

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**Update in der neurochirurgischen
Therapie degenerativer Erkrankungen
der Lendenwirbelsäule (LWS) //**

**Update – Neurosurgical treatment of
degenerative lumbar diseases**

Mühlbauer M

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2017; 18 (2), 48-51

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, Mozartgasse 10

Preis: EUR 10,-



Aktuelles

E-Learning

DFP-Konto

SERVICE: SUPPORT(AT)MEINDFP.AT

Entsprechend dem Fortbildungsgedanken des Journals für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie werden laufend approbierte Fachartikel zur Erlangung von DFP-Punkten der Akademie der Ärzte publiziert.

Die aktuellen Artikel auf www.meindfp.at:

NEUROLOGIE

Berger T, Bsteh G. Update: Primäre progrediente Multiple Sklerose (PPMS)

PSYCHIATRIE

Praschak-Rieder N. Rationaler Einsatz von Antidepressiva

Fachartikel und Test zur Erlangung der DFP-Punkte finden Sie auf

<http://www.meindfp.at>

Bitte halten Sie Ihr „meindfp“-Passwort bereit.

Update in der neurochirurgischen Therapie degenerativer Erkrankungen der Lendenwirbelsäule (LWS)

M. Mühlbauer

Kurzfassung: Operationen bei Bandscheibenvorfällen, Wirbelkanalengen und anderen degenerativen LWS-Erkrankungen zählen zu den häufigsten Eingriffen in der Neurochirurgie. Allerdings findet der Erstkontakt von Patienten mit LWS-Beschwerden selten an einer Neurochirurgie statt. Und es ist augenscheinlich, dass viele Patienten, aber auch viele konservativ tätige Kollegen LWS-Operationen skeptisch gegenüberstehen und von deren Sinnhaftigkeit nicht überzeugt sind. Dem gegenüber stehen allerdings Daten, die bei den meisten untersuchten Outcome-Parametern die Überlegenheit der operativen Behandlung im Vergleich zur konservativen Therapie ganz klar belegen. Die folgende Übersichtsarbeit analysiert die Datenlage in der Literatur und soll als Hilfestel-

lung verstanden werden, um für Patienten mit degenerativen LWS-Erkrankungen einen nach heutigem Stand optimalen individuellen Behandlungsplan erstellen zu können.

Schlüsselwörter: Lendenwirbelsäule, Bandscheibenvorfall, Wirbelkanalenge, degenerative Spondylolisthese

Abstract: Update – Neurosurgical treatment of degenerative lumbar diseases. Surgical treatment for disc herniation, spinal canal stenosis and other degenerative lumbar diseases account as most common procedures in neurosurgery. However, only in rare occasions the primary consultations of patients with lumbar spine

problems occur at neurosurgical units. It is obvious that a significant number of patients, but also of non-surgical but conservative practicing colleagues, are skeptical against lumbar surgeries and are not convinced that they are useful. In contrary, there is data available clearly proving that for most investigated outcome parameters surgical treatment is superior to conservative treatment. The review shall be regarded as support for developing up-to-date optimum individual treatment concept for patients suffering from degenerative lumbar spine diseases. **J Neurol Neurochir Psychiatr 2017; 18 (2): 48–51.**

Keywords: Lumbar spine, disc herniation, spinal canal stenosis, degenerative spondylolisthesis

■ Historie der LWS-Chirurgie

Die am häufigsten durchgeführte Operation an der LWS ist weltweit die Diskektomie. Aus der Literatur ist nicht schlüssig abzuleiten, wer diesen Eingriff tatsächlich erstmals durchführte, sicher ist Fedor Krause in diesem Zusammenhang zu nennen. 1929 veröffentlichte Walter E. Dandy seinen Beitrag „Loose Cartilage from Intervertebral Disc Simulating Tumor of the Spinal Cord“ in *Archives of Surgery*. 1934 publizierten William J. Mixter und Joseph S. Barr im *New England Journal of Medicine* erstmals wissenschaftlich unterlegt die Zusammenhänge zwischen Lumboischialgie und Bandscheibenvorfall und es war zweifellos Mixter, der damit den Grundstein für die Rolle der Chirurgie in der Behandlung von Lumboischialgie legte [1–3].

Viel früher – nämlich 1900 – wurde bereits von Sax und Frankel das Krankheitsbild der lumbalen Vertebrostenose beschrieben, aber erst 1954 wurde von Verbiest der Boden für die chirurgische Behandlung dieser Erkrankung aufbereitet [4, 5]. Allerdings findet sich schon 1972 von Epstein eine präzise OP-Anleitung zur Behandlung der lateralen Recessusstenose („The Superior Facette Syndrome“), wie sie auch heute noch bei der lumbalen Mikrodekompression zum Einsatz kommt [6].

Wesentliche Meilensteine in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts waren definitiv die Einführung der Computertomographie zur präziseren und nichtinvasiven Diagnostik, verglichen mit der bis dahin ausschließlich verfügbaren Myelographie, und die Implementierung mikrochirurgischer

Techniken mit Hilfe des Operationsmikroskops und entsprechender mikrochirurgischer Instrumentarien. In diesem Zusammenhang sind Williams in den USA, aber auch Casper in Deutschland zu nennen [7].

Einige vermeintliche Meilensteine, von denen man hoffte, sie würden die LWS-Chirurgie revolutionieren, haben sich eher als Sternschnuppen herausgestellt: etwa die perkutane Laserdiskektomie oder die lumbale Diskusprothese, beide Prozeduren werden zwar fallweise immer noch angeboten, führen aber ein Schattendasein und konnten die in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllen [8, 9].

Ein wirklicher Meilenstein für die rekonstruktive LWS-Chirurgie war die Entwicklung von Implantaten für Stabilisierungsoperationen. 1970 publizierte Roy-Camille die Technik der Pedikel-Verschraubung [10]. Ende der 80er des vorigen Jahrhunderts wurden eine Reihe von Stabilisierungssystemen implementiert, in diesem Zusammenhang sind Roy-Camille, Dick, Cotrelle, Dubusset und Steffe zu erwähnen [11–14]. Nach den Anfängen der rekonstruktiven LWS-Chirurgie erfuhr deren Entwicklung einen Quantensprung durch die Verfügbarkeit von Polyaxialschrauben, die diese Eingriffe wesentlich vereinfachten und das Feld der Stabilisierungsoperationen an der LWS auch mehr und mehr der Neurochirurgie öffneten. Parallel dazu keimte auch in der Neurochirurgie die Erkenntnis, dass biomechanisches Wissen für solche Operationen unabdingbar ist, um das neurochirurgische OP-Spektrum von reinen Dekompressionen auch auf rekonstruktive Eingriffe zu erweitern.

Der bedeutendste Quantensprung in dieser Entwicklung war aber ohne Zweifel die breite Verfügbarkeit der Magnetresonanztomographie, um auch Pathologien, die in der Computertomographie kaum sichtbar sind, wie etwa Synovialzysten, Gelenksergüsse oder Knochenmarksödeme zu erfassen und damit eine wesentlich präzisere OP-Planung zu ermöglichen.

Eingelangt am 06.03.2017, angenommen am 20.03.2017

Aus der Neurochirurgischen Abteilung, Donauespital SMZO Wien

Korrespondenzadresse: Prim. Univ.-Doz. Dr. Manfred Mühlbauer, Vorstand der Neurochirurgischen Abteilung, Donauespital SMZ-Ost, A-1220 Wien, Langobardenstraße 122, E-mail: manfred.muehlbauer@wienkav.at

■ Wo stehen wir heute?

Operationstechnisch ist beim Bandscheibenvorfall die Mikrodiskektomie mit dem OP-Mikroskop neurochirurgischer Standard. Obwohl es in der Literatur keine Evidenz gibt, dass durch die Verwendung des Operationsmikroskops Outcome und Komplikationsrate verbessert werden können, wird dieser Eingriff in der neurochirurgischen Facharztausbildung nur mehr mit dem Mikroskop gelehrt. Die fehlende Evidenz ist auch überraschend, da in der gesamten LWS-Chirurgie der Trend zu minimal invasiven Verfahren evident ist. Die endoskopische Diskektomie ist vereinzelt etabliert und hat in der Hand des Geübten Berechtigung, konnte sich aber selbst über einen Zeitraum von nunmehr über 20 Jahren nicht als Standardmethode etablieren.

Die tubuläre Mikrodiskektomie über transmuskuläre Zugänge wird vereinzelt angewendet, zeigt ähnliche Ergebnisse wie die klassische Mikrodiskektomie, allerdings höhere Revisionsraten [15].

Die Ergebnisse nach LWS-Operationen verdienen eine genauere Betrachtung. Ein Cochrane-Review aus dem Jahr 1999 bescheinigte der Diskektomie und der Chemonukleolyse Evidenzklasse A für die klinische Effektivität. Keine Evidenz (Klasse B) wurde seinerzeit sowohl der Dekompression, als auch der Fusion bei der degenerativen lumbalen Spondylose, der Spinalkanalstenose oder Instabilität bescheinigt [16]. Bei genauer Analyse dieses Cochrane-Reports fällt allerdings auf, dass die Einschlusskriterien der meisten zitierten Studien – also letztlich die OP-Indikationen – in keiner Weise präzisiert sind. Dieses Problem zieht sich allerdings fallweise wie ein roter Faden bis in die aktuelle Literatur durch.

Um Klarheit über den Stellenwert der chirurgischen Therapie von LWS-Erkrankungen im Vergleich zur konservativen Behandlung zu erhalten, wurde in den USA eine sehr umfangreiche – und sehr teure – Studie unter dem Titel „Spine Patient Outcome Research Trial (SPORT)“ durchgeführt, 2006 wurden die ersten 2-Jahres-Ergebnisse im JAMA publiziert und führten zunächst zu einer Reihe von missverständlichen Interpretationen [17]. Da keine Überlegenheit in den Ergebnissen im chirurgischen Studienarm gezeigt werden konnte, wurden damals, vor allem von den Medien, Bandscheibenoperationen überhaupt in Frage gestellt. Erst nach der Publikation der 4-Jahres-Ergebnisse im Jahr 2008 wurde die sehr hohe Crossover-Rate der beiden Studienarme berücksichtigt und in der As-treated-Analyse wurde die Überlegenheit der operativen Therapie beim lumbalen Bandscheibenvorfall in allen primären und sekundären Outcomeparametern festgestellt [18]. Die im Jahr 2014 publizierten 8-Jahres-Ergebnisse bestätigen ebenfalls die Überlegenheit der chirurgischen Therapie [19]. Im Gegensatz dazu wurde von Surri 2015 eine sehr hohe Rezidiv-Rate sowohl für Lumbago als auch für Ischialgie nach herkömmlicher nichtoperativer Behandlung bei symptomatischen lumbalen Bandscheibenvorfällen nachgewiesen [20].

Die lumbale Vertebrostenose wurde ebenfalls in der SPORT-Studie untersucht. 2008 wurden die 2-Jahres-Ergebnisse publiziert, in diesem Fall primär als As-treated-Analyse. Dabei zeig-

te der chirurgische Studienarm überlegene Ergebnisse in allen primären Outcomeparametern. Diese Überlegenheit konnte auch in den 4-Jahres-Ergebnissen gezeigt werden [21, 22].

Der Einfluss der Operationstechnik bei der lumbalen Vertebrostenose auf die Ergebnisse wird in der Literatur kontroversiell behandelt. Thomé zeigte 2005 die Überlegenheit der bilateralen Laminotomie, verglichen zur Laminektomie oder unilateralen Laminotomie [23]. Ein Cochrane-Report diesbezüglich aus dem Jahr 2015 konnte dafür keine Evidenz belegen, sieht die Tendenz zur mikrochirurgischen Behandlung aber als plausibel an und empfiehlt diesbezüglich weitere Studien [24].

Sehr kontroversiell präsentiert sich die Literatur zum Thema „degenerative Spondylolisthese“: Ebenfalls in der SPORT-Studie wurden randomisiert Laminektomien (mit oder ohne Fusion) gegen nicht operative Behandlung verglichen. Auch hier zeigt sich eine äußerst hohe Crossover-Rate, 54 % jener Patienten, die in den konservativen Arm randomisiert wurden, erhielten im Lauf von 4 Jahren dennoch eine chirurgische Behandlung. Die As-treated-Analyse zeigt eine klinisch relevante Überlegenheit für die chirurgische Behandlung. Dieses Studienergebnis ist für die Neurochirurgie wenig überraschend und plausibel [25].

Viel weniger hilfreich ist die Literatur aber derzeit für die Auswahl der Operationsmethode bei der degenerativen Spondylolisthese. Im SPORT-Trial zeigte die 360°-Fusion nach 2 Jahren bessere Ergebnisse als die rein posterolateral instrumentierte Fusion oder die posterolaterale Fusion in situ, diese Überlegenheit konnte im 4-Jahres-Outcome aber nicht mehr gezeigt werden [26].

Ein solches Ergebnis ist aus biomechanischer Sicht erstaunlich, es ist aber nicht nachvollziehbar, ob der potenzielle Vorteil einer 360°-Fusion, damit eine adäquate Lordosierung erzielen zu können, hier auch genutzt wurde. Auch die Entscheidung, bei welchem Patienten welche Fusionstechnik zum Einsatz kommt, oblag ausschließlich dem Operateur ohne präzises Protokoll, nach welchen Kriterien die Operationsmethode auszuwählen ist.

Derzeit ist die Datenlage unklar, wie hypermobile Vertebrostenosen tatsächlich operiert werden sollten. Dieses Krankheitsbild ist einerseits nicht präzise definiert, ist aber im klinischen Alltag sehr häufig anzutreffen und gekennzeichnet durch die Kombination einer Claudicatio spinalis mit signifikanten Rückenschmerzen und indirekten Instabilitätszeichen im MRT, wie z. B. voluminösen Gelenksergüssen. Rezent sorgen hier zwei aktuelle Arbeiten in der Literatur für beträchtliche Verwirrung [27, 28]. Beide im *New England Journal of Medicine* erschienenen Studien (Ghogawala et al., Försth et al.) vergleichen Laminektomien bzw. Dekompression vs. Dekompression mit Fusion. Allerdings inkludiert Ghogawala in diese Studie nur Patienten mit einer Grad-I-Spondylolisthese, die sich in den Funktionsaufnahmen weniger als 3 mm bewegt. Nach europäischem Verständnis wären solche Patienten eher keine Kandidaten für Fusionsoperationen, dennoch hat Ghogawala gering bessere Ergebnisse in der Fusionsgruppe gefunden mit einer niedrigeren Reoperationsrate (14 % in der Fusions-Gruppe, 34 % in der Laminektomie-Gruppe).

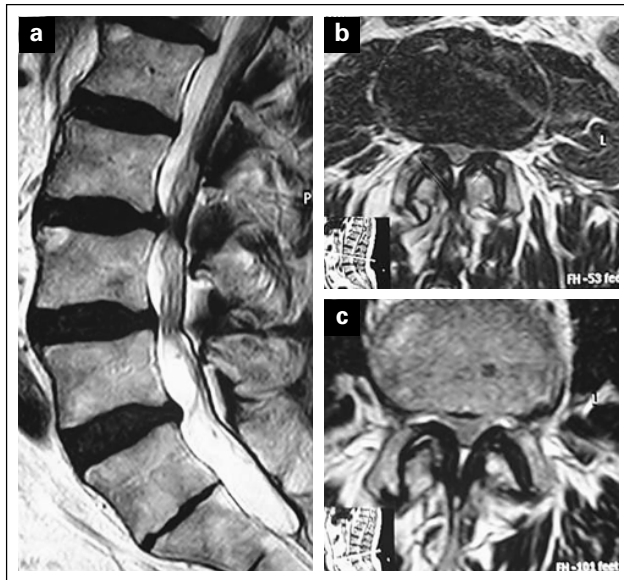


Abbildung 1: Vertebrostenose L2/3/4; klinisch Claudicatio spinalis, wenig Kreuzschmerz. Therapieempfehlung: Mikrodekompression L2/3/4, keine Stabilisierung. **1a:** MRT T2 sagittal, **1b:** MRT T2 axial L2/3, **1c:** MRT T2 axial L3/4

Noch mehr Verwirrung stiftet die zweite diesbezügliche Studie von Försth: In dieser skandinavischen Studie werden Patienten ohne Spondylolisthese vs. Patienten mit degenerativer Spondylolisthese von mehr als 3 mm verglichen, und zwar in beiden Gruppen jeweils nach alleiniger Dekompression vs. Dekompression mit Fusion. Das bedeutet, dass in dieser randomisierten Studie einerseits Patienten, die gar keine Spondylolisthese hatten, einer Fusionsoperation unterzogen wurden, und andererseits Patienten mit Spondylolisthesen von mehr als 3 mm – ohne dass Flexions-/ Extensionsröntgen angefertigt worden wären – bei entsprechender Randomisierung keine Fusionsoperation erhielten. Abgesehen vom ethischen Aspekt muss die Frage gestellt werden, inwieweit solche Daten tatsächlich hilfreich sind, um jene Patienten zu identifizieren, die eine Fusionsoperation benötigen.

In einem darauf Bezug nehmenden Editorial von Peul – ebenfalls im *New England Journal of Medicine* – wird dies angesprochen und es wird darauf hingewiesen, dass in den USA zwischen 2002 und 2007 die Fusionsoperation um den Faktor 15 zugenommen haben, mit einem 3-fach erhöhten Risiko für

Schlaganfall und kardiopulmonale Komplikationen, und dass ganz offensichtlich unterschiedliche Philosophien in den USA und in Skandinavien im Hinblick auf OP-Indikationen für Stabilisierungsoperationen vorliegen [29]. Peul fordert, dass der Eingriff auf eine reine Dekompression limitiert werden muss, wenn keine offensichtliche Instabilität vorliegt, und dass der Einsatz von Fusionsoperationen jenen Patienten vorbehalten bleiben muss, die eine nachgewiesene spinale Instabilität haben (Abb. 1–3).

Bei degenerativen Spondylolisthesen Grad I und nur geringem Wirbelgleiten in Flexion / Extension können auch dynamische Stabilisierungssysteme zum Einsatz kommen. Schaeren veröffentlichte 2008 zufriedenstellende 4-Jahres-Ergebnisse mit dem Dynesis-System [30]. Für minimal-invasiv implantierbare interspinöse Implantate konnte in einer von Phan 2016 veröffentlichten Meta-Analyse keine Überlegenheit verglichen mit der herkömmlichen Dekompression gezeigt werden [31].

Bae berichtete aber ebenfalls 2016 von besseren 3 Jahres-Ergebnissen nach Implantation des interspinösen Coflex-Implantates verglichen mit Fusionoperationen bei Patienten mit lumbaler Vertebrostenose, die Erfolgsrate („Composite clinical success“) lag allerdings lediglich bei 62,2 %, verglichen mit noch geringeren 48,9 % in der Fusionsgruppe – sehr im Gegensatz zu den Erfolgsraten, die in jenen Studien angeführt werden, die Fusionsoperationen propagieren [32].

Großes Interesse gilt derzeit den minimal invasiven perkutanen Stabilisierungsverfahren an der LWS (MIS), wobei die geringere Invasivität des Zugangs letztlich den potenziellen Komplikationen einer höheren Infektionsrate, einer weniger effektiven Dekompression und einer beträchtlichen Strahlenbelastung – vor allem für das OP-Team – gegenübergestellt werden muss. Ob sich diese Techniken künftig als Standard etablieren werden, ist noch ungewiss; ein sehr positiver Nebeneffekt ist allerdings, dass seither auch bei offenen Operationen mehr Augenmerk auf geringere Invasivität gelegt wird, um die zugangsbedingte Morbidität zu senken.

Neue Aspekte gibt es auch im Hinblick auf die Prävention von Rezidiv-Bandscheibenvorfällen. Re-Operationsraten beim lumbalen Diskus wegen Rezidivhernien werden in der Literatur etwa zwischen 10 und 15 % (teilweise auch wesentlich hö-



Abbildung 2: Vertebrostenose L4/5 mit Instabilitätszeichen (massiver Gelenkserguss rechts, raumfordernde Gelenkshypertrophie links, Spondylolisthese Grad 1). Klinisch Claudicatio spinalis und massiver Kreuzschmerz. Therapieempfehlung: Mikrodekompression L4/5 mit Stabilisierung. **2a:** MRT T2 sagittal, **2b:** MRT T2 axial

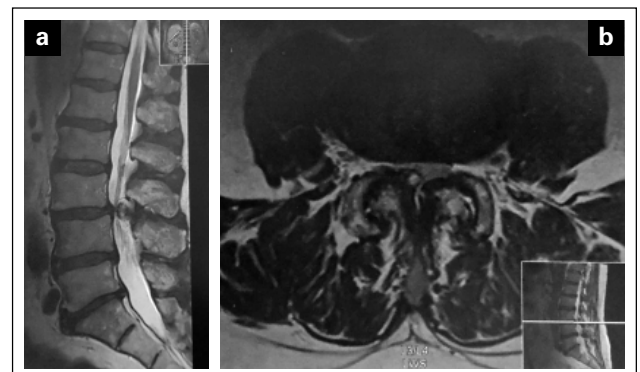


Abbildung 3: Vertebrostenose mit Synovialzyste rechts und Gelenkshypertrophie links, kein Gelenkserguss. Klinisch vorwiegend Ischialgie. Therapieempfehlung: Mikrodekompression und Zystenresektion, keine Stabilisierung. **3a:** MRT T2 sagittal, **3b:** MRT T2 axial

her) angegeben [33]. Gefährdet für Rezidivbandscheibenvorfälle sind vor allem jüngere Patienten mit gut erhaltener Diskushöhe. Es erscheint realistisch, bei einer präzise definierten Subgruppe von Patienten mit Bandscheibenvorfällen durch das Einsetzen des Barricaid-Implantates das Rezidiv-Risiko signifikant reduzieren zu können. Weitere klinische Studien sind hier in Kürze zu erwarten.

■ Zusammenfassung

Im Gegensatz zu der von Patienten und auch von vielen konservativ tätigen Kollegen häufig geäußerten Meinung, LWS-Operationen wären nur als letzter Ausweg zu sehen und prinzipiell problematisch in ihren Ergebnissen, beweist die aktuelle Studienlage, dass die operative Behandlung degenerativer LWS-Erkrankungen bei entsprechender Indikation der konservativen Behandlung überlegen ist. Das bedingt einen Paradigmenwechsel weg von der Vorstellung einer „Behandlungspyramide“, wo stufenweise alle konservativen und nichtinvasiven Behandlungsmethoden absolviert sein müssten, bevor an eine OP gedacht werden kann, hin zur präzisen Analyse von klinischem Bild und zugrunde liegender Pathomorphologie und schließlich einer individuellen Behandlungsplanung, maßgeschneidert auf jeden Patienten.

Dabei ist durchaus Platz für OP-Indikationen, ohne zuvor extensiv konservativ zu behandeln, und zwar dann, wenn im speziellen Fall klar erkennbar ist, dass eine operative Therapie bessere Ergebnisse erwarten läßt, etwa bei einer klinisch und radiologisch progredienten Spondylolisthese, aber auch bei einem einfachen Diskusprolaps, der nach 6 Wochen konservativer Behandlung keine signifikante Besserung zeigt, selbst wenn keine neurologischen Ausfälle vorliegen.

Während die Mikrodiskektomie und die Mikrodekompression bewährte und etablierte Standardmethoden sind, gibt es permanente Weiterentwicklungen am Implantatsektor und bei rekonstruktiven Eingriffen, die die neurochirurgischen Möglichkeiten für die Behandlung komplexer degenerativer LWS-Erkrankungen permanent erweitern, allerdings noch mit unklarer Evidenzlage.

Literatur:

1. Truumees E. A history of lumbar disc herniation from Hippocrates to the 1990s. Clin Orthop Relat Res 2015; 473: 1885–95.
2. Parisien RC, Ball PA. William Jason Mixter (1880–1958). Ushering in the „dynasty of the disc“. Spine (Phila Pa 1976) 1998; 23: 2363–6.
3. Weinstein JS, Burchiel KJ. Dandy disc. Neurosurgery 2009; 65: 201–5; discussion 205.
4. Sachs B, Frankel V. Progressive and kyphotic rigidity of the spine. J Nerv Ment Dis 1900; 27: 1–15.
5. Verbiest H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. J Bone Joint Surg Br 1954; 36B (2): 230–7.
6. Epstein JA, Epstein BS, Rosenthal AD, Carras R, Lavine LS. Sciatica caused by nerve root entrapment in the lateral recess: the superior facet syndrome. J Neurosurg 1972; 36: 584–9.
7. Williams RW. Lumbar disc disease. Microdiscectomy. Neurosurg Clin N Am 1993; 4: 101–8.
8. Brouwer PA, Brand R, van den Akker-van Marle ME, Jacobs WC, et al. Percutaneous laser disc decompression versus conventional microdiscectomy in sciatica: a randomized controlled trial. Spine J 2015; 15: 857–65.
9. Jacobs W, Van der Gaag NA, Tuschel A, de Kleuver M, et al. Total disc replacement for chronic back pain in the presence of disc degeneration. Cochrane Database Syst Rev 2012; 9: CD008326.
10. Roy-Camille R, Roy-Camille M, Demouleenaere C. [Osteosynthesis of dorsal, lumbar, and lumbosacral spine with metallic plates screwed into vertebral pedicles and articular apophyses]. Presse Méd 1970; 78: 1447–8.
11. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. Clin Orthop Relat Res 1986; 203: 7–17.
12. Dick W. The „fixateur interne“ as a versatile implant for spine surgery. Spine (Phila Pa 1976) 1987; 12: 882–900.
13. Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. Clin Orthop Relat Res 1988; 227: 10–23.
14. Steffee AD, Sitkowski DJ. Posterior lumbar interbody fusion and plates. Clin Orthop Relat Res 1988; 227: 99–102.
15. Arts MP, Brand R, van den Akker ME, Koes BW, Bartels RH, Tan WF, Peul WC. Tubular discectomy vs conventional microdiscectomy for the treatment of lumbar disc herniation: 2-year results of a double-blind randomized controlled trial. Neurosurgery 2011; 69: 135–44; discussion 144.
16. Gibson JN, Grant IC, Waddell G. The Cochrane review of surgery for lumbar disc prolapse and degenerative lumbar spondylosis. Spine (Phila Pa 1976) 1999; 24: 1820–32.
17. Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, Tosteson AN, et al. Surgical vs nonoperative treatment for lumbar disc herniation: the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT): a randomized trial. JAMA 2006; 296: 2441–50.
18. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, Tosteson AN, et al. Surgical versus nonoperative treatment for lumbar disc herniation: four-year results for the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT). Spine (Phila Pa 1976) 2008; 33: 2789–800.
19. Lurie JD, Tosteson TD, Tosteson AN, Zhao W, et al. Surgical versus nonoperative treatment for lumbar disc herniation: eight-year results for the spine patient outcomes research trial. Spine (Phila Pa 1976) 2014; 39: 3–16.
20. Suri P, Pearson AM, Scherer EA, Zhao W, Lurie JD, Morgan TS, Weinstein JN. Recurrence of pain after usual nonoperative care for symptomatic lumbar disc herniation: analysis of data from the Spine Patient Outcomes Research Trial. PM R 2016; 8: 405–14.
21. Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, Tosteson AN, et al; SPORT Investigators. Surgical versus nonsurgical therapy for lumbar spinal stenosis. N Engl J Med 2008; 358: 794–810.
22. Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, Tosteson A, et al. Surgical versus nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis four-year results of the Spine Patient Outcomes Research Trial. Spine (Phila Pa 1976) 2010; 35: 1329–38.
23. Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bänzner H, Pöckler-Schöniger C, Wöhrle J, Schmiedek P. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. J Neurosurg Spine 2005; 3: 129–41.
24. Overvest GM, Jacobs W, Vleggeert-Lankamp C, Thomé C, Gunzburg R, Peul W. Effectiveness of posterior decompression techniques compared with conventional laminectomy for lumbar stenosis. Cochrane Database Syst Rev 2015; 3: CD010036.
25. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, Zhao W, et al. Surgical compared with nonoperative treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis. four-year results in the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) randomized and observational cohorts. J Bone Joint Surg Am 2009; 91: 1295–304.
26. Abdu WA, Lurie JD, Spratt KF, Tosteson AN, et al. Degenerative spondylolisthesis: does fusion method influence outcome? Four-year results of the spine patient outcomes research trial. Spine (Phila Pa 1976) 2009; 34: 2351–60.
27. Ghogawala Z, Dziura J, Butler WE, Dai F, et al. Laminectomy plus fusion versus laminectomy alone for lumbar spondylolisthesis. N Engl J Med 2016; 374: 1424–34.
28. Först P, Ölafsson G, Carlsson T, Frost A, et al. A randomized, controlled trial of fusion surgery for lumbar spinal stenosis. N Engl J Med 2016; 374: 1413–23.
29. Peul WC, Moojen WA. Fusion for lumbar spinal stenosis—safeguard or superfluous surgical implant? N Engl J Med 2016; 374: 1478–9.
30. Schaeren S, Broger I, Jeanneret B. Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization. Spine (Phila Pa 1976) 2008; 33: E636–42.
31. Phan K, Rao PJ, Ball JR, Mobbs RJ. Inter-spinous process spacers versus traditional decompression for lumbar spinal stenosis: systematic review and meta-analysis. J Spine Surg 2016; 2: 31–40.
32. Bae HW, Davis RJ, Lauryssen C, Leary S, Maislin G, Musacchio MJ Jr. Three-year follow-up of the prospective, randomized, controlled trial of Coflex interlaminar stabilization vs instrumented fusion in patients with lumbar stenosis. Neurosurgery 2016; 79: 169–81.
33. Heindel P, Tuchman A, Hsieh PC, Pham MH, et al. Reoperation rates following single-level lumbar discectomy. Spine (Phila Pa 1976) 2016; [Epub ahead of print].

Prim. Univ.-Doz. Dr. med. Manfred Mühlbauer

Studium der Medizin an der Universität Wien, 1992 Facharzt für Neurochirurgie (Neurochirurgische Universitätsklinik Wien). 1994 Oberarzt, 2002 Vorstand der Neurochirurgischen Abteilung Donauespital SMZ-Ost Wien). Venia legendi für Neurochirurgie (Universität Wien).

Forschungsschwerpunkt: 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](#)