

B. Cakir
B. Ulmar
H. Koepp
K. Huch
W. Puhl
M. Richter

Dorsale dynamische Stabilisierung als Alternative zur dorso-ventralen Fusion bei Spinalkanalstenose mit degenerativer Instabilität

Posterior Dynamic Stabilization as an Alternative for Instrumented Fusion in the Treatment of Degenerative Lumbar Instability with Spinal Stenosis

Zusammenfassung

Studienziel: Um die Wertigkeit der dorsal dynamischen Stabilisierung (Gruppe II) im Vergleich zur dorsoventralen Spondylodese (Gruppe I) mit jeweils selektiver Dekompression zu evaluieren, wurden bei Patienten mit der Diagnose einer degenerativen Spinalkanalstenose mit begleitender Instabilität die Ergebnisse beider operativer Verfahren retrospektiv miteinander verglichen. **Methode:** Bei jeweils 10 Patienten wurden intra- und postoperative Daten sowie die subjektiven Beschwerden standardisiert mittels „Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire (OQ)“ und der „Short Form 36 Health Survey Questionnaire (SF-36)“ präoperativ und postoperativ erfasst. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug in Gruppe I 14,4 Monate, in Gruppe II 15,2 Monate. **Ergebnisse:** In beiden Gruppen konnte postoperativ eine Besserung der durchschnittlichen Messwerte erreicht werden: In Gruppe I OQ 32 Punkte (präoperativ 46), „psychischer Summenskalenwert“ (PSW) im SF-36 43 Punkte (präoperativ 36), „körperlicher Summenskalenwert“ (KSW) im SF-36 34 (präoperativ 24); in Gruppe II OQ 33 Punkte (präoperativ 54), PSW 34 (präoperativ 24), KSW 34 Punkte (präoperativ 28). Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer betragen in Gruppe I 218 Minuten, respektive 28,4 Tage, in Gruppe II 163 Minuten, respektive 19,3 Tage. **Schlussfolgerung:** Die dynamische Stabilisierung scheint bei der degenerativen lumbalen Spinalkanalstenose mit begleitender Instabilität eine Erfolg versprechende Alternative zur Fusionsoperation zu sein.

Schlüsselwörter

Spinalstenose · Instabilität · Fusion

Abstract

Aim: Our retrospective study analyzed the outcome of patients with degenerative lumbar instability with spinal stenosis, who underwent decompression surgery with dorsoventral fusion (Group I) and decompression surgery with posterior dynamic stabilization (Group II). **Method:** For 10 patients in each group intra- and postoperative data were obtained and the functional outcome was evaluated with the “Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire” (OQ) and the “Short Form 36 Health Survey Questionnaire” (SF-36). The average follow up was 14.4 months in Group I, 15.2 months in Group II. **Results:** In Group I the OQ averaged postoperatively 32 points (preoperatively 46 points), the “Physical Component Summary” (PCS) of SF-36 averaged 34 points (preoperatively 24 points), the “Mental Component Summary” (MCS) averaged 43 points (preoperatively 36). In Group II the values at follow up were as follows: OQ 33 points (preoperatively 54), PCS 34 points (preoperatively 28) and MCS 46 points (preoperatively 36). The average hospitalization was 28.4 days in Group I, 19.3 days in Group II and the average operation time was 218 minutes in Group I, 163 minutes in Group II. **Conclusion:** When compared the functional outcome, the dynamic stabilization seems to be a promising alternative to fusion in patients with degenerative lumbar instability with spinal stenosis.

Key words

Spinal stenosis · instability · fusion

Institutsangaben

Orthopädische Klinik mit Querschnittgelähmtenzentrum der Universität Ulm
(Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. W. Puhl)

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Marcus Richter · Rehabilitationskrankenhaus Ulm
Orthopädische Klinik mit Querschnittgelähmtenzentrum der Universität Ulm · Oberer Eselsberg 45 ·
89081 Ulm · Tel.: 0731-177-1107 · Fax: 0731-177-1118 · E-mail: Marcus.Richter@rku.de

Bibliografie

Z Orthop 2003; 141: 418-424 · © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0044-3220

Einleitung

Die degenerative Spinalkanalstenose des alternden Menschen stellt, mit einer berichteten Inzidenz von 1,7 bis 10% [1,2], eine wichtige Ausprägung der degenerativ bedingten Wirbelsäulenleiden dar. In einer demografisch alternden Bevölkerung machen Patienten mit degenerativ bedingten Wirbelsäulenbeschwerden einen stetig zunehmenden Anteil am Gesamtkollektiv aus.

Zahlreiche Ursachen des engen Spinalkanals sind bekannt: erworben (z. B. posttraumatisch, postinfektiös), iatrogen (z. B. postoperative peridurale Fibrose), kongenital (z. B. Klippel-Feil Syndrom, Anquin-Syndrom) und konstitutionell (z. B. bei Achondroplasie, Morquio-Syndrom) [3–6]. Allerdings ist die Stenose in über 90% degenerativ bedingt.

Anfang der 50er-Jahre erhielt das Krankheitsbild der lumbalen Spinalstenose zunehmend differenzialdiagnostische Bedeutung und wurde zuerst von Verbiest [6] ausführlich beschrieben. Durch besseres Verständnis der Pathoanatomie der Spinalstenose, insbesondere der Konsequenzen einer ausgedehnten knöchernen Dekompression, mit möglicher Instabilität im betroffenen Segment, entwickelten sich verschiedene Einteilungsprinzipien (zentrale, laterale und intraforaminale Stenose) [7], mit daraus resultierenden therapeutischen Konsequenzen. Die totale Laminektomie wurde unter anderem durch schonendere Verfahren wie Laminotomie [8,9], Facettektomie [10] und lumbale Laminoplastie [11,12] als Standardmethode abgelöst.

Von der iatrogen, durch ausgedehnte knöcherne Dekompression, bedingten Instabilität wird die degenerative Instabilität bzw. Spondylolisthese als eine eigene Entität, erstmals beschrieben durch Junghans [13], unterschieden. Das morphologische Substrat der degenerativen Instabilität, mit konsekutiver Retro- oder Pseudolisthese der angrenzenden Segmente, besteht in der Degeneration der Bandscheibe mit häufig assoziierter Spondylarthrose und der dadurch hervorgerufenen, vorwiegend dorsalen Höhenminderung des Zwischenwirbelraumes. Diese Veränderungen können wiederum in Abhängigkeit der Orientierung der Facettengelenke zur Subluxation führen [5,14,15]. Die Therapie

der Wahl bei der degenerativen Instabilität mit begleitender Spinalkanalstenose war bis Anfang der 90er-Jahre umstritten. Einige Autoren [16,17] sahen die alleinige, dekomprimierende Operation mit guten klinischen Ergebnissen als ausreichend an, andere [18,19] sahen die Indikation zur zusätzlichen Stabilisierung im dekomprimierten Segment gegeben. Aufgrund der neueren Literatur [20] scheint die Frage zugunsten der zusätzlichen Stabilisierung beantwortet zu sein. Alle Stabilisierungsverfahren, mit oder ohne dorsale Instrumentierung, beinhalten in den meisten Fällen eine interkorporelle Fusion des Bewegungssegmentes mit der bekannten Problematik der protrahierten Anschlusssegmentdegeneration [21]. Je nach Stabilisierungstechnik kommen noch die Risiken eines zweiten operativen Eingriffes und einer zusätzlichen Morbidität der autologen Beckenkammspan- bzw. Spongiosaentnahme hinzu [22]. Aus diesen Überlegungen heraus scheint ein dorsal dynamisch stabilisierendes System ohne die Notwendigkeit einer interkorporellen Fusion eine mögliche Therapiealternative, mit deutlich geringer Morbidität, bei der Spinalstenose mit degenerativer Instabilität.

Ziel dieser Studie ist es, anhand eines nach klinischen und radiologischen Kriterien ausgesuchten Patientenkollektives, die Wertigkeit der dorsal dynamischen Stabilisierung im Vergleich zur dorsoventralen Spondylodese zu evaluieren.

Material und Methoden

Material

Seit Juni 2001 wurden 24 Patienten mit der Diagnose einer degenerativen Spinalkanalstenose mit begleitender Instabilität, die festgelegte klinische und radiologische Kriterien erfüllten (siehe Einschlusskriterien), einer selektiven Dekompression mit dorsal dynamischer Stabilisierung (DYNESYS®, Centerpulse®, Schweiz) (Abb. 1), unterzogen. 10 Patienten, die ein Nachuntersuchungsintervall von mindestens 12 Monaten erreichten, wurden in die Studie aufgenommen. Als Vergleichsgruppe wurden retrospektiv die Daten der letzten 10 Patienten erfasst, die bis zum Juni 2001 mit derselben Diagnose und denselben klinischen und radiologischen Einschlusskriterien sich einer selektiven Dekompression

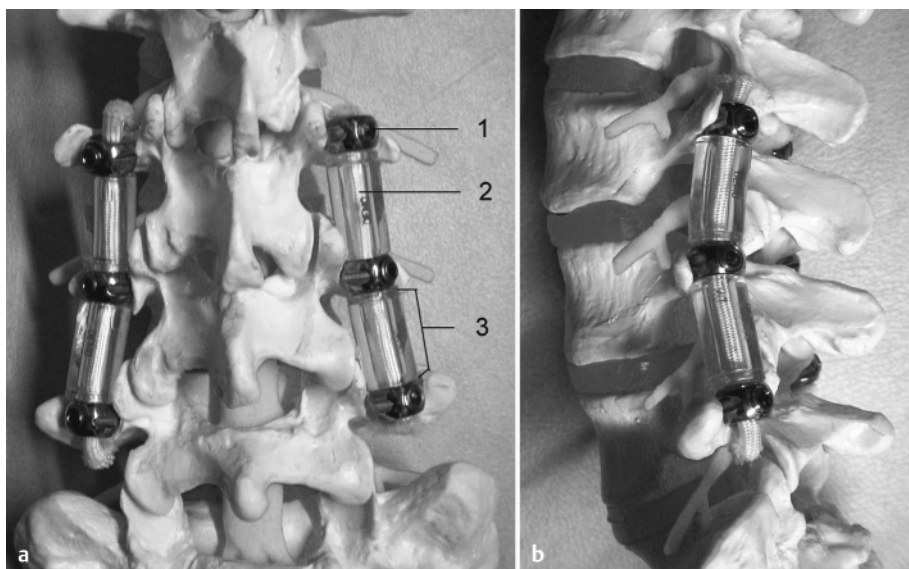


Abb. 1 Dorsale (links) und seitliche (rechts) Ansicht des dorsal dynamisch stabilisierenden Systems (DYNESYS®) in den Segmenten L3–L5 an einem „Sawbone-Modell“. (1) Madenschrauben zur Fixierung des Polyethylenterephthalat-Bandes (2), zylindrischer Distanzhalter aus Polycarbonat-urethan (3).

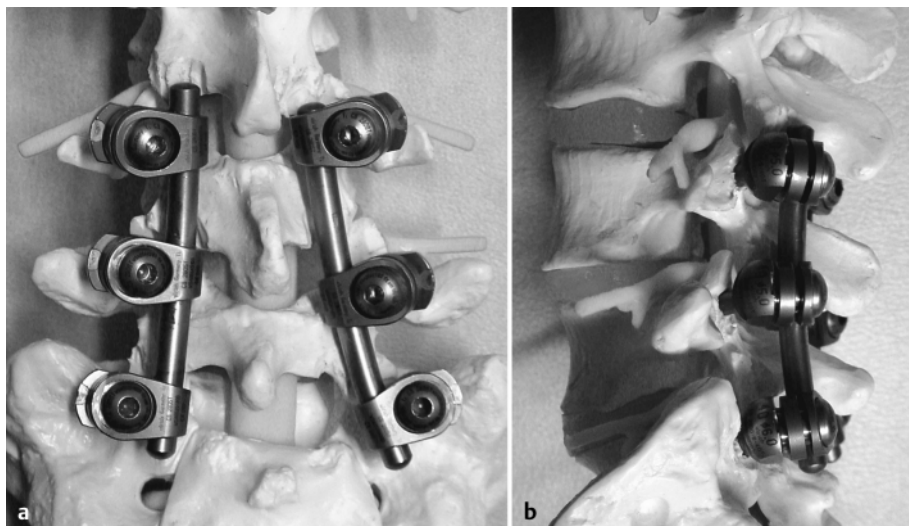


Abb. 2 Dorsale (links) und seitliche (rechts) Ansicht der rigiden Instrumentierung mit Fixateur intern (Krypton®) in den Segmenten L4–S1 an einem „Sawbone-Modell“.

mit dorsoventraler Fusionsoperation (Krypton®, Ulrich Medizintechnik, Deutschland) (Abb. 2) unterzogen hatten.

Klinische Einschlusskriterien

1. Claudicatio-spinalis-Symptomatik mit lumbalen Rückenschmerzen mit oder ohne pseudoradikuläre Ausstrahlung.
2. Mindestens 6-monatige erfolglose, konservative Therapie.
3. Deutliche Besserung (>50%) auf Facetteninfiltration mit Lokalanästhetikum in den zu operierenden Segmenten.

Einschlusskriterien in der Bildgebung

1. In den seitlichen Röntgenaufnahmen eine Ante- oder Retrolisthese von 2–5 mm (Abb. 3 u. 4)
2. In der CT-Untersuchung eindeutige Zeichen einer Spondylarthrose (Abb. 5)

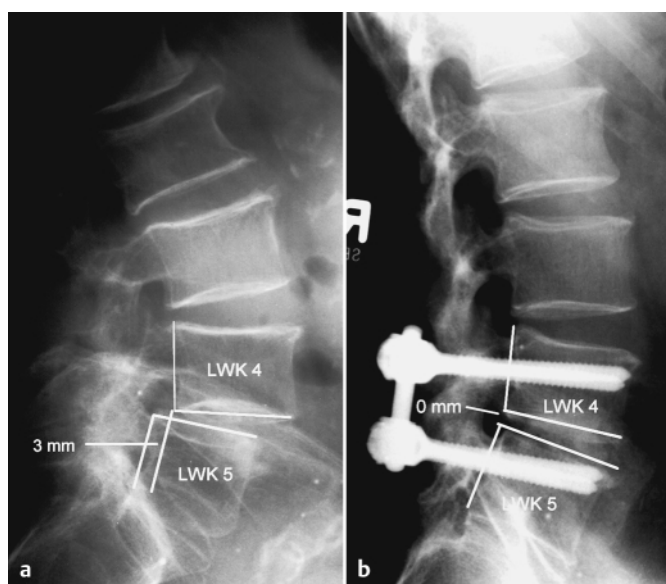


Abb. 4 Komplett Korrektur der präoperativen Gleitstrecke (links) von 3 mm und gute Konsolidierung der ventralen interkorporellen Spondylodese postoperativ (rechts) nach rigider Stabilisierung mit Wirbelsäulenfixateur intern.

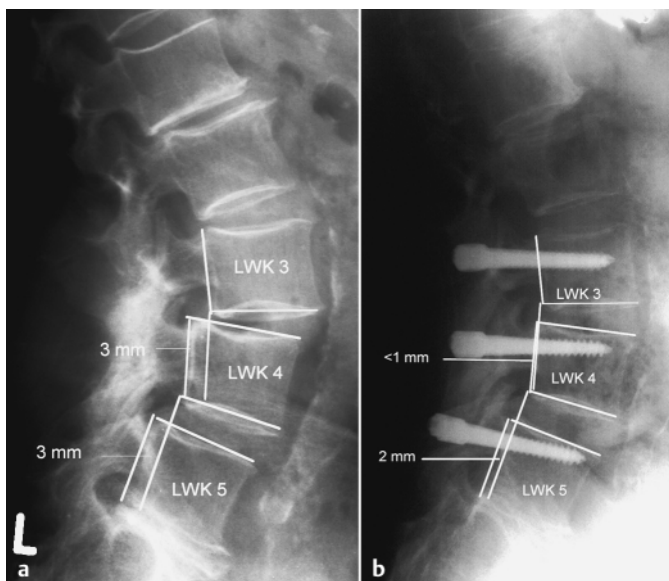


Abb. 3 Deutliche Korrektur der präoperativen Gleitstrecke (links) von 3 mm in beiden Segmenten auf <1 mm im Segment L3/4 und auf 2 mm im Segment L4/5 postoperativ (rechts) mit der dorsalen dynamischen Stabilisierung.

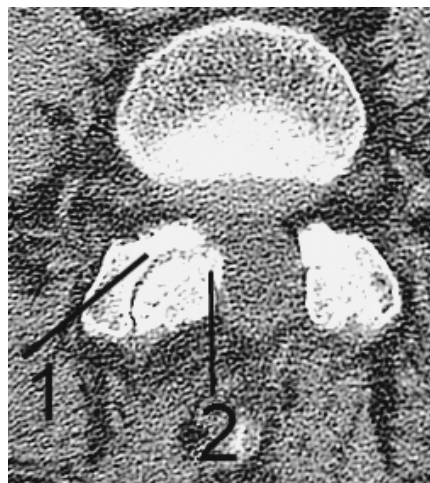


Abb. 5 CT auf Höhe L3–4: Unregelmäßig konturierte Gelenkflächen (1) und deutliche Facettenhypertrophie mit Impression des Duralsackes (2) als Zeichen einer fortgeschrittenen Spondylarthrose.

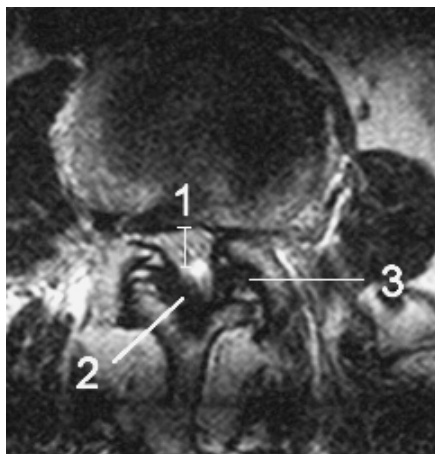


Abb. 6 NMR auf Höhe L4–5: Einengung des Spinalkanals (1) auf Höhe L4/5 (max. Durchmesser 7 mm), hypertrophierte Ligamenta flava (2) und Subluxation im Facettengelenk li.

3. In der MR-Untersuchung osteoligamentäre Spinalkanalstenose mit einem maximalen Spinalkanaldurchmesser von 10 mm (ausgeschlossen wurden Patienten mit einer rein bandscheibenbedingten Spinalstenose) (Abb. 6)

Präoperative Datenerhebung

Die präoperative Datenerhebung beinhaltete die Anamnese, körperliche Untersuchung, neurologische Untersuchung und Analyse der bildgebenden Verfahren. Bei jedem Patienten wurden präoperativ Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule in 2 Ebenen, sowie Funktionsaufnahmen im seitlichen Strahlengang bei maximaler Inklination und Reklination erstellt sowie CT und MR-Untersuchungen durchgeführt. Alle Röntgenaufnahmen wurden in derselben Abteilung, standardisiert, mit einem Film-Fokus-Abstand von 110 cm in streng seitlichem Strahlengang durchgeführt. Alle Bilder wurden digitalisiert und auf einem PC abgespeichert (DiagnostiX, Basis 2048, GEMED, Deutschland). Die Vermessung der Gleitstrecke prä- und postoperativ erfolgte mit einer speziellen Software, welche die eingezeichneten Distanzen automatisch wiedergibt. Nach der Vermessung erfolgte die Umrechnung auf die reelle Distanz bei einem bekannten Vergrößerungsfaktor von 1:1,15. Der Spinalkanaldurchmesser in den transversalen MR-Aufnahmen wurde auch computergestützt bestimmt. Die Facettengelenke wurden in den CT-Aufnahmen beurteilt. Jeder Patient füllte prospektiv den OQ- und SF-36-Fragebogen aus.

Intra- und postoperative Daten

Operationsdauer, Blutverlust, Anzahl und Höhe der dekomprierten und instrumentierten Segmente, intraoperative Komplikationen und die stationäre Aufenthaltsdauer wurden dokumentiert.

Operationstechnik

Die dorsale Instrumentierung erfolgte in beiden Gruppen durch einen medianen Zugang zur Lendenwirbelsäule. Die Pedikelschraubenplatzierung wurde in beiden Gruppen nach der konventionellen Methode (nach Magerl) vorgenommen. Die Dekompression erfolgte durch Exzision der hypertrophierten Ligamenta flava und durch „undercutting“ der hypertrophierten Facettengelenke.

Die ventrale interkorporelle Fusion erfolgte in „Press Fit Technik“ durch einen autologen trikortikalen Beckenkammspan, welcher

bei allen Patienten vom linken vorderen Beckenkamm entnommen wurde. Die extraperitoneale Exposition der vorderen Lendenwirbelsäule erfolgte durch einen pararektalen Zugang.

Implantate

Zur dorsalen rigiden Stabilisierung in Gruppe I wurde ein Wirbelsäulenfixateur intern (Krypton®, Ulrich Medizintechnik) (Abb. 5) und zur dorsalen dynamischen Stabilisierung in Gruppe II das dynamisch neutralisierende System (DYNESYS®, Centerpulse) (Abb. 6) verwendet. Das dynamische System besteht aus Schrauben (aus der Ti-Al-Nb-Schmiedelegerung Protasul™ 100), Polycarbonaturethan-Distanzhaltern (Sulene™-PCU) und einem Polyethylenterephthalat-Band (Sulene™-PET). Mit den Schrauben wird Dynesys in den Wirbelkörpern verankert; das PET-Band begrenzt die Beugebewegung, während die Distanzhalter die Wirbel in der richtigen Position halten und die Streckbewegung limitieren.

Nachuntersuchung

Zum Nachuntersuchungszeitpunkt wurden Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen und Funktionsaufnahmen der Lendenwirbelsäule im seitlichen Strahlengang erstellt und erneut der OQ- und SF-36-Score ausgefüllt.

Ergebnisse



In Gruppe I (6 Männer, 4 Frauen) betrug das Durchschnittsalter 66 Jahre (53,8–72,9) und in Gruppe II (4 Männer, 6 Frauen) 64,6 Jahre (51,8–77,8). Der durchschnittliche Nachuntersuchungsintervall betrug 14,4 Monate (Gruppe I) respektive 15,2 Monate (Gruppe II).

Die präoperative durchschnittliche Gleitstrecke betrug 2,6 mm (2–4 mm) in Gruppe I und 2,8 mm (1–5 mm) in Gruppe II. Postoperativ konnte die Gleitstrecke in Gruppe I auf durchschnittlich 0,3 mm (0–2 mm) und in Gruppe II auf 1,6 mm (0–3 mm) reduziert werden.

In Gruppe I wurden durchschnittlich 1,4 Segmente (1–2) fusioniert und 1,2 (1–2) Segmente dekompriert. Die Höhe L4–L5 wurde bei 4 Patienten, L4–S1 bei 4 Patienten und L5–S1 bei 2 Patienten versorgt. In Gruppe II wurden durchschnittlich 1,6 Segmente (1–3) instrumentiert und 1,6 (1–3) Segmente dekompriert. Die Höhe L3–L4 wurde bei 2 Patienten, L3–L5 bei 2 Patienten, L3–S1 bei 2 Patienten und L4–L5 bei 4 Patienten versorgt. Insgesamt wurden in Gruppe I 42 Pedikelschrauben und in Gruppe II 54 Pedikelschrauben verwendet.

Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer betrug in Gruppe I 28,4 Tage (16–37), in Gruppe II 19,3 Tage (11–28). Die durchschnittliche Gesamt-OP-Zeit (dorsal und ventral) betrug in Gruppe I 218,3 min (140–325), in Gruppe II 163,3 min (90–210). Der durchschnittliche Gesamt-Blutverlust in Gruppe I belief sich auf 892 ml (375–1600) und in Gruppe II auf 922 ml (300–3000). In beiden Gruppen kam es intraoperativ jeweils einmal zu einer Duraläsion ohne postoperativ bleibende neurologische Ausfallsymptomatik und ohne Liquorverlust-Syndrom. In keiner der beiden Gruppen trat postoperativ ein oberflächlicher oder tiefer Infekt auf. In Gruppe I kam es in einem Fall zur

Verletzung der Vena iliaca, die durch eine Gefäßnaht versorgt werden konnte.

Der präoperative OQ verbesserte sich in Gruppe I bei der Nachuntersuchung von durchschnittlich 46 Punkten auf 32 Punkte, in Gruppe II von 54 Punkten auf 33 Punkte (Abb. 9). Der körperliche Summenskalenwert im SF-36 verbesserte sich in Gruppe I von 24 auf 34 und in Gruppe II von 28 auf 34. Der psychische Summenskalenwert im SF-36 verbesserte sich in Gruppe I von 36 auf 43 Punkte und in Gruppe II von 36 auf 46 Punkte (Abb. 8). In allen Unterrubriken des SF-36-Scores konnte in beiden Gruppen eine deutliche Besserung der Scorewerte, mit Ausnahme des Scorewertes „Allgemeine Gesundheit“ in Gruppe II, verzeichnet werden (Abb. 7). 3 von 10 Patienten in Gruppe I klagten über erhebliche Schmerzen im Bereich der Spanentnahmestelle und ein Patient entwickelte eine symptomatische Narbenhernie im Bereich des ventralen Zuganges.

Bei der radiologischen Nachuntersuchung konnte in keiner der beiden Gruppen ein Schraubenbruch oder Schraubenlockerung festgestellt werden. In Gruppe I zeigte sich bei allen Patienten eine sichere knöcherne Fusion.

Diskussion

Nach jahrzehntelanger Diskussion um die Therapie der Wahl bei der degenerativen Spinalkanalstenose, mit begleitender Instabilität, scheint diese nach der Metaanalyse von Mardjetko [20] zugunsten der zusätzlichen Stabilisierung nach Dekompression entschieden. Argumente für eine Stabilisierung sind zum einen die mögliche postoperative Instabilität nach ausgiebiger Dekompression mit Opferung der tragenden dorsalen Strukturen des Bewegungssegmentes und zum anderen die gleichzeitige Therapie der in den meisten Fällen symptomatischen Spondylarthrose. Die möglichen operativen Techniken eine Stabilisierung im betroffenen Bewegungssegment herbeizuführen, reichen von in-

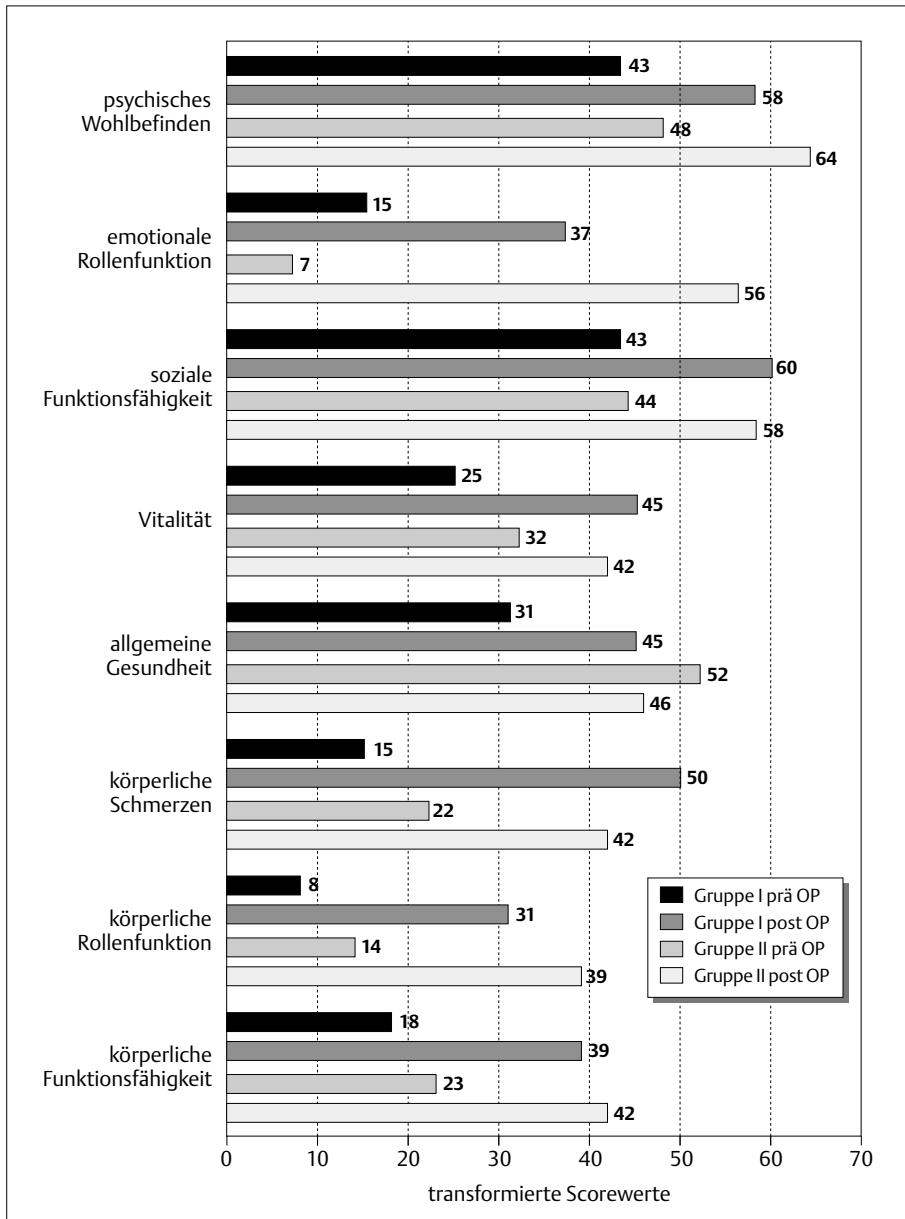


Abb. 7 Ergebnisse der Untergruppen des SF-36-Scores prä- und postoperativ.

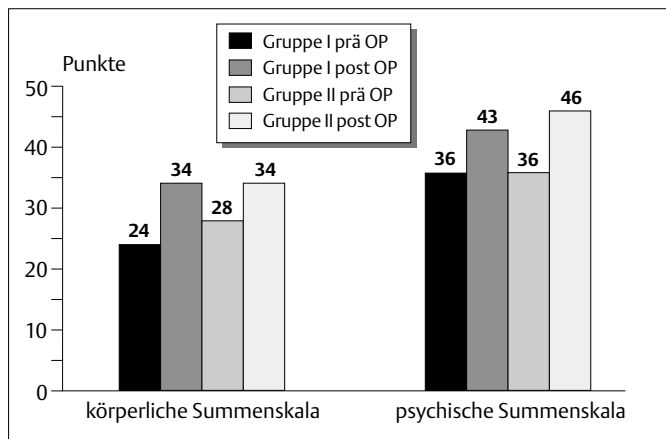


Abb. 8 Ergebnisse der körperlichen und psychischen Summenskalenwerte im SF-36-Score prä- und postoperativ.

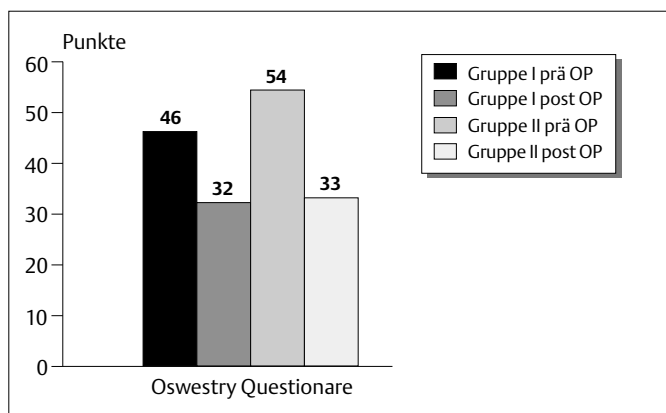


Abb. 9 Ergebnisse des Oswestry Questionnaire prä- und postoperativ.

strumentierten, nicht instrumentierten, dorsalen, anterolateralen, posterolateralen bis hin zu intertransversalen Spondyloidesen. Obwohl die Erfolgsraten unter den verschiedenen Spondyloidesetechniken deutlich variieren, haben alle die zusätzliche Morbidität einer interkorporellen Fusion und das Problem der protrahierten Degeneration des Anschlusssegmentes gemein [21,22]. Lee [21] berichtet über 22 Operationen bei 18 Patienten nach durchschnittlich 8,5 Jahren aufgrund einer Anschlusssegment-Problematik nach vorangegangener Fusionsoperation. In 16 Fällen aufgrund einer symptomatischen Spondylarthrose, in 8 Fällen bei Spinalstenose und in 5 Fällen bei einer fortgeschrittenen Bandscheibendegeneration. Mayer [22] berichtet in einer retrospektiven Analyse von 134 Patienten über eine Komplikationsrate von 5,2% bei ventralen Zugängen und über 37 fusionspezifische Komplikationen, von welchen die Morbidität der Beckenkamm-spanentnahme mit 11 Fällen den größten Anteil ausmacht. Aufgrund dieser und ähnlicher Ergebnisse der Literatur und der Ergebnisse der vorliegenden Studie, mit einer deutlich höheren Komplikationsrate nach Fusionsoperationen, scheint eine dor-sale dynamische Stabilisierung, ohne die zusätzliche Morbidität einer interkorporellen Fusion, eine berechnete Therapiealternative zu sein.

Dubois [23] berichtete bei 57 Patienten mit lumbalen Instabilitäten über gute Ergebnisse nach Instrumentierung mit DYNESYS®.

In der Studie von Dubois, wie auch in der Studie von Stoll [24] mit 83 Patienten, wurde DYNESYS® bei Patienten mit verschiedenen Indikationen eingesetzt. In diesen Studien war jedoch der Begriff der Instabilität nicht exakt definiert, so dass die Vergleichbarkeit der postoperativen Ergebnisse erschwert ist. In der vorliegenden Studie wurde hingegen ein klinisch und radiologisch detailliert definiertes Patientengut mit nachgewiesener Instabilität (Gleitweg im Bewegungssegment 2–5 mm) herangezogen und ein direkter Vergleich mit einer Fusionsoperation vorgenommen. Damit konnte die Wertigkeit der dorsalen dynamischen Stabilisierung bezogen auf ein bestimmtes Indikationsgebiet untersucht werden. Eine weiterreichende diagnostische Abklärung der Patienten in Form einer Diskographie zum Abschluss eines „diskogenen“ Schmerzes wurde nicht vorgenommen. Nach Auswertung des vorliegenden Patientengutes, lässt sich festhalten, dass in beiden Patientengruppen eine deutliche Schmerzreduktion erreicht werden konnte. Aus diesem Grund „scheint“ ein möglich vorhandener diskogener Schmerz keine wesentliche Kontraindikation für den Einsatz von DYNESYS® darzustellen. Trotzdem scheint prospektiv die Evaluierung eines möglichen diskogenen Schmerzes angebracht, um einen Zusammenhang zwischen „diskogenem“ Schmerz und klinischen Endergebnissen nach dorsal dynamischer Stabilisierung zu erörtern.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen tendenziell, dass eine weit gehend anatomische Reposition bei Spondylolisthese, keinen wesentlichen Einfluss auf das klinische Endergebnis mit sich bringt. Die deutlich besseren postoperativen Repositionsergebnisse in Gruppe I waren nicht mit deutlich besseren klinischen Nachuntersuchungsergebnissen verbunden. Ergebnisse ähnlicher Studien [25,26] bestätigen diese Feststellung. Trotz standardisierter Durchführung der Röntgenaufnahmen kann eine projektionsbedingte Ungenauigkeit der Messwerte nicht ausgeschlossen werden [27]. Aufgrund der Tatsache, dass bis zum heutigen Zeitpunkt keine alternativen Messmethoden zur Verfügung stehen und die bis dato publizierten Arbeiten mit der gleichen Fragestellung sich dieses Messinstruments bedienen, scheint die durchgeführte Messung als angebracht [25,26]. Der Mechanismus mit der eine mögliche Reposition bei der dorsal dynamischen Stabilisierung erreicht wird, ist bis zum heutigen Zeitpunkt nicht hinreichend geklärt. Theoretisch scheint eine gewisse Distraction im Bereich der Facettengelenke mit dem dazugehörigen Kapsel-Band-Apparat und den dorsalen ligamentären Strukturen, welche hinter der Drehachse des Bewegungssegmentes liegen, eine mögliche reponierende Wirkung im Bewegungssegment zu entfalten. Diese reponierende Wirkung könnte zusätzlich durch das Einspannen des Platzhalters zwischen den Schraubenköpfen unterstützt werden. Diese Anmerkungen sind als „theoretischer Natur“ anzusehen. Von weiterführenden Arbeiten, insbesondere biomechanischen Arbeiten, in diesem Feld erwarten wir auch neue Erkenntnisse bezüglich dieser Fragestellung.

Im Hinblick auf eine mögliche Reduktion der Anschlussinstabilität nach dorsal dynamischer Stabilisierung im Vergleich zu fusionierenden Verfahren scheint auch die Evaluierung der segmentalen und des gesamt-lumbalen Lordosewinkels von erheblicher Bedeutung. Von Lackum [28] postulierte einen Anstieg der Scherkräfte am lumbosakralen Übergang bei zu starker Lordose mit resultierender schlechter Haltung. Splithoff und Jackson

[29] kamen nach Vergleich von Patienten mit und ohne Rückenschmerzen zum Schluss, dass eine Hypolordose häufiger mit Rückenschmerzen assoziiert ist. Magora [30] beschreibt eine Hypolordose als guten Indikator für Rückenschmerzen. Bis zum heutigen Zeitpunkt ist weder der Zusammenhang zwischen unphysiologischer Lendenlordose und möglicher Anschlussinstabilität noch der Effekt einer dynamischen Stabilisierung der Lendenwirbelsäule und der daraus resultierenden Veränderung der segmentalen und gesamt Lendenlordose hinreichend geklärt. Eigene Untersuchungen [31] an 24 Patienten nach endoprothetischem Ersatz der Lendenwirbelsäule zeigten einen statistisch signifikanten Anstieg des segmentalen Lordosewinkels im operierten Segment bei statistisch unveränderter gesamt Lendenlordose. Wie sich dies im Falle der dorsal dynamischen Stabilisierung mit dem DYNESYS® darstellt und sich auf lange Sicht ein Zusammenhang zwischen segmentalem und gesamtem Lordosewinkel und der Reduktion der Anschlussinstabilität zeigt, werden weiterführende Arbeiten beantworten.

Im Falle der dynamischen Stabilisierung entfällt die ventrale interkorporelle Fusion. Dies spiegelt sich sowohl in Operationsdauer als auch der Dauer des stationären Aufenthaltes wider, die deutlich niedriger bzw. kürzer ausfielen. Ähnliche Blutverluste in beiden Gruppen, trotz einer Operation in Gruppe II, lassen sich durch die Anzahl der verwendeten Pedikelschrauben erklären, die in Gruppe II mit 54 Schrauben etwa 25% mehr war als in Gruppe I mit 42 Schrauben.

Kritisch anzumerken ist zum einen, dass die dynamische Stabilisierung im Vergleich zur Fusionsoperation trotz dieser Vorteile nicht mit einer deutlich verbesserten Lebensqualität (SF-36-Score) einhergeht. In beiden Gruppen konnte eine deutliche Besserung der Schmerzsituation (OQ) erreicht werden. Tendenziell waren die Ergebnisse der dynamischen Stabilisierung besser. Zum anderen kann aufgrund des kurzen Nachuntersuchungsintervalles keine Aussage bezüglich möglicher Langzeitkomplikationen getroffen werden. Es bleibt abzuwarten ob durch eine exakte Indikationsstellung eine deutlich geringere Komplikationsrate verglichen zum Patientenkollektiv von Stoll et al [24], bei der nach einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von 38,1 Monaten wesentliche Komplikationen zu verzeichnen waren, erreicht werden kann.

Die tendenziell positiven Ergebnisse, nach dorsal dynamischer Stabilisierung, sind als Kurzeitergebnisse bei einem relativ kleinen Patientenkollektiv zu interpretieren. Langzeitbeobachtungen werden die Wertigkeit dieses Verfahrens, insbesondere durch eine zu erhoffende Verminderung der Anschlussinstabilität, im Vergleich zu fusionierenden Verfahren näher analysieren.

Literatur

- 1 Villiers PD de, Booyens EL. Fibrous spinal stenosis. A report on 850 myelograms with a water-soluble contrast medium. *Clin Orthop* 1976; 115: 140–144
- 2 Roberson GH, Llewellyn HJ, Taveras JM. The narrow lumbar spinal canal syndrome. *Radiology* 1973; 107: 89–97
- 3 Akkerveeken PF. Lumbale Spinalstenose. Klassifikation und klinisches Erscheinungsbild. *Orthopäde* 1993; 22: 202–210
- 4 Ferrante L, Acqui M, Mastronardi L, Celli P, Fortuna A. Stenosis of the spinal canal in achondroplasia. *Ital J Neurol Sci* 1991; 12: 371–375
- 5 Richter M, Kluger P, Puhl W. Diagnostik und Therapie der Spinalstenose beim älteren Menschen. *Z Orthop* 1999; 137: 474–481
- 6 Verbiest H. Sur certaines formes rares de compression de la queue de cheval. I. Les stenoses osseuses du canal vertebraal. *Hommage a Clovis Vincent, Maloine, Paris: 1949*
- 7 Wiltse L, Berger PE, McCulloch JA. A system for reporting the size and location of lesions in the spine. *Spine* 1997; 22: 1534–1537
- 8 Aryanpur J, Ducker T. Multilevel lumbar laminotomies: an alternative to laminectomy in the treatment of lumbar stenosis. *Neurosurgery* 1990; 26: 429–432
- 9 Postacchini F, Cinotti G, Perugia D, Gumina S. The surgical treatment of central lumbar stenosis. Multiple laminotomy compared with total laminectomy. *J Bone Joint Surg* 1993; 75-B (3): 386–392
- 10 Amundsen T, Weber H, Nordal HJ, Magnaes B, Abdelnoor M, Lileas F. Lumbar spinal stenosis: Conservative or surgical management? *Spine* 2000; 25: 1424–1436
- 11 Matsui H, Tsuji H, Sekido H, Hirano N, Katoh Y, Makiyama N. Results of expansive laminoplasty for lumbar spinal stenosis in active manual workers. *Spine* 1992; 17: 537–540
- 12 Tsuji H, Itoh T, Sekido H, Yamada H, Katoh Y, Makiyama N, Yamagami Y. Expansive laminoplasty for lumbar spinal stenosis. *Internat Orthop* 1990; 14: 309–314
- 13 Junghans H. Spondylolisthesen ohne Spalt im Zwischengelenkstück („Pseudolisthesen“). *Arch Orthop Unfall-Chir* 1931; 29: 118–127
- 14 Newman PH. Spondylolisthesis, its cause and effect. *Ann Roy Coll Surg* 1955; 16: 305–323
- 15 Rosenberg N. Degenerative Spondylolisthesis: Surgical treatment. *Clin Orthop* 1976; 117: 112–120
- 16 Dall BE, Rowe DE. Degenerative spondylolisthesis. Its surgical management. *Spine* 1985; 10: 668–672
- 17 Spengler DM. Current concepts review. Degenerative stenosis of the lumbar spine. *J Bone Joint Surg* 1987; 69A : 305–308
- 18 Bolesta MJ, Bohlmann HH. Degenerative Spondylolisthesis: The role of arthrodesis. *Orthop Trans* 1989; 13: 564
- 19 Reynolds JB, Wiltse LL. Surgical treatment of degenerative spondylolisthesis. An abstract. *Spine* 1979; 4: 148–149
- 20 Mardjetko SM, Connolly PJ, Shott S. Degenerative lumbar spondylolisthesis. A meta-analysis of literature 1970–1993. *Spine* 1994; 19: S2256–S2265
- 21 Lee CK. Accelerated degeneration of the segment adjacent to a lumbar fusion. *Spine* 1988; 13: 375–377
- 22 Mayer MH, Korge A. Non-fusion technology in degenerative lumbar spinal disorders: fact, questions, challenges. *Eur Spine J* 2002; 11 (Suppl. 2): S85–S91
- 23 Dubois G, de Gernay B, Schaerer NS, Fennema P. Dynamic neutralization: a new concept for restabilization of the spine. In: Szpalski M, Gunzburg R, Pope MH (eds). *Lumbar segmental instability*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia: 1999: 233–240
- 24 Stoll TM, Dubois G, Schwarzenbach O. The dynamic neutralization system for the spine: a multi-center study of a novel non-fusion system. *Eur Spine* 2002; 11 (Suppl. 2): 170–178
- 25 Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, Brower R, Montgomery MD, Kurz LT. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: A prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine* 1997; 22: 2807–2812
- 26 Herkowitz HN, Kurz LT. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. A prospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis. *J Bone Joint Surg* 1991; 73A : 802–808
- 27 Löwe A, Hopf P, Eysel P. Die Bedeutung der exakt lateralen Röntgendokumentation bei der Meyerding-Graduierung von Spondylolisthesen. *Z Orthop* 1996; 134: 210–213
- 28 Lackum H von. The lumbosacral region. *JAMA* 1924; 82: 1109
- 29 Splithoff C. Lumbosacral junction, roentgenographic comparison of patients with and without backaches. *JAMA* 1953; 152: 1610–1613
- 30 Magora A, Schwartz A. Relation Between Low-back Pain and X-ray Changes – Lysis and Olisthesis. *Scand J Rehab Med* 1980; 12: 47–52
- 31 Cakir B, Richter M. Total disc replacement. A physiological reconstruction of the sagittal profile of the lumbar spine? A radiological study (Publikation in Vorbereitung), 2003