

Journal für

# Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/  
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

## Chirurgische Strategien bei Bandscheibenvorfällen an der Halswirbelsäule

Grimmer A, Wurm G

*Journal für Neurologie*

*Neurochirurgie und Psychiatrie*

2011; 12 (1), 23-30

Homepage:

**www.kup.at/**

**JNeurolNeurochirPsychiatr**

Online-Datenbank  
mit Autoren-  
und Stichwortsuche

Indexed in  
EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

# 76. Jahrestagung

Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie DGNC

Joint Meeting mit der Französischen  
Gesellschaft für Neurochirurgie



**2025**  
1.–4. Juni  
**HANNOVER**

[www.dgnc-kongress.de](http://www.dgnc-kongress.de)

Im Spannungsfeld zwischen  
Forschung und Patientenversorgung

**PROGRAMM JETZT ONLINE EINSEHEN!**



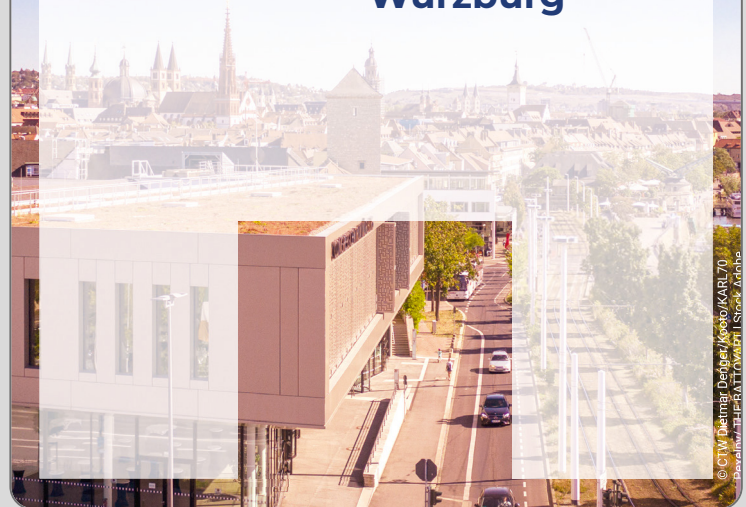
Deutsche  
Gesellschaft für  
Epileptologie



# 64. JAHRESTAGUNG

der Deutschen Gesellschaft für Epileptologie

**10.–13. Juni 2026**  
**Würzburg**



© CIM Deimer Deque/Kosch/KARL70  
Bavaria/THP/Alto/Warri | Stock Adobe

# Chirurgische Strategien bei Bandscheibenvorfällen an der Halswirbelsäule

A. Grimmer, G. Wurm

**Kurzfassung:** Bei zwei Drittel der Bevölkerung können degenerative Bandscheibenveränderungen bildgebend nachgewiesen werden. Diese Veränderungen führen nicht zwingend zu klinischen Beschwerden, können solche jedoch verursachen. Bandscheibenveränderungen sind sehr häufig mit anderen degenerativen Erscheinungen vergesellschaftet. Klinisch manifestiert sich ein symptomatischer Bandscheibenvorfall in Form von radikulären dermatombezogenen Schmerzen im Arm mit oder ohne sensomotorische Ausfälle.

Ein operatives Vorgehen ist dann notwendig, wenn ein neurologisches Defizit im Sinne von motorischen Ausfallserscheinungen oder aber Zeichen für eine Rückenmarkskompression vorliegen. Bei therapieresistenten Schmerzen und Hyp- oder Parästhesien besteht eine relative Operationsindikation. Ein kausaler Zusammenhang zwischen morphologischem Befund und klinischer Manifestation ist eine zwingende Voraussetzung für den Erfolg einer Operation. Die Entscheidung über die Wahl des chirurgischen Zugangs und die Art der Operation hängt in erster Linie von der Lage und der Konsistenz des Bandscheibenvorfalles ab, aber auch davon, wie viele Bandscheibenhöhen operiert werden müssen.

Im Vergleich zur konservativen Therapie ist nach einer Bandscheibenoperation mit einer meist rasch eintretenden Verbesserung von sensiblen und motorischen Ausfällen zu rechnen. Ebenso verspüren die meisten Patienten eine rasche und deutliche Schmerzverminderung. Ein Jahr postoperativ zeigen die operierten Patienten noch immer eine Verbesserung bezüglich der zuvor bestehenden motorischen Ausfälle, haben jedoch verglichen mit den konservativ behandelten Patienten keinen Vorteil bezüglich Schmerz-besserung und Besserung der sensiblen Ausfälle.

**Schlüsselwörter:** Halswirbelsäule, Operationsindikation, Operationsstrategie, Bandscheibenvorfall

**Abstract: Surgical Management of Cervical Disc Herniation.** Degenerative disc disease can be detected by means of Magnetic Resonance Imaging (MRI) in two thirds of asymptomatic people. This disease does not always lead to clinical symptoms, such as dermatome-related pain with or without sensorimotor deficits.

Surgery is needed when patients show signs of motor deficits or compression of the spinal

cord. However, surgery may be performed in patients with therapy-resistant pain and sensory deficits. For successful surgery a strong correlation must exist between the morphological and the clinical presentation of degenerative disc disease.

The decision regarding the type of surgery that might prove most useful depends on the morphologic characteristics and on the number of levels with discogenic pathologies.

The advantage of performing surgery in degenerative disc disease compared to conservative therapy is a rapid improvement of the motor and the sensory deficits within 4 months after surgery. Another advantage is that pain relief occurs more rapidly than in non-operated patients. Even after one year, patients with surgery have improved motor function compared to those who underwent conservative therapy. Sensory deficits and pain relief remain equal for both groups at that time point. **J Neurol Neurochir Psychiatr 2011; 12 (1): 23–30.**

**Key words:** cervical spine, surgical management, cervical disc herniation, evidence-based medicine

## ■ Pathogenese

Degenerative Veränderungen der Halswirbelsäule (HWS) sind so alt wie die menschliche Entwicklungsgeschichte. Zwei Drittel einer Gruppe von asymptomatischen Personen im Alter von durchschnittlich 42 Jahren weisen degenerative Bandscheibenveränderungen in der MR-Bildgebung auf [1]. Der Alterungsprozess der Bandscheibe beginnt bereits in sehr frühen Jahren, da im Bandscheibengewebe selbst keine Reparaturvorgänge stattfinden. Es entstehen mit fortschreitendem Alter und durch stärkere Belastung Risse im Faserring, wodurch die osmotische Integrität des Bandscheibengewebes gestört ist. Durch Abnahme des Wassergehalts trocknet das Bandscheibengewebe aus und wird weniger belastbar. Das *Punctum maximum* der degenerativen Veränderungen liegt im Bereich der unteren Halswirbelsäule (C5–C7); zum einen wegen der durch das hohe Kopfgewicht bedingten höheren Druckbelastungen pro Quadratzentimeter, zum anderen wegen der von kranial nach kaudal zunehmenden Bewegungsexklusionen mit der daraus resultierenden höheren Abnutzung der Bandscheiben [2].

Eingelangt am 23. November 2009; angenommen am 16. März 2010; Pre-Publishing Online am 14. Mai 2010

Aus der Abteilung für Neurochirurgie, Landes-Nervenlinik Linz

**Korrespondenzadresse:** Dr. med. Anja Grimmer, Abteilung für Neurochirurgie, Landes-Nervenlinik Linz, A-4020 Linz, Wagner-Jauregg-Weg 15;

E-Mail: anja.grimmer@gespag.at

## Akute Bandscheibenvorfälle

Akute Bandscheibenvorfälle in der HWS entstehen auf 2 verschiedenen Wegen: Einerseits können durch Rissbildungen im Bandscheibeninneren Teile des Gallertkerns den Faserring sprengen und zu einem weichen medialen oder medio-lateralen Bandscheibenvorfall führen. Zum anderen kann der Gallertkern durch Horizontalrisse nach lateral gelangen, sodass der Faserring unter Druck kommt und zu einer Protrusion in das Neuroforamen führt, was schließlich einen weichen intraforaminären Bandscheibenvorfall bedingt. Werden durch diese Prozesse Spinalnerven oder Rückenmark bedrängt, bestehen bei den Patienten akute Beschwerden [2].

## Chronisch degenerativer Verlauf

Bei chronisch degenerativem Verlauf verursacht der Wasserverlust der Bandscheibe eine langsame segmentale Höherminderung, die zu einer Unkarthrose mit konsekutiver Neuroforameneinengung führen kann. Die dadurch bedingte Gefügelockerung des Bewegungssegments führt durch Zerrung an den Längsbändern zu reaktiven spondylotischen Randzackenausziehungen im Bereich der Grund- und Deckplatte der angrenzenden Wirbelkörper. Diese Osteophyten führen besonders dorsal zu einer Einengung des Wirbelkanals, was konsekutiv zu einer Bedrängung von Spinalnerven oder Rückenmark führen kann. Zudem bedingt die Mikroinstabilität eine Überbeanspruchung und somit Hypertrophie der kleinen Wirbelgelenke und der dorsalen Bandstrukturen, was eine

Wirbelkanaleinengung von dorsal vorantreibt. Außerdem können die angrenzenden Wirbelkörperendplatten sklerotische Verdichtungen, so genannte Osteochondrosen, entwickeln. Diese Degeneration führt jedoch nicht zwingend zu klinischen Beschwerden [1].

Die erste systematische Beschreibung eines durch degenerative Veränderungen der Halswirbelsäule bedingten Schulter-Arm-Syndroms, damals als „Migraine cervicale“ bezeichnet, erfolgte im Jahr 1949 durch Bärtschi-Rochaix [3]. Im Jahr 1951 wurde die erste operative Behandlung eines zervikalen Bandscheibenvorfalles durch Frykholm mittels dorsaler Foraminotomie durchgeführt [4]. Einige Jahre später beschrieben Smith und Robinson [5] das erste ventrale Verfahren zur zervikalen Dekompression, welches später durch Cloward [6] und Caspar [7] weiterentwickelt wurde. Noch heute ist die von Smith und Robinson entwickelte ventrale Diskektomie mit anschließender Fusion in modifizierter Form ein etabliertes Standardverfahren zur operativen Behandlung zervikaler Bandscheibenvorfälle. Je nach Lokalisation und Konsistenz des Vorfalles, und abhängig von begleitenden Pathologien, bedarf es unterschiedlicher chirurgischer Strategien. In den vergangenen Jahren kamen neuere, teils instrumentierte Methoden auf den Markt, deren Vorteile gegenüber den etablierten Methoden noch nicht gänzlich erwiesen sind.

### ■ Klinische Manifestation

Die klinische Symptomatik ist durch Lokalisation, Größe und Ausrichtung des Bandscheibenvorfalles bestimmt. Die Entstehung von Schmerzen oder neurogenen Ausfällen wird durch unterschiedliche Mechanismen generiert:

#### Radikuläre Symptome

Die Kompression eines Spinalnervs (der präganglionären Nervenwurzeln und der Rami ventralis) führt zu ganz typischen dermatomgebundenen und somit radikulären Mustern in unterschiedlicher Kombination: bandförmige Schmerzausstrahlung im Arm, Hypästhesien, Par- oder Dysästhesien und/oder dem Myotom entsprechende motorische Ausfälle. Häufig besteht ein Reflexdefizit und bei chronischer Nervenschädigung kann auch eine Muskelatrophie der Kennmuskeln vorliegen. Typischerweise fehlen vegetative Ausfälle. Die Länge des Schmerzbandes ist proportional zum Kompressionsdruck des betroffenen Nervs [8].

#### Pseudoradikuläre Symptome

Häufig sind mit einer Bandscheibendegeneration chronisch degenerative Veränderungen der kleinen Wirbelgelenke und Bänder vergesellschaftet, wodurch es zu nichtdermatomgebundenen Schmerzen kommen kann. Diese werden durch Kapseldehnungsschmerzen der kleinen Wirbelgelenke verursacht, welche durch Stellungsanomalien im Zuge der Bandscheibenhöhenminderung bedingt sind. Da die paraspinalen Muskeln durch Rezeptoren der Facettengelenkscapseln mitgesteuert werden, welche bei Dehnungsreizen im Zuge von Fehlbelastungen aktiviert werden, können schmerzhafte Myogelosen auftreten. Auch der Austritt von sauren Metaboliten aus dem geschädigten Bandscheibenraum führt zu Nervenreizungen mit diffuser Ausstrahlung und Nackenschmerzen [2].

#### Myeläre Symptome

Eine komplexere Klinik kann bei einem entsprechend großen Bandscheibenvorfall durch die sekundäre Wirbelkanaleinengung und die dadurch bedingte Bedrängung des Rückenmarks verursacht werden: Dabei können Querschnittssymptome unterschiedlicher Ausprägung auftreten. Häufig besteht ein Hinterstrangsyndrom mit spinaler Gangataxie. Aber es können auch Blasen- und Darmentleerungsstörungen bis hin zu Parabzw. Tetraspastik unterschiedlichen Schweregrades auftreten. Seltener kommt es zu dissoziierten Empfindungsstörungen (Brown-Séquard-Syndrom). Typisch sind diffuse pseudoradikuläre Par-/Hyp-/Dyästhesien sowohl in den oberen als auch in den unteren Extremitäten mit positiven Pyramidenbahnzeichen und Hyperreflexie. Das Lhermitte-Zeichen ist nur bei 5 % der Patienten mit zervikaler Myelopathie positiv [9].

### ■ Bildgebende Abklärung des morphologischen Befundes

Im morphologischen Befund unterscheidet man frische (weiche) und chronische (harte verknöcherte) Bandscheibenvorfälle. Ein Bandscheibenvorfall kann zu einer Neuroforamen-einengung und/oder einer Wirbelkanalstenose mit konsekutiver Bedrängung neurogener Strukturen führen.

#### Magnetresonanztomographie

Der Goldstandard für die Bildgebung zervikaler Bandscheibenvorfälle ist die Magnetresonanztomographie (MRT) in T1- und T2-Gewichtung. Diese Untersuchung ermöglicht eine gute Abgrenzbarkeit und Beurteilung sowohl von Nerven und Gelenken als auch des Rückenmarks. Die Sensitivität der Tomographie bezüglich Feststellung einer Nervenkompression beträgt 93 % [10].

#### Computertomographie

Die Computertomographie (CT) hingegen erlaubt eine genauere Differenzierung der knöchernen Strukturen. So können Unkarthrosen, Osteophyten und knöcherne Bandscheibenvorfälle differenziert werden. Außerdem kann der Grad der knöchernen Wirbelkanaleinengung vermessen werden. Bei einem sagittalen Durchmesser < 13 mm spricht man von einer relativen Wirbelkanalstenose, Werte < 10 mm stehen für eine absolute Wirbelkanalstenose. Bei Durchmessern < 10 mm besteht der dringende Verdacht auf eine Rückenmarksschädigung, die gelegentlich auch mittels MRT wegen der starken myelären Kompression nicht sicher dargestellt bzw. ausgeschlossen werden kann.

#### Weitere Verfahren

Die Schnittbildverfahren haben mittlerweile die Stellung des Nativröntgens in der Diagnostik herabgesetzt. Mit einem Nativröntgen kann man sich einen schnellen, aber nur groben Eindruck über die Achsenstellung und das Degenerationsausmaß der HWS verschaffen.

Das konventionelle Röntgen wird nach wie vor häufig zur postoperativen Verlaufskontrolle und zur Lagekontrolle nach Einbringung von Implantaten angewendet.

Die Abklärung mittels Kinematographie oder funktioneller Myelographie (selten) dient zur radiologischen Diagnose einer möglichen Instabilität.

## ■ Operationsindikation

Die meisten zervikalen Wurzelsyndrome lassen sich mit diversen konservativen Therapiemaßnahmen sehr effizient behandeln. Die wichtigste Voraussetzung, eine Operation im Bereich der HWS zu indizieren, ist das Vorliegen eines zur Klinik passenden, bildgebend darstellbaren morphologischen Befundes, der eine mechanische Nerven- oder Rückenmarksirritation verursacht. Dieser kausale Zusammenhang zwischen Befund und klinischer Manifestation ist eine zwingende Voraussetzung für den Erfolg einer Operation.

Wir unterscheiden zwischen einer absoluten und relativen Operationsindikation:

### Absolute Operationsindikation

Die absolute Operationsnotwendigkeit besteht bei starker Kompression der motorischen Spinalnervenwurzel, was sich klinisch in Form von Lähmungserscheinungen der Kennmuskeln zeigt. Jede klinische Myelopathie, die durch einen Bandscheibenvorfall verursacht wird, stellt eine absolute OP-Indikation dar.

### Relative Operationsindikation

Als relative Operationsnotwendigkeit gelten hingegen therapieresistente radikuläre Schmerzen mit Hyp- oder Parästhesien. Ein ausschließlicher Nackenschmerz ist keine klassische Operationsindikation.

## ■ Operative Methoden

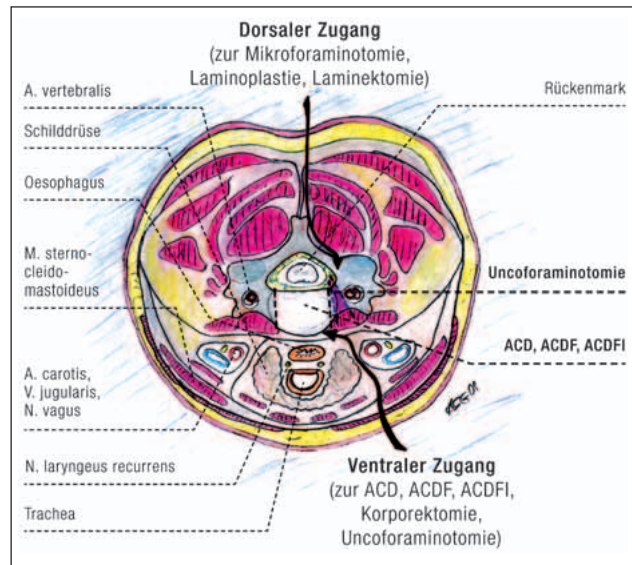
Je nach Lage der Pathologie kann man von ventral oder von dorsal operieren (Abb. 1). Man unterscheidet außerdem zwischen versteifenden und bewegungserhaltenden Verfahren. Ziel der Operation ist es, die Ursache der Nervenirritation zu entfernen, wodurch eine fortschreitende Nervenschädigung verhindert wird und eine rasche Verbesserung der Schmerzsymptomatik folgen soll. Durch die operative Dekompression der neurogenen Strukturen soll zudem die Möglichkeit der Regeneration und Rückbildung von Ausfallssymptomen gewährleistet werden.

Bei der Entfernung des Bandscheibengewebes erfolgt in den meisten Fällen auch eine gleichzeitige knöcherne Erweiterung des Neuroforamens, da Bandscheibendegeneration und Spinalkanal- bzw. Neuroforamenstenose oft gemeinsam auftreten. Durch die OP soll der ungestörte Verlauf der Spinalnerven im Neuroforamen und des Myelons im Spinalkanal fortwährend sichergestellt werden, und zwar bei gleichzeitigem Erhalt eines möglichst harmonischen sagittalen Alignments der HWS. Zudem sollte vom operierten Segment keine Fernwirkung ausgehen, die zu einer Degeneration im Anschlusssegment führen könnte.

### Ventrale Verfahren

#### Anteriore zervikale Diskektomie (ACD) mit Fusion (ACDF) und/oder Instrumentation (ACDI)

Die ACD wurde bereits in den 1950er-Jahren von Cloward entwickelt und von Smith und Robinson modifiziert [5]. Die Weiterentwicklung von Caspar [7], der Instrumente und Implantate zur ventralen Plattenosteosynthese vorschlug, setzte



**Abbildung 1:** Operative Zugangswege zur Halswirbelsäule. ACDF: Anterior Cervical Discectomy and Fusion; ACD: Anterior Cervical Discectomy; ACDFI: Anterior Cervical Discectomy and Fusion with Instrumentation.

sich schließlich soweit durch, dass dieses Verfahren heute als Standardoperation gilt, einerseits zur operativen Versorgung zervikaler Bandscheibenvorfälle, andererseits auch zur Versorgung von HWS-Traumen. Das Ziel dieser Verfahren ist die funktionelle Ausschaltung des Bewegungssegments mit anschließender Fusion und Blockwirbelbildung.

### Indikation

Grundsätzlich kann jede Form der Bandscheibenerkrankung, egal ob degenerativ, entzündlich oder traumatisch, mit dieser Methode behandelt werden. Bei degenerativen Veränderungen sind große mediane, sowohl weiche als auch knöcherne Bandscheibenvorfälle sowie Neuroforamenstenosen gut geeignet. Es können auch mehrere Segmente versorgt werden, jedoch wird dann eine ventrale Instrumentation mittels Platte empfohlen [11].

### Methodik

Die OP wird in Allgemeinnarkose und Rückenlagerung durchgeführt. Der Zugang wird über einen quer verlaufenden, kleinen zervikalen Hautschnitt geführt. Anschließend präpariert man durch die Weichteile des Halses, bis man die vordere Zirkumferenz der Halswirbelsäule erreicht. Nach radiologischer Höhenbestätigung erfolgt mikrochirurgisch die Resektion der Bandscheibe und des hinteren Längsbandes. Anschließend wird ein eventuell vorliegender Bandscheibensequester entfernt und das Neuroforamen freigelegt. Eine Abtragung von dorsalen Osteophyten sollte zur optimalen Dekompression angestrebt werden.

#### – „Anterior Cervical Discectomy“ (ACD)

Bei diesem Verfahren bleibt der Bandscheibenraum leer. Im Anschluss an die Operation kann es zur Fusion oder aber auch zu Pseudoarthrosenbildung im Bewegungssegment kommen [12].

#### – „Anterior Cervical Discectomy with Fusion“ (ACDF)

Die entfernte Bandscheibe wird bei dieser Methode durch verschiedene Arten von Platzhaltern ersetzt. Dadurch ist die post-

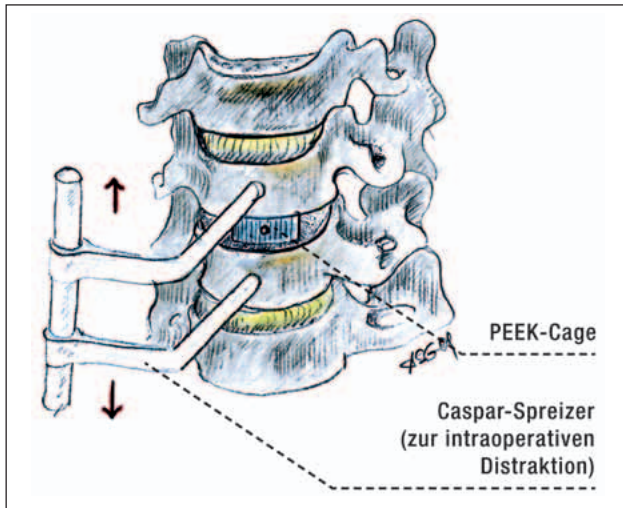


Abbildung 2: ACDF mit PEEK-Cage (Polyetheretherketon)

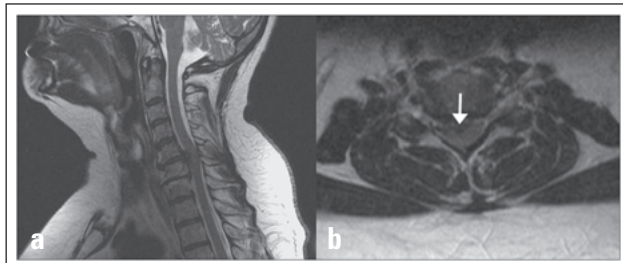


Abbildung 3: (a) MRT sagittal in T2-Gewichtung: Massenvorfall C5/C6 medial mit absoluter Wirbelkanalstenose. (b) MRT transversal in T2-Gewichtung: Massenvorfall C5/C6 medial mit absoluter Wirbelkanalstenose. Dieser Befund ist geeignet für eine ACDF.

operative Fusionsrate der operierten Segmente höher als bei der ACD alleine [12]. Bei der Wahl des Platzhalters stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Auswahl:

- Man kann einen autologen Knochen aus dem Beckenkamm des Patienten entnehmen und als trikortikalen Knochenspan in den Bandscheibenraum einbringen [7]. Nachteile des trikortikalen Knochenspans sind die Schmerzen an der Entnahmestelle, wenngleich diese Methode nach wie vor gerne, besonders bei Versorgung von traumatischen Bandscheibenzerreißen, zum Einsatz kommt.
- Als Alternative bietet sich ein Platzhalter aus Knochenzement (Polymethyl-Methacrylat [PMMA]) an [13], der noch heute als kostensparende Alternative eingesetzt wird.
- Die gängigste Methode ist die Fusion mit industriell gefertigten „Cages“. Diese bestehen aus Titan oder Kunststoff (Polyetheretherketon [PEEK]). Sie haben meist einen tragenden Rahmen und ein zentrales Loch, durch das der Knochen zur Fusion einwachsen kann. Zur besseren Verankerung des Cage ist die Oberfläche mit einer Zähnelung versehen. Die Einbringung in den Bandscheibenraum erfolgt unter leichter Distraction ohne weitere Fixierung (Abb. 2, 3).

– „Anterior Cervical Discectomy and Fusion with Instrumentation“ (ACDFI)

Eine weitere Entwicklung der ACDF ist die Ergänzung mittels Instrumentation, wobei eine Platte ventral zwischen den angrenzenden Wirbelkörpern angebracht wird. Diese instrumentierte Methode ist vor allem bei traumatischen Instabilitä-

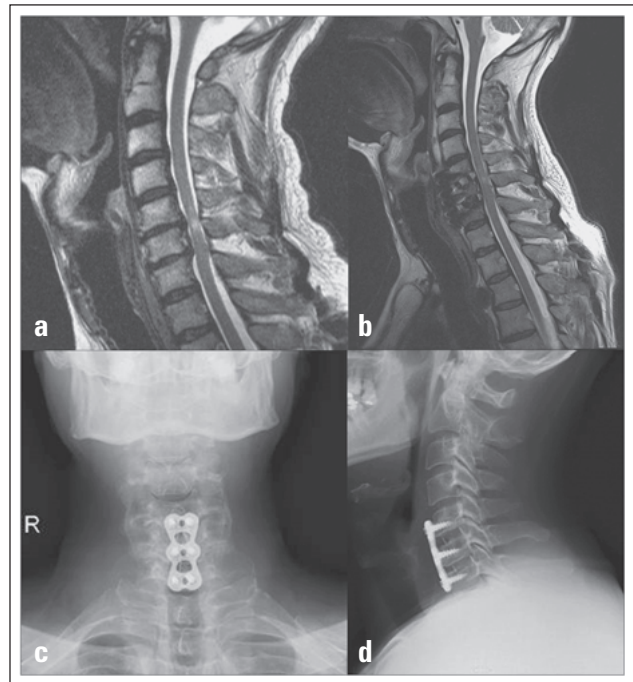


Abbildung 4: (a) Präoperatives HWS-MRT, sagittal in T2-Gewichtung: Bandscheibenvorfall und Retrospondylose C5/C6 und C6/C7 mit konsekutiver Myelopathie und absoluter Wirbelkanalstenose. (b) Postoperatives HWS-MRT, sagittal in T2-Gewichtung: nach „Anterior Cervical Discectomy and Fusion with Instrumentation“ (ACDFI) mit ventraler winkelstabiler Platte und 2 PEEK- (Polyetheretherketon-) Cages auf Höhe C5/C6 und C6/C7. (c) Postoperatives HWS-Röntgen anterior/posterior: Mit ventraler Platte und 2 PEEK-Cages. (d) Postoperatives seitliches HWS-Röntgen.

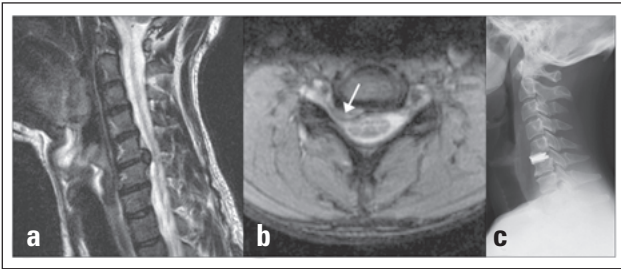
ten der HWS ein gängiges Verfahren. Ob eine ventrale Instrumentation auch nach monosegmentaler Operation bei degenerativen Veränderungen der HWS durchgeführt werden soll, wird kontrovers diskutiert. Ab 2 operierten Höhen wird von vielen Autoren eine zusätzliche Plattenfixation empfohlen [11, 14]. In den vergangenen Jahren wurden neben den bereits bekannten stabilen Plattensystemen auch so genannte dynamische Platten entwickelt [15]. Ein großer Nachteil der Fusionsoperationen scheint eine mögliche Mehrbelastung der angrenzenden Bewegungssegmente und eine möglicherweise daraus resultierende Anschlusssegmentdegeneration („Adjacent segment disease“) [16] zu sein (Abb. 4).

#### Bandscheibenprothesen (Arthroplastie)

Um diese postulierte Anschlusssegmentdegeneration zu vermindern oder zu verhindern, wurden bewegungserhaltende Methoden mit funktionellen Bandscheibenprothesen entwickelt (Arthroplastie). Die erste kommerziell vertriebene Bandscheibenprothese, die Bryan-Disc-Prothese [17], ist seit 2000 auf dem europäischen Markt erhältlich. Mittlerweile gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Prothesenarten. Die postulierten klinischen und radiologischen Vorteile der Bandscheibenprothesen werden in der Literatur nach wie vor kontrovers diskutiert (Abb. 5).

#### Indikation

Die Arthroplastie wird bei mono- und bisegmentalen weichen Bandscheibenvorfällen durchgeführt, wobei eine Bewegungsexkursion in dem zu operierenden Segment in den Funktionsaufnahmen sichtbar sein sollte. Als Kontraindikation gelten Osteoporose, segmentale Instabilität und ausge-



**Abbildung 5:** (a) HWS-MRT sagittal in T2-Gewichtung: weicher Bandscheibenvorfall C5/C6. (b) HWS-MRT transversal in T2-Gewichtung: weicher Bandscheibenvorfall C5/C6 rechts lateral. (c) Postoperatives Röntgen: Prestige-Prothese C5/C6.

prägte chronisch-degenerative Veränderungen mit deutlicher Höhenminderung des Bandscheibenraumes sowie kyphotische Fehlhaltungen.

#### Methodik

Der Zugang erfolgt genauso wie bei der ACD, wobei nun statt eines Cage eine funktionelle Disc-Prothese eingebracht wird, die die Bewegungsfunktion der Bandscheibe nachzuahmen versucht. Die Methodik ist vom Prothesentyp und somit von den Vorgaben des Herstellers abhängig.

#### Unkofforaminotomie

Eine weitere Alternative zur ACD stellt die ventrale Unkofforaminotomie dar, deren Ziel die Resektion des pathologischen Befunds von ventral, bei größtmöglicher Bandscheibenschonung und somit Erhalt der Beweglichkeit im operierten Segment ist.

#### Indikation

Der geeignete morphologische Befund ist ein weit lateral liegender, weicher Bandscheibenvorfall oder eine isolierte Neuroforamenstenose, wobei klinisch typischerweise eine einseitige Radikulopathie besteht.

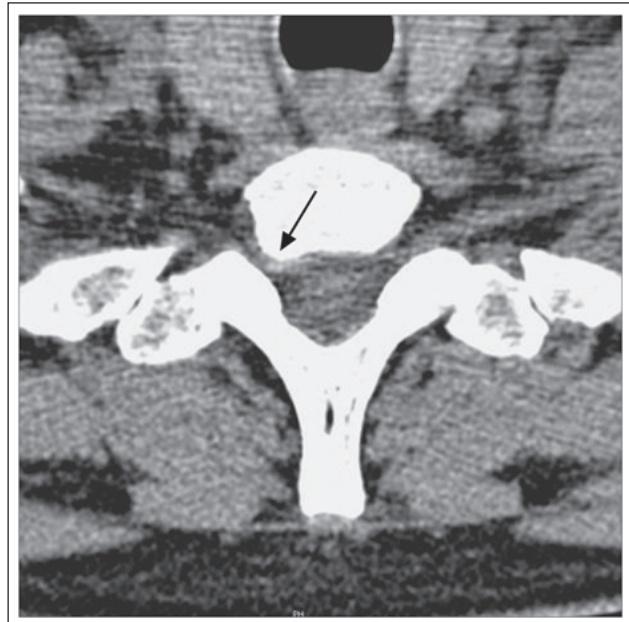
#### Methodik

Der Zugang erfolgt ebenso wie bei der ACD, wobei die Bandscheibe *in situ* belassen wird. Der Zugang erfolgt durch das Uncovertebralgelenk, wobei Bandscheibenanteile maximal geschont werden. Danach wird das Längsband nur teilreseziert. Anschließend wird ein bestehender lateraler Sequester entfernt oder das Neuroforamen aufgefräst bzw. aufgestanzt. Der Verlauf der A. vertebralis kann optional dargestellt werden, empfohlen wird ihre Darstellung auf Höhe C6/C7 [18].

#### Mögliche Komplikationen bei ventralen Verfahren

##### Zugangsbedingte Komplikationen

Die häufigsten Komplikationen sind durch den Zugangsweg bedingt. Eine schwerwiegende Komplikation bei Operationen der HWS stellt das postoperative Hämatom dar, welches durch seine raumfordernde Wirkung auf wichtige Organe und Gefäße in der Halsregion eine sofortige Revision notwendig machen kann. Die Inzidenz wird je nach Literatur zwischen 1,3 % und 5,6 % angegeben [19]. Das Wundinfektionsrisiko ist hingegen mit < 1 % gering [20]. Eine Verletzung des N. laryngeus recurrens ist die häufigste zugangsbedingte Komplikation. Hierbei treten temporäre (11 %) oder aber auch bleibende Schäden (4 %) auf im Sinne von Heiserkeit,



**Abbildung 6:** HWS-CT in transversaler Schichtung: weicher Bandscheibenvorfall C7/Th1 rechts. Eine geeignete Operationsmethode ist hier die dorsale Mikroforaminotomie.

Aspirationsgefahr, Husten und Atemproblemen. Verletzungen des Ösophagus, des Pharynx oder der Trachea sind sehr seltene Komplikationen. Bei Verletzung der A. vertebralis (bei ACD 0,3 %, bei Unkofforaminotomie höher) kann es zu Blutungen oder Dissektionen mit anschließender Thromboembolie und Schlaganfällen kommen. Bei Verletzung des paraspinal verlaufenden sympathischen Grenzstrangs kann ein Horner-Syndrom die Folge sein. Selten resultiert eine Aggravierung radikulärer oder myelärer Ausfälle, wobei das Risiko vom Grad der präoperativ bestehenden myelären oder radikulären Bedrängung abhängig ist [20, 21].

#### Implantatabhängige Komplikationen

Das Risiko einer sich postoperativ entwickelnden zervikalen Kyphose liegt bei einer reinen ACD bei 60 %, wobei diese oftmals klinisch asymptomatisch verläuft. Bei ACDF kann es nach der Beckenspanentnahme zu Problemen an der Spanentnahmestelle kommen im Sinne von Infektionen, Schmerzen oder Blutungen. Implantierte Cages können mit einer Inzidenz von 2 % postoperativ dislozieren, was eine Revision notwendig machen kann [20]. Außerdem werden mangelnde Fusionen, so genannte Pseudoarthrosen, bei monosegmentalen Eingriffen mit einer Inzidenz bis zu 20 % beschrieben, bei multisegmentalen Eingriffen sogar höher [22]. Sie sind entweder asymptomatisch oder verursachen Nackenschmerzen. Die in der Literatur postulierten Anschlusssegmentdegenerationen nach Fusionsoperationen [16] bleiben in 70 % der Fälle klinisch asymptomatisch. Letztendlich ist nicht geklärt, ob diese Anschlussdegeneration im Zuge der fortschreitenden zervikalen Degeneration und somit unabhängig von der Fusionsoperation entsteht oder aber durch diese verursacht wird [20]. Die zervikalen Prothesen zeigen in 10–20 % der Nachuntersuchungen innerhalb der ersten 2 Jahre eine fehlende Funktionalität durch Einsteifung, wobei die Fusionsrate in keinen Zusammenhang mit dem klinischen Ergebnis gebracht werden kann [23].

### Dorsale Verfahren

#### Dorsale zervikale Mikroforaminotomie

Dieses Verfahren wurde von Frykholm 1951 beschrieben [4]. Es ist ein relativ gewebeschonendes und risikoarmes Operationsverfahren bei ausgesuchten Indikationen. Es ist eine der ältesten „Non-fusion“-Techniken, somit bewegungserhaltend und auch heute noch weit verbreitet. In letzter Zeit wird der Eingriff auch minimalinvasiv oder endoskopisch durchgeführt (Abb. 6).

#### *Indikation*

Geeignete Befunde sind weiche, sehr weit lateral bzw. präforaminär liegende Bandscheibensequester und isolierte Neuroforamenstenosen, die eine rein einseitige radikuläre Symptomatik verursachen. Als Kontraindikation gelten mediane Vorfälle und eine Instabilität im zu operierenden Segment.

#### *Methodik*

Der Zugang erfolgt von dorsal, wobei der Patient sitzend oder auf dem Bauch gelagert wird. Nach Darstellung des interlaminaären Fensters erfolgt die Eröffnung des Neuroforamens durch minimale Abtragung der Laminae und des medianen Facettengelenks. Im Anschluss wird der Sequester entfernt oder der Spinalnerv nur knöchern dekomprimiert.

#### *Komplikationen*

Beim klassischen Zugang kommt es in bis zu 25 % der Fälle zu Störungen der Propriozeptoren und somit zum Auftreten von Nackenschmerzen. Dieses Risiko kann durch minimalinvasive Verfahren reduziert werden [24]. Eine zu ausgedehnte Resektion der Facettengelenke kann eine segmentale Instabilität zur Folge haben. Die Notwendigkeit einer nochmaligen Operation von ventral, aufgrund persistierender Beschwerden, wird mit 3,5–8 % angegeben [20]. Eine mögliche Komplikation der sitzenden Lagerung ist die Luftembolie.

### Kombinierte multisegmentale Verfahren

Bei multisegmentalen zervikalen Pathologien bedarf es häufig einer langstreckigen zervikalen Dekompression. Es werden dabei unterschiedliche Verfahren, eventuell auch kombiniert, verwendet. Je nach Erreichbarkeit des Befundes werden auch diese Eingriffe entweder von ventral oder von dorsal durchgeführt.

#### Wirbelkörperresektion (Korporektomie)

Von ventral wird bei großen, weit über die Wirbelkörperhinterkante reichenden Bandscheibenvorfällen und chronischen Längsbandverknöcherungen eine Wirbelkörperresektion (Korporektomie) durchgeführt. Dabei werden sowohl der Wirbelkörper als auch die angrenzenden Bandscheiben reseziert und die angrenzenden Höhen mit Cage-Implantaten und einer ventralen Platte fusioniert. Die Platte soll die Wahrscheinlichkeit einer Pseudoarthrosenbildung minimieren und eine bessere Stabilität ermöglichen.

#### Laminektomie

Zur dorsalen Dekompression kann eine Laminektomie durchgeführt werden. Das ist eine Kompletresektion der Wirbelbögen, wobei gleichzeitig eine Instrumentation mit Cages von ventral oder mit Schrauben von dorsal empfohlen wird,

um postoperative kyphotische Fehlstellungen zu vermeiden [25].

#### Laminoplastie

In ausgesuchten Fällen kann eine Laminoplastie durchgeführt werden. Dabei werden die Wirbelbögen meist einseitig langstreckig durchtrennt und angehoben, um anschließend in einer gewissen Distanz mittels Plättchen wieder fixiert zu werden, um so den Wirbelkanal zu erweitern.

All diese Verfahren zählen nicht zu den klassischen Operationsmethoden bei zervikalen Bandscheibenvorfällen, sondern kommen eher bei ausgeprägten multisegmentalen Degenerationen mit assoziierter Wirbelkanalstenose zum Einsatz.

## ■ Diskussion

In den vergangenen Jahren stieg die Anzahl der HWS-Operationen stetig an, nicht zuletzt aufgrund der Alterspyramide der Bevölkerung, der besseren bildgebenden Diagnostik, durch die immer besser werdende Information und Aufklärung der Patienten, aber auch durch die intensive Bewirtschaftung des Implantatemarkts durch die jeweiligen Hersteller [26]. Jedoch erfahren 90 % der Patienten mit bestehender Radikulopathie eine Schmerzverbesserung auch ohne Operation [27].

In den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (2008) wird die Empfehlung zur operativen Therapie bei rasch progredienter Parese und kompressiver zervikaler Radikulopathie gegeben (Evidenzklasse A) [28]. Bei zervikaler spondylotischer Myelopathie sollte bei rasch progredienter Klinik und/oder autonomen Störungen, im Sinne von Blasen- und Darmentleerungsstörungen, eine operative Dekompression durchgeführt werden (Evidenzklasse A). Insgesamt wird jedoch kritisiert, dass bis dato noch immer keine gesicherten Studiendaten bezüglich konservativer und chirurgischer Therapiemethoden existieren [29].

Seit 2006 versuchen Wirbelsäulenexperten interdisziplinär die Literatur auf Evidenzklassen zu prüfen und Leitlinien für die Behandlung von degenerativen zervikalen Erkrankungen zu formulieren [30]. Während der Entwicklung von Kriterien für Leitlinien zur Operation der HWS wurde festgestellt, dass ein Großteil der vorhandenen Studien mangelnde Aussagekraft wegen unklarer Einschluss- und Outcome-Kriterien, eines schlechten Studiendesigns, mangelnder Kontrollgruppen und nicht vorhandener Randomisierung besitzt. Trotzdem dienen diese 2009 publizierten Ergebnisse als gute Hilfe für die operative Therapieentscheidung.

### Kompressive zervikale Radikulopathie

Bei bestehender kompressiver zervikaler Radikulopathie wurde eine ventrale Dekompression mittels ACD oder ACDF empfohlen (Evidenzklasse I) [31]. Der Vorteil dieser operativen Therapie gegenüber konservativen Maßnahmen ist die Tatsache, dass nach einer Operation eine rasch eintretende Verbesserung von sensomotorischen Ausfällen und Schmerzen innerhalb von 4 Monaten zu erwarten ist. Ein Jahr nach der Operation haben die Patienten immer noch einen deutlichen Vorteil bezüglich der motorischen Funktion, nicht jedoch bezüglich Schmerzen und sensiblen Defiziten [31, 32].



Bei monosegmentalen Eingriffen ist bei der ACD und der ACDF das postoperative Ergebnis bezüglich der neurologischen Funktion ähnlich, wenngleich sich die Patienten, bei denen eine ACDF durchgeführt wurde, rascher von Nacken- und Armschmerzen erholen und sie ein geringeres Kyphoserisiko haben. Eine zusätzliche Instrumentation verbessert die klinische Situation der Patienten nicht unbedingt, obwohl die Rate der Pseudoarthrosen reduziert wird [31].

Bei multisegmentalen Eingriffen resultiert nach Durchtrennung des vorderen Längsbandes eine geringere Stabilität bei Extensionsbewegungen [11, 14]. Das ist einer der Gründe, warum bei multisegmentalen Operationen eine zusätzliche Instrumentation empfohlen wird. Nach ACDF auf 2 Höhen präsentieren sich Patienten, die zusätzlich ventral verplattet wurden, mit weniger Armschmerzen als solche, die nur mittels ACDF versorgt wurden (Evidenzklasse II) [12].

In der Implantation zervikaler Bandscheibenprothesen sehen die meisten Autoren zum jetzigen Zeitpunkt keine wesentlichen Vorteile gegenüber den etablierten ventralen Methoden [33]. Die klinischen Ergebnisse sowohl der ACDF als auch der Arthroplastie werden als gleichwertig beurteilt (Evidenzklasse II) [13, 33]. Einige Autoren fanden jedoch nach der Arthroplastie geringere Komplikations- und Reoperationsraten verglichen mit den ventralen Fusionen [34–36]. Andere fanden bessere klinische Kurzzeitergebnisse als bei ACDF [36–39].

Bezüglich der Unkoforaminotomie ist die Datenlage schlechter, womit bei gleichen Symptomen eine OP-Empfehlung mit Evidenzklasse III ausgesprochen wird. Die postoperative klinische Verbesserungsrate wird zwischen 52 und 99 % angegeben und variiert somit sehr stark [31].

Die dorsale Mikroforaminotomie ist zwar ein seltenes Verfahren, gilt aber bei sorgfältiger Patientenselektion auch als eine sichere und erfolgversprechende Methode (Klasse-III-Evidenz) [40].

### Zervikale spondylotische Myelopathie

Bei der zervikalen spondylotischen Myelopathie herrscht bezüglich einer klaren Indikationsstellung zur Operation und bezüglich der postoperativen Ergebnisse der unterschiedlichen OP-Methoden keine einheitliche Meinung. Generell erfährt der Patient nach jeglicher Form der Dekompression (ACDF, anteriore zervikale Korpektomie, Laminoplastie, Laminektomie mit Fusion) kurzfristig eine klinische Verbesserung (Evidenzklasse III). Eine Laminektomie allein kann jedoch zur Kyphosebildung als Spätfolge führen [41]. Ein Alter < 60 Jahre und eine Symptombdauer von < 2 Jahren gelten als positive Prädiktoren für eine postoperative Symptomverbesserung [42].

In Zeiten der evidenzbasierten Medizin wird zunehmend in operativen Fächern der Wunsch geäußert, dass die Indikationsstellung und die Entscheidung zur passenden Operationsmethode anhand von Leitlinien zu treffen sei. Diese existieren jedoch in der Neurochirurgie nur lückenhaft und sind bei vielen Fragestellungen von einer hohen Evidenzklasse weit entfernt.

**Tabelle 1:** Wahl des Zugangsweges in Abhängigkeit vom morphologischen Befund, ausgedrückt in der Empfehlung.

Morphologischer Befund	Von vorne	Von hinten	Kombiniert	Entweder/oder
Medianer weicher Prolaps				
Lateraler weicher Prolaps				
Medianer Osteophyt				
Lateraler Osteophyt				
Spondylotische Myelopathie				
– mit Kyphose				
– ohne Kyphose				

So bleibt weiterhin zu hoffen, dass in Zukunft vermehrt Studien mit hoher Evidenzklasse als Hilfe zur operativen Therapieentscheidung veröffentlicht werden.

Trotzdem wird es immer wieder Fälle geben, in denen individuell entschieden werden muss – anhängig von der vorliegenden Befundkonstellation, der persönlichen Situation des Patienten und den Fertigkeiten und der Erfahrung des behandelnden Arztes.

Es sollte uns jedoch auch bewusst sein, dass abgesehen vom fachlichen Wissen, eine gute Operationsindikation ebenso auf die Basis einer vertrauensvollen Beziehung zwischen Arzt und Patient gestellt werden sollte, als einer einvernehmlichen Entscheidung nach umfassender Aufklärung und Aufzeigen von Alternativmethoden.

## ■ Interessenkonflikt

Die Autorinnen verneinen einen Interessenkonflikt.

## ■ Relevanz für die Praxis

- Der kausale Zusammenhang zwischen bildgebendem Befund und klinischer Manifestation ist eine zwingende Voraussetzung für den Erfolg einer Operation.
- Eine absolute OP-Indikation besteht bei
  - motorischen Ausfällen der Kennmuskeln mit/ohne radikuläre Schmerzen
  - myelären Symptomen (lange Bahnen, Gangataxie, Pyramidenbahnzeichen, autonome Störungen etc.)
- Eine relative OP-Indikation besteht bei
  - therapieresistenten radikulären Schmerzen
  - anhaltenden und den Alltag des Patienten beeinträchtigenden Hyp-/Parästhesien (*Cave:* kann auch Zeichen einer Myelopathie sein) (Tab. 1)

## Literatur:

1. Wanke I, Meyer F. Bildgebende Diagnostik in der spinalen Neurochirurgie. In: Börm W, Meyer F (Hrsg). Spinale Neurochirurgie. Verlag Schattauer, Stuttgart, 2009; 31–41.
2. Schmieder K. Zervikaler Bandscheibenvorfall. In: Börm W, Meyer F (Hrsg). Spinale Neurochirurgie. Verlag Schattauer, Stuttgart, 2009; 66–71.
3. Bärtschi-Rochaix W. Migraine cervicale. Huber, Bern, 1949.
4. Frykholm R. Lower cervical vertebral and intervertebral discs. Acta Chir Scand 1951; 101: 345–59.
5. Smith GW, Robinson RA. The treatment of cervical spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion. J Bone Surg (Am) 1958; 40: 607–24.

6. Cloward RB. The anterior approach for removal of ruptured cervical disc. *J Neurosurg* 1958; 15: 602–17.
7. Caspar W. Anterior cervical fusion and Caspar plate stabilisation for cervical trauma. *Neurosurgery* 1989; 25: 491–502.
8. Smith MJ, Wright V. Sciatica and the intervertebral disc. *J Bone Joint Surg* 1958; 40A: 1401–18.
9. Vitthum H. Stenosen des Spinalkanals. In: Moskopp D, Wassmann H (Hrsg). *Neurochirurgie*. Verlag Schattauer, Stuttgart, 2003; 598–605.
10. Mummaneni P. Preoperative patient selection with magnetic resonance imaging, computer tomography and electroencephalography. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 119–29.
11. Di Angelo DJ, Foley KT. Anterior cervical plating reverses load transfer through multi-level strut-crafts. *Spine* 2000; 25: 783–95.
12. Matz PG, Ryken TC, Groff MW, et al.; Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons. Techniques of anterior cervical disc decompression for radiculopathy. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 183–97.
13. Schröder J. PMMA in anterior cervical spine surgery – current situation in Germany. *Zentralbl Neurochir* 2001; 62: 33–6.
14. Wang JL, Panjabi MM, Isomi T. The role of bone graft force in stabilizing the multi-level anterior cervical plate system. *Spine* 2000; 25: 1649–54.
15. Stulik J, Pitzen TR. Fusion and failure following anterior cervical plating with dynamic or rigid plates: 6 months results of a multicentric, prospective, randomized, controlled study. *Eur Spine* 2007; 16: 1689–94.
16. Hillibrand AS. Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis. *J Bone Joint Surg* 1999; 81-A: 519–28.
17. Bryan VE Jr. Cervical motion segment replacement. *Eur Spine J* 2002; 11 (Suppl 2): S92–S97.
18. Jho HD. Microsurgical anterior cervical foraminotomy for radiculopathy: a new approach to cervical disc herniation. *J Neurosurg Spine* 1996; 84: 155–60.
19. Pitzen T, Kast E. Operationen an der subaxialen Halswirbelsäule. In: Börm W, Meyer F (Hrsg). *Spinale Neurochirurgie*. Schattauer-Verlag, Stuttgart, 2009; 385–6.
20. Greenberg M, Arredondo N, Duckworth E, et al. Cervical disc herniation. In: Greenberg M. *Handbook of Neurosurgery*, 6th ed. Thieme-Verlag, New York, 2006; 318–22.
21. Schmieder K. Verletzung des N. laryngeus recurrens. In: Börm W, Meyer F (Hrsg). *Spinale Neurochirurgie*. Verlag Schattauer, Stuttgart, 2009; 394: 4–5.
22. DeWal H, Errico T. Treatment of pseudarthrosis. 5th ed. Saunders Elsevier, Philadelphia, 2006.
23. Leung C. Clinical significance of heterotopic ossification in cervical disc replacement: a prospective multicenter clinical trial. *Neurosurgery* 2005; 57: 759–63.
24. Helmbrecht A, Heidecke V. Dorsale zervikale Mikroforaminotomie. In: Börm W, Meyer F (Hrsg). *Spinale Neurochirurgie*. Verlag Schattauer, Stuttgart, 2009; 287–8.
25. Mummaneni P. Cervical surgical techniques of the treatment of cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 130–41.
26. Patil PG, Turner DA, Pietrobon R. National trends in surgical procedures for degenerative cervical spine disease: 1990–2000. *Neurosurgery* 2005; 57: 753–8.
27. Saal JS, Saal JA, Yurth EF. Nonoperative management of herniated cervical intervertebral with radiculopathy. *Spine* 1996; 21: 1877–83.
28. Ludolph A. Zervikale Radikulopathie. In: Diener HC, Putzki N, Berlit P (Hrsg). *Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie*, 4., überarb. Aufl. Thieme-Verlag, New York, 2008; 753–6.
29. Ludolph A. Zervikale spondylotische Myelopathie. In: Diener HC, Putzki N, Berlit P (Hrsg). *Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie*, 4., überarb. Aufl. Thieme-Verlag, New York, 2008; 747–52.
30. Matz PG, Anderson PA, Kaiser MG, et al. Introduction and methodology: guidelines for the surgical management of cervical degenerative disease. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 101–3.
31. Matz PG, Holly LT, Groff MW, et al.; Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons. Indications for anterior cervical decompression for the treatment of cervical degenerative radiculopathy. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 174–82.
32. Persson LC, Moritz U. Cervical radiculopathy: pain, muscle weakness and sensory loss in patients with cervical radiculopathy treated with surgery, physiotherapy or cervical collar. A prospective, controlled study. *Eur Spine J* 1997; 6: 256–66.
33. Fehlings MG, Arvin B. Surgical management of cervical degenerative disease: the evidence related to indications, impact, and outcome. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 97–100.
34. Anderson PA. Reoperation rates for cervical arthroplasty vs arthrodesis. *Spine J* 2005; 5: 76–7.
35. Anderson PA. Comparison of adverse events between the Bryan artificial cervical disc and anterior cervical arthrodesis. *Spine* 2008; 33: 1305–12.
36. Mummaneni PV. Clinical and radiographic analysis of cervical arthroplasty compared with allograft fusion: a randomized controlled clinical trial. *J Neurosurg Spine* 2007; 6: 198–209.
37. Sasso RC. Artificial disc vs fusion: A prospective, randomized study with 2 year follow up on 99 patients. *Spine* 2007; 32: 2933–40.
38. Steinmetz MP. Cervical disc arthroplasty compared with fusion in a workers compensation population. *Neurosurgery* 2008; 63: 741–7.
39. Anderson PA. Comparison of short term SF-36 results between total joint arthroplasty and cervical spine decompression and fusion or arthroplasty. *Spine* 2009; 34: 176–83.
40. Heary RF, Ryken TC, Matz PG, et al.; Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons. Cervical laminoforaminotomy for the treatment of cervical degenerative radiculopathy. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 198–202.
41. Mummaneni PV. Cervical techniques for the treatment of cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg Spine* 2009; 11: 130–41.
42. Chagas H, Domingues F, Aversa A, et al. Cervical spondylotic myelopathy: 10 years of prospective outcome analysis of anterior decompression and fusion. *Surg Neurol* 2005; 64 (Suppl 1): S30–S36.

**Dr. med. Anja Grimmer**

*2001 Promotion an der Karl-Franzens-Universität Graz. Turnus im AKH Linz und Krankenhaus Wels. 2005 Jus practicandi. Seit 2005 Ausbildungsassistentin im Fach Neurochirurgie an der Landesnervenklinik Linz, Schwerpunkt spinale Neurochirurgie.*



# Mitteilungen aus der Redaktion

## Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

## e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

## Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)