

Journal für
Mineralstoffwechsel

Zeitschrift für Knochen- und Gelenkerkrankungen
Orthopädie • Osteologie • Rheumatologie

**Die Bandscheibenprothese bei
schmerzhafter Diskusdegeneration**

Ogon M, Becker S, Chavanne A

Meissner J

*Journal für Mineralstoffwechsel &
Muskuloskeletale Erkrankungen*

2004; 11 (3), 7-12

Homepage:

**[www.kup.at/
mineralstoffwechsel](http://www.kup.at/mineralstoffwechsel)**

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

Member of the



Indexed in SCOPUS/EMBASE/Excerpta Medica
www.kup.at/mineralstoffwechsel



Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft
zur Erforschung des Knochens
und Mineralstoffwechsels



Österreichische Gesellschaft
für Orthopädie und
Orthopädische Chirurgie



Österreichische
Gesellschaft
für Rheumatologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P. b. b. GZ02Z031108M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

Die Bandscheibenprothese bei schmerzhafter Diskusdegeneration

M. Ogon, A. Chavanne, J. Meissner, St. Becker

Bandscheibenprothesen sind indiziert bei Patienten mit einer schmerzhaften Bandscheibendegeneration, einer sogenannten DDD (degenerative disc disease), bei gut erhaltenen Facettengelenken. Kontraindikationen stellen eine Instabilität, eine Spondylarthrose, eine spinale Stenose und eine Osteoporose dar. Bei 19 Patienten mit einem Follow-up von mindestens 12 Monaten fand sich eine durchschnittliche Verbesserung des Oswestry Disability Index von präoperativ 50,8 auf 19,8. Der SF-36 Score zur Erfassung der Lebensqualität besserte sich von 31,5 auf 48,8 (Physical Component Summary Score) bzw. von 37,8 auf 44,5 (Mental Component Summary Score) im 1-Jahres-Follow-up. Nachhaltige Komplikationen traten nicht auf. Bandscheibenprothesen können heute bei Patienten mit therapieresistenten Kreuzschmerzen als gute Alternative zu einer Wirbelfusion angesehen werden.

*Disc arthroplasty is an option for patients suffering from chronic low back pain caused by DDD (degenerative disc disease) with intact dorsal elements of the motion segment. Contraindications are an instability, a spondylarthrosis, and osteoporosis. In 19 patients with disc arthroplasty for DDD a minimum follow-up evaluation of at least 12 months was available. The Oswestry Disability Index decreased from 50.8 to 19.8. The SF-36 Physical Component Summary Score improved from 31.5 to 48.8 and the Mental Component Summary Score increased from 37.8 to 44.5. There were no major complications. Disc arthroplasty is a good alternative to spinal fusion for patients with low back pain caused by DDD. **J Miner Stoffwechs 2004; 11 (3): 7-12.***

In den letzten Jahren ist die Implantation von Bandscheibenprothesen als Alternative zur Wirbelfusion sehr populär geworden. Neben einer schnelleren Rehabilitation und einer besseren postoperativen Beweglichkeit erhofft man sich langfristig vor allem auch eine Schonung der Nachbarsegmente und damit die Vermeidung von Anschlußdegenerationen in der benachbarten Bandscheibe.

Die Idee, eine degenerierte Bandscheibe zu ersetzen, ist allerdings nicht neu. Bereits in den 50er Jahren hat Nachemson an Wirbelpräparaten versucht, die Bandscheibe mit Silikonpaste zu ersetzen [1]. Unter mechanischer Belastung kam es allerdings zu Dislokationen der eingebrachten Paste, so daß dieser Versuch nur experimentell blieb. Der erste klinisch eingesetzte Bandscheibenersatz erfolgte 1958 durch Fernström [2]. Hierbei wurde in den Intervertebralraum eine einfache Kugel aus Metall eingebracht, um den „ball joint“-Mechanismus des Bewegungssegmentes zu ersetzen. Über diese Metallkugel sollten Extension/Flexions- sowie Sidebending-Bewegungen ablaufen. Es kam aber oft zum Einsintern der Kugeln in Grund- und Deckplatte, so daß nach etwa über 200 operierten Patienten die Methode wieder aufgegeben wurde. Fassio und Ginestie haben später eine Prothese aus Silastic und Kunstharz entwickelt, die aber nur bei wenigen Patienten eingesetzt wurde, da Osteolysen um die Prothese herum auftraten [3].

Aus der III. Orthopädischen Abteilung, Orthopädisches Spital, Wien-Speising

Korrespondenzadresse: Univ.-Doz. Dr. Michael Ogon, Vorstand der III. orthopädischen Abteilung, Orthopädisches Spital Speising, Speisingerstraße 109, A-1134 Wien, E-mail: michael.ogon@oss.at

Die erste klinisch erfolgreiche und auch heute, in der dritten Entwicklungsgeneration, weltweit sehr häufig verwendete SB Charité-Prothese wurde zwischen 1980 und 1984 an der Charité in Berlin von Schellnac und Büttner-Jans entwickelt und 1984 erstmals durch Zippel implantiert [4]. Zwischen einer titanbeschichteten Grund- und Deckplatte ist hier ein bewegliches Polyethylen-Inlay gelagert, welches sowohl Extension/Flexions- und Sidebending-Bewegungen, als auch Rotation und Translation im Bewegungssegment zuläßt.

Von Marnay wurde dann 1989 die ProDisc-Bandscheibenprothese entwickelt, welche heute in der zweiten Generation ebenfalls sehr weit verbreitet ist [5]. Diese Prothese besteht ebenfalls aus einer titanbeschichteten Grund- und Deckplatte sowie einem Inlay aus Polyethylen. Im Gegensatz zur SB Charité-Prothese ist das Inlay aber an der Grundplatte fixiert, so daß keine reine Translation möglich ist. Die Extension/Flexions- und die Sidebending-Bewegungen verlaufen daher auf dem Polyethylen-Inlay über eine fixierte Drehachse (sog. „Constraint“ Prinzip).

2002 haben Mathews, LeHuec und andere die Maverick-Bandscheibenprothese vorgestellt, bei der das Rotationszentrum im Bandscheibenraum mehr nach dorsal verlagert wurde [6]. Zudem sind bei dieser Prothese die Artikulationsflächen aus Metall, so daß hier ganz auf ein Polyethylen-Inlay verzichtet wurde.

Weitere Prothesentypen sind derzeit in der Entwicklung, bzw. zum Teil gerade schon zur klinischen Anwendung gekommen.

Indikation zur Bandscheibenprothese

Eine Bandscheibenprothese ist indiziert bei chronischem, therapieresistentem Kreuzschmerz bedingt durch eine schmerzhafte Bandscheibendegeneration, auch bezeichnet als DDD (degenerative disc disease). Daß Kreuzschmerzen tatsächlich durch eine schmerzhafte Degeneration der Bandscheibe selbst verursacht werden, wurde lange kontrovers diskutiert. Dies liegt vor allem an der oft schlechten Korrelation zwischen klinischem und radiologischem Befund. Durch das MRI haben wir aber heute zumindest zwei voneinander nicht direkt abhängige Röntgenzeichen der Bandscheibe, bei deren Vorliegen eine vermehrte Kreuzschmerz-Inzidenz gezeigt wurde: Zum einen die sog. Modic-Veränderungen (Signalverstärkung bzw. Abschwächung) in der grund- und deckplattennahen Spongiosa um die degenerativ veränderte Bandscheibe herum [7], zum anderen eine sog. HIZ (High Intensity Zone), eine signalintensive (helle) Zone im dorsalen Bandscheibenteil im Annulus fibrosus in der T2-gewichteten Sequenz [8]. Unter Patienten mit Modic II-Veränderungen im MRI zeigten sich in 73 % der Fälle Rückenschmerzen [9]. Die Prävalenz einer HIZ wurde in einer Population von Kreuzschmerzpatienten mit 59 %, in einer symptomlosen Kontrollgruppe hingegen nur mit 24 % angegeben [10].

Die häufigste und gleichzeitig beste Indikation zur Bandscheibenprothese liegt bei eindeutiger DDD in einem oder zwei Bewegungssegmenten bei gleichzeitig noch gut erhaltenen Bandscheiben in den übrigen Segmenten vor (Abb. 1). Eine Implantation in 3 oder mehr Etagen ist jedoch ebenfalls möglich. Die dorsalen Elemente des Bewegungssegmentes müssen intakt und das Segment stabil

sein. Kontraindikationen stellen daher dar: eine stärkere Spondylarthrose, eine spinale Stenose und eine Spondylolisthese. Eine mäßige dorsale Hypermobilität z. B. bei Z. n. Bandscheibenoperation kann toleriert werden. Da in zu weichem Knochen die Gefahr eines Einbrechens der Prothese in den Wirbel besteht, ist eine Osteoporose als weitere Kontraindikation anzusehen.

Operationstechnik

Der Zugang erfolgt von ventral. Zum Erreichen der Etagen L5/S1 und L4/5 wird ein querverlaufender (bei L3/4 und höher ein längsverlaufender) Hautschnitt von etwa 8 cm Länge am Unterbauch angelegt. Der M. rectus abdominis wird in der Linea alba längs gespalten. Das Peritoneum wird dann von der Bauchwand abgeschoben, so daß man retroperitoneal über den M. psoas hinweg zum Bandscheibenfach gelangt.

Die Bandscheibe L5/S1 kann unter der Bifurkation von Aorta und Vena cava erreicht werden, die Bandscheibe L4/5 durch Präparation zwischen Vena cava und Aorta (bzw. zwischen A. und V. iliaca communis, je nach Höhe der



Abbildung 1: Indikation für eine Bandscheibenprothese: DDD (degenerative disc disease L4/5 mit Modic Veränderungen)

Gefäßgabelung). Vor dem 5. Lendenwirbelkörper liegt der dünne Plexus hypogastricus superior (N. praesacralis), welcher sehr vorsichtig nach links mobilisiert werden muß. Eine Verletzung des Plexus hypogastricus superior kann beim männlichen Patienten postoperativ eine retrograde Ejakulationsstörung verursachen.

Die Bandscheibe wird nun von vorne ausgeräumt, der Annulus fibrosus wird lateral belassen, das hintere Längsband bleibt meist ebenfalls erhalten. Grund- und Deckplatten werden mit der Kürette entknorpelt. Dorsale knöcherne Randkanten werden unter mikroskopischer Sicht mit der High-Speed-Fräse entfernt, um eine ausreichende Distraktion und Mobilisation des Intervertebralraums zu erreichen.

Die Prothese wird dann mit einem Setzinstrumentarium von vorne unter gleichzeitiger Distraktion des Bandscheibenraumes eingebracht. Unter Bildwandlerkontrolle wird darauf geachtet, daß sie im a.p.-Bild zentral zum Liegen kommt und im Seitbild möglichst weit dorsal liegt (Abb. 2).

Postoperative Nachbehandlung

Die Mobilisierung erfolgt bereits am Tag nach der Operation. Während der ersten postoperativen Tage führen wir ein statisches Training der tiefen Bauch- und Rückenmuskulatur (M. transversus, M. obliquus externus und internus, Mm. multifidi) durch. Eine zusätzliche Nervenmobilisation (liegendes ausgestrecktes Bein, dorsale Extension am Fuß, langsam steigend über Hüftflexion und Knieextension) soll Verwachsungen im Bereich der Nervenwurzeln verhindern. Zusätzlich bekommt der Patient Instruktionen zur richtigen Durchführung von Alltagsaktivitäten. Die Entlassung erfolgt etwa 1 Woche postoperativ.

Zu Hause soll der Patient möglichst viel gehen und zwischendurch immer wieder kurz liegen. Bis zur 6. postoperativen Woche sollte längeres Sitzen (länger als 1 Stunde am Stück) möglichst vermieden werden. Ambulante weitere Physiotherapie führen wir ab der 3. postoperativen Woche durch. Eine stationäre Rehabilitation findet in der Regel ab der 6. postoperativen Woche statt.

Die Belastung sollte schmerzorientiert erfolgen, wobei maximal 5 kg in den ersten 6 postoperativen Wochen gehoben werden sollten. Die Arbeit kann in der Regel etwa zwischen der 6. und 10. postoperativen Woche wieder aufgenommen werden, Büroarbeit eventuell bereits ab der 3. postoperativen Woche. Ab der 6. postoperativen Woche ist Schwimmen und Radfahren wieder erlaubt, ab dem 3. Monat kann dies weiter gesteigert werden, wobei stärker belastende Sportarten, wie zum Beispiel Schifahren oder Tennis, erst ab dem 6. postoperativen Monat zu empfehlen sind.

Ergebnisse

Bereits 1991 berichtete Zippel, der 1984 erstmals die SB Charité-Prothese implantiert hatte, über sehr gute Ergebnisse bei 54 % der Patienten, eine Verbesserung bei 29 % der Patienten, gleiche Beschwerden bei 15 % und ein schlechteres Ergebnis bei 2 % seiner Patienten [4].

Lemaire berichtet im Jahre 2000 über 22 Patienten mit einem mehr als 10 Jahres-Follow-up aus einer Gruppe von

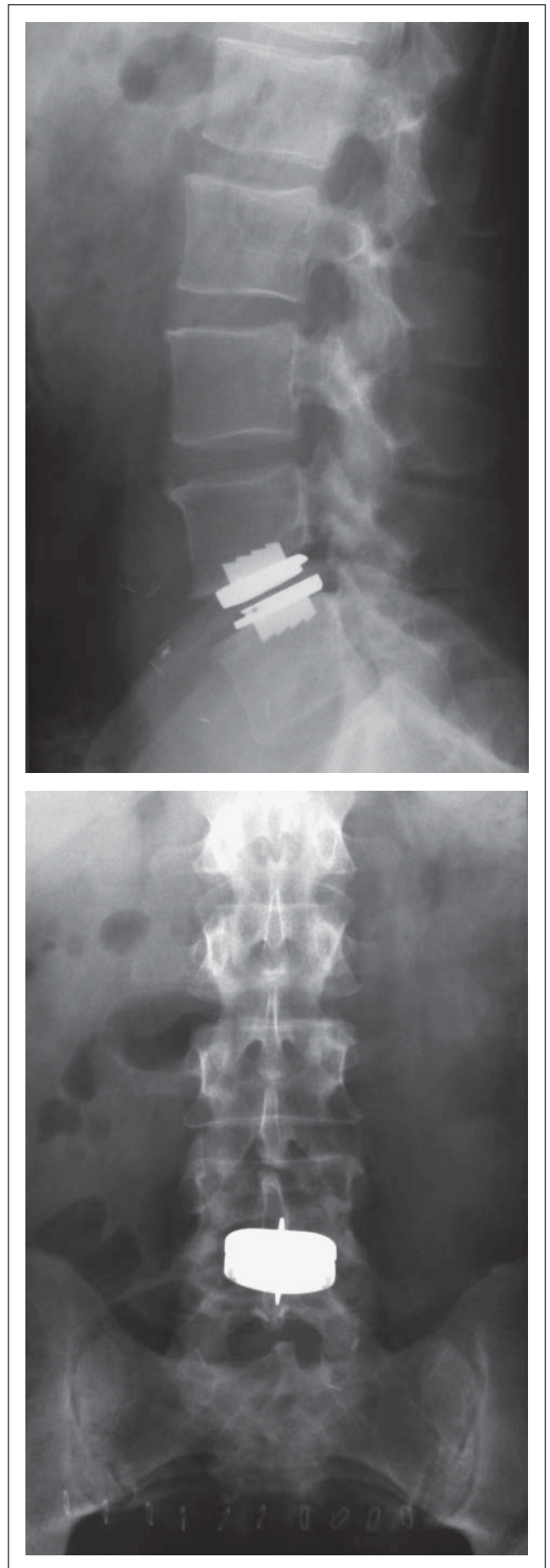


Abbildung 2: Postoperatives Röntgenbild mit Bandscheibenprothese L4/5

insgesamt 105 mit der Charité-Prothese operierten Patienten. Nach über 10 Jahren fand sich bei 3 Patienten eine Facettenarthrose, wobei 2 moderate Schmerzen hatten. Lockerungen fanden sich bei keiner Prothese [11].

Bertagnoli und Kumar fanden bei 108 Patienten in insgesamt 98,2 % ein gutes Ergebnis und keine nennenswerten Komplikationen. In diesem Patientenkollektiv wurde die Prodisc-Bandscheibenprothese verwendet, wobei bei 12 Patienten eine Bandscheibenprothese in 2 Etagen und bei 2 Patienten eine Bandscheibenprothese in 3 Etagen implantiert wurde [12].

Unsere wirbelsäulenchirurgische Abteilung im Orthopädischen Spital Wien-Speising wurde erst im März 2002 eröffnet. Zwischenzeitlich haben wir bei 29 Patienten eine lumbale Bandscheibenprothese implantiert. Bei 19 Patienten (16 weibliche, 3 männliche) liegt zwischenzeitlich mindestens ein 12 Monats-Follow-up vor, so daß von diesen Patienten im folgenden die Ergebnisse präsentiert werden. Bei 4 dieser Patienten liegt bereits ein 2 Jahres-Follow-up vor. Das Durchschnittsalter dieser Patienten betrug 44,6 Jahre (30 bis 62 Jahre). Es wurden bei 7 Patienten die Bandscheibenprothese in der Etage L5/S1 und bei 12 Patienten die Bandscheibenprothese in der Etage L4/5 implantiert. Präoperativ sowie 3, 12 und 24 Monate postoperativ wurde zur Erfassung des Grades der Behinderung der Oswestry Disability Index, zur Erfassung der Lebensqualität der SF-36, sowie zur Erfassung der Schmerzsymptomatik eine VAS (visuell analogue scale) verwendet.

Der Oswestry Disability Index verbesserte sich von durchschnittlich 50,8 präoperativ bis auf 7,0 nach 2 Jahren (Abb. 3). Die Verbesserung der Lebensqualität zeigt sich am „physical component summary score“ und am „mental component summary score“, welche jeweils in Abbildung 4 dargestellt sind. Die Verbesserung der Kreuzschmerzen zeigt sich in einer Abnahme der Werte auf der VAS (Abb. 5).

An Komplikationen bestand bei 1 Patientin in den ersten postoperativen Tagen ein Subileus, welcher allerdings auf konservative Therapie rasch abgeklungen ist und in weiterer Folge keine Probleme mehr bereitete. Bei 2 Patienten kam es zu einem vorübergehenden Sympathektomie-Effekt, wobei die Patienten einen Temperaturunterschied beider Füße angaben (rechtes Bein wurde subjektiv kühler als das linke empfunden). Dieser Effekt war allerdings nach 6 Monaten bei beiden Patienten wieder vollständig abgeklungen.

Bei 1 Patientin kam es nach einem Sturz 4 Monate postoperativ zu einer hartnäckigen Ischialgie rechts. Ein Com-

putertomogramm zeigte die Bandscheibenprothese hier relativ weit dorsal sitzend, jedoch ohne wirkliche Wurzelkompression. Aufgrund der Therapieresistenz haben wir dennoch eine erweiterte interlaminäre Fensterung mit dorsaler Dekompression der Wurzel S1 rechts durchgeführt, worauf die Ischialgie sich dann rückbildete.

Diskussion

Nach der Implantation einer Bandscheibenprothese waren unsere Patienten im Vergleich zu den üblichen Rehabilitationszeiten nach Wirbelfusionen sehr rasch wieder mobil. Diese deutlich raschere Mobilität im Vergleich zu Fusionen zeigt sich auch in randomisierten klinischen Studien. In den USA wird zur Zeit gerade eine Multicenter-Studie mit dem Ziel einer Zulassung der Bandscheibenprothesen auf dem US-Markt durchgeführt. Patienten mit einer monosegmentalen Bandscheibendegeneration erhalten hierbei randomisiert entweder eine ventral/dorsale Fusion oder eine Bandscheibenprothese. Wenngleich die abschließenden Ergebnisse noch nicht vorliegen, zeigen doch erste Berichte vor allem eine schnellere Mobilisierung und eine schnellere Reduktion des Oswestry Disability Index bei den Bandscheibenprothesen-Patienten gegenüber den Patienten mit Fusion [13]. Obwohl in Europa Bandscheibenprothesen jetzt schon seit 20 Jahren implantiert wurden, ist in den USA die Implantation einer Bandscheibenprothese außer im Rahmen von FDA-Studien noch nicht zugelassen. Eine Zulassung ist aber in Kürze zu erwarten.

Die überwiegende Mehrzahl der Patienten ist nach Implantation einer Bandscheibenprothese mit dem Ergebnis sehr zufrieden. Die Beschwerdebesserung stellt sich in der Regel relativ rasch ein und läßt sich nach 3 Monaten sicher messen. In unserem Kollektiv waren die Patienten, die nach 3 Monaten noch gewisse Restbeschwerden aufwiesen, auch jene, bei denen sich dies auch nach 1 bzw. nach 2 Jahren nicht wesentlich änderte, wenngleich sich im gleichen Zeitraum durchaus der Disability Index und der SF-36 Index nochmals verbesserten.

Auch wenn wir heute zum Teil sehr ermutigende Ergebnisse von Patienten mit mehr als 10 Jahren Follow-up haben [11, 12], so muß vermutlich doch damit gerechnet werden, daß bei noch längeren Verläufen Prothesenlockerungen oder auch Polyethylen-Abrieb möglich sind. Ooje et al. beschrieben in einer neueren Studie die Migration einer Bandscheiben-Prothese nach ventral 10 Jahre postoperativ und in einem Fall auch einen Polyethylen-Abrieb nach 12 Jahren [14].

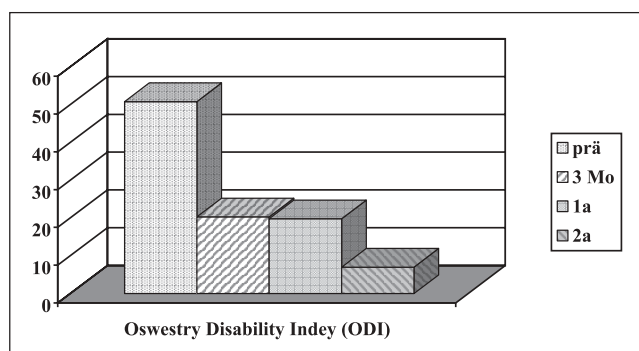


Abbildung 3: Oswestry Disability Index präoperativ und im postoperativen Verlauf

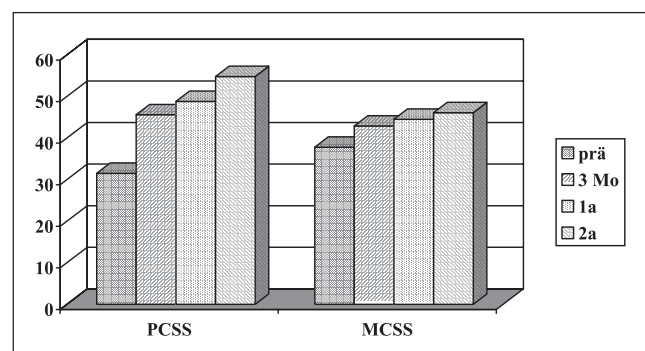


Abbildung 4: SF 36 (physical component summary score und mental component summary score) präoperativ und im postoperativen Verlauf

Mögliche Komplikationen bei der Implantation von Bandscheibenprothesen können grundsätzlich in allgemeiner zugangsbedingte und in prothesenbedingte Komplikationen unterschieden werden. Beim Zugang sind in seltenen Einzelfällen Gefäßverletzungen [13] oder Ureterverletzungen [15] beschrieben. Häufiger sind retrograde Ejakulationsstörungen [16]. Generell muß beim ventralen Zugang in etwa 5% der Fälle mit einer retrograden Ejakulationsstörung beim männlichen Patienten gerechnet werden, so daß diese hierüber präoperativ unbedingt aufgeklärt werden müssen.

An prothesenbedingten Komplikationen kann es in Einzelfällen zu Luxationen des Polyethylen-Inlays [13, 16] oder auch zu Wirbelfrakturen [17] kommen. Längerfristig sind ein Einsintern und ein Polyethylen-Abrieb [14] oder auch heterotrope Ossifikation [18] bis zur spontanen Fusion im operierten Segment [19] möglich.

Im Regelfall läßt sich aber postoperativ eine gute Beweglichkeit im operierten Segment nachweisen. Sowohl mit der Prodisc- als auch mit der Charité-Bandscheibenprothese zeigten sich in einem Follow-up von mindestens 1 Jahr postoperativ durchschnittliche Beweglichkeiten im Segment L4/5 von 10° (8 bis 18°) [12, 17] und im Segment L5/S1 von 8° (0 bis 15°) [12, 20, 17], wobei sich die angegebenen Bewegungsumfänge jeweils auf den Bewegungsumfang zwischen Extension und Flexion bezogen. Durch den Erhalt dieser Beweglichkeit wird längerfristig eine Verringerung der Anschlußdegenerationen in den benachbarten Segmenten zu erwarten sein, wenngleich dies unseres Wissens nach bisher noch in keiner Studie wirklich gezeigt werden konnte.

Konklusion

Lumbale Bandscheibenprothesen zeigen gute Frühergebnisse bei relativ kurzer Rehabilitationszeit. Langfristig muß aber vermutlich ähnlich wie bei Hüft- und Knie-Endoprothesen mit einer Bandscheibenprothesenlockerung bzw.

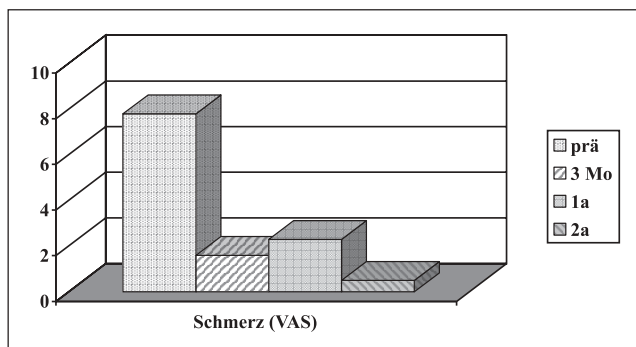


Abbildung 5: Schmerzzugabe auf der „visual analogue scale“ (VAS)

einem Polyethylen-Abrieb gerechnet werden, so daß später eventuell ein weiterer Eingriff mit Wechsel der Bandscheibenprothese oder einer Fusion notwendig werden könnte. Dennoch ist vor allem für Patienten in mittlerem Lebensalter die Bandscheibenprothese heute als gute Alternative zu einer Fusion anzusehen.

Literatur:

1. Nachemson A. The lumbar spine – an orthopedic challenge. *Spine* 1976; 1: 59–71.
2. Fernström U. Arthroplasty with intercorporeal endoprosthesis in herniated disc and in painful disc. *Acta Orthop Scand* 1966; 10 (suppl): 287–9.
3. Fassio B, Ginestie JF. Prothese discale en silicone. *Nouv Press Med* 1978; 21: 207.
4. Zippel H. Charite modular: conception, experience and results. In: Weinstein JN, Mayer HM, Weigel K (eds) *The artificial disc*. Springer, Berlin, 1991; 69–78.
5. Marnay T. Lumbar disc arthroplasty – 8–10 years results using Titanium Plates with a Polyethylene inlay component. *Spine Arthroplasty Society Meeting, München, 2001*.
6. Mathews MM, et al. Design rationale and early multicenter evaluation of Maverick total disc replacement. *Spine Arthroplasty Society Meeting, Montpellier 2002*.
7. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS et al. Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology* 1988; 166: 193–9.
8. Aprill C, Bogduk N. High-intensity zone: a diagnostic sign of painful lumbar disc on magnetic resonance imaging. *Br J Radiol* 1992; 65: 361–9.
9. Toyone T, Takahashi K, Kitahara H et al. Vertebral bone marrow changes in degenerative lumbar disc disease: A MRI study of 74 Patients with low back pain. *J Bone Joint Surg (Br)* 1994; 76: 757–64.
10. Carragee EJ, Paragoudakis SJ, Khurana S. Lumbar high-intensity zone and discography in subjects without low back pain problems. *Spine* 2000; 25: 2987–92.
11. Lemaire JP. Intervertebral disc prosthesis: 22 cases with a follow-up over 10 years. *Eur Spine J* 2000; 9: 307.
12. Bertagnoli R, Kumar S. Indications for full prosthetic disc arthroplasty: a correlation of clinical outcome against a variety of indications. *Eur Spine J* 2002; 11 (Suppl 2): S131–S136.
13. Zigler JE, Burd TA, Vialle EN et al. Lumbar spine arthroplasty: Early results using the ProDisc II: A prospective randomized trial of Arthroplasty versus fusion. *J Spinal Disord Techniques* 2003; 28: 352–61.
14. Ooij A, Oner FC, Verbout AJ. Complications of artificial disc replacement: A report of 27 patients with the SB Carite Disc. *J Spinal Disord Techniques* 2003; 28: 369–83.
15. Le Huec JC, Friesem T, Brayda-Bruno M, Mathews H, Zdeblick T, Aunoble S. Maverick total lumbar disc replacement. Prospective study – preliminary report of 50 cases at 2 years follow-up. *Spine Society of Europe Annual Meeting, Porto, Portugal 2004*.
16. Mayer HM, Wiechert K, Korge A, Qose I. Minimally invasive total disc replacement: surgical technique and preliminary clinical results. *Eur Spine J* 2002; 11 (Suppl 2): S124–S130.
17. Tropiano P, Huang RC, Girardi FP, Marnay T. Lumbar disc replacement. Preliminary results with ProDisc II after a minimum follow-up period of 1 year. *J Spinal Disord Techniques* 2003; 28: 362–8.
18. McAfee PC, Cunningham BW, Devine J, Williams E, Yu-Yahiro J. Classification of heterotrophic ossification (HO) in artificial disc replacement. *J Spinal Disord Techniques* 2003; 28: 384–9.
19. Putzier M, Schneider SV, Disch AC, Taus H, Funk JF. Clinical and radiological results after artificial disc replacement – 17 year long term follow-up. *Spine Society of Europe Annual Meeting, Porto, Portugal 2004*.
20. Cinotti G, David T, Postacchini F. Results of disc prosthesis after a minimum follow-up period of 2 years. *Spine* 1996; 15: 995–1000.

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](#)