abteilungen (11,9%), bis zu 75 in 35 (26,1%), bis zu 100 in 25 (18,7%) und über 100 in 54 Abteilungen (40,3%). Keine Angaben machten hierzu zwei Abteilungen.

Der Chi-Quadrat Test nach Pearson ergab hier mit  $p=0,283$  ( $X^2=5,045$  bei  $df=4$ ) keine Signifikanz. Die Verteilungen beider Jahre sind somit ähnlich.

### **3.2.2 Dorsale Foraminotomie nach Frykholm**

Die dorsale Dekompression nach Frykholm konnte im Jahr 2001 von 97 (88,2%) Abteilungen angeboten werden, im Jahr 2008 von 114 (85,1%). 13 (11,8%) bzw. 20 Kliniken/Praxen (14,9%) führten diese Methode der operativen Versorgung nicht durch, jeweils 2 Abteilungen machten in jedem Jahr der Befragung keine Angaben. Mit einem  $p$  von 0,480 sind diese Angaben der beiden Jahre nicht signifikant zu unterscheiden ( $X^2=0,499$  bei  $df=1$ ).

### **3.3 Präoperative Diagnostik**

Im Jahr 2001 wurden präoperative konventionelle Röntgenaufnahmen der HWS in 2 Ebenen grundsätzlich von 82,7% der Neurochirurgen gefordert. 16,4% entschieden fallbezogen, 0,9% forderten diese nie, 2 Abteilungen machten hierzu keine Angaben. Im Jahr 2008 lag die Häufigkeit der grundsätzlich geforderten konventionellen Röntgenaufnahmen der HWS in 2 Ebenen bei 64,3%, die der fallbezogenen Aufnahmen bei 31,0%. 4,7% der Befragten wandten diese Technik nie an, 7 Abteilungen machten keine Angaben. Die Tatsache, dass im Jahr 2008 seltener grundsätzlich und häufiger fallbezogen verfahren wurde, ist statistisch signifikant ( $p=0,004$ ;  $X^2=10,842$  bei  $df=2$ ).

Konventionelle Spezialaufnahmen wurden 2008 im Rahmen der präoperativen Diagnostik als grundsätzliche OP-Vorbereitung weitaus geringer gefordert: HWS Schrägaufnahmen verlangten 2001 29,7 %, im Jahre 2008 13,5% der Befragten. Bei den HWS Funktionsaufnahmen ergaben sich in beiden Jahren ähnliche Häufigkeiten: 17,6% im Jahr 2001 gegenüber 17,5% im Jahr 2008 ( $p=0,971$ ;  $X^2=0,059$  bei  $df=2$ ). Fallabhängig wurden Schrägaufnahmen von 59,4% (2001) bzw. 55,9% (2008) und Funktionsaufnahmen von 79,6% (2001) bzw. 79,2% (2008) der Abteilungen durchgeführt. Im Rahmen der präoperativen Diagnostik wurde die routinemäßige Anfertigung von Schrägaufnahmen von 10,9% (2001) bzw. 30,6% (2008) der befragten Kliniken und Praxen verneint, bei Funktionsaufnahmen lagen diese Häufigkeiten bei 2,8% (2001) bzw. 3,3% (2008). Keine Angaben zu Schrägaufnahmen machten 11 (2001) bzw. 25 (2008), zu Funktionsaufnahmen 4 (2001) bzw. 16 (2008) Abteilungen.

Die Bedeutung der Schrägaufnahmen hat im Beobachtungszeitraum signifikant abgenommen ( $p=0,0001$ ;  $X^2=16,353$  bei  $df=2$ ).

Die grundsätzliche Anwendung der CT ohne Myelographie zur Verifizierung der klinisch suspekten Bandscheibe wurde im Jahr 2001 von 21,0% der Befragten durchgeführt, die fallbezogene Anwendung wurde in 68,0% angegeben, 11,0% gaben an, eine dementsprechende Untersuchung nie durchzuführen. Keine Angaben hierzu machten 12 Abteilungen. Im Jahr 2008 wurde die CT ohne Myelographie grundsätzlich von 10,3% der Befragten verlangt, fallbezogen von 77,8%, nie von 11,9%. Keine Angaben machten 10 Abteilungen. Die Veränderungen zwischen den beiden Zeitpunkten sind zwar erkennbar, jedoch nicht statistisch signifikant unterschiedlich ( $p=0,082$ ;  $X^2$  von 4,994 bei  $df=2$ ).

Eine CT mit Myelographie wurde in beiden Jahren von keiner Abteilung grundsätzlich gefordert, fallbezogen wurde sie von 93,9% (2001) bzw. 87,6% (2008) zur Diagnostik herangezogen, nie von 6,1% (2001) bzw. 12,4% (2008). Keine Angaben machten im Jahr 2001 13, im Jahr 2008 23 Abteilungen. Auch dieser Unterschied wird mit  $p=0,158$  nicht signifikant ( $X^2=2,474$  bei  $df=1$ ).

Eine alleinige zervikale Myelographie veranlasste 2001 grundsätzlich keiner, 2008 nur eine Abteilung (0,8%). 77,7% verwendeten sie 2001 fallbezogen, ein ähnliches Ergebnis fand sich 2008 mit 76,0%. 22,3% (2001) bzw. 23,2% (2008) verwendete sie nie, 9 (2001) bzw. 11 (2008) Abteilungen machten keine Angaben. Auf Grund der offensichtlich ähnlichen Verfahrensweisen in beiden Erhebungsjahren bei dieser Diagnostik liegt das Ergebnis der statistischen Prüfung weitab von der Signifikanzschwelle ( $p=0,649$  bei  $X^2=0,863$ ;  $df=2$ ).

Alle Neurochirurgen beantworteten bei beiden Umfragen die Frage nach der MRT der HWS. Grundsätzlich verlangten im Jahre 2001 60,7% diese Untersuchung, 2008 75,0%. Fallbezogen wurde sie 2001 von 39,3% veranlasst, im Jahr 2008 nur noch von 25,0%. Eine grundsätzliche Ablehnung dieser diagnostischen Methode wurde von keinem der Befragten angegeben. Diese Form der Bildgebung wurde somit signifikant häufiger eingesetzt ( $p=0,019$ ;  $X^2=5,814$ ;  $df=1$ ).

Grundsätzlich gehörten EMG bei 8,9% (2001) bzw. 4,5% (2008) und SSEP bei 7,4% (2001) bzw. 3,4% (2008) zur Diagnostik. Fallbezogen zogen im Jahr 2001 86,6% bzw. 83,5% (2008) das EMG und 82,4% (2001) bzw. 85,6% (2008) die SSEP hinzu. 4,5%

(2001) bzw. 12,0% (2008) verwendeten kein EMG, 10,2% (2001) bzw. 11,0% (2008) verwendeten keine SSEP. Keine Angaben bezüglich der SSEP machten im Jahre 2001 4 bzw. 2008 18 Abteilungen, die Frage nach dem EMG wurde 2001 von allen beantwortet, im Jahr 2008 machten hierzu 3 Abteilungen keine Angaben.

Weder bei der Verwendung des EMG ( $p=0,051$ ;  $X^2=5,948$  bei  $df=2$ ) noch der SSEP ( $p=0,403$ ;  $X^2=1,819$  bei  $df=2$ ) sind die Ergebnisse beim Vergleich der beiden Zeitpunkte signifikant unterschiedlich.

Grundsätzlich veranlassten im Jahre 2001 1,8% eine Dopplersonographie der Carotiden und der Vertebralarterien, 2008 wurde eine Dopplersonographie der Carotiden grundsätzlich in 1,5%, der Vertebralarterien in 0,8% der Fälle durchgeführt. Fallbezogene Untersuchungen der Vertebralarterien wünschten 2001 42,7% der Befragten, der Carotiden 42,3%, im Jahr 2008 wünschten 29,0% Untersuchungen der Carotiden und 28,2% solche der Vertebralarterien. Die Dopplersonographie der Vertebralarterien wurde von 55,5% (2001) bzw. 71,0% (2008) nie durchgeführt, die diesbezügliche Angabe der Untersuchung der Carotiden betrug 55,9% (2001) bzw. 69,5% (2008). Keine Angaben bei Carotiden machten eine (2001) bzw. fünf (2008) Abteilungen, bei Vertebralarterien zwei (2001) bzw. zwölf (2008).

Der Vergleich der Erhebungsjahre hinsichtlich der Verwendung des Carotisdopplers ergab mit  $p=0,089$  keine Signifikanz ( $X^2=4,830$ ;  $df=2$ ); jedoch ist die seltenere Verwendung dieser Diagnostik bei den Vertebralarterien mit  $p=0,046$  signifikant ( $X^2=6,167$  bei  $df=2$ ).

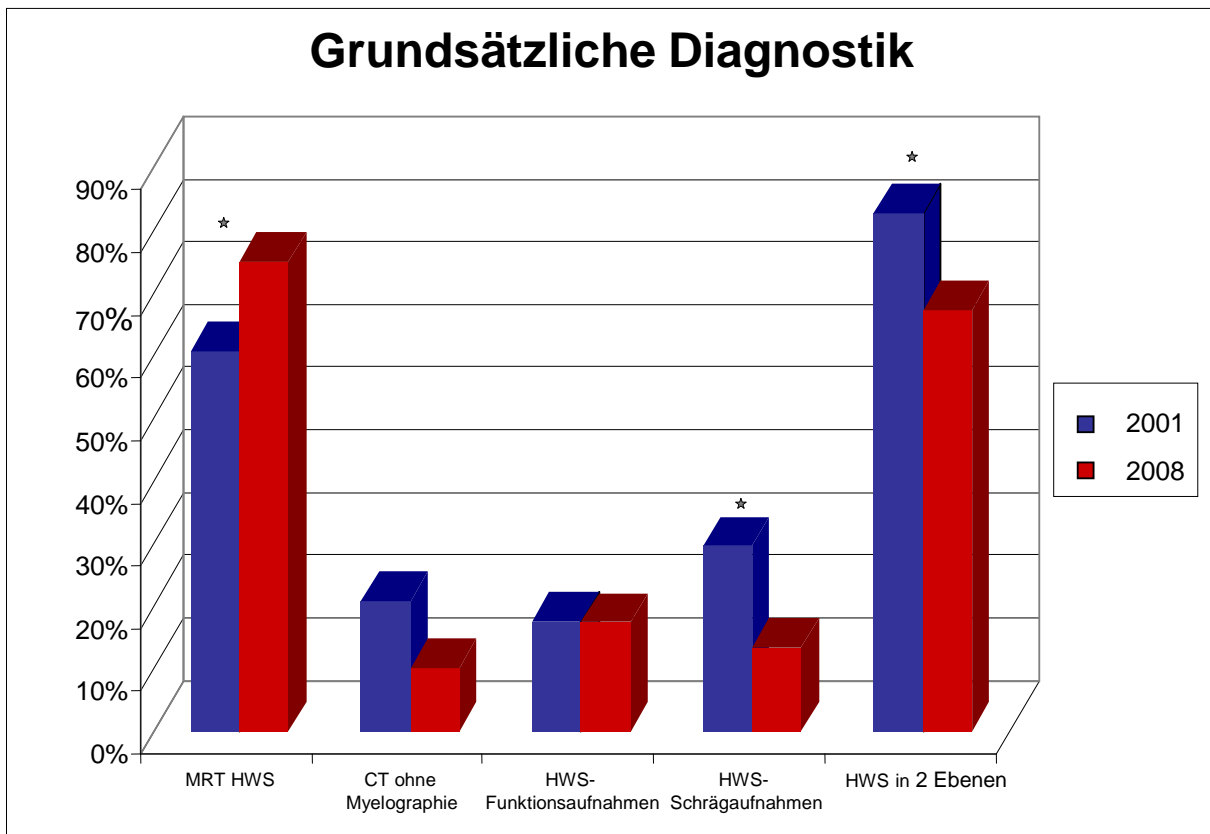


Abb. 7: Grundsätzliche präoperative Diagnostik im Vergleich zwischen 2001 und 2008

\* $p < 0,05$ , Chi-Quadrat-Test nach Pearson.

Die Gegenüberstellung der „grundsätzlich“ angewandten Diagnostiken zu den beiden Befragungszeitpunkten zeigt zweierlei auf: Erstens werden im Jahr 2008 weniger diagnostische Verfahren grundsätzlich auch doppelt oder dreifach angewandt (die mittlere Anzahl sinkt von 2,3 auf 1,9; dabei sind 4 Verfahren mit jeweils weniger als 2% Anteil nicht berücksichtigt worden). Zweitens ist auf diesem Hintergrund allein das MRT der HWS das Verfahren, das 2008 häufiger Anwendung findet als 2001.

### 3.4 Wahlmöglichkeit des Patienten

Die Wahl der Versorgungsart durch den Patienten war im Jahr 2001 in 69/112 Abteilungen (61,6%) möglich, in 38,4% (43 Abteilungen) war dies nicht der Fall. Im Jahr 2008 hatten in 64,9% (85 Bögen) der Abteilungen die Patienten die Wahlmöglichkeit der Versorgungsart, in 35,1% (46 Bögen) der Abteilungen nicht. Keine Angabe hierzu machten 5 der 136 Neurochirurgen. Die Häufigkeiten sind in beiden Jahren nicht signifikant unterschiedlich ( $p=0,689$ ;  $X^2=0,280$ ;  $df=1$ ).

### 3.5 Operatives Vorgehen

#### 3.5.1 Operationstechnik

Die Häufigkeit der Versorgung des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalls mittels alleiniger Nukleotomie wurde 2001 in 65,1% der Fälle mit „nie“ angegeben, 31,3% entschieden fallbezogen und 3,6% führten diese grundsätzlich durch. Keine Angaben machten 29 Abteilungen. Im Jahr 2008 lag die Häufigkeit der Angabe „nie“ bei 79,7%, 17,9% entschieden fallbezogen und 2,4% grundsätzlich. Keine Angaben machten 13 Abteilungen. Dieser Unterschied ist statistisch jedoch nicht signifikant ( $p=0,064$ ;  $X^2= 5,511$ ,  $df=2$ ).

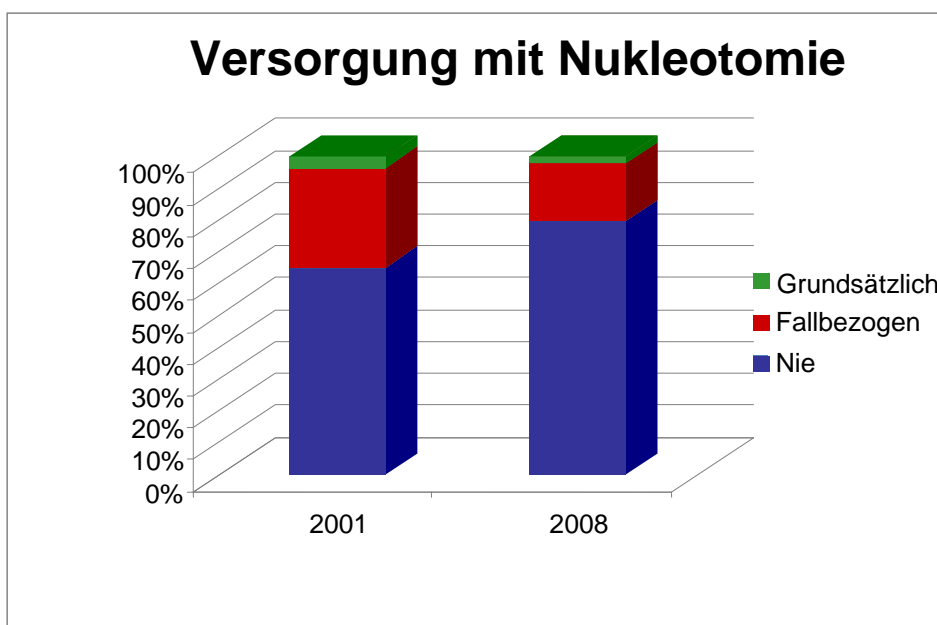


Abb. 8: Versorgung des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalls mittels Nukleotomie

Bei der Versorgung mit trikortikalem Knochenspan entschieden sich 2001 73,6% fallbezogen, 16,5% verwendeten diese Technik nie und 9,9% grundsätzlich. Keine Angaben machten 21 Abteilungen. 2008 wurde diese Methode von 59,7% fallbezogen angewendet, die grundsätzliche Anwendung erfolgte in 0,8%, nie wurde in 39,5% der Fälle angegeben. Keine Angaben machten 12 Abteilungen. Die seltenere Verwendung eines Knochenspanes ist hochsignifikant ( $p<0,0001$ ;  $X^2=20,221$  bei  $df=2$ ).



## Versorgung mit trikortikalem Span

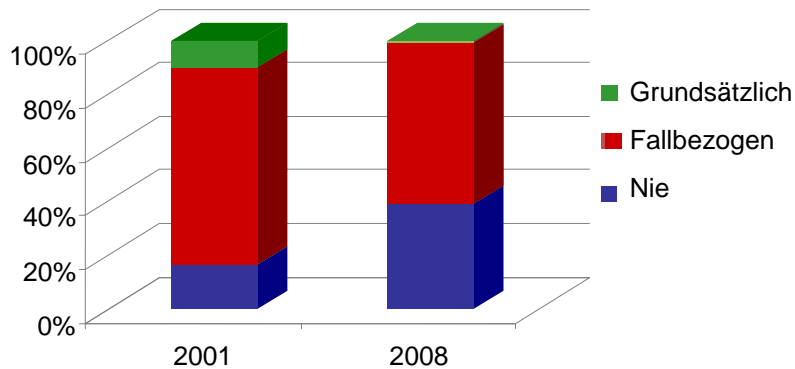


Abb. 9: Versorgung des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalls mittels trikortikalem Span

Die Verwendung von PMMA als Versorgungsmodalität wurde von 44,1% (2001) bzw. 59,5% (2008) der Befragten verneint. 32,3% (2001) bzw. 31,7% (2008) nutzten diese Methode fallbezogen, 23,7% (2001) bzw. 8,7% (2008) grundsätzlich. Keine Angaben machten 19 (2001) bzw. 10 (2008) Abteilungen. Die Abnahme der grundsätzlichen Versorgung mit PMMA ist mit  $p=0,006$  signifikant ( $X^2= 10,323$ ;  $df=2$ ).

## Versorgung mit PMMA

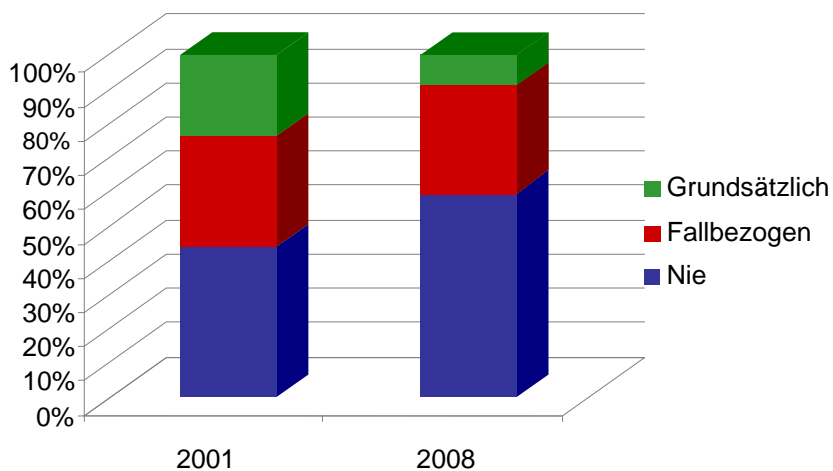


Abb. 10: Versorgung des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalls mittels PMMA

Im Jahr 2001 wurde nur die Versorgung mit Cage ohne Unterscheidung hinsichtlich einer möglichen Befüllung erfragt. Dieser wurde 2001 von 46,1% fallbezogen verwendet, 38,2% nutzten diesen grundsätzlich und 15,7% nie (Abb. 13). Keine Angaben machten 10 Abteilungen. 2008 benutzten grundsätzlich 48,5% einen Cage, fallbezogen 45,5% und nie 6,0%. Die Zunahme der grundsätzlichen Versorgung mit Cage ist mit  $p=0,034$  ( $X^2= 6,767$ ;  $df=2$ ) signifikant. Einen befüllten Cage verwendeten im Jahr 2008 grundsätzlich 13,6%, fallbezogen 35,6% und nie 50,8%. 18 Abteilungen machten keine Angaben. Dagegen wurde die Versorgungsart mit nicht befülltem Cage von 37,4% grundsätzlich benutzt, 45,8% fallbezogen und 16,8% nie. Keine Angaben machten hier fünf Abteilungen.

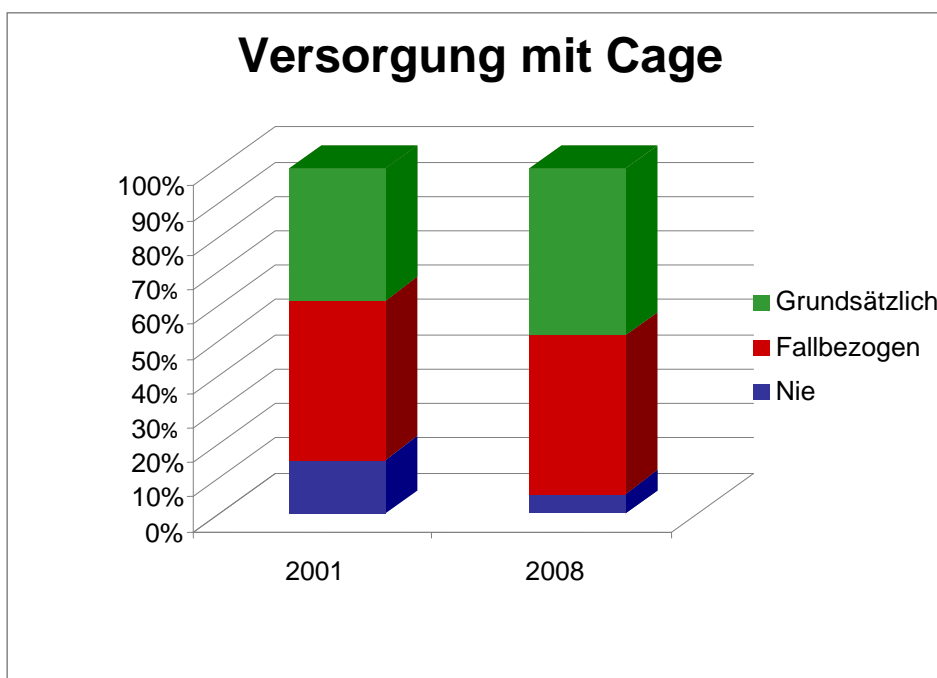


Abb. 11: Versorgung des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalls mittels Cage

Die zusätzliche Verplattung wurde von 73,7% (2001) bzw. 75,2% (2008) fallbezogen durchgeführt, 22,1% (2001) bzw. 22,5% (2008) verwendeten sie nie und 4,2% (2001) bzw. 2,3% (2008) grundsätzlich. Keine Angaben machten 17 (2001) bzw. 7 (2008) Abteilungen. Die Verteilungen sind recht ähnlich; es ergab sich (mit  $p=0,725$ ) keine Signifikanz.

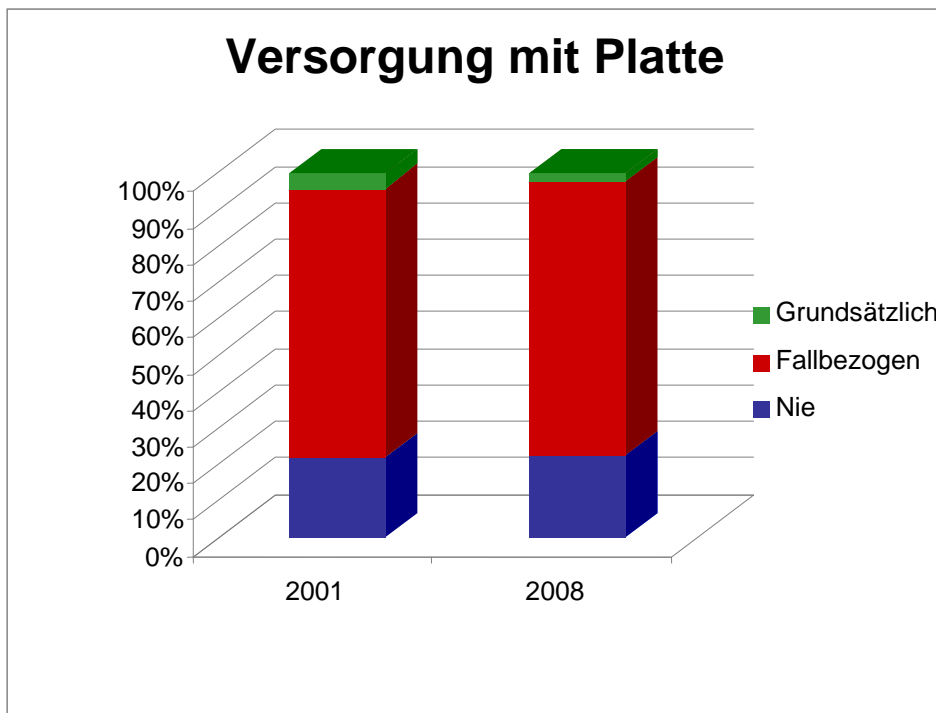


Abb. 12: Versorgung des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalles mit zusätzlicher Platte

Bei der Umfrage im Jahr 2008 bestand zusätzlich noch die Möglichkeit der Versorgung mit Prothese, diese wurde von 84,0% fallbezogen gewählt. Grundsätzlich implantierten Prothesen 3,1% der Befragten, nie 13,0%. Keine Angaben hierzu machten fünf Abteilungen. Die Daten zeigen, dass die „grundsätzliche“ Versorgung mit einer bestimmten Technik zugunsten fallbezogener Entscheidungen abgenommen hat: Während 2001 noch bei rund 80% der Patienten grundsätzlich verfahren wurde, waren es 2008 noch rund 63%.

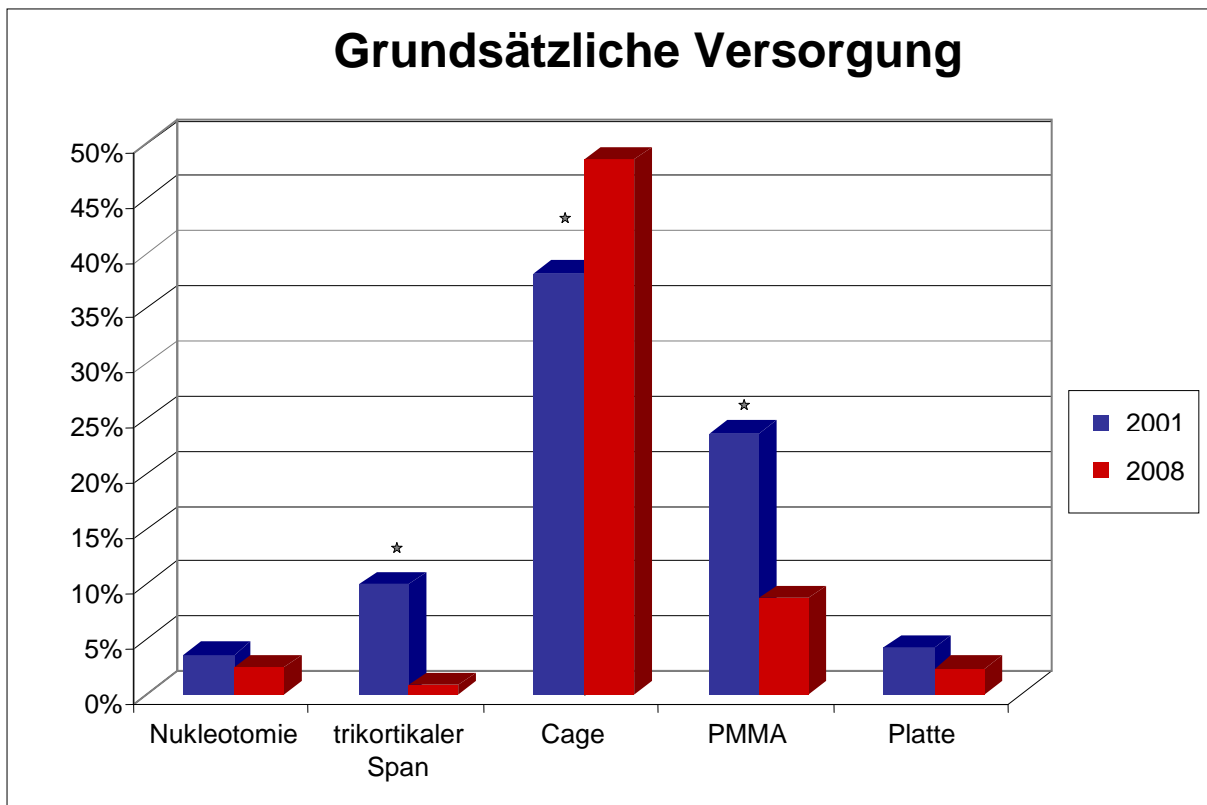


Abb. 13: Vergleich „grundsätzliche“ Versorgungstechniken des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalls in den Jahren 2001 und 2008.

\* $p < 0,05$ , Chi-Quadrat Test nach Pearson.

### 3.5.2 Wahl der Zugangsseite

Im Jahr 2001 wählten die meisten Neurochirurgen die Zugangsseite von rechts (77 dementsprechende Angaben, 68,8%). Demgegenüber standen 10 Kliniken bzw. Praxen (8,9%), welche den linksseitigen Zugang bevorzugten. 25 (22,3%) entschieden sich fallbezogen. Im Jahr 2008 wurde der rechtseitige Zugang von 107 Kollegen (80,5%) bevorzugt, nur 5 (3,8%) operierten von links. Die fallbezogene Auswahl der Zugangsseite wurde von 21 Kollegen (15,8%) vorgenommen, drei machten hierzu keine Angabe. Die Zunahme des rechtsseitigen Zugangs ist mit  $p = 0,076$  allerdings nicht signifikant ( $\chi^2 = 5,144$ ;  $df = 2$ ).

### 3.5.3 Versorgung in mikrochirurgischer Technik

Ein Operationsmikroskop wurde im Jahre 2001 von 104 (92,9%) der Befragten benutzt, 8 (7,1%) entschieden sich fallbezogen. Im Jahr 2008 wurde es von 131 (98,5%) neurochirurgischen Abteilungen grundsätzlich benutzt, nur 2 (1,5%) entschieden fallbezogen. Keine Angaben machten 3 Kliniken. Die Zunahme der

regelmäßigen Verwendung des Mikroskops war statistisch signifikant ( $p=0,047$ ;  $X^2=4,938$  bei  $df=1$ ).

#### **3.5.4 Drainagenanlage**

Die grundsätzliche Anlage einer Drainage im Bereich des Zugangs am Hals erfolgte im Jahr 2001 in 75 (68,2%) der Kliniken bzw. Praxen, 33 (30,0%) taten dies in Ausnahmefällen und 2 (1,8%) nie. Keine Angaben machten zwei Abteilungen. Im Jahr 2008 wurde eine Drainage am Hals von 74 Befragten (56,1%) grundsätzlich angelegt, fallbezogen von 50 (37,9%) und nie von 8 (6,1%). Keine Angaben machten vier Abteilungen.

Im Bereich des Beckenkamms legten 2001 grundsätzlich 59 (68,6%) eine Drainage ein, in Ausnahmefällen 22 (25,6%) und nie 5 Operateure (5,8%). Keine Angaben machten 26 Kollegen, wobei bei 15 Abteilungen diese Versorgungsart nicht angeboten wurde. 2008 wurde von 34 Klinken bzw. Praxen (51,5%) grundsätzlich am Beckenkamm eine Drainage angelegt, fallbezogen entschieden sich 27 (40,9%). Bei 41 entfiel diese Möglichkeit, da keine Beckenkammversorgung angeboten wurde. Keine Angaben machten 29.

Weder bei der Drainagenanlage am Hals ( $p=0,077$ ) noch am Beckenkamm ( $p=0,096$ ) ergaben sich beim Vergleich der Befragungszeitpunkte statistisch bedeutsame Unterschiede.

#### **3.5.5 Entfernung der Drainage**

Bei einer Absolutzahl von 104 im Jahr 2001 entfernten 81 Kliniken (77,9%) die Drainage im Bereich des operativen Zuganges am Hals am ersten postoperativen Tag, 23 (22,1%) am zweiten. Keine Angaben über den Zeitpunkt des Drainagezugs machten sechs Abteilungen, bei zwei Bögen entfiel die Angabe. Im Jahr 2008 entfernten bei einer Absolutzahl von 122 Beantwortungen die Drainage am ersten postoperativen Tag 108 Klinken (88,5%), 14 (11,5%) taten dies am zweiten Tag. Die Angabe entfiel bei 8 und 6 äußerten sich hierzu nicht.

Die 2008 häufigere Entfernung am ersten post OP-Tag ist mit  $p=0,046$  signifikant ( $X^2=4,642$ ;  $df=1$ ).

Im Jahr 2001 wurde die Drainage am Beckenkamm am ersten postoperativen OP-Tag in 44 Abteilungen (55,7%) gezogen, 35 (44,3%) gaben den zweiten postoperativen

OP-Tag an, die Absolutzahl der diesbezüglichen Beantwortungen lag bei 79. Bei 20 Bögen entfiel die Angabe. Keine Angaben über den Entfernungszeitpunkt machten 13. Im Jahr 2008 wurde die Drainage am Beckenkamm bei einer Absolutzahl von 61 Beantwortungen von 44 Kliniken (72,1%) am ersten und von 17 (27,9%) am zweiten postoperativen Tag entfernt. In 47 Bögen entfiel die Angabe, 28 Abteilungen äußerten sich nicht. Hier konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ( $p=0,054$ ;  $X^2=3,982$ ;  $df=1$ ).

### **3.6 Postoperative Nachsorge**

#### **3.6.1 Mobilisation**

Die Mobilisierung am OP Tag erfolgte im Jahre 2001 in 43 Kliniken (39,4%), im Jahr 2008 in 70 Kliniken (54,3%). Am ersten post OP Tag erfolgte diese in 59,6% (65 Kliniken) bzw. 45,7% (59 dementsprechende Angaben). Die Erstmobilisierung am zweiten post OP Tag wurde 2001 in einer Klinik angegeben (0,9%), im Jahre 2008 wurde keine dementsprechende Häufigkeit angegeben. Keine Angaben bezüglich einer Mobilisation machten drei bzw. sieben Abteilungen. Damit erfolgt die schon am OP-Tag erfolgende Mobilisierung im Jahr 2008 signifikant häufiger ( $p=0,047$ ;  $X^2=6,104$ ;  $df=2$ ) als 2001.

#### **3.6.2 Orthesenversorgung**

Im Jahr 2001 wurde der Zusammenhang zwischen Orthesenverordnung und Art der Versorgung erfragt. So verordneten bei alleiniger Nukleotomie der 29 Abteilungen, die diese Technik anwandten, 15 eine postoperative Orthese, 12 keine und zwei machten keine Angaben. Dabei verwandten 9 eine weiche und 2 eine harte Orthese, eine Kombination aus beidem wurde nicht verordnet. Keine Angaben machten vier Abteilungen.

Von den 76 Abteilungen, die einen trikortikalen Knochenspan implantierten, versorgten 48 ihre Patienten mit einer Orthese, davon 29 mit einer weichen, 9 mit einer harten, eine mit beiden, 9 machten keine Angaben. 9 verordneten keine Orthese, 19 machten keine Angaben.

Bei operativer Versorgung mittels Implantation von PMMA wurde von 21 die Orthesenverordnung bejaht, 14 mit weicher, drei mit harter Orthese, eine verwendete beide Arten, zwei machten keine Angabe. Bei insgesamt 52 Abteilungen, die mit dieser Technik versorgten, verneinten 29 die Frage nach einer Orthese und zwei machten keine Angaben.

Bei der Verwendung eines Cages, den 86 Abteilungen benutzten, erhielten bei 46 die Patienten eine Orthese, davon wurde von 32 eine weiche, von sieben eine harte und von zweien beides verordnet, fünf machten keine Angabe über die Art der Orthese. 36 verwendeten keine Orthese, vier machten keine Angabe.

Eine zusätzliche Verplattung wurde von 74 Abteilungen durchgeführt, hier verschrieben 40 eine Orthese, davon 22 eine weiche, acht eine harte und drei beide Arten, sieben machten keine Artangabe. 26 verordneten keine Orthese, acht machten keine Angaben.

Im Jahr 2008 wurde unabhängig von der Versorgungsart nach der Verordnung von Orthesen gefragt. Von 40 wurde diese Frage bejaht, 85 verneinten sie. Neun entschieden sich fallbezogen und zwei machten keine Angaben. Im Falle einer regelmäßigen oder auch fallbezogenen Verordnung wurde zusätzlich nach der Verordnung einer weichen oder harten Orthese unterschieden, hier zeigten sich Absolutzahlen von 42 weich und sieben hart.

Aufgrund der unterschiedlichen Befragungsarten konnte ein statistischer Test hier nicht erfolgen.

### **3.6.3 Zeitpunkt der ersten postoperativen Kontrolle (nur 2008)**

Bei der Beantwortung dieser offenen Frage, es wurde nicht nach klinisch oder radiologisch unterschieden, wurde 24mal keine Angabe gemacht, eine einzige Abteilung führte keine Kontrollen aus. Die übrigen Kliniken führten die Kontrollen zumeist am ersten postoperativen Tag oder in der sechsten postoperativen Woche durch.

### **3.6.4 Postoperative bildgebende Diagnostik (nur 2008)**

Bei Anfertigung von Röntgen-Nativaufnahmen wurde die HWS in 2 Ebenen grundsätzlich in 91,7% der Kliniken angefertigt, fallbezogen in 7,5%, nie in 0,8%. Keine Angaben machten drei Abteilungen. Im Falle von HWS-Funktionsaufnahmen wurde die grundsätzliche Anfertigung nur in 2,1% der Kliniken praktiziert, fallbezogen in 60,9% der Kliniken und nie in 37,0%. Keine Angaben machten 44.

Eine routinemäßige Durchführung einer Computertomographie ohne Myelographie veranlassten bei der ersten postoperativen Kontrolle grundsätzlich 4,9%, fallbezogen 54,9% und nie 40,2%. Keine Angaben machten 14. Dagegen wurde eine routinemäßige Computertomographie mit Myelographie von keinem durchgeführt, fallbezogen von 31,1% und nie von 68,9%. Keine Angaben machten 33.

Eine grundsätzliche Kernspintomographie veranlassten 0,8%, fallbezogen 55,6% und nie 43,7%. Keine Angaben machten zehn. Bei den Schnittbilduntersuchungen wurde von den meisten in freier Form hinzugefügt, dass diese Untersuchungen in Abhängigkeit von Restbeschwerden veranlasst wurden, andere Untersuchungen wurden nicht gewünscht.



## **4 Diskussion**

### **4.1 Material und Methodik**

Die Auswertung von Fragebögen ist sicherlich mit zahlreichen Unwägbarkeiten behaftet. Abgesehen von der Tatsache, dass nicht alle angeschriebenen Kliniken antworteten, kommt noch die zum Teil fehlerhafte bzw. unklare Beantwortung mancher Fragen hinzu. Die Rücklaufquote mit 69,1% im Jahre 2001 (Auswerterate 67,9%) und 66,5% im Jahr 2008 (auswertbar: 65,1%) kann allerdings als ausreichend für eine statistische Analyse angesehen werden. Als Hauptkritikpunkt für die vorliegende Erhebung ist jedoch zu diskutieren, dass die Fragebögen in Bezug auf manche Fragestellungen uneinheitlich und damit nicht immer vergleichbar waren. So waren bei der Erhebung im Jahr 2001 einige Fragen nicht differenziert genug gestellt, was zu Mehrfachnennungen führte, die im Nachhinein verarbeitet werden mussten. Da die Umfrage anonym war, konnten auch keine Rückfragen mehr durchgeführt werden.

Die Beantwortung der Versorgung mit Orthesen war nicht klar definiert und zu verwirrend, was zu einer Fülle von Daten geführt hat, die nicht verwertbar sind.

### **4.2 Präoperative Diagnostik**

Neben dem klinisch-neurologischen Befund, der einen Rückschluss auf das betroffene Wirbelsäulensegment zulässt, ist die apparative Diagnostik insbesondere bei einem operativen Vorgehen beim monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfall von Bedeutung. Die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der konventionellen Röntgenaufnahmen, Schnittbildverfahren und elektrophysiologischen Untersuchungsmöglichkeiten finden hier ihre Anwendung. Um Gefäßalterationen im Zugangsbereich ausschließen zu können, stehen dopplersonographische Untersuchungsmethoden zur Verfügung.

#### **4.2.1 Radiologische Diagnostik**

Im Rahmen unserer Evaluation zeigte sich, dass die Funktionsaufnahmen einen gleichen Anteil hinsichtlich der grundsätzlichen Nutzung mit 17,6% gegenüber 17,5% haben. Jedoch nimmt die grundsätzliche Nutzung von konventionellen Röntgenaufnahmen der HWS in 2 Ebenen (2001: 82,7%; 2008: 64,3%) und insbesondere die grundsätzliche Nutzung der Schrägaufnahmen (2001: 29,7%; 2008: 13,5%) signifikant ab. Dies beruht sicherlich mit auf der Tatsache, dass zwar durch die

konventionelle Röntgendiagnostik entsprechende Aussagen hinsichtlich Degeneration der Bandscheibe, foraminale Einengungen und Pathologien des Uncovertebralgelenkes getroffen werden können, jedoch sind diese nicht ausreichend, um eine klinische Entscheidung hinsichtlich des weiteren Vorgehens zu treffen (TAPIOVAARA 1952, FRIEDENBERG 1963). Aus der Arbeit von GORE 1986 ist außerdem bekannt, dass 70% der asymptomatischen Frauen und 95% der asymptomatischen Männer zwischen 60 und 65 Jahren degenerative Veränderungen in konventionellen Röntgenaufnahmen aufweisen.

Die zu bevorzugende Methode der Schnittbildverfahren wurde in der Literatur mehrfach diskutiert. Die ersten vergleichenden Studien (DANIELS 1984, MODIC 1986, LARSSON 1989) fanden eine enge Korrelation zwischen den Untersuchungsmethoden der MRT, CT und Myelographie. Später stellte sich heraus, dass die MRT Befunde eher mit dem intraoperativen Befund korrelierten als die Myelographie (NAKSTAD 1989) oder die CT (WILSON 1991), jedoch nur in der Zusammenschau mit gleichzeitig herangezogenen konventionellen Röntgenaufnahmen (WILSON 1991). Die MRT stellt nach Meinung der Radiologen die Untersuchungsmethode der Wahl bei der Diagnostik des zervikalen Wurzelreizsyndroms dar (MANELFE 1991, ROTH 2006). Eine wesentliche Rolle spielt hierbei auch, dass bei der MRT die gesamte HWS ohne ionisierende Strahlung (GARVEY 1991) und nicht invasiv untersucht werden kann, jedoch auf Kosten der schlechteren Differenzierung zwischen Osteophyten und weichem Bandscheibenmaterial. Dagegen ist bei der CT ionisierende Strahlung nötig und es kann im unteren HWS Bereich zu Artefaktüberlagerungen durch die Schultern kommen, insbesondere bei Patienten mit breiten Schultern und kurzem Hals (ILKKO 1996). Außerdem besteht bei der CT die Gefahr, dass bei nicht exakter neurologischer Höhenlokalisation durch die Schichtung der falschen Höhe der pathologische Befund nicht dargestellt wird (ROTH 2006). Bei der Myelographie handelt es sich um eine invasive Diagnostik mit der Injektion von Kontrastmittel in den intrathekalen Raum mit der potentiellen Gefahr von postpunktionellen Problemen, Infektionen, allergischen Reaktionen und endokrinologischen Problemen. In Kombination mit der CT kann sie jedoch besser zwischen intra- und extraduralen, sowie intramedullären Veränderungen unterscheiden. (GARVEY 1991) Bei der alleinigen zervikalen Myelographie kommt es zu einer effektiven Gesamtkörperdosis von ca. 0,5mSV, bei der CT-Myelographie vervierfacht sich diese auf 2mSV. Im Vergleich entspricht dies

einer äquivalenten Anzahl von ca. 25 bzw. 100 Thoraxaufnahmen. ROTH fordert, dass durch eine strenge Indikationsstellung versucht werden muss, eine Dosisreduktion zu erreichen.

ELLENBERG stellt 1994 in seiner Abhandlung hinsichtlich der Bildgebung bei der zervikalen Radikulopathie klar heraus: „ 1. MRT Befunde sind technisch spezifisch, hängen von der Qualität des Magneten und der Fachkenntnis des befundenden Radiologen ab. 2. Sollte die MRT nicht zur Verfügung stehen und die CT zur Bildgebung der Halswirbelsäule benutzt werden, erhöht Kontrastmittelgabe signifikant die Sensitivität der Identifikation des Diskusprolapses (RUSSELL 1984). 3. Wird die Diagnostik in Anbetracht einer zu erwartenden operativen Intervention durchgeführt, sollte der Operateur vor Anordnung einer entsprechenden Diagnostik hinzugezogen werden, denn er kommt unter Umständen mit einer anderen Technik der Bildgebung besser zurecht. 4. Jeder Praktizierende sollte sich um die Interpretation des Bildmaterials bemühen, da sie nur nützlich sind, wenn man sie mit der klinischen Symptomatik korrelieren kann (SIMON 1988).“

ROTH fand 2006, dass sich beim direkten Vergleich von postmyelographischem CT und T1 gewichtetem MRT das Ausmaß einer Bandscheibenprotrusion bzw. Prolaps entsprachen. In der T2 gewichteten Sequenz stellte er sich in den axialen und sagittalen Bildern noch deutlicher dar. Bei der Frage nach der Ursache einer zervikalen Radikulopathie sollte primär eine MRT Diagnostik veranlasst werden, denn durch methodische Verbesserungen und die zunehmende Verbreitung von Hochfeldgeräten ist die MRT der CT-Myelographie ebenbürtig oder sogar überlegen.

Jedoch bleibt bei kleinen Sequestern, knöchernen Veränderungen oder bei zuvor stattgehabter Fusion der Stellenwert der zervikalen Myelographie erhalten, da sie hier dem MRT überlegen ist.

Auch SONG (2009) sieht die MRT Diagnostik als das primäre Diagnostikum an, jedoch hat die CT-Myelographie bei nicht eindeutigen oder technisch suboptimalen MRT Ergebnissen ihre Berechtigung.

Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen unserer Erhebungen wider, denn die fallbezogene Diagnostik mit CT (68,0% gegenüber 77,8%), CT mit Myelographie (93,9% gegenüber 87,6%) oder die alleinige Myelographie (77,7% gegenüber 76,0%) blieb nahezu unverändert, jedoch wurde die grundsätzliche MRT Diagnostik 2001 von 60,7% und 2008 von 75,0% der Befragten gefordert. Dies ist mit einem  $p=0,019$

signifikant. Damit zeigt sich ein Trend zur primären MRT Untersuchung als Methode der Wahl.

In einer Erhebung über das perioperative Management von Patienten im Vereinigten Königreich von Großbritannien und Nordirland, die sich einer ventralen zervikalen Dekompression unterzogen, kamen ähnliche Ergebnisse zustande: konventionelle HWS Aufnahmen in 2 Ebenen werden von 65% und MRT der HWS von 92% der Befragten (n=118) grundsätzlich zur Diagnostik veranlasst (HARLAND1998).

#### **4.2.2 Elektrophysiologische Untersuchungen**

EMG und SSEP werden in beiden Evaluationen nahezu in gleicher Häufigkeit fallbezogen hinzugezogen (EMG 86,6% gegenüber 83,5%, SSEP 82,4% gegenüber 85,6%). Dies spiegelt sich auch in der Meinung von ELLENBERG und seinen Mitarbeitern wider, denn sie sehen das EMG als einen wichtigen Test, um das klinische Bild mit den erhobenen Befunden zu korrelieren und die Radikulopathie zu untermauern bzw. zwischen anderen neurologischen Erkrankungen zu differenzieren. Bei einem ausgeprägten motorischen Defizit sehen sie die SSEP als eine gute Möglichkeit der Unterscheidung zwischen einer Radikulopathie und einer eher distal gelegenen Ursache der Parese, da bei ersterer aufgrund der Wurzelläsion proximal des Ganglions der Hinterwurzel die SSEP unauffällig sind.

ALRAWI fand 2007 ein verbessertes Outcome bei Patienten, die vor der operativen Intervention mittels ventraler Fusion Veränderungen im EMG aufwiesen als bei denen ohne Veränderungen. Jedoch bleiben EMG und MRT komplementäre Untersuchungsmethoden bei der Diagnostik der zervikalen Radikulopathie (ASHKAN 2002).

#### **4.2.3 Dopplersonographische Untersuchungen**

Eine Arbeit von POLLARD aus dem Jahr 2002 zeigte, dass der Effekt der Retraktion bei der ventralen zervikalen Operation mit Reduktion des Blutflusses in der A. carotis communis und Verringerung des Gefäßdurchmessers am häufigsten bei jüngeren Patienten zu finden ist. Es kam beim Einsetzen der Sperrer während der Operation zu einer initialen Verringerung des Durchmessers um 14%, der sich bis zum Ende der Operation bis auf 67% weiter reduzierte, was einer arteriosklerotisch bedingten Stenose zwischen 30 und 80 % entspricht. Er empfiehlt aus diesem Grund die Retraktion der Arterien so gering als nötig zu halten.

Für die individuelle Nutzen-Risiko-Abwägung insbesondere bei älter werdenden Patientenpopulationen ist die Kenntnis einer relevanten Stenose der extrakraniellen A. carotis durchaus von Bedeutung. Denn auch asymptomatische Stenosen können mehr als 80 % betragen und nach mittelgroßen nicht mit dem Gefäßsystem im Zusammenhang stehenden Eingriffen zu neurologischen Störungen bis zum kompletten Schlaganfall führen (KRAPPEL 2002).

Ein prädiktiver Wert hinsichtlich präoperativer dopplersonographischer Untersuchungen lässt sich nicht ableiten. Dies spiegelt sich auch in unseren Ergebnissen wider, denn 2001 ordneten fallbezogen noch 42,3% diese an, was sich im Jahr 2008 auf 29,0% reduzierte.

### **4.3 Operatives Vorgehen**

#### **4.3.1 Operationstechnik**

Die operative Behandlung eines zervikalen Bandscheibenvorfalles mit dem Ziel der Dekompression aller neuraler Strukturen kann durch einen ventralen, dorsalen oder auch kombinierten Zugang erfolgen. Nach wie vor ist der Zugang von ventral seit der Renaissance in den späten 50er Jahren durch Smith-Robinson (ROBINSON 1955) sowie Cloward (CLOWARD 1958) der häufiger gewählte und allgemein akzeptierte. Der dorsale Zugang, der vor dieser Zeit den Standardzugang darstellte, bleibt heute eher speziellen Indikationen im Sinne lateraler/foraminaler Bandscheibenvorfälle vorbehalten.

Kontroverse Diskussionen werden seit über 40 Jahren darüber geführt, ob nach einer ventralen Dekompression, sprich Ausräumung des Bandscheibenfachs, eine Fusion vorgenommen werden soll, wie primär von Robinson-Smith und Cloward durch Einsetzen eines autologen Beckenkammspanns beschrieben, oder die alleinige Nukleotomie ausreichend ist. Außerdem besteht Uneinigkeit bezüglich der zusätzlichen Verplattung.

##### **4.3.1.1 Ventrale zervikale Diskektomie mit oder ohne Interponat**

HIRSCH stellte 1960 erstmals die Methode der alleinigen Nukleotomie ohne Fusion vor. Er hatte sich von einer Fusion mit Knochenmaterial abgewandt, da „die Genesungszeit länger sein muss, wenn zunächst eine knöcherne Heilung erfolgen

soll, bevor der Patient zu Aktivität zurückkehren kann“. Im Jahr 1964 (HIRSCH 1964) veröffentlichte er seine ersten Ergebnisse mit 45 operierten Patienten, von denen 35 mit einem Follow-up zwischen einem und vier Jahren nachuntersucht wurden. Hier zeigte sich bei 29 Patienten (83%) eine komplette bzw. gute Schmerzfreiheit. Er schlussfolgerte, dass eine Fusion nicht die entscheidende Bedeutung für gute Ergebnisse darstellt.

Die erste prospektive randomisierte Arbeit, Vergleich von alleiniger Nukleotomie und Nukleotomie mit anschließender Fusion mit einem Knochendübel, wurde 1976 von MARTINS durchgeführt. Bei 51 Patienten (26 ohne Fusion, 25 mit Fusion) zeigte sich im klinischen Ergebnis kein signifikanter Unterschied.

Auch LUNSFORD fand 1980 anhand eines großen Patientengutes (253 Fälle), wenn auch retrospektiv ausgewertet, dass es keinen statistisch signifikanten Unterschied der Operationsergebnisse zwischen den beiden Methoden gibt, auch wenn sich bezüglich der erhaltenen zervikalen Lordose ein signifikanter Unterschied zugunsten der fusionierten Patienten zeigte. In seiner Schlussfolgerung sah er beide Verfahren als austauschbar an, selber bevorzugte er jedoch die zusätzliche Fusion bei Patienten mit fortgeschrittener Spondylose und die alleinige Nukleotomie bei weichen Bandscheibenvorfällen.

Befürworter (HIRSCH 1960 und 1964, BENINI 1982, ROSENØRN 1983, BERTALANFFY 1989, LAUS 1992, POINTILLART 1995, PLÖTZ 1996, MAURICE-WILLIAMS 1996, SONNTAG 1996, LAING 2001, JHO 2003) der alleinigen Nukleotomie ohne Fusion bei weichem zervikalem Bandscheibenvorfall führen als einen der Hauptgründe an, dass es dadurch zu keinen im Zusammenhang mit dem Interponat zu sehenden Komplikationen kommen kann, wie im Bereich der Entnahmestelle am Beckenkamm (COCKIN 1971, YOUNGER 1989, KREIBICH 1994, RAWLINSON 1994, SAVOLAINEN 1994, BANWART 1995, SONNTAG 1996, SAWIN 1998, HEARY 2002, SILBER 2003, PITZEN 2004), Pseudarthrosenbildung (LINDSEY 1987) oder Dislokation bzw. Infektion des eingebrachten Materials.

Weitere Gründe für eine alleinige Nukleotomie sind ein verkürzte Operationszeit, eine geringere Hospitalisationszeit, geringerer Medikamentbedarf, bezogen auf eine

Entnahme von Beckenkamm als Interponat, und damit weniger durch die Medikation induzierte Komplikationen. Dies wurde von DOWD 1999 in einer prospektiv randomisierten Studie mit insgesamt 84 Patienten, die entweder eine alleinige Nukleotomie oder eine Nukleotomie mit anschließender Fusion mit autologem Beckenkammspan erhielten, als signifikant gefunden.

ROSENØRN (1983) befürwortet die alleinige Nukleotomie vor allem bei Frauen, da in seiner prospektiven Untersuchung ein signifikanter Unterschied bezüglich der längeren Krankheitsdauer bei Frauen mit zusätzlicher Fusion gegenüber Männern herauskam, ebenso die erneute Arbeitsfähigkeit. Insgesamt zeigt sich auch ein besseres Outcome nach 3 und 12 Monaten in der Gruppe der alleinigen Nukleotomie.

In einer prospektiv randomisierten Studie von SAVOLAINEN 1998, in der drei Gruppen (alleinige Diskektomie, Diskektomie und Fusion nach Smith-Robinson, Diskektomie, Fusion und Osteosynthese nach Caspar) miteinander verglichen wurden, schlussfolgerte der Autor, da sich bei allen drei Gruppen gleiche Ergebnisse zeigten, aber zwei der Techniken mit einem erheblichen einschränkenden Schmerz im Bereich der Beckenkammmentnahmestelle und komplexerer Technik einhergehen, die einfachste, mikrochirurgische Diskektomie mit der möglichst größten Schonung anatomischer Strukturen, die empfehlenswerte sei.

SONNTAG und KLARA führten 1996 eine Kontroverse über die Notwendigkeit einer Fusion nach ventraler zervikaler Diskektomie. SONNTAG sah ebenfalls die signifikant verkürzte Operationszeit, den verringerten Blutverlust, die verkürzte Hospitalisationszeit und die geringeren Komplikationen als Vorteil der alleinigen Nukleotomie an. Er betonte jedoch die korrekte Indikation, insbesondere dass präoperativ kein Hinweis für eine Instabilität gegeben sein darf.

Als ein Gegenargument, das auch die Befürworter einer Fusion anbringen, stellte SONNTAG fest, dass ein verlängerter postoperativer Nacken- und Interscapularschmerz bei einer alleinigen Diskektomie ohne Fusion häufiger vorhanden ist. GROTE (1991) und PROBST (1989) sehen diesbezüglich ebenfalls den Vorteil durch die Fusion. In Langzeitergebnissen ist dies jedoch statistisch nicht signifikant (WATTERS 1994).

KLARA argumentierte gegenüber SONNTAG, dass durch ein Interponat die Höhe des Zwischenwirbelraumes wiederhergestellt und erhalten wird, was zu einer Vergrößerung der Foramina intervertebralia führt. Außerdem wird die zervikale Lordose bewahrt. Die Frage bleibt jedoch offen, ob dies für das klinische Ergebnis von Relevanz ist.

MURPHY 1994 stellte in seiner Untersuchung, in der er die Foramengröße prä- und postoperativ bei Patienten mit und ohne Fusion berechnete, keinen signifikanten Unterschied fest. Keine klinische Relevanz ergab sich durch die Zunahme der Foramengröße, computertomographisch berechnet und vermessen, unabhängig von der Höhe des eingebrachten Interponates bei fusionierten Segmenten, was ALBERT 1997 in seiner Untersuchung zeigte.

SAVOLAINEN 1998 und XIE 2007 hatten in ihren Arbeiten eine vermehrte Kyphosierung im operierten Segment bei der alleinigen Nukleotomie festgestellt, jedoch hinsichtlich der klinischen Ergebnisse keine Unterschiede feststellen können.

Bei nicht fusionierten Patienten ist der knöcherne Durchbau des operierten Segmentes langwieriger und die Fusionsrate deutlich geringer. In seiner Arbeit fand 1999 eine Fusionsrate von 64% bei alleiniger Diskektomie gegenüber 94% in der Gruppe mit Interponat. Auch DOWD und WIRTH hatten bei ihrer Untersuchung im gleichen Jahr eine ähnliche Rate mit 70% in der ACD-Gruppe gegenüber 97% in der ACDF-Gruppe.

Trotz der nicht evidenten Datenlage hinsichtlich einer Überlegenheit der Fusion nach Dekompression gegenüber der alleinigen Diskektomie (ABD-ALRAHMAN 1999, BÄRLOCHER 2002, DOWD 1999, MARTINS 1976, ROSENORN 1983, SAVOLAINEN 1998, van den BENT 1996), ist ein Trend zur Fusion zu verzeichnen (DREW 2002, ZEIDMAN 1997, HARLAND 1998, PICKETT 2004, COWAN 2006, IRWIN 2006)

#### **4.3.1.2 Wahl des Interponates**

Die klassischen Fusionstechniken nach SMITH-ROBINSON bzw. CLOWARD sind über die Jahre in vielfältiger Art und Weise modifiziert worden. Der von ihnen verwendete autologe Knochen wurde durch andere Interponate gefertigt aus



allogenen Material, PMMA (Polymethylmethacrylat), Hydroxylapatit-Keramiken, metallische Implantate (Titan) oder auch Kunststoffe (Carbon bzw. Poly-Ether-Ether-Keton (PEEK)) zunehmend ersetzt, da neben der Gefahr des Dübelbruchs auch Probleme im Bereich der Transplantatentnahmestelle am Beckenkamm zur Suche nach alternativen Verfahren geführt haben (MAJD 1999)

Bei der Gewinnung eines trikortikalen Spans am Beckenkamm kann es zu Komplikationen wie Hämatome, Infektion des Gewebes an der Entnahmestelle, Meralgia parästhetica (Irritation des N. cutaneus femoris lateralis), Schmerz im Bereich der Entnahmestelle, kosmetische Deformitäten, Frakturen, Hernien, peritoneale Verletzungen bis zu arterio-venösen Fisteln und Ureterverletzungen kommen, wobei die zuletzt genannten als selten einzuordnen sind (COCKIN 1971, BARBER 1978, KURZ 1989, SCHNEE 1997, KIM 1998, HACKER 2000).

Die Methoden zur Entnahme des Spans sind vielfältig, wobei unter Berücksichtigung der Komplikationen nicht alle zu empfehlen sind (KURZ 1989). In retrospektiven Studien wird die Rate der geringfügigen Komplikationen zwischen 2,4% (SCHULHOFER 1997) und 27,3 % (YOUNGER 1989) angegeben, der der schweren zwischen 0% (SCHULHOFER 1997) und 18,2% (YOUNGER 1989). Chronische Schmerzen im Bereich der Entnahmestelle, d.h. Schmerzen länger als 3 Monate, schwanken zwischen 0-4% und 6-36% (SCHNEE 1997).

PITZEN veranlasste 2004 aufgrund der bis dato nur retrospektiven Studienlage eine prospektive klinische und radiologische Evaluierung von Beschwerden und Befunden an der Entnahmestelle des autologen Knochenspans am Beckenkamm. Es stellte sich heraus, dass in Zusammenschau von Anamnese, klinischer Untersuchung und bildgebenden Verfahren das Auftreten von leichten und insbesondere frühen postoperativen Komplikationen am Beckenkamm hoch ist, jedoch die Mehrzahl der Patienten nach 3 Monaten komplett schmerzfrei und insgesamt zufrieden sind. Schlussfolgernd resümieren die Autoren, dass alternative Techniken ohne Entnahme von autologem Knochenmaterial die Komplikationen verhindern und das frühe postoperative Ergebnis positiv beeinflussen würden.

Um diese mit der Spanentnahme assoziierten Komplikationen zu vermeiden, greifen viele Operateure auf die bereits oben beschriebenen Alternativen zurück.

Eine Möglichkeit ist die Verwendung von allogenen Material (ZDEBLICK 1991, YOUNG 1993, SAVOLAINEN 1994, BISHOP 1996, LÓPEZ-OLIVA Muñoz 1998, FLOYD 2000, LÖFGREN 2000), eine Alternative, die bereits von CLOWARD 1958 erfolgreich verwendet wurde. Es wurde eines der meist verwendeten Materialien in den USA als Interponat für die Fusion (FEIZ-ERFAN 2005). Zwar zeigten einige Arbeiten eine höhere Fusionsrate von Autograft (SAVOLAINEN 1994, AN 1995, BISHOP 1996) gegenüber Allograft und ein geringeres Risiko des Interponatkollaps mit damit verbundener vermehrter Kyphosierung (LÓPEZ-OLIVA Muñoz 1998, FLOYD 2000), im klinischen Ergebnis zeigte sich jedoch kein Unterschied (SAVOLAINEN 1994, FLOYD 2000). Das Risiko übertragbarer Krankheiten wie HIV ist zwar gering (KORINTH 2008), jedoch sind die dafür benötigten sehr strengen Qualitätskontrollen auch sehr kostenintensiv. Aus diesen Gründen wird Allograft eher geringer verwendet (ZEVGARIDIS 2002).

Industriell hergestellte Cages aus den verschiedensten Materialien finden in den letzten Jahren zunehmende Verwendung sowohl lumbal als auch zervikal als Bandscheibenersatz. Diese sind nicht nur unterschiedlich hinsichtlich des verwendeten Materials (Titan, PEEK, Carbon, BAK, Bioresorbierbar, Keramiken), sondern auch im Design. FÜRDERER zeigte in seiner Arbeit aus dem Jahr 2002, dass kubische bzw. kubisch-zylindrische Cages eine geringere Sinterungstendenz aufweisen, jedoch die Abhängigkeit von der Vorfrästiefe bei der Präparation wesentlich relevanter für die Sinterungsgefahr ist. In seiner biomechanischen Vergleichsstudie zeigte WILKE 2002 auf, dass Cages ebenso stabilisierend sind wie Knochenzement, zwar bei erhöhter Sinterungsgefahr, dass jedoch aufgrund der erhöhten Fusionsfläche die Chance, eine knöcherne Fusion zu erzielen bei den Cages gesteigert ist. Einige Autoren haben die klassische Methode der Fusion mittels Knochenspan im Vergleich zu Cages untersucht (HACKER 2000, HACKER et al. 2000, VAVRUCH 2002, ZEVGARIDIS 2002, THOMÉ 2006). Cages bieten nach Ansicht der Autoren viele Vorteile. Zum einen kann die Komorbidität durch die Entnahme von Beckenkamm vermieden werden, zum anderen erfüllen Cages trotzdem die wichtigsten, wenn vielleicht auch theoretischen Anforderungen, die an ein

Interponat gestellt werden (MATGE 1998, THOMÈ 2006). Cages sorgen für eine sofortige Stabilisierung, erhalten die Bandscheibenhöhe bis eine solide Fusion erreicht ist und bewirken eine Wiederherstellung der zervikalen physiologischen Lordose (AGRILLO 2002, THOMÈ 2006). Durch die Erhaltung der Foramenhöhe postoperativ nach einem Jahr (BARTELS 2001) wird auch mit der mit einer deutlichen Schmerzreduktion in Zusammenhang gebracht (BROOKE 1997, AGRILLO 2002). BÄRLOCHER fand in seiner vergleichenden Studie 2002 ein signifikant besseres Outcome bei der Versorgung mit einem Titan Cage gegenüber alleiniger Nukleotomie oder Beckenkammspan. Interessanterweise ergab sich jedoch kein besseres Ergebnis von Beckenkammspan im Vergleich zu alleiniger Nukleotomie, PMMA zeigte vergleichbare Ergebnisse zu der Versorgung mit Titan Cage. Sollte jedoch eine Revisionsoperation notwendig sein, kann die solide Inkorporation des Cages in die angrenzenden Wirbelkörper, was für eine sichere Stabilität gefordert wird, sich nachteilig auswirken. Eine partielle Korporektomie lässt sich nicht immer vermeiden (ZEVGARIDIS 2002). Man darf jedoch die durch den Cage erhöhten Kosten nicht ganz außer acht lassen und muss sie gegen die Komorbidität an der Entnahmestelle am Beckenkamm und die verlängerte Operationszeit abwägen (THOMÈ 2006).

In einer Vergleichsstudie von BHADRA aus dem Jahr 2009 wurden vier verschiedene Techniken (I Platte und Beckenkammspan, II Platte, Cage und Knochenersatz, III Cage, IV Bandscheibenprothese) hinsichtlich Kosten und Outcome miteinander verglichen. In allen vier Gruppen ergab sich ein zufriedenstellendes Ergebnis hinsichtlich klinischem und radiologischem Befund. Am kostengünstigsten stellte sich die Gruppe III mit alleinigem Cage dar, gefolgt von vergleichbaren Kosten in der Gruppe II und IV, am teuersten stellte sich die Versorgung mit Beckenkammspan und Platte heraus.

Bei Verwendung eines Cages stellt sich die Frage, ob dieser befüllt werden soll, kann oder muss. Bei Verwendung von Spongiosa aus dem Beckenkamm kommt das Komorbiditätsrisiko hinzu. AGRILLO hat 2002 vielversprechende Ergebnisse nach Verwendung von korallinem Hydroxylapatit mit guter Inkorporationsrate und keinen signifikanten Komplikationen beschrieben. In einer retrospektiven Erhebung von PAYER 2003 sieht dieser die Implantation eines leeren Carbonfasercages als eine sichere und technisch durchführbare Prozedur mit exzellentem klinischem und radiologischem Ergebnis an. Auch PAPAVERO hatte 2002 gute Ergebnisse mit der

Implantation eines Titan Cages befüllt mit einer Komposition aus Hydroxylapatit getränkt mit aspirierter Knochenmatrix aus dem Wirbelkörper.

Es bleibt jedoch die Frage ungeklärt, was notwendig ist.

#### **4.3.1.3 Fusion mit Verplattung**

Einige Autoren empfehlen zur Erreichung einer besseren Stabilität die zusätzliche Verwendung eines anterioren Plattensystems (CASPAR 1998, PITZEN 1999, KAISER 2002, SCHLOSSER 2006). Hierdurch soll eine erhöhte Fusionsrate erreicht werden, sowie die Sinterung des Interponats in die angrenzenden Wirbelkörper (GERCEK 2003) und eine kyphotische Deformität vermieden werden (SAVOLAINEN 1998, TYE 2002, KORINTH 2008). Zusätzlich kann die Zeit der Immobilisation reduziert und das Risiko der Dislokation des Interponates minimiert werden. In der Zwischenzeit sind auch Implantate mit integrierter Platte auf dem Markt, die die gleichen Vorteile bieten ohne Unterschied zur Versorgung mit Cage und zusätzlichem Plattensystem (SCHOLZ 2009). Weder XIE 2007 noch YUE 2005 konnten ebenso wie GROB bereits 2001 keine besseren Ergebnisse hinsichtlich des klinischen Aspektes in ihren Arbeiten im Vergleich zur nicht Stabilisierung finden. Auch hier darf der Kostenfaktor bei Verwendung einer Platte nicht außer Acht gelassen werden, ebenso wie die zusätzlichen Risiken von Komplikationen wie Bruch, Dislokation der Schrauben oder Perforation benachbarter Strukturen (VACCARO 1997).

#### **4.3.1.4 Bandscheibenprothese**

Nach einer ventralen Fusion wird von vermehrter segmentaler Mobilität und intradiskalem Druck in den angrenzenden Segmenten in Kadaver (ECK 2002, SCHWAB 2006) und klinischen Studie berichtet (ISHIHARA 2004, ROBERTSON 2005), was zu vermehrter Degeneration führen kann. HILIBRAND vertrat bereits 1999 die Meinung, dass innerhalb 10 Jahren bereits ein Viertel aller zervikal fusionierten Patienten ein Problem der vermehrten Degeneration haben werden. ISHIHARA fand dies bei 19% seiner 112 Patienten im 2-Jahres follow-up nach OP. Was HILIBRAND bereits 2004 postulierte, dass eine Inzidenz der Degeneration im benachbarten Segment nach Arthrodese sich erhöht, haben die Studien von RAO 2005 und KOLSTAD 2007 untermauert.

Auf dieser Grundlage kam es zur Entwicklung der Bandscheibenprothesen. Nach Dekompression der neuralen Strukturen wird durch die Implantation der Prothese die physiologische Beweglichkeit des operierten Segmentes erhalten (KORINTH 2008). Hierdurch soll die Anschlussdegeneration vermieden bzw. reduziert werden (FEIZ-ERFAN 2005).

In verschiedenen Studien werden die Erfahrungen hinsichtlich Outcome und Komplikationen mit verschiedenen Arten von Bandscheibenprothesen untersucht (GOFFIN 2002, WIGFIELD 2002, BERTAGNOLI 2005), die Ergebnisse scheinen insgesamt sehr vielversprechend zu sein. Jedoch wird eine endgültige Beurteilung erst nach Vorliegen von Langzeitergebnissen möglich sein.

#### **4.3.1.5 Vergleich mit den vorliegenden Ergebnissen**

Wie auch in der Literatur zu finden, wird die alleinige Nukleotomie über die Jahre zwar von einem nahezu gleich bleibenden geringen Anteil von Chirurgen angewandt, in unserer Evaluation grundsätzlich von 3,6% bzw. 2,4 %, jedoch nimmt der Anteil derer, die diese Versorgungsart nie wählen von 65,1 % auf 79,7 % deutlich zu. Eine Signifikanz lässt sich jedoch nicht ableiten.

Die Benutzung eines trikortikalen Spans aus dem Beckenkamm als Interponat wird nach unserer Erhebung ebenfalls deutlich geringer. Im Jahr 2008 wird er von 39,5% nie mehr eingesetzt. Dies ist sicherlich zum einen im Zusammenhang mit der Komorbidität an der Spanentnahmestelle und gleichzeitige Entwicklung von industriell hergestellten Interponaten, die zusätzlich die Operationszeit verkürzen, zu sehen. In unseren Ergebnissen spiegelt sich dies durch eine deutliche Signifikanz wider.

Einen deutlichen Zuwachs hat in unserer Evaluation die grundsätzliche Versorgung mit Cage mit 38,2% 2001 und 48,5% 2008 erfahren. Auch diese Entwicklung ist mit  $p=0,034$  signifikant. Hier wird vermutlich der verkürzten Operationszeit und primären Stabilität Rechnung getragen.

Eine signifikante Abnahme zeigt sich in der grundsätzlichen Verwendung von PMMA von 23,7% auf 8,7%. Die Gründe hierfür liegen unter Umständen an der nicht möglichen internationalen Vergleichbarkeit und der doch nach wie vor fraglichen Kanzerogenität.

Bei der fallbezogenen Versorgung mit zusätzlicher Plattenosteosynthese findet sich 2001 mit 73,7% und 2008 mit 75,2% kein Unterschied.

Betrachtet man nun diese Ergebnisse, verhalten sie sich zwar tendenziell hin zur Versorgung mit Cage, jedoch sind alle anderen Variationen nach wie vor vorhanden.

In einer systematischen Literaturrecherche kam van LIMBEEK 2000 zu dem Ergebnis, dass kein „Goldstandard“ bei der Versorgung degenerativer Bandscheibenerkrankungen an der Halswirbelsäule zu identifizieren ist. Im Jahr 2009 konnte keine Evidenz von RYKEN für die routinemäßige Verwendung eines Interponates zur zervikalen Fusion gefunden werden. Viele Strategien zur interkorporellen Fusion waren erfolgreich mit einer Class II Evidenz bezüglich Autograft, Allograft und Titan-Cage. Inwieweit die Verwendung von Bandscheibenprothesen zunehmend an Bedeutung gewinnt, bleibt abzuwarten. Immerhin wurde diese Versorgungsart im Jahr 2008 von 84,0% fallbezogen und von 3,1% grundsätzlich angewandt.

Die Frage nach der „richtigen“ Versorgungsart ist nach über 50 Jahren nach wie vor nicht beantwortet.

#### **4.3.2 Wahl der Zugangsseite**

Bei jedem Eingriff von ventral zur Versorgung eines zervikalen Bandscheibenvorfalles stellt sich für den Chirurgen die Frage nach der Zugangsseite. Sicherlich wird diese Frage in einigen Fällen allein durch vorhandene Gegebenheiten wie bereits voroperierter Patient oder vorbestehende einseitige Parese des N. laryngeus recurrens geklärt sein, jedoch in allen anderen Fällen bleibt die Wahl für einen rechts- oder linksseitigen Zugang. In beiden Jahren der Evaluation wird grundsätzlich ein rechtsseitiger Zugang bevorzugt (68,8% und 80,5%). Der Grund hierfür ist vermutlich in der naturgemäß gehäuft vorliegenden Rechtshändigkeit der Neurochirurgen zu suchen, denn hierdurch werden die Präparation und damit der gesamte Operationsablauf bei einem rechtsseitigen Zugang einfacher. Es gibt jedoch keine eindeutigen Empfehlungen aus den aktuellen Studien hinsichtlich einer zu wählenden Zugangsseite.

Einige Studien sehen eine Prädisposition zum Auftreten einer Parese des N. laryngeus recurrens bei einem rechtsseitigen Zugang aufgrund des kürzeren und

mehr kreuzenden Verlaufs des Nervens (NETTERVILLE 1996, MORPETH 2000). Der linksseitige Zugang wurde auch von SMITH und ROBINSON aufgrund dieser anatomischen Gegebenheiten empfohlen. Jedoch widerlegt BEUTLER 2001 in seiner Arbeit die Annahme, dass es zu einem erhöhten Auftreten einer Parese des N. laryngeus recurrens durch einen rechtsseitigen Zugang kommen würde, denn er fand keine Korrelation zwischen Zugangsseite und Auftreten einer Parese.

FOUNTAS 2007 sieht einen Grund für eine geringe Rate an Paresen des N. laryngeus recurrens trotz bevorzugtem rechtsseitigen Zugangs in seiner Arbeit hinsichtlich der Komplikationen bei einem ventralen Halswirbelsäuleneingriff in der vorsichtigen und periodisch nachlassenden von Hand gehaltenen Retraktoren. Diese Vermutung wird unterstützt durch die Arbeiten von BULGER 1985, der den endotrachealen Tubus als mögliche Ursache einer postoperativen Parese ansah. Auch APFELBAUM zeigte in seiner Arbeit aus dem Jahr 2000, dass den endotrachealen Cuffdruck als Ursache für das Auftreten einer Parese ansieht, dass dies signifikant vermindert werden konnte, wenn intraoperativ der endotracheale Cuffdruck nach Setzen der Retraktoren reduziert wird.

#### **4.3.3 Versorgung in mikrochirurgischer Technik**

In beiden Jahren der Umfrage wurde zwar von über 90% der Neurochirurgen ein Operationsmikroskop benutzt, jedoch entschieden sich 2001 7,1 % und 2008 1,5 % fallbezogen. Gründe für eine nicht grundsätzlich 100%-ige Nutzung sind nicht nachvollziehbar, denn durch die Benutzung eines Mikroskops ergeben sich offensichtliche Vorteile: bessere Vergrößerung, erweiterte stereoskopische Sicht auf kleinem Feld, bessere Darstellung der anatomischen Strukturen und erhöhte Sicherheit. Das fokussierende Licht ist nützlich, eine ausreichende Dekompression der Nervenwurzeln und des Rückenmarks zu erreichen. Zum anderen ist es für die Ausbildung junger Neurochirurgen im Rahmen einer operativen Versorgung ein nützliches Arbeitsgerät. (SACHDEV 1994).

#### **4.4 Postoperative Nachsorge**

##### **4.4.1 Versorgung mit Orthesen**

Die postoperative Verordnung einer Orthese unabhängig von der gewählten Technik erfolgt nach unserer Umfrage im Jahr 2001 bei durchschnittlich 50,0% der

Neurochirurgen. Hiervon bevorzugen 2/3 eine weiche und 1/3 eine harte Halskrawatte  
Im Jahr 2008 wurde eine Zervikalstütze nur noch von 29,9% bejaht.

Geht man davon aus, dass eine Halskrawatte eine Ruhigstellung im operierten Segment bewirken soll, muss zunächst dies dargelegt werden. Hierüber findet man in der Literatur nur sehr wenig. In einer Vergleichsstudie von fünf verschiedenen zervikalen Orthesen und der Haloweste aus dem Jahr 1977 (JOHNSON 1977) werden diese auf die Einschränkung der Beweglichkeit in Flexion/Extension, Rotation und Seitneigung der Halswirbelsäule in Bezug auf jedes einzelne Intervertebralgelenk anhand von Röntgenaufnahmen und Überkopfaufnahmen in Extremstellung untersucht. Es zeigte sich, dass die weiche Halskrawatte die größte Bewegungsfreiheit in Bezug auf die Ausrichtung Occiput - Erster Brustwirbel in alle Richtungen ermöglichte, so dass von einer Einschränkung kaum gesprochen werden kann. Im Mittel wurden in Flexion/Extension 74%, Rotation 83% und Seitneigung 92% der normalen 100% Bewegungsfreiheit gemessen. Die Autoren sehen den Effekt einer weichen Halskrawatte darin, dass sie eine geringe Unterstützung verschaffen und den Patienten daran erinnern, den Nacken ruhig zu halten. Selbst eine Haloweste stellt nicht absolut ruhig, reduziert aber die Bewegungsfreiheit auf ein Minimum. Ein Review dieser Gruppe aus dem Jahre 1978 (HART) kommt auch in Hinblick auf die bis dato veröffentlichte Literatur zu keinem anderen Ergebnis, stellt nur die Vorteile der einzelnen Orthesen und die damit verbundene mögliche Indikation nochmals vor. Auch die Arbeit von SANDLER 1996, in der ebenfalls fünf Zervikalstützen durch aktive und passive Bewegungsmessungen mit einem speziellen Bewegungsanalysegerät gemessen wurden, erbrachte, dass keine der Stützen eine Einschränkung weniger als 19° in Flexion-Extension, 46° in Rotation und 45° in Seitneigung ermöglicht. In ihren Schlussfolgerungen appellieren sie an die gründliche Indikationsstellung in Hinblick auf Nutzen und Komfort für den Patienten, nicht zu vergessen die Kosten der jeweiligen Orthese.

KREISLER 2000 warnt aufgrund eines Case-Reports nach ventraler Diskektomie mit Fusion und postoperativer Versorgung mit einer harten Zervikalstütze vor lebensbedrohlichen Komplikationen durch Atemwegsverlegungen aufgrund einer Gewebeswellung bei zu enger Anpassung. Weiter können harte Zervikalstützen den Liquordruck erhöhen (RAPAHAEEL 1994), Ulzerationen bis hin zu Nekrosen im Bereich des Kinns hervorrufen (HEWITT 1996), das pulmonale Hubvolumen reduzieren (DODD 1995) und Dysphagie (HOUGHTON 1996) erzeugen. Bei einem Patienten mit



Spondylitis ankylosans kam es nach einer Fraktur ohne Neurologie durch die Anlage der harten Halskrawatte zu einer Tetraplegie mit nachfolgendem Tod (PAPADOPOULOS 1999).

In der Literatur Daten als Grundlage für die Verordnungspraxis zu erhalten, ist schwierig. Es wird zwar in einigen Studien bemerkt, dass die Patienten postoperativ eine Zervikalstütze erhalten, eine Begründung wird jedoch nicht angegeben bzw. eine Datenerhebung erfolgt diesbezüglich nicht.

In einer vergleichenden Studie (Orthese gegen keine Orthese bei Patienten mit ventraler monosegmentaler Fusion und Plattenosteosynthese) von CAMPPELL aus dem Jahr 2009 hat sich kein Unterschied hinsichtlich klinischem Ergebnis oder einer Erhöhung der Fusionsrate bei Patienten mit Orthese gezeigt.

Sieht man den Nutzen der Verordnung einer Zervikalstütze nach operativer Versorgung eines Bandscheibenvorfalles in der Verbesserung der Fusionsrate, findet man in der Literatur nur die Arbeit von CAUTHEN 1998. Hier wird im Rahmen einer retrospektiven Analyse des Outcomes nach zervikaler Diskektomie nach Cloward und anschließender Fusion bei 348 Patienten keine Korrelation zwischen Fusionsstatus und dem Tragen einer Zervikalstütze gefunden. Die Fusionsrate betrug 86% mit und 81% ohne Zervikalstütze. Eine genaue Analyse über die Art der Zervikalstütze oder die Tragedauer findet sich in der Arbeit nicht.

Weder CLOWARD noch SMITH und ROBINSON verordneten ihren Patienten eine Zervikalstütze. CLOWARD war sogar der Meinung, dass eine leicht flektierte Nackenposition einen positiven Einfluss auf die Fusion durch Kompression des Transplantats nimmt. (HARLAND 1998)

NASCA empfiehlt in seiner Arbeit 2009 das Tragen einer Orthese während dem Autofahren bis eine knöchernen Fusion im Röntgenbild sich abzeichnet. Eine Grundlage hierfür wird jedoch nicht gegeben.

Warum bei kaum vorhandener Datenlage zwar ein rückläufiger Trend in der Verordnungspraxis zu verzeichnen ist, jedoch immer noch ein Drittel der Neurochirurgen eine Orthese verschreibt, bleibt letztendlich unklar. Ein medizinischer Nutzen ist zumindest aufgrund der vorhandenen Daten nicht zu erheben.

#### **4.4.2. Diagnostik bei der Nachsorge**

Im Rahmen der postoperativen Nachsorge wird von den meisten Abteilungen (91,7%) grundsätzlich eine konventionelle Röntgenaufnahme der HWS in 2 Ebenen

durchgeführt. Dies zumeist noch während des stationären Aufenthaltes. NASCA empfiehlt 2009 vor Verschluss der Operationswunde ein abschließendes Röntgenbild, um zu verifizieren, dass die richtige Höhe operiert wurde und das Material regelrecht liegt. Zum anderen sollten im Abstand von 6 und 12 Wochen Röntgenaufnahmen mit der Frage nach knöcherner Konsolidierung angefertigt werden. Hier ist die Angabe in unserer Erhebung sehr uneinheitlich, es variiert von nur einmalig am OP Tag bis vier Mal im postoperativen Verlauf.

#### **4.5 Schlussfolgerungen**

Durch die Erhebung unter den deutschen Neurochirurgen im Jahr 2001 und 2008 hinsichtlich der Versorgung des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalles lässt sich folgendes feststellen:

1. Es gibt keine einheitliche Versorgungstechnik, wie auch aus der Literatur zu erwarten war. Alle Techniken sind möglich mit einem eindeutigen Trend zur primären Versorgung mit einem Cage und abnehmender Verwendung von PMMA oder autologem Beckenkammspan. Zunehmend gewinnt die Implantation der Bandscheibenprothesen an Bedeutung.
2. Im Rahmen der präoperativen Diagnostik gewinnt das MRT an Bedeutung als grundsätzliches diagnostisches Instrument. Röntgenaufnahmen verlieren an Wichtigkeit.
3. Im postoperativen Verlauf werden weniger Orthesen verordnet, da hier eine wissenschaftliche Grundlage nicht vorhanden ist.

## 5 Zusammenfassung

Durch physiologische Verschleißprozesse kann es im Bereich der Wirbelsäule zur Ausbildung von Wurzelkompressionssyndromen bedingt durch „soft“ oder „hard“ discs kommen. Nach Versagen konservativer Therapiemaßnahmen oder bei neurologischen Ausfallserscheinungen ist die operative Versorgung notwendig. Diese kann im Bereich der Halswirbelsäule durch einen dorsalen oder ventralen Zugang erfolgen. Derzeit existieren mehrere Strategien zur Behandlung einfacher monosegmentaler zervikaler Bandscheibenvorfälle, wobei die wissenschaftliche Grundlage nicht immer klar und die Frage nach einem Konsens der Methoden offen ist.

Das Ziel dieser Untersuchung war es, Art und Weise der operativen Behandlung monosegmentaler zervikaler Bandscheibenvorfälle in neurochirurgischen Abteilungen in Deutschland im zeitlichen Abstand von mehreren Jahren zu evaluieren. Aus diesem Grund wurden in einem Abstand von sieben Jahren (2001 und 2008) mit Hilfe eines Fragebogens die operative Vorgehensweise, sowie die prä- und postoperativen Maßnahmen verglichen.

2001 wurde ein Fragebogen mit elf Fragen entwickelt und an 165 neurochirurgische Abteilungen verschickt. Ein im Jahr 2008 modifizierter und um zwei Fragen erweiterter Evaluationsbogen wurde an 210 neurochirurgische Abteilungen verschickt. Der Fragebogen unterteilte sich in drei Hauptaspekte: präoperative Diagnostik, operative Versorgung und postoperative Nachsorge.

2001 kamen 114 Fragebögen zurück, von denen 112 ausgewertet werden konnten (67,9%). 2008 wurden 139 zurückgeschickt, von denen 136 evaluiert werden konnten (65,1%).

Die Auswertung der Fragebögen zeigte, dass die Anfertigung konventioneller Röntgenaufnahmen der HWS in der präoperativen Diagnostik deutlich rückläufig ist. 2001 wurde eine solche Untersuchung grundsätzlich von 82,7% der Neurochirurgen gefordert, im Jahr 2008 nur noch von 64,3%. Die meisten Neurochirurgen stützen sich derzeit auf die präoperative Bildgebung mit dem MRT. Während 2001 60,7% der neurochirurgischen Abteilungen ein MRT der HWS veranlassten, waren dies im Jahr 2008 bereits 75,0% aller Abteilungen ( $p=0,019$ ). Andere diagnostische Maßnahmen

wie die Computertomographie, die Myelographie mit oder ohne nachfolgender CT sowie zusätzliche Untersuchungen wie Elektrophysiologie oder Duplex-Sonographie werden vor allem fallabhängig durchgeführt. Hier gab es keine Veränderung.

Bei der operativen Vorgehensweise verliert die reine Nukleotomie als grundsätzliche Versorgungsart an Bedeutung, wenn auch die Abnahme statistisch nicht signifikant war. Dagegen ist die Verwendung trikortikaler Beckenkammspane (9,9% im Jahr 2001 vs. 0,8% im Jahr 2008,  $p < 0,047$ ) bzw. das Einbringen von PMMA in den Bandscheibenraum signifikant rückläufig. Die Versorgung mit einem Cage stellt derzeit die bevorzugte Operationsmethode dar (38,2% im Jahr 2001 vs. 48,5% im Jahr 2008,  $p < 0,034$ ). Neu im Jahr 2008 ist die Implantation von zervikalen Prothesen, wobei der Routinegebrauch nach wie vor sehr gering ist.

Eine wachsende Anzahl von Neurochirurgen bevorzugt einen rechtsseitigen Zugangsweg, nahezu alle verwenden ein Mikroskop und zunehmend weniger legen eine Drainage an.

Wurde im Jahr 2001 von fast 50% postoperativ eine Orthese verordnet, reduzierte sich dieser Anteil im Jahr 2008 auf ein Drittel. Die meisten Neurochirurgen sehen ihre Patienten in der ersten und sechsten postoperativen Woche zur Kontrolluntersuchung und die meisten veranlassen ein konventionelles Röntgenbild. Geändert hat sich auch die Einstellung zur postoperativen Mobilisierung: Im Jahre 2008 werden bereits in 54,3% der Kliniken die Patienten am Operationstag mobilisiert. Dies war 2001 nur in 39,4% der Abteilungen der Fall ( $p < 0,047$ ).

Aus den vorliegenden Daten ergibt sich, dass es weder im Jahr 2001 noch 2008 eine einheitliche Versorgungstechnik des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalles gibt. Der Trend geht aber eindeutig zur Versorgung mit einem Cage, während PMMA oder autologer Beckenkammspan immer weniger verwendet werden. Die Implantation von Bandscheibenprothesen spielt noch eine untergeordnete Rolle. Im Rahmen der präoperativen Diagnostik gewinnt das MRT an Bedeutung als grundsätzliches diagnostisches Instrument. Postoperativ werden die Patienten früher mobilisiert. Orthesen werden weniger verordnet, da hier eine wissenschaftliche Grundlage nicht vorhanden ist.

## 6 Literatur

- Abd-Alrahman N, Dokmak AS, Abou-Madawi A (1999):  
Anterior cervical discectomy (ACD) versus anterior cervical fusion (ACF), clinical and radiological outcome study  
*Acta Neurochir (Wien)*;141:1089-92
- Abdulkarim JA, Dhingsa R, L Finlay DB (2003):  
Magnetic resonance imaging of the cervical spine: frequency of degenerative changes in the intervertebral disc with relation to age  
*Clin Radiol*; 58:980-4
- Adson AW (1925):  
Diagnosis and treatment of tumors of the spinal cord  
*Northwest Med* 24:309-17
- Agrillo U, Mastronardi L, Puzzilli F (2002):  
Anterior cervical fusion with carbon fiber cage containing coralline hydroxyapatite: preliminary observations in 45 consecutive cases of soft-disc herniation  
*J Neurosurg*; 96(3 Suppl):273-6
- Ahlgren BD, Garfin SR (1996):  
Cervical Radiculopathy  
*Orthop Clin North Am*; 27:253-63. Review
- Albert TJ, Smith MD, Bressler E, Johnson LJ (1997):  
An in vivo analysis of the dimensional changes of the neuroforamen after anterior cervical discectomy and fusion: a radiologic investigation  
*J Spinal Disord*; 10:229-33
- Alrawi MF, Khalil NM, Mitchell P, Hughes SP (2007):  
The value of neurophysiological and imaging studies in predicting outcome in the surgical treatment of cervical radiculopathy  
*Eur Spine J*; 16:495-500.
- An HS, Simpson JM, Glover JM, Stephany J (1995):  
Comparison between allograft plus demineralized bone matrix versus autograft in anterior cervical fusion. A prospective multicenter study  
*Spine (Phila Pa 1976)*; 20:2211-2216
- Apfelbaum RI, Kriskovich MD, Haller JR (2000):  
On the incidence, cause, and prevention of recurrent laryngeal nerve palsies during anterior cervical spine surgery  
*Spine (Phila Pa 1976)*; 25:2906-2912
- Ashkan K, Johnston P, Moore AJ (2002):  
A comparison of magnetic resonance imaging and neurophysiological studies in the assessment of cervical radiculopathy  
*Br J Neurosurg*; 16:146-148

- Bailey RW, Badgley CE, Arbor A (1960):  
Stabilization of the cervical spine by anterior fusion  
J Bone Joint Surg Am. Jun; 42-A: 565-594
- Banwart JC, Asher MA, Hassanein RS (1995):  
Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation  
Spine (Phila Pa 1976); 20:1055-60
- Bärlocher CB, Barth A, Krauss JK, Binggeli R, Seiler RW (2002):  
Comparative evaluation of microdiscectomy only, autograft fusion,  
polymethylmethacrylate interposition, and threaded titanium cage fusion for  
treatment of single-level cervical disc disease: a prospective randomized study in  
125 patients  
Neurosurg Focus; 12(1):E4
- Barber A (1978):  
Anterior cervical fusion. The postoperative complications  
Rocky Mt Med J; 75:29-33
- Bartels RH, Donk R, van Azn RD (2001):  
Height of cervical foramina after anterior discectomy and implantation of a carbon  
fiber cage  
J Neurosurg; 95(1 Suppl):40-42
- Benini A, Krayenbühl H, Brüderl R (1982):  
Anterior cervical discectomy without fusion. Microsurgical technique  
Acta Neurochir (Wien); 61:105-110
- van den Bent MJ, Oosting J, Wouda EJ, van Acker RE, Ansink BJ, Braakman R  
(1996):  
Anterior cervical discectomy with or without fusion with acrylate. A randomized trial  
Spine (Phila Pa 1976); 21:834-839
- Bertalanffy H, Eggert HR (1989):  
Complications of anterior cervical discectomy without fusion in 450 consecutive  
patients  
Acta Neurochir (Wien); 99:41-50
- Bertagnoli R, Yue JJ, Pfeiffer F, Fenk-Mayer A, Lawrence JP, Kershaw T, Nanieva R  
(2005):  
Early results after ProDisc-C cervical disc replacement  
J Neurosurg Spine; 2:403-410
- Beutler WJ, Sweeney CA, Connolly PJ (2001):  
Recurrent laryngeal nerve injury with anterior cervical spine surgery risk with laterality  
of surgical approach  
Spine (Phila Pa 1976); 26:1337-1342

- Bhadra AK, Raman AS, Casey AT, Crawford RJ (2009):  
Single-level cervical radiculopathy: clinical outcome and cost-effectiveness of four techniques of anterior cervical discectomy and fusion and disc arthroplasty  
Eur Spine J; 18:232-237.
- Bishop RC, Moore KA, Hadley MN (1996)  
Anterior cervical interbody fusion using autogeneic and allogeneic bone graft substrate: a prospective comparative analysis  
J Neurosurg; 85:206-210
- Brooke NS, Rorke AW, King AT, Gullan RW (1997)  
Preliminary experience of carbon fibre cage prostheses for treatment of cervical spine disorders  
Br J Neurosurg;11:221-227
- Bulger RF, Rejowski JE, Beatty RA (1985):  
Vocal cord paralysis associated with anterior cervical fusion: considerations for prevention and treatment  
J Neurosurg;62:657-661
- Cahill DW, Martin GJ Jr, Hajjar MV, Sonstein W, Graham LB, Engelman RW (2003)  
Suitability of bioresorbable cages for anterior cervical fusion  
J Neurosurg; 98(2 Suppl):195-201
- Campbell MJ, Carreon LY, Traynelis V, Anderson PA (2009):  
Use of cervical collar after single-level anterior cervical fusion with plate: is it necessary?  
Spine (Phila Pa 1976);34:43-48
- Caspar W, Geisler FH, Pitzen T, Johnson TA (1998):  
Anterior cervical plate stabilization in one- and two-level degenerative disease: overtreatment or benefit?  
J Spinal Disord; 11:1-11
- Cauthen JC, Kinard RE, Vogler JB, Jackson DE, DePaz OB, Hunter OL, Wasserburger LB, Williams VM (1998):  
Outcome analysis of noninstrumented anterior cervical discectomy and interbody fusion in 348 patients  
Spine (Phila Pa 1976); 23:188-192
- Cloward RB (1958)  
The anterior approach for removal of ruptured cervical disks  
J Neurosurg; 15:602-617
- Chipault A (1895)  
Chirurgie Operatoire du Systeme Nerveux Reuff et Circe  
Ed, Paris
- Cockin J (1971):  
Autologous bone grafting: complications at the donor site  
J Bone Joint Surg (Br) 53-B: 153-159

Cowan JA Jr, Dimick JB, Wainess R, Upchurch GR Jr, Chandler WF, La Marca F (2006):

Changes in the utilization of spinal fusion in the United States  
Neurosurgery; 59:15-20

Daniels DL, Grogan JP, Johansen JG, Meyer GA, Williams AL, Haughton VM (1984):

Cervical radiculopathy: computed tomography and myelography compared  
Radiology Apr; 151:109-113

Dereymaeker A, Ghosez JP, Henkes R (1963)

Les Traitement Chirurgical de la Discopathie Cervicale  
Neuro-Chirurgie 1:13-20

Dillin W, Booth R, Cuckler J, Balderston R, Simeone F, Rothman R. (1986)

Cervical radiculopathy. A review.  
Spine (Phila Pa 1976) 11:988-991

Dodd FM, Simon E, McKeown D, Patrick MR (1995):

The effect of a cervical collar on the tidal volume of anaesthetised adult patients  
Anaesthesia Nov; 50:961-963

Dowd GC, Wirth FP (1999):

Anterior cervical discectomy: is fusion necessary?  
J Neurosurg; 90(Suppl 1):8-12

Drew B, Bhandari M, Orr D, Reddy K, Dunlop RB (2002):

Surgical preference in anterior cervical discectomy: a national survey of Canadian spine surgeons  
J Spinal Disord Tech.; 15:454-457

Eck JC, Humphreys SC, Lim TH, Jeong ST, Kim JG, Hodges SD, An HS (2002):

Biomechanical study on the effect of cervical spine fusion on adjacent-level intradiscal pressure and segmental motion  
Spine (Phila Pa 1976); 27:2431-2434

Ellenberg MR, Honet JC, Treanor WJ (1994):

Cervical radiculopathy  
Arch Phys Med Rehabil; 75:342-352

Feiz-Erfan I, Klopfenstein JD, Bambakidis NC, Sonntag VK (2005):

Surgical management of cervical disc disease: from no fusion to fusion and back again  
Clin Neurosurg;52:331-7

Firsching R, Jöllenbeck B, Hanhne R (2005):

Zervikale Bandscheibenprothesen  
Dtsch Arztebl;102: A 2178-2180

Floyd T, Ohnmeiss D (2000):

A meta-analysis of autograft versus allograft in anterior cervical fusion  
Eur Spine J; 9:398-403



Fountas KN, Kapsalaki EZ, Nikolakakos LG, Smisson HF, Johnston KW, Grigorian AA, Lee GP, Robinson JS Jr. (2007):

Anterior cervical discectomy and fusion associated complications  
Spine (Phila Pa 1976); 32:2310-2317

Friedenberg ZB, Miller WT (1963):

Degenerative disc disease of the cervical spine  
J Bone Joint Surg Am; 45:1171-1178

Frykholm R (1947):

Deformities of dural pouches and strictures of dural sheaths in the cervical region producing nerve-root compression; a contribution to the etiology and operative treatment of brachial neuralgia  
J Neurosurg; 4:403-413

Fürderer S, Schöllhuber F, Rompe JD, Eysel P (2002):

Effect of design and implantation technique on risk of progressive sintering of various cervical vertebrae cages  
Orthopäde; 31:466-471

Garvey TA, Eismont FJ. (1991):

Diagnosis and treatment of cervical radiculopathy and myelopathy  
Orthop Rev; 20:595-603

Gercek E, Arlet V, Delisle J, Marchesi D (2003):

Subsidence of stand-alone cervical cages in anterior interbody fusion: warning  
Eur Spine J; 12:513-6

Goffin J, Casey A, Kehr P, Liebig K, Lind B, Logroscino C, Pointillart V, Van Calenbergh F, van Loon J (2002):

Preliminary clinical experience with the Bryan Cervical Disc Prosthesis  
Neurosurgery; 51:840-5; discussion 845-847

Gore DR, Sepic SB, Gardner GM (1986):

Roentgenographic findings of the cervical spine in asymptomatic people  
Spine (Phila Pa 1976); 11:521-524

Grob D, Peyer JV, Dvorak J (2001):

The use of plate fixation in anterior surgery of the degenerative cervical spine: a comparative prospective clinical study  
Eur Spine J;10:408-413

Grote W, Röttgen P (1967):

The ventral fusion in cervical osteochondrosis and its treatment results  
Acta Neurochir (Wien);16:218-240

Grote W, Kalff R, Roosen K (1991):

Surgical treatment of cervical intervertebral disk displacement  
Zentralbl Neurochir; 52:101-118

Hacker RJ (2000):

A randomized prospective study of an anterior cervical interbody fusion device with a minimum of 2 years of follow-up results

J Neurosurg; 93(Suppl 2):222-226

Hacker RJ, Cauthen JC, Gilbert TJ, Griffith SL (2000):

A prospective randomized multicenter clinical evaluation of an anterior cervical fusion cage

Spine (Phila Pa 1976); 25:2646-2654

Harland SP, Laing RJ (1998):

A survey of the peri-operative management of patients undergoing anterior cervical decompression in the UK and Eire

Br J Neurosurg.; 12(2):113-7

Hart DL, Johnson RM, Simmons EF, Owen J (1978):

Review of cervical orthoses

Phys Ther.; 58(7):857-60

Heary RF, Schlenk RP, Sacchieri TA, Barone D, Brotea C (2002):

Persistent iliac crest donor site pain independent outcome assessment

Neurosurgery; 50:510-516;

Hewitt S (1994):

Skin necrosis caused by a semi-rigid cervical collar in a ventilated patient with multiple injuries

Injury; 25:323-324

Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA, Jones PK, Bohlman HH (1999):

Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis

J Bone Joint Surg Am; 81:519-528

Hilibrand AS, Robbins M (2004):

Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion?

Spine J; 4(Suppl 6):190S-194S

Hirsch C (1960):

Cervical disk rupture: Diagnosis and Therapy

Acta Orthop Scand; 30 172-186

Hirsch C, Wickbom I, Lidstroem A, Rosengren K (1964):

Cervical-disc resection. A follow-up of myelographic and surgical procedure

J Bone Joint Surg Am; 46:1811-1821

Houghton DJ, Curley JW (1996):

Dysphagia caused by a hard cervical collar

Br J Neurosurg;10:501-502

- Ilkko E, Lähde S, Heiskari M (1996):  
Thin-section CT in the examination of cervical disc herniation. A prospective study with 1-mm axial and helical images  
Acta Radiol; 37:148-152
- Irwin ZN, Hilibrand A, Gustavel M, McLain R, Shaffer W, Myers M, Glaser J, Hart RA (2005):  
Variation in surgical decision making for degenerative spinal disorders. Part II: cervical spine  
Spine (Phila Pa 1976); 30:2214-2219
- Ishihara H, Kanamori M, Kawaguchi Y, Nakamura H, Kimura T (2004):  
Adjacent segment disease after anterior cervical interbody fusion.  
Spine J;4:624-628
- Jöllenbeck B, Fernandez N, Firsching R (2001):  
Titanium or polymethylmethacrylate in cervical disc surgery? A prospective study  
Zentralbl Neurochir; 62:200-202
- Jho HD (2003):  
Failed anterior cervical foraminotomy  
J Neurosurg; 98(2 Suppl):121-125
- Johnson RM, Hart DL, Simmons EF, Ramsby GR, Southwick WO (1977):  
Cervical orthoses. A study comparing their effectiveness in restricting cervical motion in normal subjects  
J Bone Joint Surg Am; 59:332-339
- Kaden B, Schramm J, Fuhrmann G, Hoffmann CH (1995):  
Titanium intervertebral disc and instrumentation for fusion in anterior cervical discectomy Technical note  
Neurosurg Rev; 18:25-29
- Kaiser MG, Haid RW Jr, Subach BR, Barnes B, Rodts GE Jr (2002):  
Anterior cervical plating enhances arthrodesis after discectomy and fusion with cortical allograft  
Neurosurgery;50:229-236
- Kast E, Antoniadis G, Richter HP (2000):  
Epidemiology of disk surgery in Germany  
Zentralbl Neurochir;61:22-25
- Kim P, Wakai S, Matsuo S, Moriyama T, Kirino T (1998):  
Bisegmental cervical interbody fusion using hydroxyapatite implants: surgical results and long-term observation in 70 cases  
J Neurosurg.; 88(1):21-7
- Kolstad F, Nygaard ØP, Leivseth G (2007):  
Segmental motion adjacent to anterior cervical arthrodesis: a prospective study.  
Spine (Phila Pa 1976). Mar 1;32(5):512-7

Korinth MC (2008):

Treatment of cervical degenerative disc disease - current status and trends  
Zentralbl Neurochir; 69:113-24

Krappel FA, Bauer E, Harland U (2002):

Can TOF MRA replace duplex and Doppler sonography in preoperative assessment of the carotid arteries? A prospective comparison and review of the literature  
Z Orthop Ihre Grenzgeb; 140:435-439.

Kreibich DN, Scott IR, Wells JM, Saleh M (1994):

Donor site morbidity at the iliac crest: comparison of percutaneous and open methods  
J Bone Joint Surg Br; 76:847-848

Kreisler NS, Durieux ME, Spiekermann BF (2000):

Airway obstruction due to a rigid cervical collar  
J Neurosurg Anesthesiol; 12:118-119

Kurz LT, Garfin SR, Booth RE Jr (1989):

Harvesting autogenous iliac bone grafts. A review of complications and techniques  
Spine (Phila Pa 1976); 14:1324-1331

Laing RJ, Ng I, Seeley HM, Hutchinson PJ (2001):

Prospective study of clinical and radiological outcome after anterior cervical discectomy  
Br J Neurosurg; 15:319-323

Larsson EM, Holtås S, Cronqvist S, Brandt L (1989):

Comparison of myelography, CT myelography and magnetic resonance imaging in cervical spondylosis and disk herniation Pre- and postoperative findings  
Acta Radiol; 30:233-239

Laus M, Pignatti G, Alfonso C, Martelli C, Giunti A (1992):

Anterior surgery for the treatment of soft cervical disc herniation  
Chir Organi Mov; 77:101-109

van Limbeek J, Jacobs WC, Anderson PG, Pavlov PW (2000):

A systematic literature review to identify the best method for a single level anterior cervical interbody fusion  
Eur Spine J; 9:129-136

Lindsey RW, Newhouse KE, Leach J, Murphy MJ (1987):

Nonunion following two-level anterior cervical discectomy and fusion  
Clin Orthop Relat Res; 223:155-163

Löfgren H, Johannsson V, Olsson T, Ryd L, Levander B (2000):

Rigid fusion after cloward operation for cervical disc disease using autograft, allograft, or xenograft: a randomized study with radiostereometric and clinical follow-up assessment  
Spine (Phila Pa 1976); 25:1908-1916

- López-Oliva Muñoz F, García de las Heras B, Concejero López V, Asenjo Siguero JJ. (1998):  
Comparison of three techniques of anterior fusion in single-level cervical disc herniation  
Eur Spine J; 7:512-516
- Lunsford LD, Bissonette DJ, Jannetta PJ, Sheptak PE, Zorub DS (1980):  
Anterior surgery for cervical disc disease. Part 1: Treatment of lateral cervical disc herniation in 253 cases  
J Neurosurg; 53:1-11
- Majd ME, Vadhva M, Holt RT (1999):  
Anterior cervical reconstruction using titanium cages with anterior plating  
Spine (Phila Pa 1976) Aug 1;24(15):1604-10
- Manelfe C (1991):  
Imaging of the spine and spinal cord  
Curr Opin Radiol; 3:5-15.
- Martins AN (1976):  
Anterior cervical discectomy with and without interbody bone graft  
J Neurosurg; 44:290-295
- Mastronardi L, Ducati A, Ferrante L (2006):  
Anterior cervical fusion with polyetheretherketone (PEEK) cages in the treatment of degenerative disc disease. Preliminary observations in 36 consecutive cases with a minimum 12-month follow-up  
Acta Neurochir (Wien);148:307-312
- Matgé G (1998):  
Anterior interbody fusion with the BAK-cage in cervical spondylosis  
Acta Neurochir (Wien);140:1-8
- Matgé G (2002):  
Cervical cage fusion with 5 different implants: 250 cases  
Acta Neurochir (Wien); 144:539-549
- Matsumoto M, Fujimura Y, Suzuki N, Nishi Y, Nakamura M, Yabe Y, Shiga H. (1998):  
MRI of cervical intervertebral discs in asymptomatic subjects  
J Bone Joint Surg Br; 80:19-24
- Maurice-Williams RS, Dorward NL (1996):  
Extended anterior cervical discectomy without fusion: a simple and sufficient operation for most cases of cervical degenerative disease  
Br J Neurosurg; 10:261-266
- McConnell JR, Freeman BJ, Debnath UK, Grevitt MP, Prince HG, Webb JK. (2003):  
A prospective randomized comparison of coralline hydroxyapatite with autograft in cervical interbody fusion  
Spine (Phila Pa 1976); 28:317-323

- Mixter WJ, Barr JS (1934):  
Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal  
New England J Medicine; 211:210-215
- Modic MT, Masaryk TJ, Mulopulos GP, Bundschuh C, Han JS, Bohlman H (1986):  
Cervical radiculopathy: prospective evaluation with surface coil MR imaging, CT with  
metrizamide, and metrizamide myelography  
Radiology; 161:753-759
- Morpeth JF, Williams MF (2000):  
Vocal fold paralysis after anterior cervical discectomy and fusion  
Laryngoscope; 110:43-46
- Murphy MA, Trimble MB, Piedmonte MR, Kalfas IH (1994):  
Changes in the cervical foraminal area after anterior discectomy with and without a  
graft  
Neurosurgery; 34:93-96
- Nakstad PH, Hald JK, Bakke SJ, Skalpe IO, Wiberg J (1989):  
MRI in cervical disk herniation  
Neuroradiology; 31:382-385
- Nasca RJ. (2009):  
Cervical radiculopathy: current diagnostic and treatment options  
J Surg Orthop Adv Spring; 18:13-18
- Netterville JL, Koriwchak MJ, Winkle M, Courey MS, Ossoff RH (1996):  
Vocal fold paralysis following the anterior approach to the cervical spine  
Ann Otol Rhinol Laryngol; 105:85-91
- Nishida K, Gilbertson LG, Robbins PD, Evans CH, Kang JD. (2000):  
Potential applications of gene therapy to the treatment of intervertebral disc  
disorders  
Clin Orthop Relat Res; 379(Suppl):S234-41
- Norcross JP, Lester GE, Weinhold P, Dahners LE (2003):  
An in vivo model of degenerative disc disease  
J Orthop Res; 21:183-188
- Odom GL, Finney W, Woodhall B (1958):  
Cervical disk lesions  
J Am Med Assoc; 166:23-28
- Papadopoulos MC, Chakraborty A, Waldron G, Bell BA (1999):  
Lesson of the week: exacerbating cervical spine injury by applying a hard collar  
BMJ;319:171-172

- Papavero L, Zwönitzer R, Burkard I, Klose K, Herrmann HD (2002):  
A composite bone graft substitute for anterior cervical fusion: assessment of osseointegration by quantitative computed tomography  
Spine (Phila Pa 1976);27:1037-1043
- Papavero L, Steiger H, Börm W, Ebmeier K, Ohmann C, Schwerdtfeger K (2005):  
Leitlinie: Zervikales Wurzelkompressionssyndrom  
Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie
- Payer M, May D, Reverdin A, Tessitore E (2003):  
Implantation of an empty carbon fiber composite frame cage after single-level anterior cervical discectomy in the treatment of cervical disc herniation: preliminary results  
J Neurosurg; 98(2 Suppl):143-148
- Pickett GE, Van Soelen J, Duggal N (2004):  
Controversies in cervical discectomy and fusion: practice patterns among Canadian surgeons  
Can J Neurol Sci; 31:478-483
- Pitzen T, Wilke HJ, Caspar W, Claes L, Steudel WI (1999):  
Evaluation of a new monocortical screw for anterior cervical fusion and plating by a combined biomechanical and clinical study  
Eur Spine J;8:382-387
- Pitzen T, Kränzlein K, Steudel WI, Strowitzki M (2004):  
Complaints and findings at the iliac crest donor site following anterior cervical fusion  
Zentralbl Neurochir;65:7-12
- Plötz GM, Benini A, Kramer M (1996):  
Micro-technological anterior discectomy without fusion in cervical disk displacement with radicular symptoms  
Orthopäde; 25:546-553
- Pointillart V, Cernier A, Vital JM, Senegas J (1995):  
Anterior discectomy without interbody fusion for cervical disc herniation  
Eur Spine J; 4:45-51
- Pollard ME, Little PW (2002):  
Changes in carotid artery blood flow during anterior cervical spine surgery  
Spine (Phila Pa 1976); 27:152-155
- Probst C (1989):  
Ventral operations in cervical disk hernia. Neurosurgical experiences in 400 surgical patients  
Neurochirurgia (Stuttg). May; 32(3):65-8 German
- Rao RD, Wang M, McGrady LM, Perlewitz TJ, David KS (2005):  
Does anterior plating of the cervical spine predispose to adjacent segment changes?  
Spine (Phila Pa 1976); 30:2788-92

- Raphael JH, Chotai R (1994):  
Effects of the cervical collar on cerebrospinal fluid pressure  
Anaesthesia; 49:437-439
- Rawlinson JN (1994):  
Morbidity after anterior cervical decompression and fusion. The influence of the donor site on recovery, and the results of a trial of surigibone compared to autologous bone  
Acta Neurochir (Wien);131:106-118
- Robertson JT, Papadopoulos SM, Traynelis VC (2005):  
Assessment of adjacent-segment disease in patients treated with cervical fusion or arthroplasty: a prospective 2-year study  
J Neurosurg Spine; 3:417-423
- Robinson RA, Smith GW (1955):  
Anterolateral cervical disc removal and interbody fusion for cervical disc syndrome  
Bull Johns Hopkins Hosp; 96:223-224
- Rosenørn J, Hansen EB, Rosenørn MA (1983):  
Anterior cervical discectomy with and without fusion. A prospective study.  
J Neurosurg; 59:252-255
- Roth C, Papanagiotou P, Krick C, Reith W, Grunwald IQ (2006):  
Imaging cervical myelo- and radiculopathy]  
Radiologe;46:993-1000
- Russell EJ, D'Angelo CM, Zimmerman RD, Czervionke LF, Huckman MS (1984):  
Cervical disk herniation: CT demonstration after contrast enhancement  
Radiology; 152:703-712
- Ryken TC, Heary RF, Matz PG, Anderson PA, Groff MW, Holly LT, Kaiser MG, Mummaneni PV, Choudhri TF, Vresilovic EJ, Resnick DK (2009):  
Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons  
Techniques for cervical interbody grafting  
J Neurosurg Spine; 11:203-220
- Sachdev VP, Radna RJ (1994):  
Anterior-approach cervical discectomy under the operating microscope  
Mt Sinai J Med;61:233-238
- Sandler AJ, Dvorak J, Humke T, Grob D, Daniels W (1996):  
The effectiveness of various cervical orthoses. An in vivo comparison of the mechanical stability provided by several widely used models  
Spine (Phila Pa 1976); 21:1624-1629
- Savolainen S, Usenius JP, Hernesniemi J (1994):  
Iliac crest versus artificial bone grafts in 250 cervical fusions  
Acta Neurochir (Wien);129:54-57



- Savolainen S, Rinne J, Hernesniemi J (1998):  
A prospective randomized study of anterior single-level cervical disc operations with long-term follow-up: surgical fusion is unnecessary  
Neurosurgery; 43:51-55
- Sawin PD, Traynelis VC, Menezes AH (1998):  
A comparative analysis of fusion rates and donor-site morbidity for autogenic rib and iliac crest bone grafts in posterior cervical fusions  
J Neurosurg; 88:255-265
- Schlosser MJ, Schwarz JP, Awad JN, Antezana DF, Poetscher AW, Yingling j, Long DM, Davis RF (2006):  
Anterior cervical discectomy and fusion with allograft and anterior plating  
Neurosurg Quarterly; 16:183-186
- Schnee CL, Freese A, Weil RJ, Marcotte PJ (1997):  
Analysis of harvest morbidity and radiographic outcome using autograft for anterior cervical fusion  
Spine (Phila Pa 1976);22:2222-2227
- Schulhofer SD, Oloff LM (1997):  
Iliac crest donor site morbidity in foot and ankle surgery  
J Foot Ankle Surg; 36:155-158
- Scholz M, Reyes PM, Schleicher P, Sawa AG, Baek S, Kandziora F, Marciano FF, Crawford NR (2009):  
A new stand-alone cervical anterior interbody fusion device: biomechanical comparison with established anterior cervical fixation devices  
Spine (Phila Pa 1976);34:156-160
- Schwab JS, Diangelo DJ, Foley KT (2006):  
Motion compensation associated with single-level cervical fusion: where does the lost motion go?  
Spine (Phila Pa 1976); 31:2439-2448
- Silber JS, Anderson DG, Daffner SD, Brislin BT, Leland JM, Hilibrand AS, Vaccaro AR, Albert TJ (2003):  
Donor site morbidity after anterior iliac crest bone harvest for single-level anterior cervical discectomy and fusion  
Spine (Phila Pa 1976);28:134-139
- Simon JE, Lukin RR (1988):  
Diskogenic disease of the cervical spine  
Semin Roentgenol; 23:118-124
- Song KJ, Choi BW, Kim GH, Kim JR (2009):  
Clinical usefulness of CT-myelogram comparing with the MRI in degenerative cervical spinal disorders: is CTM still useful for primary diagnostic tool?  
J Spinal Disord Tech;22:353-357

- Sonntag VK, Klara P (1996):  
Controversy in spine care. Is fusion necessary after anterior cervical discectomy?  
Spine (Phila Pa 1976); 21:1111-1113
- Stookey B (1928):  
Compression of the spinal cord due to vertebral extradural cervical chondromas:  
Diagnosis and surgical treatment  
Arch Neurol Psychiatry; 20:275-291
- Tapiovaara J, Heinivaara O (1954):  
Correlation of cervicobrachialgias and roentgenological findings in the cervical spine  
Ann Chir Gynaecol Fenn Suppl.; 43:436-444
- Taylor AS. (1910):  
Unilateral Laminectomy  
Ann Surg; 51:529-533.
- Thomé C, Leheta O, Krauss JK, Zevgaridis D (2006):  
A prospective randomized comparison of rectangular titanium cage fusion and iliac  
crest  
autograft fusion in patients undergoing anterior cervical discectomy  
J Neurosurg Spine; 4:1-9
- Toth JM, Estes BT, Wang M, Seim HB 3rd, Scifert JL, Turner AS, Cornwall GB (2002):  
Evaluation of 70/30 poly (L-lactide-co-D,L-lactide) for use as a resorbable interbody  
fusion cage  
J Neurosurg;97(Suppl 4):423-432
- Türeyen K (2003):  
Disc height loss after anterior cervical microdiscectomy with titanium intervertebral  
cage fusion  
Acta Neurochir (Wien); 145:565-569
- Tye GW, Graham RS, Broaddus WC, Young HF (2002):  
Graft subsidence after instrument-assisted anterior cervical fusion.  
J Neurosurg; 97(2 Suppl):186-192
- Vaccaro AR, Balderston RA (1997):  
Anterior plate instrumentation for disorders of the subaxial cervical spine  
Clin Orthop Relat Res; 335:112-121
- Vavruch L, Hedlund R, Javid D, Leszniewski W, Shalabi A (2002):  
A prospective randomized comparison between the cloward procedure and a carbon  
fiber cage in the cervical spine: a clinical and radiologic study  
Spine (Phila Pa 1976); 27:1694-1701
- Wang X, Chen Y, Chen D, Yuan W, Chen X, Zhou X, Xiao J, Ni B, Jia L (2009):  
Anterior decompression and interbody fusion with BAK/C for cervical disc  
degenerative disorders  
J Spinal Disord Tech; 22:240-245

- Watters WC 3rd, Levinthal R (1994):  
Anterior cervical discectomy with and without fusion. Results, complications, and long-term follow-up  
Spine (Phila Pa 1976); 19:2343-2347
- Wigfield CC, Nelson RJ (2001):  
Nonautologous interbody fusion materials in cervical spine surgery: how strong is the evidence to justify their use?  
Spine (Phila Pa 1976); 26:687-694
- Wigfield CC, Gill SS, Nelson RJ, Metcalf NH, Robertson JT (2002):  
The new Frenchay artificial cervical joint: results from a two-year pilot study.  
Spine (Phila Pa 1976); 27:2446-2452
- Wilke HJ, Kettler A, Claes L (2002):  
Stabilizing effect and sintering tendency of 3 different cages and bone cement for fusion of cervical vertebrae segments  
Orthopäde; 31:472-480
- Wilson DW, Pezzuti RT, Place JN (1991):  
Magnetic resonance imaging in the preoperative evaluation of cervical radiculopathy  
Neurosurgery;28:175-179
- Xie JC, Hurlbert RJ (2007):  
Discectomy versus discectomy with fusion versus discectomy with fusion and instrumentation: a prospective randomized study  
Neurosurgery; 61:107-116
- Yue WM, Brodner W, Highland TR (2005):  
Persistent swallowing and voice problems after anterior cervical discectomy and fusion with allograft and plating: a 5- to 11-year follow-up study  
Eur Spine J; 14:677-682
- Young P. (1991):  
Degenerative cervical disc disorders: pathophysiology and clinical syndromes.  
Young P (ed) Microsurgery of the Cervical Spine. Raven, New York; 49-63
- Young WF, Rosenwasser RH (1993):  
An early comparative analysis of the use of fibular allograft versus autologous iliac crest graft for interbody fusion after anterior cervical discectomy  
Spine (Phila Pa 1976); 18:1123-1124
- Younger EM, Chapman MW (1989):  
Morbidity at bone graft donor sites  
J Orthop Trauma;3:192-195
- Zdeblick TA, Ducker TB (1991):  
The use of freeze-dried allograft bone for anterior cervical fusions  
Spine (Phila Pa 1976);16:726-729

Zeidman SM, Ducker TB, Raycroft J (1997):  
Trends and complications in cervical spine surgery: 1989-1993  
J Spinal Disord; 10:523-526

Zevgaridis D, Thomé C, Krauss JK (2002):  
Prospective controlled study of rectangular titanium cage fusion compared with iliac  
crest autograft fusion in anterior cervical discectomy  
Neurosurg Focus. Jan 15;12(1):E2

## 7 Anhang

### 7.1 Fragebogen aus dem Jahr 2001

#### 1. Versorgen Sie monosegmentale zervikale Bandscheibenvorfälle mit:

##### 1. Alleinige Nukleotomie

grundsätzlich  fallbezogen  nie

##### 2. Trikortikaler Knochenspan (Beckenkamm)

grundsätzlich  fallbezogen  nie

##### 3. Cage

grundsätzlich  fallbezogen  nie

##### 4. PMMA Interponat

grundsätzlich  fallbezogen  nie

##### 5. Zusätzliche ventrale Verplattung

grundsätzlich  fallbezogen  nie

##### 6. Sonstige Technik

#### 2. Zwischen welchem Fusionsmaterial lassen Sie Ihren Patienten/Innen die Wahl?

- keine Wahl  Alleinige Nukleotomie  
 Cage  Trikortikaler Knochenspan  
 PMMA Interponat  Zusätzliche Verplattung

#### 3. Legen Sie eine Drainage ein?

##### 1. am Beckenkamm

- immer  grundsätzlich  in Ausnahmefällen  
 mit Sog  ohne Sog

##### 2. am Hals

- immer  grundsätzlich  in Ausnahmefällen  
 mit Sog  ohne Sog

#### 4. Wann entfernen Sie die Drainage:

##### 1.am Beckenkamm

1. postoperativer Tag  ab 2. postoperativem Tag

##### 2. am Hals

1. postoperativer Tag  ab 2. postoperativem Tag

#### 5. Wann erfolgt grundsätzlich die postoperative Mobilisierung?

- Operationstag  1. postoperativer Tag  2. postoperativer Tag

## **6. Welche Orthese verschreiben Sie postoperativ?**

### **Alleinige Nukleotomie:**

1. weiche Orthese:  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen
2. harte Orthese (z.B. Philadelphia):  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen

### **Bei trikortikalem Knochenspan (ohne Verplattung):**

1. weiche Orthese:  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen
2. harte Orthese (z.B. Philadelphia):  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen

### **Bei trikortikalem Knochenspan (mit Verplattung):**

1. weiche Orthese:  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen
2. harte Orthese (z.B. Philadelphia):  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen

### **Bei Cage:**

1. weiche Orthese:  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen
2. harte Orthese (z.B. Philadelphia):  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen

### **Bei PMMA Interponat:**

1. weiche Orthese:  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen
2. harte Orthese (z.B. Philadelphia):  Ja  Nein  
 tags  nachts  nur bei Mobilisierung  
 <2 Wochen  2-6 Wochen  6-12 Wochen  12-24 Wochen

**7. Wie wählen Sie ihren zervikalen Zugang?**

rechts  links  fallbezogen

**8. Benützen Sie ein Operationsmikroskop?**

immer  fallbezogen  nie

**9. Führen Sie bei ausgewählten Fällen eine posteriore Dekompression nach Frykholm durch?**

Ja  Nein

**10. Wie viele zervikale Bandscheibenvorfälle werden an Ihrer Klinik/Abteilung pro Jahr operiert?**

bis 25  bis 50  bis 75  bis 100  über 100

**11. Welche Diagnostik führen Sie präoperativ durch?**

**1. Röntgen Nativaufnahmen**

HWS 2 Ebenen  grundsätzlich  fallbezogen  nie

HWS Schrägaufnahmen  grundsätzlich  fallbezogen  nie

HWS Funktionsaufnahmen  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**2. Computertomographie**

CT ohne Myelographie  grundsätzlich  fallbezogen  nie

CT mit Myelographie  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**3. Myelographie**

Zervikale Myelographie  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**4. Kernspintomographie**

MRT HWS  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**5. Elektrophysiologie**

EMG  grundsätzlich  fallbezogen  nie

SSEP  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**6. Dopplersonographie**

Carotiden  grundsätzlich  fallbezogen  nie

Vertebralis  grundsätzlich  fallbezogen  nie

## 7.2 Fragebogen aus dem Jahr 2008

### 1. Welche Versorgungsarten des monosegmentalen zervikalen Bandscheibenvorfalles werden bei Ihnen durchgeführt:

*(bei Antwort fallbezogen, bitte Indikation angeben)*

#### 1. Alleinige Nukleotomie

grundsätzlich  fallbezogen  nie

#### 2. Trikortikaler Knochenspan (Beckenkamm)

grundsätzlich  fallbezogen  nie

#### 3. Cage befüllt (mit autologem oder Knochenersatzmaterial)

grundsätzlich  fallbezogen  nie

#### 4. Cage nicht befüllt

grundsätzlich  fallbezogen  nie

#### 5. PMMA Interponat

grundsätzlich  fallbezogen  nie

#### 6. Zusätzliche ventrale Verplattung

grundsätzlich  fallbezogen  nie

#### 7. Bandscheibenprothese

grundsätzlich  fallbezogen  nie

### 2. Falls Sie mehrere Methoden anbieten, lassen Sie Ihren PatientInnen zwischen den bei Ihnen angebotenen Versorgungsmöglichkeiten die Wahl?

keine Wahl  Wahl zwischen:

Alleinige Nukleotomie

Trikortikaler Knochenspan

Cage

PMMA Interponat

Zusätzliche Verplattung

Bandscheibenprothese



### **3. Legen Sie eine Drainage ein?**

#### **1. am Beckenkamm**

- grundsätzlich  fallbezogen
- entfällt, da keine Versorgung mit trikortikalem Knochenspan

#### **2. am Hals**

- grundsätzlich  fallbezogen

### **4. Wann entfernen Sie die Drainage:**

#### **1.am Beckenkamm**

- 1. postoperativer Tag  ab 2. postoperativem Tag
- entfällt, da nicht angelegt wird

#### **2. am Hals**

- 1. postoperativer Tag  ab 2. postoperativem Tag
- entfällt, da nicht angelegt wird

### **5. Wann erfolgt bei Ihnen grundsätzlich die erste postoperative Mobilisierung?**

- Operationstag  1. postoperativer Tag  2. postoperativer Tag

### **6. Verschreiben Sie postoperativ eine Orthese?**

- ja  nein, dann weiter mit Frage 7

#### **Falls eine Orthesenverordnung erfolgt:**

- weiche Orthese      Dauer:       harte Orthese (z.B. Philadelphia)      Dauer:

### **7. Wie wählen Sie Ihren zervikalen Zugang?**

- rechts  links  fallbezogen

### **8. Benützen Sie ein Operationsmikroskop?**

- grundsätzlich  fallbezogen  nie

### **9. Führen Sie bei ausgewählten Fällen eine posteriore Dekompression nach Frykholm durch?**

- Ja  Nein

**10. Wie viele zervikale Bandscheibenvorfälle werden an Ihrer Klinik/Abteilung pro Jahr operiert?**

bis 25  bis 50  bis 75  bis 100  über 100

**11. Welche Diagnostik führen Sie präoperativ durch?**

**8. Röntgen Nativaufnahmen**

HWS 2 Ebenen  grundsätzlich  fallbezogen  nie

HWS Schrägaufnahmen  grundsätzlich  fallbezogen  nie

HWS Funktionsaufnahmen  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**9. Computertomographie**

CT ohne Myelographie  grundsätzlich  fallbezogen  nie

CT mit Myelographie  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**10. Myelographie**

Zervikale Myelographie  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**11. Kernspintomographie**

MRT HWS  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**12. Elektrophysiologie**

EMG  grundsätzlich  fallbezogen  nie

SSEP  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**13. Dopplersonographie**

Carotiden  grundsätzlich  fallbezogen  nie

Vertebralis  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**12. Zu welchem Zeitpunkt führen Sie die erste postoperative Kontrolluntersuchung durch?**

**13. Welche Diagnostik führen Sie bei der ersten Kontrolluntersuchung durch?**

**1. Röntgen Nativaufnahmen**

HWS 2 Ebenen  grundsätzlich  fallbezogen  nie

HWS Funktionsaufnahmen  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**2. Computertomographie**

CT ohne Myelographie  grundsätzlich  fallbezogen  nie

CT mit Myelographie  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**3. Kernspintomographie**

MRT HWS  grundsätzlich  fallbezogen  nie

**4. andere Untersuchung**

## **Danksagung**

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Univ. Prof. Dr. med. Eberhard Uhl für die Annahme als Doktorandin und jederzeit gewährte große Hilfe und Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit.

Herrn Chefarzt Dr. med. Hans Jaksche danke ich für seine Hartnäckigkeit, die Arbeit voranzutreiben und Unterstützung in den organisatorischen Abläufen der Arbeit, indem er sein Sekretariat zur Verfügung stellte.

Danken möchte ich allen, die an mich geglaubt haben, dass diese Arbeit fertig wird und immer ein offenes Ohr hatten, wenn die Verzweiflung groß war. Allen voran meinen Eltern, auch wenn mein Vater diesen Tag leider nicht mehr erleben durfte, meinen beiden Brüdern und meinem Mann Gerd, die in der langen Zeit der Erstellung viel ertragen mussten.