

Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Orthopädie
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. H. Reichel

**Klinische und radiologische Ergebnisse nach
dorsal dynamischer Stabilisierung
der Lendenwirbelsäule**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Ulm

vorgelegt von
Marie-Christine Haller-Nassar
aus Stuttgart
2013

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Balkan Cakir

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Christoph Dehner

Tag der Promotion: 12. 02. 2015

Widmung

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis		
1	Einleitung	1
2	Material und Methodik	9
2.1	Studiendesign	9
2.2	Studienpatienten	9
2.3	Prä- und postoperative Parameter	14
2.4	Klinischer und radiologischer Verlauf	15
2.5	Implantatsystem und Operationstechnik	15
2.6	Statistische Analyse	16
3	Ergebnisse	18
3.1	Patientendaten	18
3.2	Prä- und postoperative Ergebnisse	22
3.3	Auswertung der Fragebögen	26
3.3.1	Oswestry Disability Index (ODI)	26
3.3.2	Short Form 36 Health Survey (SF-36)	29
3.4	Implantatversagen / Revisionen	33
4	Diskussion	35
4.1	Diskussion der Methodik	35
4.2	Diskussion der Ergebnisse	39
4.2.1	Studienpatienten	39
4.2.2	Perioperative Daten und Komplikationen	43
4.2.3	Klinisches Outcome	47
4.2.4	Radiologisches Outcome und Revisionsoperationen	52
5	Zusammenfassung	56
6	Literaturverzeichnis	58
Anhang		65
Danksagung		73
Lebenslauf		74

Abkürzungsverzeichnis

a.p.	=	anterior posterior (Strahlengang in der Frontalebene)
ASA	=	American Society of Anesthesiologists
BMI	=	Body Mass Index
BV	=	Bildverstärker
CT	=	Computertomographie
Dynesys	=	Dynamic neutralization system for the spine
et al.	=	(et alii) und andere
ITN	=	Intubationsnarkose
L (3)	=	Lendenwirbel (3)
LWS	=	Lendenwirbelsäule
m	=	männlich
ME	=	Metallentfernung
MW	=	Mittelwert
MRT	=	Magnetresonanztomographie
n	=	Patientenanzahl
ODI	=	Oswestry Disability Index
OP	=	Operation
p	=	Signifikanzniveau
post OP	=	postoperativ
prä OP	=	präoperativ
ROM	=	Range of Motion
S (1)	=	Sakralwirbel (1)
SAS	=	Statistical Analysis Systems
SF-36	=	Short Form 36 Health Survey
VAS	=	Visuelle Analogskala
w	=	weiblich

1 Einleitung

Rückenschmerzen sind nach der Infektion des Atemtrakts die zweithäufigste Ursache für Arztbesuche, dabei sind sie bei Männern mit 14% die häufigste und bei Frauen mit 11% die zweithäufigste Ursache für Arbeitsausfälle [24]. 50% aller orthopädischen Patienten suchen einen Arzt wegen Rückenschmerzen auf [48]. Außerdem stellen bei den meisten Frührenten Wirbelsäulenbeschwerden mehr oder weniger direkt den Anlass zur Berentung dar [33]. Am häufigsten treten Rückenschmerzen in der Altersgruppe der 35 bis 55-Jährigen auf [21].

Rückenschmerzen lassen sich dabei untergliedern in akute, zeitweilige, wiederkehrende und schließlich chronische Rückenschmerzen. Bei ca. 90% aller chronischen (rezidivierenden oder persistierenden) Rückenschmerzen handelt es sich um unspezifische und bei 10% um spezifische Rückenschmerzen. Symptomatische degenerative Erkrankungen lumbaler Bewegungssegmente machen dabei den Großteil der spezifischen Rückenschmerzen aus [12, 51].

Dazu zählt die degenerative Spinalkanalstenose des alternden Menschen. So kann bei Patienten über 60 Jahre kernspintomographisch in mehr als 20% der Fälle eine lumbale Spinalkanalstenose diagnostiziert werden [7]. Verantwortlich dafür gelten erworbene (z.B. posttraumatisch, postinfektiös), iatrogene (z.B. postoperative, peridurale Fibrose), kongenitale (z.B. Klippel-Feil-Syndrom) sowie konstitutionelle (z.B. Achondroplasie, Morquio-Syndrom) Ursachen [1, 23, 60, 71]. Die weitere Erforschung des Krankheitsbildes erlaubte eine Einteilung der Spinalstenose in eine zentrale, laterale und intraforaminale Stenose [74] und führte zu einer Veränderung der Therapie. Die Operationsverfahren unterteilen sich in reine Dekompressionsoperationen oder Dekompressionsoperationen kombiniert mit einer Fusion. Bei der totalen Laminektomie handelt es sich um eine Entfernung des gesamten Wirbelbogens einschließlich Dornfortsatz und Ligamenta flava sowie Anteile der Facettengelenke. Die Ergebnisse einer Metaanalyse hierzu bewerteten die Erfolgsquote dieses Eingriffs mit nur 64% [70]. Bei diesem Eingriff ist in der Regel ein breiter Zugang erforderlich.

Die Laminektomie wurde durch schonendere Verfahren wie die Laminotomie bzw. selektive Dekompression als Standardmethode abgelöst [2, 54]. Unter einer selektiven Dekompression versteht man eine Entfernung von kranialen und / oder kaudalen Anteilen benachbarter Wirbelbögen zur erweiterten Fenestration.

Als weitere degenerative Wirbelsäulenerkrankung lässt sich die Osteochondrose nennen. Sie ist eine sekundäre strukturelle Reaktion des Wirbelkörpers, wird durch den Verschleiß der Bandscheibe verursacht und ist gekennzeichnet durch eine verstärkte Sklerosierung der Grund- und Deckplatten. Bezüglich der Veränderungen des subkortikalen Knochens und der Knochenmarkveränderungen wird auf die Klassifikation nach Modic et al. [50] zurückgegriffen. Hierbei werden 3 Grundtypen unterschieden und mittels MRT beschrieben:

Modic Typ I beschreibt pseudoentzündliche Reaktionen mit Knochenmarködem und Hypervaskularisation. Dieser kann sich folgenlos zurückbilden oder sich zum Typ II weiterentwickeln. Modic Typ II beschreibt streifenförmige sowie umschriebene subkortikale fettige Knochenmarkskonversionen. Er ist Ausdruck einer chronischen Stressreaktion des Knochenmarks. Die Entstehungsdauer aus Typ I beträgt mindestens 6-9 Monate. Die Lokalisation dessen wird weitgehend subkortikal beschrieben. Modic Typ III definiert reaktive subkortikale bandförmige oder umschriebene Sklerosen. Die Entstehungsdauer kann ein bis mehrere Jahre betragen. In diesem Stadium sind oft ventrale und dorsale spondylophytäre Anbauten zu erkennen.

Außerdem besteht die Möglichkeit, dass Wirbelbrüche (z. B. bei Osteoporose) oder eine Spondylolisthesis (Wirbelgleiten) meist im unteren Bereich der Lendenwirbelsäule auftreten. Eine Spondylolyse stellt eine angeborene oder erworbene Spaltbildung zwischen oberem und unterem Gelenkfortsatz dar. Sobald diese beidseits vorhanden ist, geht der Zuggurtungseffekt der dorsalen Wirbelelemente verloren und als Folge kann der betroffene Wirbel mit der gesamten kranial aufsitzenden Wirbelsäule nach vorne gleiten. In diesem Falle spricht man von einer isthmischen Spondylolisthesis, welche unterschieden nach dem Schweregrad des Gleitvorgangs nach Meyerding in 4 Stadien eingeteilt wird [49]. Der beschriebene Gleitvorgang kann als Folgeerkrankung eine kyphotische Verkrümmung des betroffenen Segments mit sich bringen und außerdem zu einer kompensatorischen Hyperlordose der angrenzenden Wirbelsäulenanteile führen. Falls der Gleitvorgang ohne Lysebildung im Bereich der Interartikularportion eintritt, wird dies als Pseudospondylolisthesis oder degenerative Spondylolisthesis bezeichnet.

Darüber hinaus können Bandscheibenvorfälle als Ursache für Rückenschmerzen in Frage kommen. Eine Verlagerung von Bandscheibengewebe mit Vorwölbung über die ursprüngliche Bandscheibengrenze hinaus kann in eine Bandscheibenprotrusion oder einen Bandscheibenprolaps unterschieden werden.

Bei einer Bandscheibenprotrusion zeigt sich eine umschriebene Vorwölbung bei zumindestens teilweise erhaltenem Anulus im Gegensatz zu einem Bandscheibenprolaps, bei dem der Anulus vollständig zerrissen ist und es zu einem „Vorfall“ des Nucleus pulposus kommt. Typische Symptome können Folge der belastungs- und haltungsabhängigen mechanischen Nervenwurzelirritation sein und zu einer Schmerzausstrahlung in Kreuz, Gesäß und/oder Bein führen.

Eine Operation der betroffenen Wirbel wird für degenerative Veränderungen an der Lendenwirbelsäule ohne sofortige Operationsindikation (z.B. Conussyndrom) erst in Betracht gezogen, nachdem konservative orthopädische Therapiemöglichkeiten zu keiner anhaltenden Beschwerdelinderung führen konnten. In diesem Fall ist als `Gold Standard-Therapie die Fusionsoperation des betroffenen Bewegungssegments oft Mittel der Wahl. Die operative Versteifung zielt darauf ab, neben der Wiederherstellung der physiologischen Form der Wirbelsäule, die permanente Ruhigstellung eines oder mehrerer Bewegungssegmente durch das Erzeugen einer knöchernen Fusion zu erreichen. Außerdem soll eine Schmerzreduktion dadurch erzielt werden, dass im Idealfall das Bewegungssegment nicht mehr als solches funktionsfähig ist, indem die Beweglichkeit sowie die Belastung aufgehoben werden. Zum Erreichen einer knöchernen Fusion steht eine Bandbreite an verschiedenen Fusionstechniken zur Verfügung. Hierzu gehören beispielsweise instrumentierte, nicht instrumentierte dorsale, antero-laterale, postero-laterale oder die intertransversale Fusion mit z.B. Knochenspan [6, 8, 16, 25, 27].

Noch bis Anfang der 90er Jahre war die Therapie der Wahl bei der degenerativen Instabilität mit begleitender Spinalkanalstenose Gegenstand der Diskussion. Verschiedene Autoren [18, 66] befanden die alleinige, dekomprimierende Operation mit guten klinischen Ergebnissen als zufriedenstellend. Andere Autoren waren der Ansicht, dass eine zusätzliche Stabilisierung im dekomprimierenden Segment notwendig ist [69].

Im Rahmen einer Meta-Analyse untersuchten Mardjetko et al. [47] 25 Arbeiten aus den Jahren 1970-1993 bezüglich der Ergebnisse der operativen Behandlung von Patienten mit degenerativer Spondylolisthesis.

In der Gruppe ohne Fusion fanden sich 70% gute Resultate, in der Fusionsgruppe 90% gute Resultate. Dabei konnten keine gravierenden Unterschiede weder zwischen instrumentierter und uninstrumentierter Fusion noch zwischen verschiedenen Instrumentationen festgestellt werden. Die instrumentierten Gruppen wiesen im Vergleich zu den uninstrumentierten Fusionen höhere Fusionsraten mit 95% im Gegensatz zu 86% auf.

Fischgrund et al. [26] bestätigten in ähnlicher Weise diese Ergebnisse anhand einer kontrollierten, randomisierten Studie. Ebenfalls zeigte eine zusätzliche Instrumentation bei der posterolateralen Fusion keine klinische Relevanz. Die Fusionsrate hatte zudem keinen Einfluss auf das klinische Ergebnis.

Kornblum et al. [41] wiesen bei 47 Patienten, die eine Dekompression mit posterolateraler Fusion bei degenerativer Instabilität mit Spinalstenose erhalten hatten, nach einem Follow-up von knapp 8 Jahren nach, dass Patienten mit Pseudarthrosen in den ersten Jahren nach der Operation gute klinische Resultate zeigten, im längeren Verlauf aber die Ergebnisse dieser Patienten signifikant schlechter waren als die der Kontrollgruppe mit nachgewiesener Fusion.

Bezüglich der Therapie bei chronischen Rückenschmerzen können nach Gibson et al. [30] moderne Übungsprogramme und Rehabilitationsmaßnahmen zu besseren klinischen Ergebnissen führen als die Fusion. Die Swedish Lumbar Spine Study Group um Fritzell et al. [27] hingegen konnten bei ihren Patienten mit chronischen Rückenschmerzen zeigen, dass sämtliche unterschiedliche Fusionstechniken den Schmerz reduzieren und die Funktion verbessern konnten.

Die Spondylodese (Wirbelkörperverblockung) ist eine Operation zur Versteifung von zwei oder mehr Wirbelkörpern an der Hals-, Brust- oder Lendenwirbelsäule. Man verwendet diese Option, wenn eine instabile Wirbelsäulensituation vorliegt, oder wenn diese verhindert werden soll. Instabilität der Wirbelsäule wird von White und Panjabi [73] definiert als der Verlust der Fähigkeit, physiologische Beziehungen zwischen den Wirbeln ohne Irritationen des Rückenmarks, ohne Deformierung und Schmerzen aufrechtzuerhalten. Stabile Wirbelsäulenverhältnisse verhindern nach Frymoyer et al. [28] unter physiologischer Belastung unphysiologische Kräfteinwirkungen sowie pathologische Segmentmotilitäten unter gleichzeitigem Schutz der neurologischen Strukturen.

PLIF (Posterior Lumbar Interbody Fusion) ist eine mögliche Versteifungsoperationstechnik der Wirbelsäule und dient als Operationsmethode zur Verschmelzung von Lumbalwirbeln durch Herausnahme der Bandscheibe und Ersatz dieser durch einen bzw. zwei künstlichen Platzhaltern (Cage). Zur Exposition des Bandscheibenfaches wird die entsprechende Lamina mit dem dazugehörigen Dornfortsatz (Laminektomie) oder ohne entsprechenden Dornfortsatz (Laminotomie) entfernt. Anschließend werden die Wirbel zusätzlich durch einen Fixateur interne (transpedikuläre instrumentierte dorsale Wirbelkörperfusion) stabilisiert. Um eine höhere Festigkeit zu erreichen, werden Pedikelschrauben in die Wirbelkörper eingesetzt, die über Längsstäbe (Schrauben-Stab-System) miteinander verbunden sind. Um eine knöcherne Fusion zu erzielen, können auch Knochenspäne eingebracht werden. Die in den Zwischenraum eingefügten künstlichen Platzhalter (Cages) sollen den Abstand zwischen den Wirbeln zueinander halten, bis die knöcherne Heilung erreicht ist. Erstmals beschrieben wurde die PLIF-Technik von Malvin Brent im Jahre 1953 [72].

Als chirurgische Variante des PLIF ist der TLIF (Transforaminal Lumbar Interbody Fusion) aufzuführen. Bei dieser Fusionsmethode besteht der Unterschied zum PLIF-Verfahren im Zugang zum Bandscheibenfach. Hierbei wird die Bandscheibe von lateral exponiert, außerdem ist hierzu eine partielle Facettektomie erforderlich. Die TLIF-Technik scheint eine wertvolle Alternative verglichen mit dem PLIF-Verfahren darzustellen, da weniger Komplikationen aufzutreten scheinen. Außerdem wird ein niedrigerer intraoperativer Blutverlust sowie eine bessere Möglichkeit zur Vermeidung von Nervenverletzungen beschrieben [32, 61]. Bei dem Vorteil des dorsalen Zuganges für die beiden Techniken TLIF sowie PLIF besteht bei beiden das Risiko für eine Nervenverletzung [10, 61]. Bei der PLIF existiert darüber hinaus das höhere Risiko für eine Verletzung des Duralsacks sowie für das Auftreten einer periduralen Fibrose [10].

Im Unterschied zur PLIF, bei der die beiden zu verwendenden Cages fast immer auf der tragfähigen Ringapophyse des Wirbelkörpers aufliegen, ist es beim TLIF oft so, dass der Cage im Zentrum des Wirbels positioniert ist. Hier ist die Tragfähigkeit des Knochens schlechter und die Gefahr einer Subsidence oder Einbruch des Cages größer. Daher ist bei osteoporotischem Knochen die PLIF-Technik ggf. eher in Erwägung zu ziehen [40].

Die in der Literatur beschriebenen klinischen Ergebnisse bezüglich der TLIF-Operationsmethode zeigen in postoperativen Nachuntersuchungen mit einer zeitlichen Länge von 12 und 64 Monaten vielversprechende klinische Ergebnisse. Es werden Fusionsraten bis zu 90% und gute Resultate bis 91% beschrieben [32, 36, 45, 61, 68].

Bezüglich Komplikationen zeigen Nervenwurzelschädigungen eine Inzidenz von bis zu 4,5% sowie Duraverletzungen bis zu 5%. Außerdem werden Infektionen im Operationsbereich mit bis zu 4,3% sowie Implantatversagen mit bis zu 2,3% beschrieben [32, 36, 45, 61, 68]. Vergleiche der Datenlage mit den Resultaten der PLIF-Methode zeigen vergleichbare Ergebnisse [10].

Eine weiteres Verfahren zum Erreichen einer knöchernen Fusion stellt die ALIF-Technik (Anterior Lumbar Interbody Fusion) dar. Der hierbei verwendete ventrale Zugang zur Lendenwirbelsäule kann auch zur Implantation von mobilen Bandscheibeninterponaten oder nach Korporektomie genutzt werden [35].

Das Fusionsverfahren ALIF kann über einen ventralen oder ventrolateralen retroperitonealen oder weniger transperitonealen Zugang mit dem Einbringen von künstlichen Platzhaltern oder von Knochen in den Zwischenwirbelraum (trikortikaler Beckenkammknochen, Spongiosachips, aufbereiteter Femurring oder Hüftknochen aus der Knochenbank) durchgeführt werden [9].

Die Indikation für einen transperitonealen Zugang wird entweder bei abdominellen Voroperationen oder bei komplizierten anatomischen Gegebenheiten im Bereich des lumbalen Übergangs z.B. bei einem ausgeprägten lumbosakralen Winkel gestellt. Die Verwendung des retroperitonealen Zugangs ist speziell bei der Präparation der Muskulatur gewebeschonender und führt seltener zu Bridenbildungen oder peritonealer Irritation mit sekundärer postoperativer Darmträgheit [3].

Neben den speziellen Komplikationen, die nach einer Fusionsoperation auftreten können, wie neurologische Störungen (Paresen, Sensibilitätsstörungen, Querschnittslähmung), Verletzungen großer Gefäße (V. cava inferior, Iliakalgefäße, Aorta abdominalis etc.), Implantatversagen (Schraubenausbruch, Schraubenlockerung etc.) oder Pseudarthrose [75], birgt die Operation eine weitere im Verlauf mögliche Komplikationsmöglichkeit.

Direkt anschließende Segmente scheinen stärker belastet zu werden, da das versteifte Segment eine Hypermobilität erzeugt, die zusammen mit dem verstärkten Druck eine fortschreitende und frühzeitigere Degeneration der benachbarten Segmente begünstigen soll [43, 44, 63]. Weitere mögliche Operationskomplikationen im Rahmen von Fusionsoperationen können Wundheilungsstörungen, Infektionen, Einschränkungen der Vorneige-, Dreh- und Seitneigefähigkeit des Wirbelsäulenabschnitts und Destabilisierungen benachbarter Abschnitte sein.

Als vielversprechende Alternative zu früheren Entwicklungen und zur Fusion scheinen sich dynamische Neutralisierungs- und Stabilisierungsverfahren zu erweisen, da sie theoretisch in der Lage sind, durch den Erhalt einer physiologischen sagittalen Ausrichtung der lumbalen Wirbelsäule und der segmentalen Beweglichkeit die für die Fusion typischen Probleme zu vermeiden [12, 56]. Verglichen mit der Dekompression und/oder der Fusion scheint eine ausreichende Stabilität der LWS mit Beibehaltung der Beweglichkeit erreichbar zu sein [51]. Das dynamische Stabilisierungssystem für die Lendenwirbelsäule, welches bei den Patienten der vorliegenden Arbeit verwendet wurde, basiert zum Einen auf Pedikelschrauben, welche im Wirbelkörper verankert werden. Darüber hinaus werden zwischen den Schraubenköpfen beidseits zylinderförmige Distanzhalter aus Polycarbonateurethan platziert. Der Hohlraum beinhaltet Bänder aus Polyethylenterephthalat, die durch Stellschrauben in den Pedikelschraubenköpfen verspannt sind [56].

Die Indikationsstellung für Dynesys (Dynamic Neutralization System for the Spine, Zimmer, Warsaw, USA) kann bei verschiedenen Wirbelsäulenleiden erfolgen, wie beispielsweise bei hypomobilen Diskopathien, Retrolisthesis, Spondylarthrose, Postnukleotomiesyndrom, aber auch bei hypermobilen Diskopathien wie die degenerative Anterolisthesis und dynamische Stenose [38].

Bezüglich der perioperativen Komplikationen bei der Versorgung mit Dynesys sind verglichen mit fusionierenden Verfahren mit oder ohne Dekompression zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine ausreichenden Daten vorhanden [39].

Daher beschäftigt sich die vorliegende Studie auch mit der Frage nach der perioperativen Morbidität bei der dynamischen Instrumentierung der LWS.

Besonders im Hinblick auf die Zunahme der geriatrischen Bevölkerung, die auf Grund einer symptomatischen Segmentdegeneration ggf. einer Operation zugeführt wird [4, 19], sind die Ergebnisse dieser Studie relevant, da diese Patienten sich häufig in einem höheren Lebensalter befinden und zahlreiche Nebenerkrankungen die Wahrscheinlichkeit für eine perioperative Morbidität erhöhen.

Dadurch dass bei der dynamischen Stabilisierung eine interkorporelle Fusion nicht notwendig ist und damit ein (abhängig von der verwendeten Stabilisierungsmethode) zweiter operativer Eingriff mit zusätzlicher Morbidität durch entfallende autologe Beckenkammspanentnahme bzw. Spongiosaentnahme vermieden werden kann, scheint es sich um eine vielversprechende Therapieoption zu handeln.

Zielsetzung der Arbeit

Mit dieser Studie sollen die klinischen und radiologischen Ergebnisse nach dorsal dynamischer Stabilisierung der LWS mit Dynesys beurteilt werden. Hierbei soll mit einer gezielten Gegenüberstellung von monosegmental und bisegmental versorgten Patienten mit und ohne Dekompression spezifischeren Antworten nachgegangen werden. Die vorliegende Arbeit soll zudem nachweisen, in wieweit perioperative Parameter das Operationsergebnis bei beiden Gruppen beeinflussten. Letztlich sollen Komplikationen und Implantatversagen mit oder ohne Revision bei beiden Gruppen analysiert werden.

2 Material und Methodik

2.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Erfassung klinischer und radiologischer Ergebnisse nach dorsal dynamischer Stabilisierung der Lendenwirbelsäule (LWS) mit Dynesys.

2.2 Studienpatienten

Im Rahmen der retrospektiven Studie wurden Patienten jeden Alters der Orthopädischen Universitätsklinik Ulm am RKU, die im Zeitraum von 01/2002 bis 04/2006 eine mono- bzw. bisegmentale dorsal dynamische Stabilisierung der Lendenwirbelsäule mit Dynesys (Zimmer, Warsaw, USA) erhalten haben, einbezogen. Bei allen Patienten war eine komplette Akteneinsicht möglich.

Folgende **anamnestische** und **klinische** Kriterien waren Voraussetzung zur dorsal dynamischen Stabilisierung mit Dynesys [38]:

- Lumbalgie mit oder ohne pseudoradikuläre Ischialgie in die unteren Extremitäten
- Erfolgreiche konservative Therapiemaßnahmen (mindestens sechs Monate)
- Deutliche Besserung (>50%) nach Facettengelenkinjektionen mit einem Lokalanästhetikum auf den zu operierenden Segmenthöhen (Abb. 1)

Demnach klagten die Patienten vor Indikationsstellung über vornehmlich lumbale Schmerzen mit teils pseudoradikulärer Ausstrahlung in die unteren Extremitäten. Ausgiebige konservative Therapiemaßnahmen wie Krankengymnastik und physikalische Therapie, die über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten praktiziert wurden, hatten zu keiner zufrieden stellenden Beschwerdesituation geführt.

Nach ambulanter Vorstellung wurden dann zunächst diagnostische Facettengelenkinjektionen mit einem Lokalanästhetikum (z.B. Ropivacain 20 mg) auf den zu operierenden Segmenthöhen durchgeführt (Abb. 1).

Als Einschlusskriterium galt dann eine deutliche Verbesserung der Schmerzen (>50%) nach entsprechender Infiltration.



Abb. 1 Beispiel einer Facettengelenkinjektion mittels Bildverstärker (BV) in a.p.-Ansicht (Frontalebene): Die Kanülenspitze ist im Facettengelenk L3/4 links platziert.

Folgende **radiologische** Kriterien wurden vor Indikationsstellung zur Dynesys-Instrumentierung festgelegt:

- Spondylarthrose/Facettengelenkarthrose (Abb. 2)
- Chondrose/Osteochondrose (Abb. 2)
- Degenerative Instabilität (Abb. 3a)
- Dynamische Spinalstenose (Abb. 3b und 3c)
- Degenerative Torsionsskoliose (Abb. 4a)
- Anschlussinstabilität (Abb. 4b)

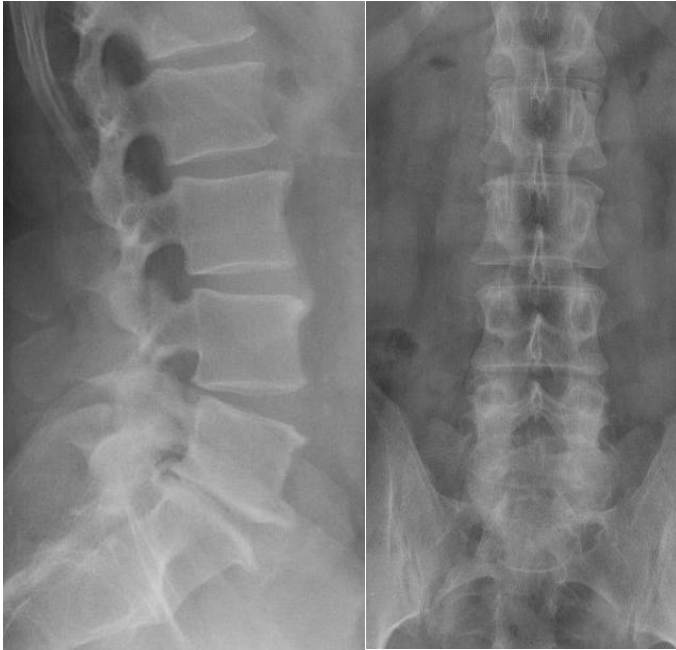


Abb. 2 Röntgen LWS-Aufnahmen in 2 Ebenen mit Illustration einer Osteochondrose L5/S1 bei lumbosacraler Übergangsstörung und begleitender Arthrose der kleinen Wirbelgelenke (Spondylarthrose) L4-S1. Zusätzlich Vorliegen einer Retrolisthesis L4/5.

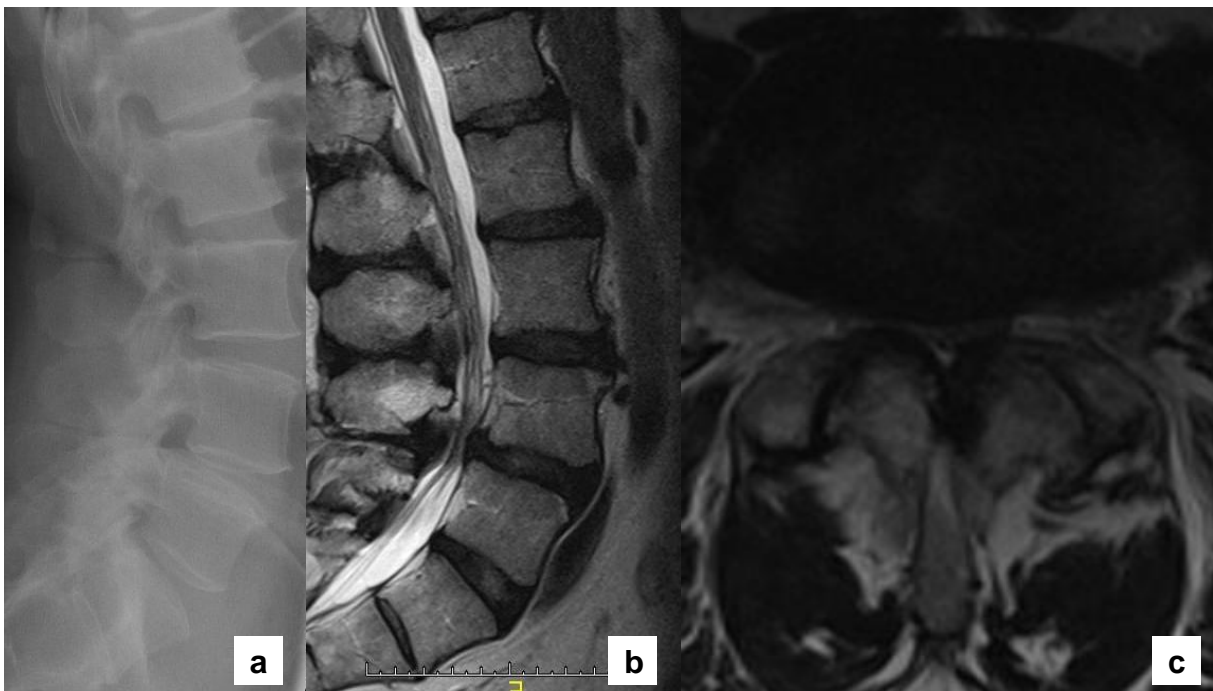


Abb. 3 Seitliches Röntgenbild im Stehen mit Darstellung einer degenerativen Instabilität im Segment L4/5 (a). In der sagittalen MRT-Ansicht (b) des gleichen

Patienten Verdeutlichung der dadurch entstehenden dynamischen Spinalstenose, welche in der MRT-Transversalaufnahme (c) bekräftigt wird.

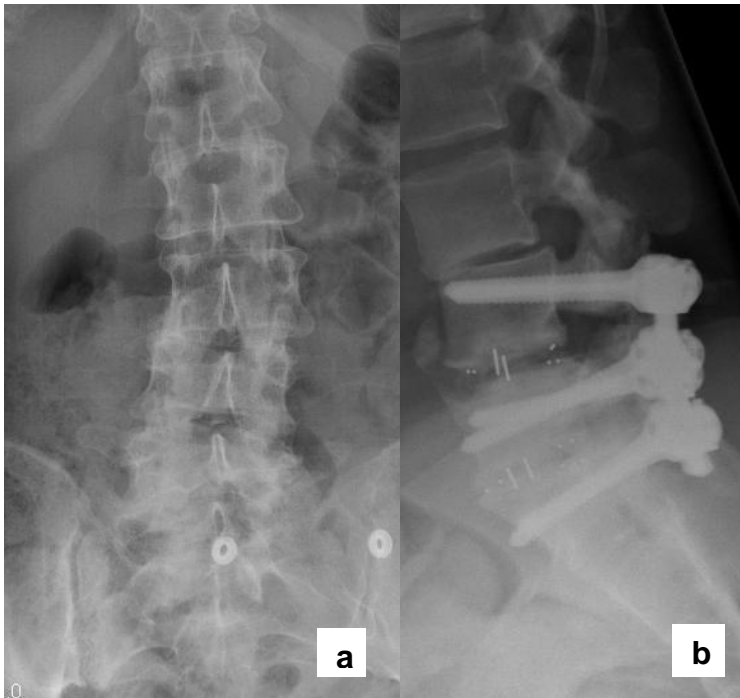


Abb. 4 A.p.-Röntgenbild der LWS mit Darlegung einer linkskonvexen degenerativen Torsionsskoliose („De-novo-Skoliose“). Zusätzlich kann ein Drehgleiten L3/4 mit Facettenkollaps L3/4 rechts festgestellt werden (a). Beispiel einer Anschlussinstabilität im Segment L3/4 im seitlichen Röntgenbild bei Status nach Fusion L4-S1 (b).

Patienten mit anamnestischen, klinischen und / oder apparativen Hinweisen auf das Vorliegen einer Tumorerkrankung, einer Infektion, eines Traumas oder einer Querschnittlähmung wurden nicht einer Dynesys-Stabilisierung zugeführt.

Prä- und postoperativ wurden Röntgenaufnahmen der LWS in a.p. und seitlichem Strahlengang sowie seitliche Funktionsaufnahmen in maximal möglicher Flexion und Extension durchgeführt. Außerdem erfolgte eine Computertomographie (CT) des betroffenen Lendenwirbelsäulenabschnitts mit transversalen, coronaren und sagittalen Rekonstruktionen und gegebenenfalls eine MRT der LWS.

Neben der klinischen Untersuchung wurden den Patienten prä- und postoperativ die standardisierten Fragebögen „Oswestry Disability Index (ODI)“ und „Short Form 36 Health Survey (SF-36)“ zum Ausfüllen vorgelegt (siehe **Anhang**).

Der **ODI** wurde von Jeremy Fairbank im Jahre 1980 entwickelt [22]. Er dient speziell dem Zweck, aussagekräftige Informationen über Patienten mit Rückenschmerzen zu sammeln, die Einschränkungen bei Tätigkeiten und die Befindlichkeit im täglichen Leben betreffen.

Außerdem soll die Lebensqualität im Alltag vom Patienten bewertet werden. Der Fragebogen besteht aus 10 Fragen, die in jeweils 6 Antwortkategorien unterteilt sind. Innerhalb jeder Frage ist der Einschränkungsgrad ansteigend von 0 (keine Einschränkung) bis 5 (größtmögliche Einschränkung). Um den Bogen auswerten zu können, werden alle Punkte der Fragen summiert, durch die Zahl 50 geteilt und mit 100 multipliziert. Somit gewinnt man eine Prozentskala von 0 bis 100. Punktwerte von 0-20 beschreiben eine minimale Beeinträchtigung. Eine Steigerung zu gemäßigten Einschränkungen besteht bei Werten zwischen 20-40. Wenn Werte zwischen 40-60 angegeben werden, handelt es sich um eine ernsthafte Einschränkung. Gravierende Einschränkungen bei Werten von 60-80 lassen eine Bewertung als „behindert“ zu. Oberhalb der Werte 80 bis zu 100 spricht man von bettlägerigen oder simulierenden Patienten.

Der **SF-36** bezieht sich auf die subjektive Einschätzung des Patienten bezüglich seines allgemeinen Gesundheitszustandes. Die Fragen des Bogens stammen aus verschiedenen thematischen Bereichen, bestehend aus 36 Unterpunkten. Abgefragt werden in ihm folgende Parameter zur Beschreibung der subjektiven Gesundheit, sowohl in Form von sechsstufigen Antwortskalen, als auch binär, „ja-nein“. Die körperliche Funktionsfähigkeit sowie die Möglichkeit zur Ausübung körperlicher Rollenfunktionen sind wichtige Punkte. Daneben soll die körperliche Allgemeingesundheit subjektiv eingeschätzt werden. Dazu gehört auch die Beschreibung der eigenen Vitalität. Außerdem soll die soziale Funktionsfähigkeit nachvollzogen werden. Darüber hinaus beziehen sich die Fragen auf die emotionale Rollenfunktion sowie das psychische Wohlbefinden.

Neben diesen Themenbereichen kann sowohl die körperliche als auch die psychische Summenskala aus obigen Parametern erstellt werden. Auf Grund der beiden Summenskalen kann ein Vergleich zwischen ihnen und dem allgemeinen körperlichen und psychischen Gesundheitszustand der amerikanischen Normpopulation gezogen werden, wobei die Auswertung durch ein Computerprogramm erfolgt.

Schließlich entstehen Werte zwischen 0 und 100, die Vergleichs- und Einschätzungsmöglichkeiten erlauben, sei es miteinander, oder innerhalb divergierender Patientengruppen. Dabei beschreibt 0 eine ernsthafte und 100 keine Einschränkung.

2.3 Prä- und postoperative Parameter

Neben der Dokumentation der instrumentierten und dekomprimierten Segmente der mono- und bisegmental operierten Patienten, wurden mögliche Voroperationen, das Körpergewicht und die Körpergröße, der hieraus sich berechnende Body Mass Index (BMI) und die ASA- (American Society of Anesthesiologists) Klassifizierung der Patienten bestimmt.

Letztere dient dazu, Patienten nach ihrem klinischen Zustand in 5 Stufen einzuordnen. ASA-Klasse 1 beschreibt den Zustand eines gesunden Patienten ohne Begleiterkrankungen. ASA-Klasse 2-Patienten haben leichte Allgemeinerkrankungen, die die alltäglichen Aktivitäten nicht einschränken. Patienten mit schweren Allgemeinerkrankungen, die eine Leistungseinschränkung mit sich bringen, werden in ASA-Klasse 3 eingestuft. Patienten, die darüber hinaus lebensbedrohlich erkrankt sind, werden zur ASA-Klasse 4 gezählt. Letztlich beschreibt ASA-Klasse 5 moribunde Patienten, mit deren Tod mit oder ohne Eingriff innerhalb von 24 Stunden zu rechnen ist.

Weiterhin wurden präoperativ mögliche Komorbiditäten der Patienten erfasst, die in pulmonale (z.B. Asthma bronchiale, chronisch obstruktive Lungenerkrankung), kardiovaskuläre (z.B. arterielle Hypertonie, koronare Herzkrankheit, periphere arterielle Verschlusskrankheit), metabolische Nebenerkrankungen (z.B. Diabetes mellitus, Schilddrüsendysfunktion) und in Begleiterkrankungen diverser Art (z.B. Magenerkrankung, Cholezystitis) eingeteilt wurden.

Ferner wurden die durchschnittliche Operationsdauer, der durchschnittliche Blutverlust und die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer ausgewertet.

Perioperative Komplikationen wurden erörtert und in allgemeine (kardiovaskuläre, urogenitale) sowie in technische (Blutung, Duraläsion, Serom) Komplikationen unterschieden.

Sowohl die allgemeinen als auch die technischen Komplikationen wurden definiert als eine neu aufgetretene Situation für den Patienten, die eine spezifische Behandlung oder Intervention während des Aufenthalts erforderlich machte.

2.4 Klinischer und radiologischer Verlauf

Alle Patienten wurden klinisch und radiologisch nachuntersucht. Implantatversagen und Revisionsoperationen wurden dokumentiert.

2.5 Implantatsystem und Operationstechnik

Das dorsal dynamische Neutralisationssystem Dynesys (Zimmer, Warsaw, USA) wird für die lumbale Wirbelsäule L1-S1 verwendet. Die Verankerung erfolgt über Pedikelschrauben (Ti-Al-Nb-Schmiedelegerung Protasul 100) im Wirbelkörper, wobei zwischen zwei Schrauben zylinderförmige Distanzhalter aus Polycarbonateurethan (Sulene-PCU) positioniert sind.

Diese beinhalten Bänder aus Polyethylenterephthalat (Sulene-PET), die durch Stellschrauben in den Pedikelschrauben verspannt werden. Zur Limitierung der Inklination dienen die Bänder, zur Einschränkung der Reklination die Distanzhalter (Abb. 5).

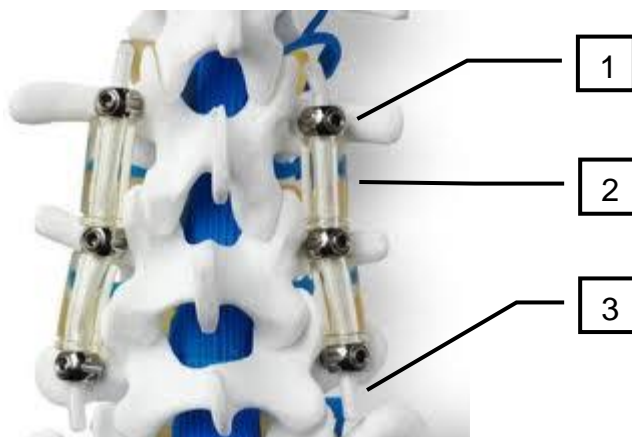


Abb. 5 Dorsale Ansicht des dynamischen Systems Dynesys an einem „Sawbone-Modell“. Pedikelschraube (1), Distanzhalter aus Polycarbonateurethan (2), Band aus Polyethylenterephthalat (3).

Auf diese Weise soll eine Entlastung der Facettengelenke und Bandscheiben bewirkt und darüber hinaus Segmentbewegungen multisegmental kontrolliert werden. Außerdem besteht die Möglichkeit der Wiederherstellung sowie Beibehaltung des segmentalen Alignements.

Die Instrumentierung mit Dynesys erfolgt über einen dorsalen, medianen Zugang zur Lendenwirbelsäule (Vorgehen nach Magerl). Nach scharfer Präparation durch das Subkutangewebe, Inzision der Thorakolumbalfaszie und bilateraler Ablösung der autochthonen Rückenmuskulatur werden die Pedikelschrauben in konventioneller Technik (unter Röntgenkontrolle) lateral der Facettengelenke eingebracht.

Das Vorhandensein der verschiedenen Funktionszonen der Bänder (Einfädel-, Arbeits- und Funktionszone) bieten dem Operateur die Option, bei hypomobiler Spondylarthrose die Beweglichkeit zu vergrößern und diese bei der hypermobilen Form einzugrenzen. Bei zusätzlicher Spinalkanalstenose wird eine selektive Dekompression durch Exzision hypertrophierter Ligamenta flava, Entfernung kranialer und / oder kaudaler Anteile benachbarter Wirbelbögen (erweiterte Fenestration) und „undercutting“ hypertrophierter Facettengelenke durchgeführt.

2.6 Statistische Analyse

Das Hauptzielkriterium dieser Studie beinhaltete die Frage, welchen Einfluss eine monosegmentale gegenüber einer bisegmentalen Versorgung mit und ohne Dekompression auf das klinische Ergebnis (ODI, SF-36) hat. Zur statistischen Auswertung wurde diesbezüglich der Student's t-Test herbeigezogen, da es sich um zwei abhängige Stichproben handelt (präoperativ und postoperativ).

Zur Auswertung der OP-Dauer zwischen beiden Gruppen wurde der Wilcoxon-Rangsummentest bei nicht normalverteilten Werten verwendet.

Der t-Test wurde zum Einen zur Analyse der Parameter Blutverlust und Krankenhausaufenthaltsdauer gebraucht, da diese Daten einer normalverteilten Grundgesamtheit entstammen und zum Anderen zur Beurteilung, ob und inwieweit

die Faktoren OP-Dauer, Blutverlust und Krankenhausaufenthaltsdauer beeinflussend auf das Auftreten von Komplikationen waren.

Zur statistischen Analyse der Faktoren Komplikationen und Implantatversagen zwischen beiden Gruppen wurde zunächst die Vierfeldertafel benutzt und nach entsprechendem Ergebnis entweder der Exakter Test von Fisher oder der Chi-Quadrat-Test angeschlossen.

Das Signifikanzniveau wurde bei einem p-Wert von $<0,05$ definiert. Die statistische Analyse erfolgte mit dem SAS System 9.2 (Statistical Analysis Systems, Cary, North Carolina, USA). Die Statistik wurde durch die Studienzentrale der Orthopädischen Universitätsklinik Ulm am RKU (S. K.) durchgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Patientendaten

Das Studienkollektiv umfasste 50 Patienten, hiervon 24 Männer und 26 Frauen. Bei 30 (11 Männer, 19 Frauen) der 50 Patienten wurde eine monosegmentale und bei 20 (13 Männer, 7 Frauen) Patienten eine bisegmentale dynamische Stabilisierung vorgenommen.

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation betrug in der monosegmental versorgten Gruppe 60,8 (35-84) Jahre und in der bisegmental stabilisierten Gruppe 63,9 (35-77) Jahre.

Das durchschnittliche klinisch-radiologische Follow-up belief sich bei den monosegmental instrumentierten Patienten auf 4,6 (3,4-6,6) Jahre und bei den bisegmental versorgten Patienten auf 4,7 (2,5-6,3) Jahre.

37 von 50 Patienten wurden zudem dekomprimiert, bei 13 Patienten erfolgte keine Dekompression. 22 der 37 dekomprimierten Patienten waren monosegmental und 15 der 37 Patienten bisegmental versorgt worden.

Zwölf der 30 Patienten mit monosegmentaler Dynesys-Instrumentierung wurden im Segment L4/5, zehn im Segment L3/4, sieben im Segment L2/3 und ein Patient im Segment L5/6 versorgt.

Bei 15 der 20 Patienten wurde die bisegmentale dynamische Stabilisierung in den Segmenten L3-5, bei vier in den Segmenten L2-4 und bei einem Patienten in den Segmenten L4-S1 durchgeführt.

Die prozentuale Aufteilung der mono- und bisegmentalen dynamischen Instrumentierung auf die jeweiligen lumbalen Bewegungssegmente ist in Abb. 6 und 7 dargestellt.

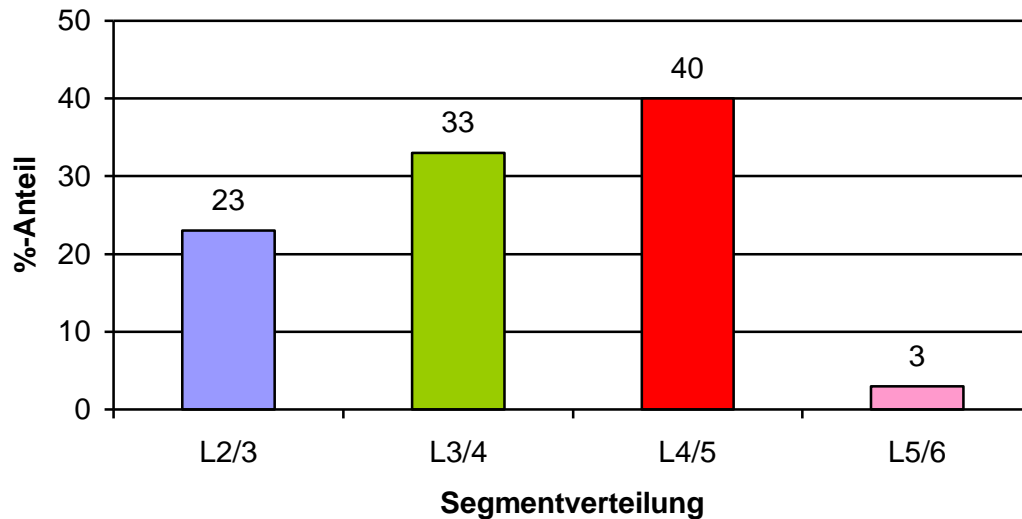


Abb. 6 Prozentuale Verteilung der 30 von 50 Patienten mit monosegmentaler Dynesis-Versorgung auf die lumbalen Bewegungssysteme (Segment L2/3: blau markiert, Segment L3/4: grün markiert, Segment L4/5: rot markiert, Segment L5/6: rosa markiert).

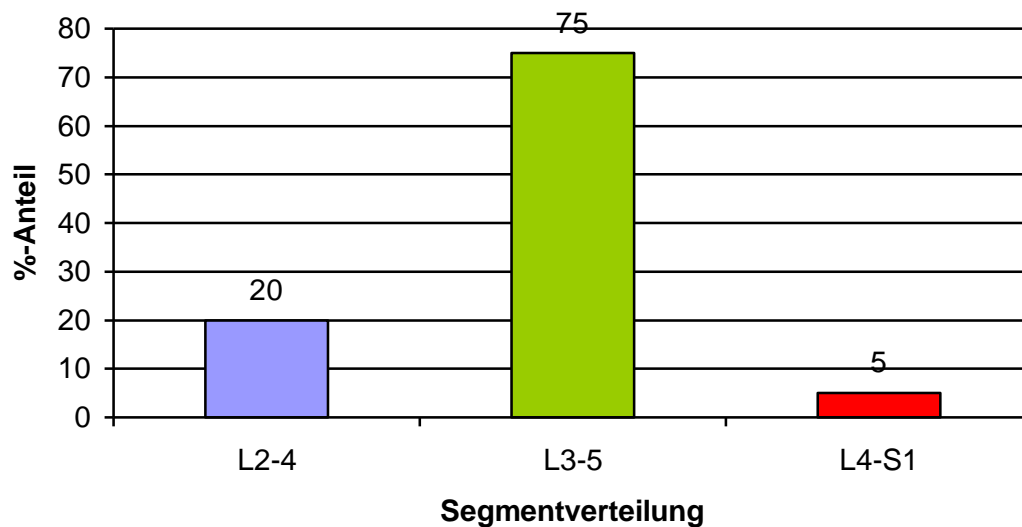


Abb. 7 Prozentuale Verteilung der 20 von 50 Patienten mit bisegmentaler Dynesis-Instrumentierung auf die lumbalen Bewegungssysteme (Segmente L2-4: blau markiert, Segmente L3-5: grün markiert, Segmente L4-S1: rot markiert).

Bei 22 der 30 Patienten mit monosegmentaler Dynesys-Instrumentierung lag als präoperative Diagnose eine Spinalstenose, bei 15 Patienten eine degenerative Instabilität, bei acht Patienten eine Anschlussinstabilität, bei sieben Patienten eine Spondylarthrose/Osteochondrose und bei zwei Patienten eine degenerative Torsionsskoliose vor. Die Diagnosen waren teils nicht streng voneinander abgrenzbar und häufig koinzident. Die prozentuale Aufteilung der präoperativen Diagnosen bezogen auf die monosegmental versorgten Segmente ist in Abb. 8 abgebildet.

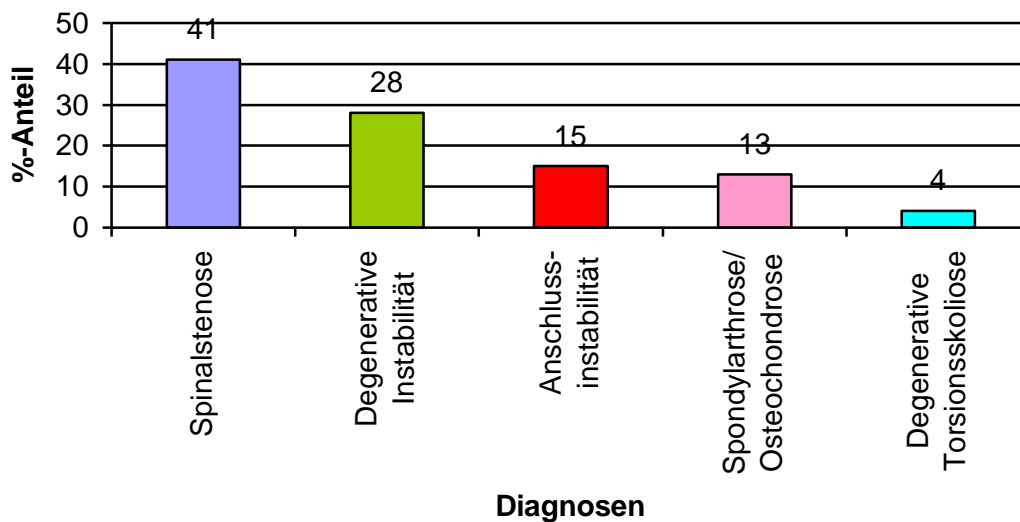


Abb. 8 Prozentuale Verteilung der präoperativen Diagnosen auf die 30 monosegmental stabilisierten Bewegungssegmente mit Dynesys (Spinalstenose: blau markiert, Degenerative Instabilität: grün markiert, Anschlussinstabilität: rot markiert, Spondylarthrose/Osteochondrose: rosa markiert, Degenerative Torsionsskoliose: türkis markiert).

Bei 15 der 20 Patienten mit bisegmentaler Dynesys-Instrumentierung lag als präoperative Diagnose eine Spinalstenose, bei zehn Patienten eine degenerative Instabilität, bei fünf Patienten eine Spondylarthrose/Osteochondrose, bei fünf Patienten ein Post-Nukleotomie-Syndrom, bei drei Patienten eine degenerative Torsionsskoliose und bei einem Patienten eine Anschlussinstabilität vor. Die Diagnosen waren hierzu ebenfalls nicht streng voneinander trennbar und wiederholt

koinzident. Die prozentuale Aufteilung der präoperativen Diagnosen bezogen auf die bisegmental versorgten Segmente ist in Abb. 9 dargestellt.

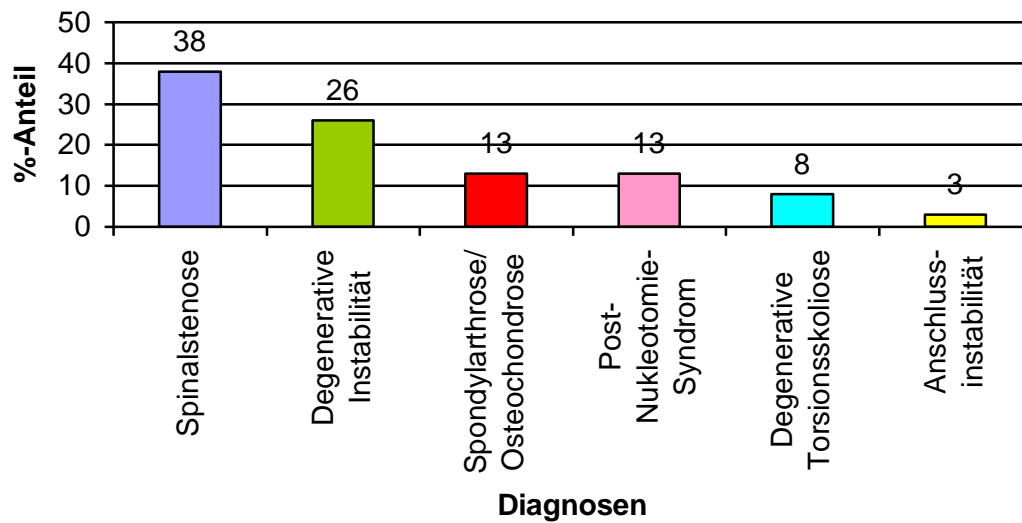


Abb. 9 Prozentuale Verteilung der präoperativen Diagnosen auf die 20 bisegmental stabilisierten Bewegungssegmente mit Dynesys (Spinalstenose: blau markiert, Degenerative Instabilität: grün markiert, Spondylarthrose/Osteochondrose: rot markiert, Post-Nukleotomie-Syndrom: rosa markiert, Degenerative Torsionsskoliose: türkis markiert, Anschlussinstabilität: gelb markiert).

Wie aus den Abbildungen 8 und 9 ableitbar, waren die in diese Studie eingeschlossenen Patienten partiell voroperiert.

Im Einzelnen waren neun der 30 monosegmental mit Dynesys versorgten Patienten zum OP-Zeitpunkt bereits voroperiert. Bei acht Patienten wurde im Sinne einer Anschlussinstabilität nach vorangegangener Fusionsoperation im Anschlusssegment eine dynamische Stabilisierung vorgenommen. Ein Patient hatte ebenfalls im Rahmen eines früheren Eingriffs eine Fusionsoperation erhalten, die dynamische Instrumentierung wurde jedoch nicht im Anschlusssegment durchgeführt. Demnach betrug die Rate voroperierter Patienten vor geplanter monosegmentaler Dynesys-Instrumentierung 30%.

Acht der 20 bisegmental dynamisch stabilisierten Patienten waren ebenfalls voroperiert. Hiervon waren im Rahmen einer vorherigen Operation fünf Patienten mit einer Nukleotomie und zwei Patienten mit einer Dekompression versorgt worden. Bei einem Patienten entwickelte sich eine Instabilität im Anschlusssegment nach

stattgehabter Fusionsoperation. Folglich belief sich die Rate der voroperierten Patienten vor geplanter bisegmentaler Stabilisierung auf 40%.

3.2 Prä- und postoperative Ergebnisse

Präoperativ waren in der monosegmental zu stabilisierenden Gruppe ein Patient ASA 1, 20 Patienten ASA 2 und neun Patienten ASA 3 eingestuft. Demnach waren die ASA 2-Patienten mit einer Rate von 66,7% am häufigsten vertreten.

In der bisegmental zu instrumentierenden Gruppe waren 17 Patienten ASA 2 und drei Patienten ASA 3 klassifiziert. Die Rate der am zahlreichsten vorkommenden ASA 2-Patienten betrug hiernach 84,7%.

In der Gruppe der monosegmental versorgten Patienten betrug der durchschnittliche Body Mass Index (BMI) 27,4 (18-46) kg/m² und in der Gruppe der bisegmental instrumentierten Patienten 27,6 (22-37) kg/m².

Präoperative Komorbiditäten wurden bei 90,1% der monosegmental und bei 85,5% der bisegmental stabilisierten Patienten dokumentiert, welche detaillierter in Tab. 1 aufgeführt sind.

Tab. 1 Komorbiditäten bei 27 von 30 (90,1%) der monosegmental und 17 von 20 (85,5%) der bisegmental operierten Patienten.

Komorbidität	monosegmental (Anzahl/%)	bisegmental (Anzahl/%)
pulmonal	5/16,7	3/15
kardiovaskulär	21/69,9	14/69,9
metabolisch	13/13	4/20
divers	15/50	10/50

Die durchschnittliche Operationsdauer betrug in der Gruppe der monosegmental instrumentierten Patienten 107,8 (45-180) Minuten und in der Gruppe der bisegmental stabilisierten Patienten 146,8 (80-215) Minuten. Dieser Unterschied war signifikant (p=0,0040). Nach Untergliederung in Instrumentierung mit und ohne Dekompression belief sich die durchschnittliche OP-Dauer bei den monosegmental operierten Patienten ohne Dekompression (acht von 30 Patienten) auf 76,9 (45-150) Minuten und bei den monosegmental operierten Patienten mit Dekompression (22

von 30 Patienten) auf 113,6 (55-180) Minuten. Hierbei fand sich ebenfalls ein signifikanter Gegensatz ($p=0,0069$).

Nach gleichartiger Gruppierung für die bisegmental versorgten Patienten ergab die durchschnittliche OP-Dauer ohne Dekompression (fünf von 20 Patienten) 110 (80-170) Minuten und mit Dekompression (15 von 20 Patienten) 159 (105-215) Minuten. Diese Gegenüberstellung zeigte ebenfalls einen signifikanten Unterschied ($p=0,0161$).

Während bei der Analyse der monosegmental versus der bisegmental operierten Patienten ohne Dekompression keine statistischen Verschiedenheiten ($p=0,0669$) vorlagen, fand sich in der Auswertung monosegmental versus bisegmental versorgte Patienten mit Dekompression ein signifikanter Unterschied ($p=0,0037$).

Die durchschnittliche OP-Dauer der mono- bzw. bisegmental operierten Gruppe mit zusätzlicher Einteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression ist in Abb. 10 aufgezeigt.

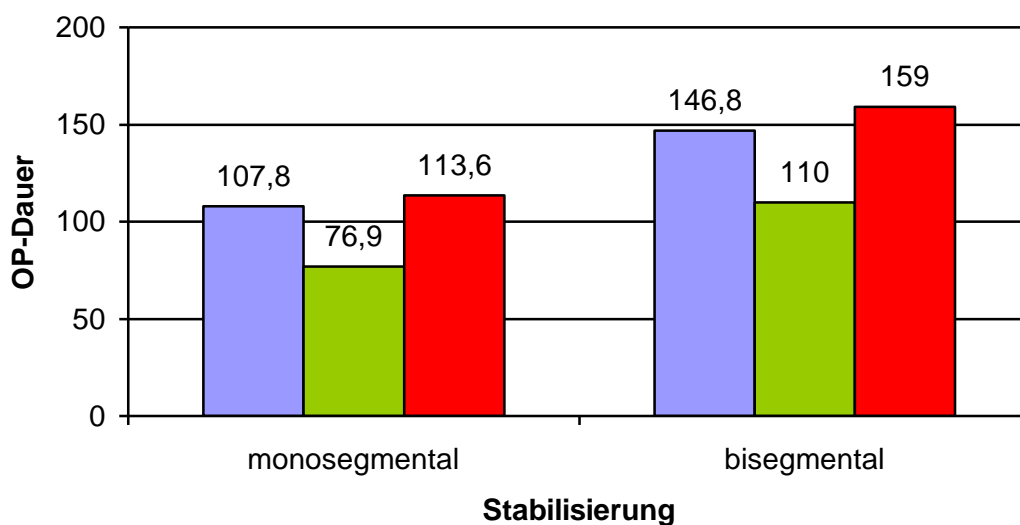


Abb. 10 Durchschnittliche OP-Dauer in Minuten in Abhängigkeit der Instrumentierungshöhen und nach Unterteilung in Stabilisierung mit und ohne zusätzliche Dekompression (gesamte OP-Dauer: blau markiert, Stabilisierung ohne Dekompression: grün markiert, Stabilisierung mit Dekompression: rot markiert).

Der durchschnittliche perioperative Blutverlust betrug in der monosegmental versorgten Gruppe 849,3 (50-3350) ml und in der bisegmental operierten Gruppe 1120,5 (200-3000) ml. Dieser Unterschied war nicht signifikant ($p=0,2731$).

Nach zusätzlicher Aufteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression ergab der durchschnittliche Blutverlust bei den monosegmental instrumentierten Patienten ohne Dekompression 515 (50-2050) ml und bei den Patienten mit Dekompression 976,7 (100-3350) ml. Ein signifikanter Gegensatz zeigte sich hierbei nicht ($p=0,1665$).

Nach entsprechender Gruppierung für die bisegmental stabilisierten Patienten betrug der durchschnittliche Blutverlust ohne Dekompression 614 (370-900) ml und mit Dekompression 1301,4 (200-3000) ml. Bei dieser Gegenüberstellung fand sich ein signifikanter Unterschied ($p=0,0260$).

Bei der Auswertung monosegmental gegen bisegmental versorgte Patienten lagen sowohl in der Gruppe ohne Dekompression ($p=0,6917$) als auch in der Gruppe mit Dekompression ($p=0,2993$) keine signifikanten Unterschiede vor.

Der durchschnittliche perioperative Blutverlust der mono- bzw. bisegmental operierten Gruppe mit zusätzlicher Einteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression ist in Abb. 11 dargestellt.

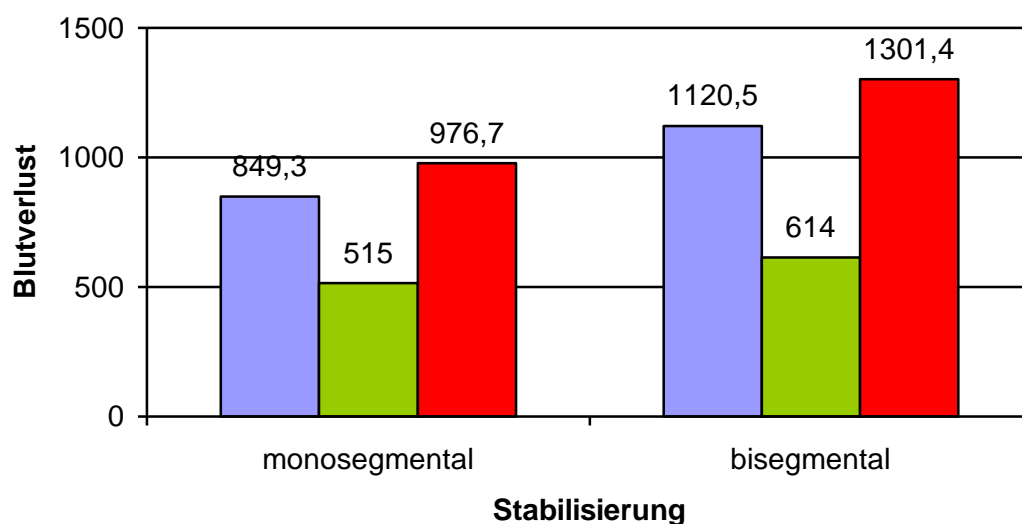


Abb. 11 Durchschnittlicher Blutverlust in ml in Abhängigkeit der Instrumentierungshöhen und nach Unterteilung in Stabilisierung mit und ohne zusätzliche Dekompression (gesamter Blutverlust: blau markiert, Stabilisierung ohne Dekompression: grün markiert, Stabilisierung mit Dekompression: rot markiert).

Die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer der monosegmental operierten Patienten betrug 15,5 (7-27) Tage und der bisegmental versorgten Patienten 16,3 (8-32) Tage. Diese Gegenüberstellung war nicht signifikant ($p=0,5962$).

Nach Unterteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression belief sich die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer der monosegmental instrumentierten Gruppe ohne Dekompression auf 12,5 (9-23) Tage und der Gruppe mit Dekompression auf 14,7 (7-27) Tage. Ein signifikanter Unterschied zeigte sich hierbei nicht ($p=0,0669$).

Nach identischer Aufteilung der bisegmental operierten Gruppe ergab die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer ohne Dekompression 14,8 (10-23) Tage und mit Dekompression 16,8 (8-32) Tage. Bei diesem Vergleich fand sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied ($p=0,4945$).

Bei der Analyse monosegmental gegen bisegmental stabilisierte Patienten lagen sowohl in der Gruppe ohne Dekompression ($p=0,4143$) als auch in der Gruppe mit Dekompression ($p=0,8902$) keine signifikanten Unterschiede vor.

Die durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer der mono- und bisegmental operierten Gruppe mit zusätzlicher Einteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression ist in Abb. 12 abgebildet.

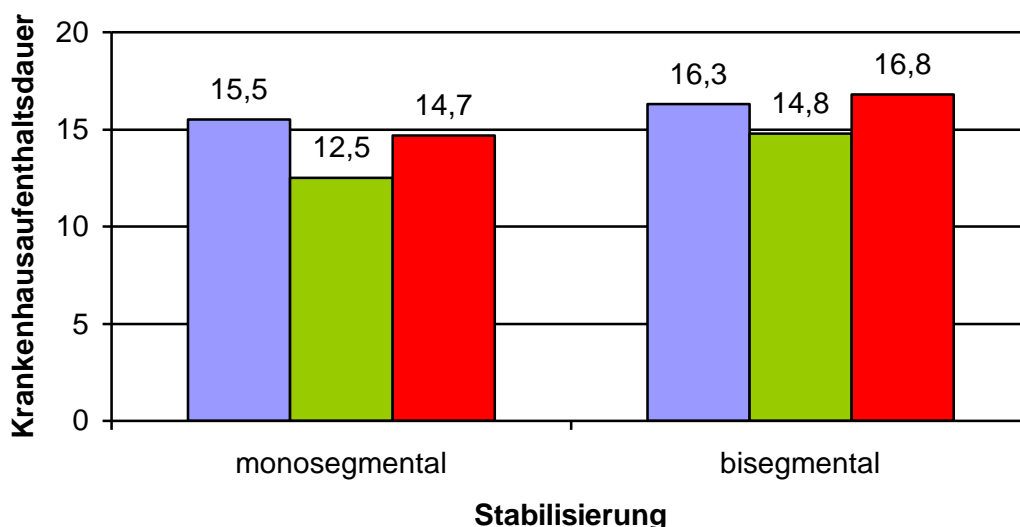


Abb. 12 Durchschnittliche Krankenhausaufenthaltsdauer in Tage in Abhängigkeit der Instrumentierungshöhen und nach Unterteilung in Stabilisierung mit und ohne zusätzliche Dekompression (gesamte Krankenhausaufenthaltsdauer: blau markiert,

Stabilisierung ohne Dekompression: grün markiert, Stabilisierung mit Dekompression: rot markiert).

Bei den monosegmental und den bisegmental versorgten Patienten traten je fünf Komplikationen auf (16,7% versus 25%).

In der monosegmental instrumentierten Gruppe traten zwei Harnwegsinfektionen (urogenitale, allgemeine Komplikationen), zwei Duraläsionen und eine epidurale Blutung (jeweils technische Komplikationen) auf. Die Harnwegsinfektionen wurden mit einem Antibiotikum zur Ausheilung gebracht, die Duraläsionen mit einer suffizienten Duranaht und die epidurale Blutung mit entsprechenden Maßnahmen (Fibrinkleber, Kauterisation, Kollagenvlies) versorgt. Alle technischen Komplikationen waren mit einer Dekompression des Segments vergesellschaftet.

In der bisegmental stabilisierten Gruppe trat eine kardiovaskuläre, allgemeine Symptomatik (Angina pectoris), zwei Duraläsionen und zwei postoperative Serome (technische Komplikationen) auf. Die AP-Symptomatik konnte anästhesiologisch, die beiden Duraläsionen mit je einer Duranaht und die beide postoperativen Serome mit je einer Revision beherrscht werden. Bei drei der vier technischen Komplikationen war neben der Instrumentierung eine Dekompression erfolgt. In Tab. 2 sind die Komplikationen der mono- und bisegmental operierten Patienten gegenübergestellt.

Tab. 2 Komplikationen bei 5 von 30 (16,7%) der monosegmental und 5 von 20 (25%) der bisegmental operierten Patienten.

Komplikation	monosegmental (Anzahl/%)	bisegmental (Anzahl/%)
urogenital	2/6,7	/
kardiovaskulär	/	1/5
Duraläsion	2/6,7	2/10
Epidurale Blutung	1/3,3	/
Serom	/	2/10

Ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen fand sich hierbei nicht ($p=0,4705$). Zudem waren die OP-Dauer ($p=0,1601$), der perioperative Blutverlust ($p=0,1539$) und die Krankenhausaufenthaltsdauer ($p=0,1315$) jeweils nicht signifikant mit dem Auftreten von Komplikationen vergesellschaftet.

3.3 Auswertung der Fragebögen

3.3.1 Oswestry Disability Index (ODI)

Die Auswertung des ODI ergab präoperativ in der monosegmental versorgten Gruppe $51,3 \pm 15,3$ (12-74) Punkte und in der bisegmental stabilisierten Gruppe $42,3 \pm 13,8$ (18-78) Punkte. Postoperativ wurde bei den monosegmental operierten Patienten eine Verbesserung auf $40,9 \pm 20,6$ (4-74) Punkte und bei den bisegmental instrumentierten Patienten auf $33,3 \pm 14,5$ (4-56) Punkte berechnet. Sowohl für die monosegmentale Gruppe ($p=0,0003$) als auch für die bisegmentale Gruppe ($p=0,0421$) waren diese Differenzen signifikant. Nach zusätzlicher Aufteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression wurden in der monosegmental instrumentierten Gruppe präoperativ ohne Dekompression $51,0 \pm 14,3$ (30-68) Punkte und mit Dekompression $51,4 \pm 16,0$ (12-74) Punkte errechnet. Nach gleicher Differenzierung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression für die bisegmental versorgten Patienten wurden präoperativ ohne Dekompression $42,4 \pm 12,4$ (22-54) Punkte und mit Dekompression $42,3 \pm 14,7$ (18-78) Punkte ausgewertet. Postoperativ zeigte sich eine Verbesserung bei den monosegmental operierten Patienten sowohl für die Subgruppe ohne Dekompression auf $42,3 \pm 21,4$ (12-74) Punkte als auch für die Subgruppe mit Dekompression auf $40,4 \pm 20,8$ (4-68) Punkte. In der Subgruppe monosegmentale Stabilisierung ohne Dekompression zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,2601$) im Gegensatz zur Subgruppe monosegmentale Stabilisierung mit Dekompression mit signifikantem Unterschied ($p=0,0002$). Bei den bisegmental stabilisierten Patienten wurde lediglich eine leichte Verbesserung in der Untergruppe ohne Dekompression auf $42,0 \pm 14,8$ (20-56) Punkte und eine deutlichere Verbesserung in der Untergruppe mit Dekompression auf $30,4 \pm 13,7$ (4-56) Punkte festgestellt. In der Gruppe bisegmentale Instrumentierung ohne Dekompression fand sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,9431$) im Vergleich zur Gruppe mit Dekompression mit signifikantem Unterschied ($p=0,0351$).

Die Ergebnisse des ODI prä- und postoperativ für die mono- und bisegmental versorgten Patienten mit zusätzlicher Einteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression sind in Abb. 13 und 14 dargestellt.

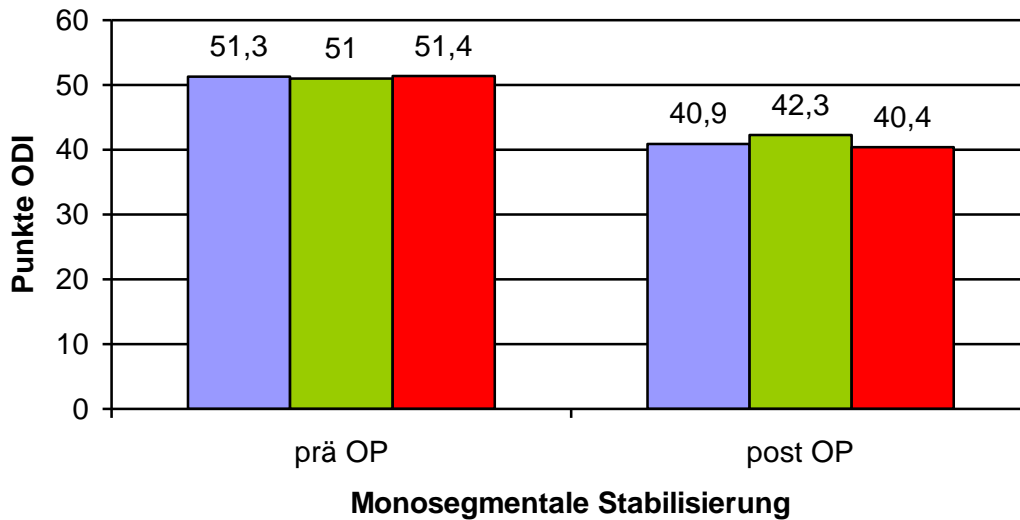


Abb. 13 Durchschnittliche Punkte nach Auswertung des ODI der monosegmental stabilisierten Patienten und nach Unterteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression prä- und postoperativ (Punkte gesamt: blau markiert, Punkte bei Stabilisierung ohne Dekompression: grün markiert, Punkte bei Stabilisierung mit Dekompression: rot markiert).

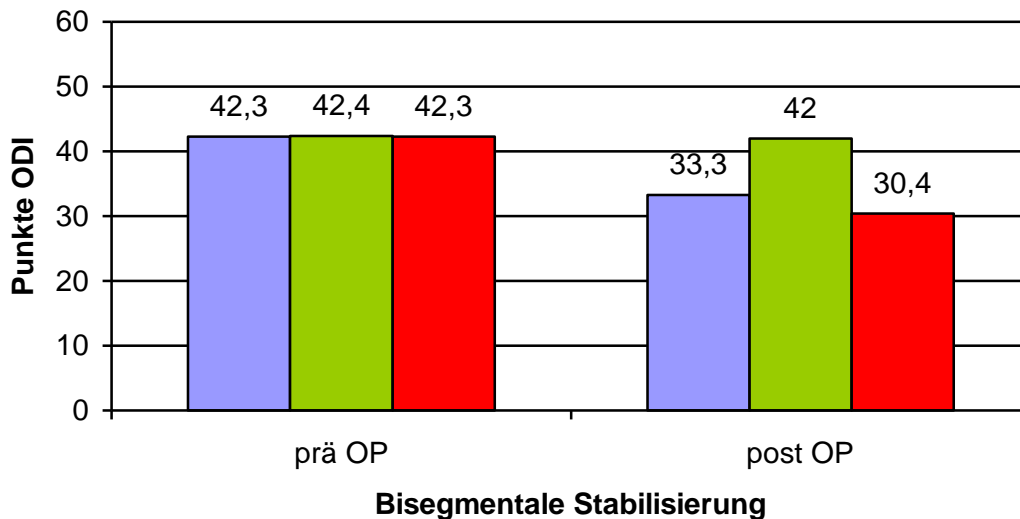


Abb. 14 Durchschnittliche Punkte nach Auswertung des ODI der bisegmental stabilisierten Patienten und nach Unterteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression prä- und postoperativ (Punkte gesamt: blau markiert, Punkte bei

Stabilisierung ohne Dekompression: grün markiert, Punkte bei Stabilisierung mit Dekompression: rot markiert).

3.3.2 Short Form 36 Health Survey (SF-36)

Die Ergebnisauswertung prä- und postoperativ der verschiedenen Themenbereiche des SF-36 der mono- und bisegmental operierten Patienten nach Aufteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression ist in Tab. 3 aufgezeigt.

Tab. 3 Auflistung der transformierten Scorewerte der unterschiedlichen Themenbereiche des SF-36 (Körperliche Funktionsfähigkeit = KöFu, Körperliche Rollenfunktion = KöRo, Körperliche Schmerzen = KöSch, Allgemeine Gesundheit = AllGe, Vitalität = Vita, Soziale Funktionsfähigkeit = SozFu, Emotionale Rollenfunktion = EmoRo, Psychisches Wohlbefinden = PsyWo) der mono- und bisegmental versorgten Patienten nach Unterteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression.

Stabilisierungsort (Patientenanzahl)	KöFu	KöRo	KöSch	AllGe	Vita	SozFu	EmoRo	PsyWo
Monosegmental ohne Dekompression prä OP (n=8)	28,1±20,5	0,0±0,0	15,0±14,9	41,5±12,5	25,0±15,6	51,6±31,6	20,8±35,4	50,0±27,3
Monosegmental ohne Dekompression post OP (n=8)	38,1±25,9	15,6±29,7	36,4±31,8	44,3±18,6	32,5±23,5	54,7±35,9	58,3±49,6	56,5±28,7
Monosegmental mit Dekompression prä OP (n=22)	27,3±21,5	5,7±13,2	21,2±16,3	43,0±17,8	35,5±15,3	46,0±27,4	25,8±39,8	53,3±20,7
Monosegmental mit Dekompression post OP (n=22)	34,8±25,4	28,4±40,3	34,3±23,5	46,0±21,8	37,0±19,5	51,1±29,9	60,6±40,7	56,5±22,9
Bisegmental ohne Dekompression prä OP (n=5)	31,0±10,8	0,0±0,0	20,0±4,5	44,0±8,2	32,0±6,7	72,5±16,3	40,0±54,8	59,2±10,4
Bisegmental ohne Dekompression post OP (n=5)	35,0±20,0	20,0±20,9	35,8±23,0	55,8±19,7	48,0±14,4	72,5±24,0	33,3±40,8	60,0±15,5

Bisegmental mit Dekompression prä OP (n=15)	27,0±17,5	10,0±28,0	26,5±21,5	46,9±19,8	43,7±15,6	55,0±24,5	20,0±37,4	54,9±20,5
Bisegmental mit Dekompression post OP (n=15)	39,0±30,2	31,7±39,5	44,1±23,6	55,1±16,3	54,0±15,1	70,0±22,6	40,0±44,0	66,9±12,5

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse sind die Scorewerte der Themenbereiche der mono- und bisegmental stabilisierten Patienten in Abb. 15 und 16 dargestellt.

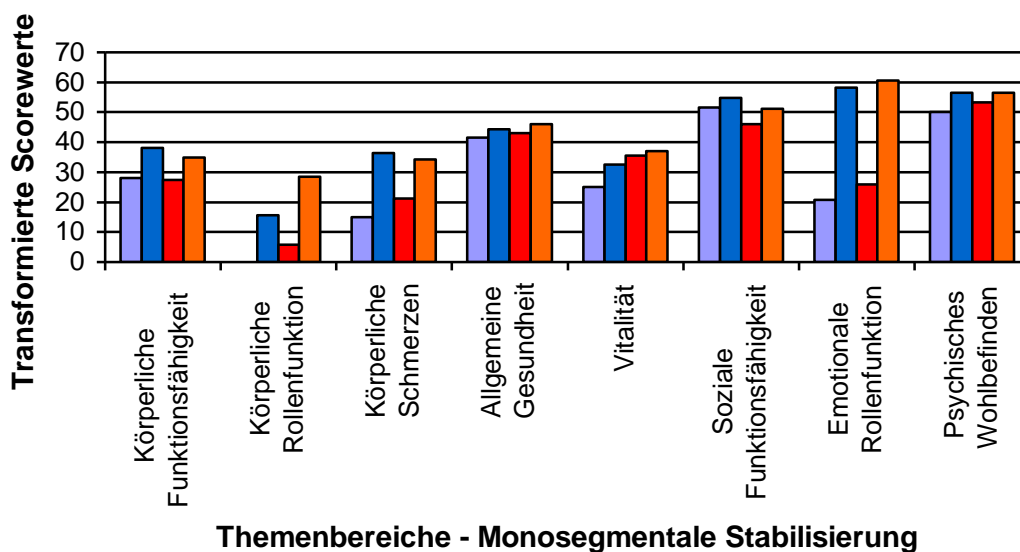


Abb. 15 Transformierte Scorewerte der verschiedenen Themenbereiche des SF-36 prä- und postoperativ für die monosegmental stabilisierte Gruppe mit und ohne Dekompression (Präoperativ Stabilisierung ohne Dekompression: blau markiert, Postoperativ Stabilisierung ohne Dekompression: dunkelblau markiert, Präoperativ Stabilisierung mit Dekompression: rot markiert, Postoperativ Stabilisierung mit Dekompression: orange markiert).

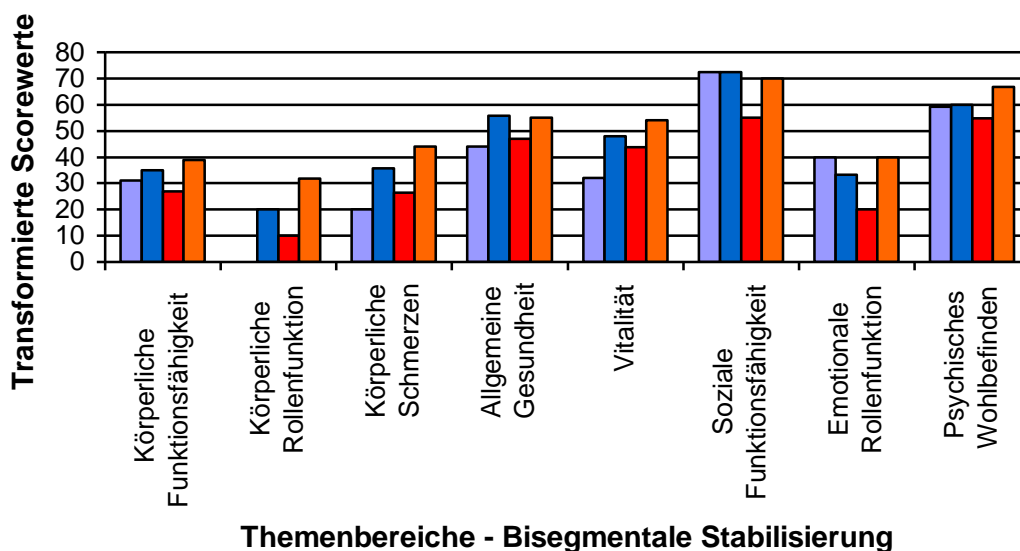


Abb. 16 Transformierte Scorewerte der verschiedenen Themenbereiche des SF-36 prä- und postoperativ für die bisegmental stabilisierte Gruppe mit und ohne Dekompression (Präoperativ Stabilisierung ohne Dekompression: blau markiert, Postoperativ Stabilisierung ohne Dekompression: dunkelblau markiert, Präoperativ Stabilisierung mit Dekompression: rot markiert, Postoperativ Stabilisierung mit Dekompression: orange markiert).

Die statistischen Unterschiede für die verschiedenen Themenbereiche sind in Tab. 4 aufgeführt.

Tab. 4 Auflistung der statistischen Auswertung für die unterschiedlichen Themenbereiche des SF-36 (Körperliche Funktionsfähigkeit = KöFu, Körperliche Rollenfunktion = KöRo, Körperliche Schmerzen = KöSch, Allgemeine Gesundheit = AllGe, Vitalität = Vita, Soziale Funktionsfähigkeit = SozFu, Emotionale Rollenfunktion = EmoRo, Psychisches Wohlbefinden = PsyWo) der mono- und bisegmental versorgten Patienten nach Unterteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression. Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) sind mit einem Sternchen (*) gekennzeichnet.

Stabilisierungsart (Patientenanzahl)	KöFu	KöRo	KöSch	AllGe	Vita	SozFu	EmoRo	PsyWo
--------------------------------------	------	------	-------	-------	------	-------	-------	-------

Monosegmental ohne Dekompression (n=8)	p=0,3445	p=0,1803	p=0,0665	p=0,6314	p=0,3869	p=0,7110	p=0,0796	p=0,4909
Monosegmental mit Dekompression (n=22)	p=0,1977	p=0,0101*	p=0,0115*	p=0,2835	p=0,6690	p=0,3730	p=0,0025*	p=0,3012
Bisegmental ohne Dekompression (n=5)	p=0,4954	p=0,0993	p=0,1629	p=0,2730	p=0,0506	p=1,0000	p=0,7985	p=0,9385
Bisegmental mit Dekompression (n=15)	p=0,1699	p=0,0542	p=0,0562	p=0,2687	p=0,0678	p=0,0634	p=0,1780	p=0,0380*

Die prä- und postoperativen Resultate der körperlichen und psychischen Summenskala der monosegmental bzw. bisegmental instrumentierten Gruppe sind in Abb. 17 und 18 dargelegt.

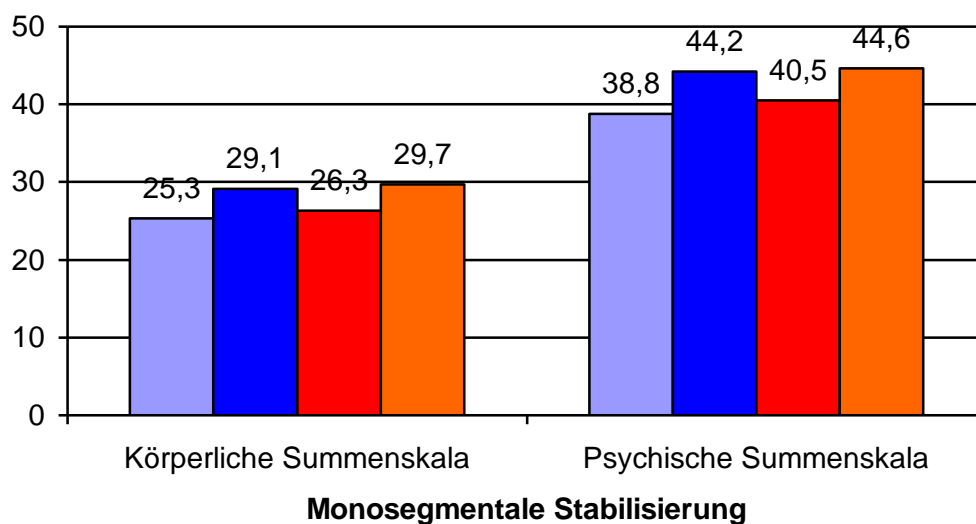


Abb. 17 Prä- und postoperative Resultate der körperlichen und psychischen Summenskala für die monosegmental stabilisierte Gruppe mit und ohne Dekompression (Präoperativ Stabilisierung ohne Dekompression: blau markiert, Postoperativ Stabilisierung ohne Dekompression: dunkelblau markiert, Präoperativ Stabilisierung mit Dekompression: rot markiert, Postoperativ Stabilisierung mit Dekompression: orange markiert).

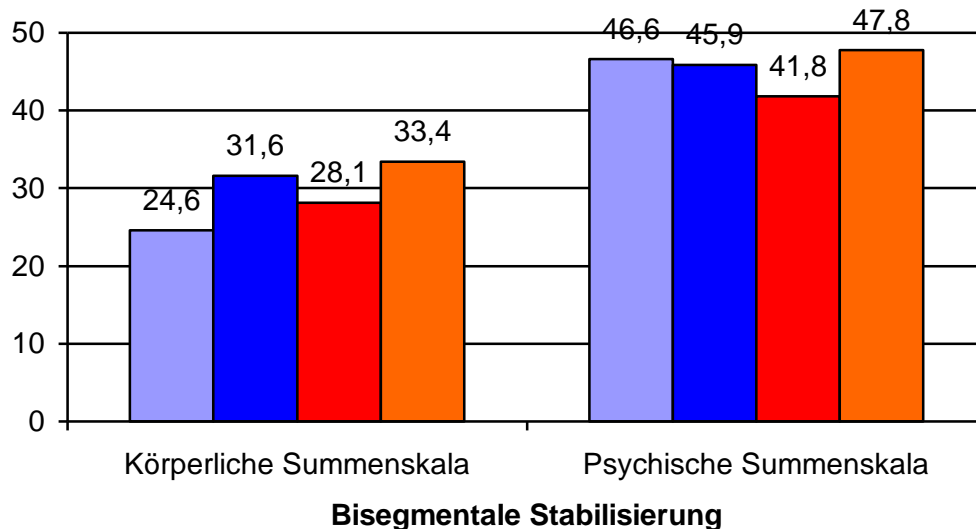


Abb. 18 Prä- und postoperative Resultate der körperlichen und psychischen Summenskala für die bisegmental stabilisierte Gruppe mit und ohne Dekompression (Präoperativ Stabilisierung ohne Dekompression: blau markiert, Postoperativ Stabilisierung ohne Dekompression: dunkelblau markiert, Präoperativ Stabilisierung mit Dekompression: rot markiert, Postoperativ Stabilisierung mit Dekompression: orange markiert).

3.4 Implantatversagen / Revisionen

Bei acht der 50 mit Dynesys versorgten Patienten (16%) trat im Verlauf ein Implantatversagen auf, sechs Patienten hiervon waren dekomprimiert. Zwei Patienten waren monosegmental und die anderen sechs Patienten bisegmental instrumentiert worden. Beide monosegmental operierten Patienten und vier der sechs bisegmental stabilisierten Patienten waren zusätzlich dekomprimiert worden. Bei drei (ein Patient mit mono- und zwei Patienten mit bisegmentaler Stabilisation) der acht Patienten lag eine Schraubenlockerung und / oder Schraubenbruch vor. Eine Revision wurde nicht vorgenommen, da der jeweilige Patient keine wesentlichen Schmerzen beklagte und soweit zu recht kam. Bei einem Patienten (bisegmentale Operation) wurde bei Schraubenlockerung eine Reinstrumentierung sowie Erweiterung der Dynesys-Versorgung durchgeführt. Bei den übrigen vier Patienten (ein Patient mit mono- und drei Patienten mit bisegmentaler Instrumentierung) erfolgte bei Schraubenlockerung eine Konversion zur Fusionsoperation.

Bei weiteren sechs der 50 dynamisch stabilisierten Patienten (12%) war ebenfalls eine Revisionsoperation im Sinne einer einmaligen Metallentfernung und fünfmaligen sekundären Fusion erforderlich, drei Patienten hiervon waren dekomprimiert. Drei Patienten hatten eine monosegmentale und wiederum drei Patienten eine bisegmentale Stabilisierung erhalten. Ein der drei monosegmental und zwei der drei bisegmental instrumentierten Patienten waren dekomprimiert worden.

Bei einem Patienten war der V.a. Spondylodiszitis vorliegend, die übrigen fünf Patienten klagten über persistierende Schmerzen im Sinne eines „Failed Back Surgery Syndrome“.

Zusammengefasst wurden elf von 50 mit Dynesys stabilisierten Patienten (22%) revidiert, nahezu alle (neun von elf Patienten) wurden dabei einer Fusion, ein Patient einer Metallentfernung und ein Patient einer Reinstrumentierung und Verlängerung zugeführt.

Der durchschnittliche Zeitraum von stattgehabter Dynesys-OP bis zur Revisionsoperation betrug 2,4 (0,5-6,1) Jahre.

In Tab. 5 sind die elf von 50 Patienten (22%) mit der jeweiligen Ausgangsversorgung und der Art der Revision aufgeführt.

Tab. 5 Revisionen bei 4 von 30 (13,3%) der monosegmental und 7 von 20 (35%) der bisegmental operierten Patienten.

Ausgangsversorgung	Anzahl/%	Dekomprimiert (Anzahl/%)	Art der Revision (Anzahl)
monosegmental	4/13,3	2/50	ME (1), Fusion (3)
bisegmental	7/35	5/71,4	Erweiterung (1), Fusion (6)

Der Unterschied zwischen beiden Gruppen war dabei signifikant ($p=0,0205$). In der Subgruppe mit Dekompression fand sich hingegen kein signifikanter Unterschied ($p=0,7193$).

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Methodik

Im Rahmen dieser Studie wurden die klinischen und radiologischen Ergebnisse von 50 Patienten, die mono- bzw. bisegmental mit einer dorsal dynamischen Stabilisierung der Lendenwirbelsäule mit Dynesys mit oder ohne Dekompression versorgt wurden, erfasst.

Voraussetzung zur dorsal dynamischen Stabilisierung mit Dynesys waren einerseits anamnestische und klinische Kriterien wie Lumbalgien mit oder ohne pseudoradikuläre Ischialgie, erfolglose konservative Therapiemaßnahmen von über sechs Monaten und eine klare Besserung (>50%) nach Facettengelenkinjektionen mit einem Lokalanästhetikum auf den zu operierenden Segmenthöhen. Stoll et al. [67] hatten in einer der ersten Arbeiten über Dynesys Patienten mit einer Radikulopathie und / oder chronischem Rückenschmerz, welche auf jegliche konservative Methoden nicht ansprachen, für das geplante Vorgehen eingeschlossen. Würigler-Hauri et al. [76] definierten hingegen vor dynamischer Stabilisierung als klinisches Einschlusskriterium Patienten mit tiefem und quälendem Beschwerdebild, welches sich bei Belastung verschlechtert und bei Schonung verbessert. Die Indikation für Dynesys mit begleitender Dekompression war für Cakir und Mitarbeiter [12] neben dem tiefen Rückenschmerz mit claudicativer Symptomatik der klare Rückgang der Beschwerdesymptomatik der Patienten nach Facettengelenkinfiltration und epiduraler Injektion. In der Arbeitsgruppe um Putzier [56] wurde die Indikation zur operativen Versorgung mit Dynesys bei Patienten mit seit mindestens drei Monaten bestehenden Beschwerden der Lendenwirbelsäule gestellt, welche nicht auf eine intensive konservative Therapie ansprachen. Schnake et al. [64] haben Patienten mit Dynesys versorgt, die präoperativ über tieflumbale Rückenschmerzen, über gluteale Beschwerden und / oder Beinschmerzen geklagt hatten und erfolglose konservative Behandlungen durchgeführt worden waren. Ähnliche klinische Kriterien für eine dynamische Stabilisierung mit Dynesys formulierten Grob et al. [31] (Radikulopathie und / oder chronischer Rückenschmerz) und Di Silvestre et al. [20] (keine wesentliche Besserung nach konservativer Behandlung).

Zusammenfassend decken sich damit zumeist die in dieser Studie formulierten anamnestischen und klinischen Kriterien vor geplanter Dynesys-Operation mit den Beschreibungen aus der Literatur.

Die in dieser Studie festgelegten radiologischen Kriterien beinhalteten die Spondylarthrose/Facettengelenkarthrose, die Chondrose/Osteochondrose, die degenerative Instabilität mit dynamischer Spinalstenose, die degenerative Torsionsskoliose und die Anschlussinstabilität. Wie den morphologischen Veränderungen zu entnehmen ist, handelt es sich bei der Dynesys-Instrumentierung um ein breit gefächertes radiologisches Indikationsspektrum, wobei Überschneidungen der Indikationen möglich sind.

In der Publikation von Stoll et al. [67] wurde weitergehend zwischen „primären“ und „sekundären“ Diagnosen unterschieden. Zu den „primären“ Diagnosen wurden die Spinalstenose, die degenerative Bandscheibenerkrankung, der Bandscheibenvorfall und Voroperationen gezählt. Die „sekundären“ Diagnosen beinhalteten die degenerative Spondylolisthesis und / oder die degenerative Skoliose. Ähnliche radiologische Kriterien beschrieben Putzier und Mitarbeiter [56] im Sinne eines Bandscheibenvorfalles mit initialer Bandscheibendegeneration, einer Osteochondrose und Spondylarthrose und einer degenerativen Spondylolisthesis. In einer weiteren Veröffentlichung von Putzier et al. [57] wird als einziges radiologisches Kriterium der Bandscheibenvorfall mit initialer Bandscheibendegeneration mit und ohne zusätzlicher Dynesys-Versorgung diskutiert. Mit lediglich einer radiologischen Diagnose beschäftigte sich auch die Arbeitsgruppe um Di Silvestre et al. [20], die Patienten mit einer degenerativen Torsionsskoliose mit einer Dynesys-OP versorgten. In noch weiteren Arbeiten [12, 62, 64] werden vor allem Diagnosen wie die degenerative Spondylolisthesis mit sekundärer Spinalstenose wiederholt.

Würgler-Hauri et al. [76] hingegen beschrieben bei ihren Patienten, basierend auf biomechanischen Überlegungen, präoperativ eine „Segmentdysfunktion“, welches als eine Art Instabilität definiert wird und letztlich zu sekundären degenerativen Veränderungen mit Schmerzfolgen führt.

Die in dieser Studie aufzeigten radiologischen Kriterien sind demnach vielfach und häufig überschneidend in den diversen Publikationen über Dynesys anzutreffen.

Weiterhin wurden in dieser Studie Patienten mit einer Tumorerkrankung, einer Infektion, einem Trauma oder einer Querschnittlähmung ausgeschlossen. In zwei Publikationen von Putzier und Mitarbeiter [56, 57] werden unter anderem als Ausschlusskriterien Hinweise für das Vorliegen einer Osteoporose oder anderer Knochenstoffwechselerkrankungen, chronischer Alkohol- und Nikotinabusus, ein BMI > 30 kg/m², Tumorerkrankungen und eine Schmerzchronifizierung ab Stadium II nach Gerbershagen [29] aufgezählt. Andere Autoren hingegen haben häufig solche Ausschlusskriterien nicht beschrieben.

Die in dieser Arbeit erfassten Patienten erhielten prä- und postoperativ Röntgenbilder der LWS in zwei Ebenen sowie seitliche Funktionsaufnahmen, eine CT-Untersuchung des betroffenen Abschnitts und gegebenenfalls eine MRT der LWS. Diese radiologische Vorgehensweise kommt vielfach in den bisherigen Veröffentlichungen vor und stellt mehr oder weniger die Standarddiagnostik vor solch einer Operation dar [12, 20, 62, 64, 67, 76].

Weiterhin wurden präoperativ und zur jeweiligen Nachuntersuchung die standardisierten Fragebögen Oswestry Disability Index (ODI) und Short Form 36 Health Survey (SF-36) seitens der Patienten ausgefüllt. Der Oswestry-Fragebogen, welcher 1980 von Fairbank et al. [22] entwickelt wurde, wird zunehmend zur Analyse von Rückenbeschwerden genutzt. Schwarzenbach et al. [65] haben beispielsweise den ODI für deren Patienten verwendet, die Dynesys mit einer PLIF-Prozedur im Sinne einer Hybridversorgung kombiniert haben. Der ODI kam häufig auch bei weiteren Dynesys-Studien zur Verwendung [12, 20, 56, 57, 64]. Dies demonstriert nochmals die Vielseitigkeit und häufige Einsetzbarkeit dieses spezifischen Fragebogens, was bereits im Jahre 1996 von Beurskens et al. [5] propagiert wurde.

Der in dieser Studie zusätzlich verwendete SF-36 kann als Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität definiert werden.

Cakir et al. [12] haben neben dem ODI auch den SF-36 in ihrer Studie eingesetzt, die das funktionelle Outcome von zehn Patienten nach dorsoventraler Fusion gegen zehn Patienten nach Dynesys-Versorgung verglichen haben. Hoppe und Mitarbeiter [34] haben bei ihren monosegmental mit Dynesys versorgten Patienten neben zwei weiteren Fragebögen ebenfalls den ODI und den SF-36 zur Evaluation herangezogen.

Wiederum andere Autoren [20, 46, 56, 57] haben neben dem ODI den Roland Morris Disability Questionnaire und / oder die VAS (Visuelle Analogskala) zusätzlich von deren Patienten ausfüllen lassen.

Zusammengefasst können die in dieser Studie verwendeten Fragebögen ODI und SF-36 zur Analyse von Rückenschmerzen bzw. Erfassung der Lebensqualität als angemessen betrachtet werden, was durch den zahlreichen Einsatz bei vielen weiteren Studien unterstrichen wird.

In dieser Studie wurden zudem die mono- und bisegmental instrumentierten und dekomprimierten Segmente, Voroperationen und der Body Mass Index (BMI) dokumentiert, welche ebenfalls als bedeutende Parameter in weiteren Arbeiten zu finden sind [20, 57, 64, 76].

Ferner wurden in dieser Arbeit die ASA-Klassifizierung und in diesem Zusammenhang noch genauer mögliche Nebenerkrankungen der Patienten erfasst. Die präoperative Komorbidität wurde, anlehnend an Carreon et al. [14], in pulmonale, kardiovaskuläre, metabolische und diverse Begleiterkrankungen differenziert. Auch Kocak et al. [39] haben eine identische Aufteilung in Subgruppen vorgenommen, welche sich als bisher einzige Arbeitsgruppe überwiegend mit der perioperativen Morbidität bei Dynesys-Instrumentierung der LWS beschäftigt hat. Dazu wurden, wie auch in dieser Studie erfolgt, die Operations- und Krankenhausaufenthaltsdauer, der perioperative Blutverlust sowie allgemeine und technische Komplikationen ausgewertet. Die genannten perioperativen Daten und / oder Komplikationen nach Dynesys-Operation wurden auch u. a. von Di Silvestre et al. [20], Grob et al. [31], Putzier et al. [56, 57], Schnake et al. [64], Stoll et al. [67] und Würigler-Hauri et al. [76] dokumentiert.

Schließlich wurden alle Patienten im Rahmen dieser Studie klinisch und radiologisch nachuntersucht sowie Implantatversagen und Revisionsoperationen festgehalten. Hoppe et al. [34] haben sich nach monosegmentaler Dynesys-Instrumentierung insbesondere mit klinisch-radiologischen Ergebnissen sowie mit der Bewertung der Lebensqualität ihrer Patienten beschäftigt. Aber auch andere Autoren [20, 31, 46, 62, 64, 67] haben vor allem klinisch-radiologische Langzeitverläufe mit potentiellen Revisionsoperationen nach dynamischer Stabilisierung nachuntersucht.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Diese Studie beinhaltete das Ziel, klinische und radiologische Ergebnisse nach dorsal dynamischer Stabilisierung der LWS mit Dynesys zu evaluieren. Dabei wurde eine gezielte Gegenüberstellung von monosegmental versus bisegmental operierten Patienten mit und ohne Dekompression vorgenommen. Das Hauptaugenmerk lag hierbei insbesondere auf dem klinischen Outcome, das mittels den Fragebögen ODI und SF-36 recherchiert wurde. Natürlich war es auch von großem Interesse, die radiologischen Ergebnisse mit eventuell aufgetretenen implantatassoziierten Komplikationen und hierdurch ggf. notwendigen Revisionsoperationen zu durchleuchten. Zudem wurden perioperative Parameter und Komplikationen in beiden Gruppen analysiert. Dieser explizite Vergleich zweier definierter Gruppen (monosegmental versus bisegmental) nach Dynesys-Versorgung der LWS stellt nach unserem Wissen die bisher einzige Untersuchung mit dieser Fragestellung dar.

4.2.1 Studienpatienten

Bei 30 der insgesamt 50 Patienten wurde eine monosegmentale Dynesys-Operation und bei 20 Patienten eine bisegmentale Versorgung durchgeführt. 22 der 30 (73,3%) monosegmental und 15 der 20 (75%) bisegmental operierten Patienten erhielten zusätzlich eine Dekompression.

Die Arbeitsgruppe um Lutz [46] berichtete ebenfalls von 50 Patienten mit dynamischer Stabilisierung, wovon 14 Patienten mono-, 16 Patienten bi- und 20 Patienten tri- und mehrsegmental versorgt wurden, ohne jedoch eine mögliche Dekompressionsoperation zu erwähnen.

Stoll et al. [67] haben bei ihren 83 mit Dynesys instrumentierten Patienten neben der Aufschlüsselung der segmentalen Verteilung (55 Patienten monosegmental, 17 Patienten bisegmental, acht Patienten trisegmental, drei Patienten mehrsegmental) auch zusätzliche Prozeduren wie die Dekompression mit 67,5% der Fälle angegeben.

Würgler-Hauri und Mitarbeiter [76] haben bei 37 Patienten Dynesys implantiert. Hiervon wurden zehn Patienten monosegmental, 17 Patienten bisegmental, neun Patienten trisegmental und ein Patient mehrsegmental versorgt.

Bei degenerativer Instabilität mit Spinalstenose wurde bei jedem Patienten eine Dekompression in Abhängigkeit der Schwere der Stenose von Laminektomie bis Laminotomie durchgeführt.

26 dynamisch instrumentierte Patienten von Schnake et al. [64] wiesen präoperativ ebenfalls die Diagnose degenerative Spondylolisthesis mit Spinalstenose auf. Alle Patienten wurden lediglich in diesem instabilen Segment stabilisiert und zusätzlich dekomprimiert.

Schaeren und Mitarbeiter [62] haben ebenfalls den Langzeitverlauf nach monosegmentaler Stabilisierung mit Dynesys und zusätzlicher Dekompression beobachtet. Hierbei handelte es sich um 26 mit Dynesys versorgten Patienten, die präoperativ auch eine degenerative Spondylolisthesis mit Spinalstenose aufwiesen.

Deutlich mehr Segmente wurden in einer weiteren Arbeitsgruppe [20] bei 29 Patienten in die dynamische Stabilisierung mit einbezogen, bei denen die präoperative Diagnose „De-novo-Skoliose“ lautete. Im Detail bedeutete dies eine Versorgung über drei Segmente bei 18 Patienten, über vier Segmente bei fünf Patienten, über fünf Segmente bei zwei Patienten und über sechs Segmente bei vier Patienten. Bei 93,1% der Patienten wurde die Stabilisierung mit einer Dekompression kombiniert.

Grob et al. [31] berichteten über den Verlauf von 31 mit Dynesys instrumentierten Patienten, die in 85% der Fälle mono- und bisegmental versorgt und in 42% der Fälle zudem dekomprimiert wurden.

Hoppe et al. [34] haben nach unserem Wissen die bisher einzige homogene Gruppe nach Dynesys-Versorgung analysiert. Hierbei wurden 39 Patienten mit degenerativer Spondylolisthesis im Segment L4/5 nach Stabilisierung und Dekompression nachuntersucht.

Die Anzahl der dynamisch stabilisierten und zusätzlich dekomprimierten Patienten dieser Arbeit ist mit den Angaben in den bisherigen Publikationen vergleichbar. Eine klare Konfrontation von mono- und bisegmental versorgten Patienten ist jedoch nicht ermittelbar.

In Bezug auf das Durchschnittsalter unserer Patienten (60,8 Jahre in der monosegmentalen Gruppe und 63,9 Jahre in der bisegmentalen Gruppe) sind im Vergleich mit den bisherigen Veröffentlichungen keine wesentlichen Unterschiede zu erkennen. Das Durchschnittsalter der Patienten reicht dabei von 58 Jahre [76], über 58,2 Jahre [67], 60 Jahre [39], 68,5 Jahre [20] bis 71 Jahre [62, 64].

Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum dieser Arbeit belief sich nahezu homogen auf 4,6 Jahre (monosegmentale Gruppe) bzw. auf 4,7 Jahre (bisegmentale Gruppe). In den bisherigen Veröffentlichungen betrug das kürzeste Follow-up 12 Monate [76] und das längste Follow-up 7,2 Jahre [34]. Weitere Nachuntersuchungszeiträume reichen von 24 Monate [31, 64], über 33 [56] und 34 [57] Monate, 38,1 Monate [67], 51 Monate [46], 52 Monate [62] bis 54 Monate [20].

In Zusammenschau mit den bisher publizierten Arbeiten können mit dem Follow-up dieser Studie ausreichend valide Aussagen nach Dynesys-OP getroffen werden.

Bezüglich der Segmentverteilung in der monosegmentalen Gruppe wurde am häufigsten das Segment L4/5 in 40% der Fälle, gefolgt vom Segment L3/4 in 33% der Fälle und vom Segment L2/3 in 23% der Fälle dynamisch instrumentiert. In der Studie von Hoppe und Mitarbeiter [34] wird von lediglich im Segment L4/5 operierten Patienten berichtet. Schaeren et al. [62] haben all ihre Patienten ebenfalls monosegmental versorgt, nämlich im Segment L4/5 in 84,6% der Fälle und im Segment L3/4 in 15,4% der Fälle. Putzier et al. [57] haben bei 35 von 48 Patienten neben einer Nukleotomie eine dynamische Stabilisierung durchgeführt. Hiervon wurde monosegmental am häufigsten das Segment L5/S1 (57,1% der Patienten), dann das Segment L4/5 (34,3% der Patienten) und schließlich das Segment L3/4 (2,9% der Patienten) versorgt. Aus anderen Arbeiten war zwar die prozentuale Aufteilung zwischen den jeweiligen segmentalen Versorgungen (mono-, bi-, mehrsegmental) erkennbar, nicht jedoch die klare Angabe eines oder ggf. mehrerer Segmente (z.B. L4/5 oder L4-S1) [67, 76]. Letztlich ist aus unserer Sicht feststellbar, dass im Vergleich mit den Publikationen vor allem das Segment L4/5 dynamisch instrumentiert wurde, obgleich in der Arbeit von Putzier et al. [57] insbesondere das lumbosakrale Segment angegangen wurde.

In Bezug auf die bisegmentale Gruppe in dieser Studie wurden hauptsächlich die Segmente L3-5 (75% der Patienten), gefolgt vom Bereich L2-4 (20% der Patienten) und L4-S1 (5% der Patienten) versorgt. Im Vergleich hierzu liegen nur wenige publizierte Daten vor, welche exakt den bisegmentalen Bereich benennen und häufig das Sakrum in den Stabilisierungsbereich mit einbeziehen [46, 57].

Wie im Abschnitt 4.1 aufgeführt, wurden radiologische Kriterien für diese Studie festgelegt. Den prozentual größten Anteil sowohl in der monosegmentalen als auch bisegmentalen Gruppe stellte dabei die Spinalstenose und degenerative Spondylolisthesis dar (in beiden Gruppen zusammengefasst über 60%). Weitere morphologische Veränderungen waren die Spondylarthrose / Osteochondrose, degenerative Torsionsskoliose, Anschlussinstabilität und das Post-Nukleotomie-Syndrom, wobei viele dieser Diagnosen koinzident waren. In der Literatur findet das Dynesys vergleichsweise Anwendung u. a. bei der Spinalstenose mit degenerativer Spondylolisthesis [34, 62, 64], der Osteochondrose [31, 56] und der degenerativen Torsionsskoliose [20]. Dabei sind jedoch auch Überschneidungen der Indikationen möglich, was das breite Indikationsspektrum des Dynesys nochmals verdeutlicht [39]. Abschließend sollen die voroperierten Patienten diskutiert werden, deren Rate in der monosegmentalen Gruppe 30% und in der bisegmentalen Gruppe sogar 40% betrug. Bei den monosegmental operierten Patienten lag in acht von neun Fällen eine Anschlussinstabilität nach stattgehabter Fusionsoperation vor. Bei den monosegmental stabilisierten Patienten lautete in fünf von acht Fällen die Diagnose Post-Nukleotomie-Syndrom und lediglich in einem Fall Anschlussinstabilität.

Hoppe et al. [34] und Di Silvestre et al. [20] haben demgegenüber voroperierte Patienten nicht in deren Studien eingeschlossen. Dennoch finden sich in den meisten Dynesys-Studien Angaben über Voroperationen, deren Rate von 6% [67], über 11,5% [62], 32% [46], 35% [31] bis 46% [76] reicht. Lediglich zwei von diesen angegeben Studien haben die Art der vorangegangenen Operation (Dekompression des gleichen bzw. der benachbarten Segmente und / oder Fusion der Nachbarsegmente sowie Dekompression und Diskektomie) näher beschrieben [31, 62]. In den meisten Arbeiten werden jedoch die Voroperationen unzureichend betitelt, in dem der Begriff Revisionschirurgie [64], vorherige lumbale Operation [46] oder Operation für Segmentdegeneration und Spinalstenose [76] genannt werden.

4.2.2 Perioperative Daten und Komplikationen

Neben der Festlegung der ASA-Klassifizierung für jeden Patienten, wurden zudem der durchschnittliche BMI der jeweiligen Gruppe (monosegmental 27,4 kg/m², bisegmental 27,6 kg/m²) und die Rate an präoperativen Komorbiditäten (monosegmental 90,1%, bisegmental 85,5%) bestimmt.

In den Studien von Schnake et al. [64] und Di Silvestre et al. [20] betrug der durchschnittliche BMI der Patienten jeweils 26,4 kg/m², in den Arbeiten von Lutz et al. [46] 26 kg/m² bzw. von Würigler-Hauri et al. [76] 26,8 kg/m². In Gegenüberstellung mit den Angaben aus der vorliegenden Studie, liegen demnach vergleichbare Werte vor. Präoperative Komorbiditäten wurden in dieser Arbeit von nahezu jedem Patienten aufgewiesen, was bei einem Durchschnittsalter von über 60 Jahren in beiden Gruppen nicht ungewöhnlich scheint. Eine ähnlich hohe Komorbiditätsrate wurde in der Arbeit von Kocak und Mitarbeiter [39] bei 118 von 136 mit Dynesys versorgten Patienten (87%) dokumentiert. In der Arbeitsgruppe um Di Silvestre [20] wird die Anzahl an Komorbiditäten sogar als $1,6 \pm 0,7$ pro Patient angegeben. Von insgesamt 29 Dynesys-Patienten lagen detailliert bei 11 Patienten ein Diabetes mellitus, bei sechs Patienten eine Herzerkrankung, bei 15 Patienten eine arterielle Hypertonie, bei sechs Patienten eine Lebererkrankung und bei fünf Patienten eine Lungenerkrankung vor. In beiden Untersuchungen ist nochmals zu erkennen, dass die Begleiterkrankungen häufig koinzident waren. Ferner wurde in der Studie von Kocak et al. [39] gezeigt, dass Anzahl und Art der präoperativen Komorbidität keinen Einfluss auf das Auftreten von perioperativen Komplikationen hatte. In der vorliegenden Studie wurde nicht explizit auf diese Fragestellung eingegangen, da dies nicht die primäre Fragestellung war. Weitere Angaben über Nebenerkrankungen vor dynamischer Stabilisierung sind nach unserem Wissen aus der Literatur nicht zu entnehmen.

Zur Komplettierung dieses Diskussionspunktes soll an dieser Stelle angefügt werden, dass sich bei Dekompressions- und / oder Fusionsoperationen Autoren wie Benz et al. [4], Carreon et al. [14], Cassinelli et al. [15] und Ragab et al. [58] mit dem Auftreten von perioperativen Komplikationen beschäftigt haben und alle Arbeitsgruppen zeigen konnten, dass Anzahl und Art der Komorbidität keinen Einfluss auf die Inzidenz perioperativer Komplikationen hatte.

In Bezug auf die durchschnittliche Operationsdauer wurde in dieser Studie ein signifikanter Unterschied zwischen der monosegmentalen und bisegmentalen Gruppe analysiert (107,8 Minuten versus 146,8 Minuten). Nach Aufteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression zeigten sich ebenfalls signifikante Unterschiede innerhalb der jeweiligen Gruppe.

In der Untersuchung von Di Silvestre et al. [20] betrug die durchschnittliche OP-Dauer 190 Minuten, wobei deren Patienten zwischen drei und sechs Segmente stabilisiert und in 93,1% der Fälle zusätzlich mit einer Laminektomie versehen wurden. Ein Vergleich dieser Daten mit unseren Ergebnissen ist daher nicht folgerichtig. In der Studie von Würigler-Hauri et al. [76] wird die durchschnittliche OP-Dauer auf 177 Minuten beziffert, deren Patienten ebenfalls von mono- bis mehrsegmental stabilisiert und zusätzlich alle Patienten dekomprimiert wurden. Daher ist auch ein Vergleich dieser Werte mit unseren Ergebnissen nicht überzeugend. In der Studie von Kocak et al. [39] belief die durchschnittliche OP-Dauer bei deren Patienten auf 127,1 Minuten. Es wird zwar angegeben, dass durchschnittlich 1,6 Segmente instrumentiert und 1,2 Segmente dekomprimiert wurden, jedoch wird nicht detailliert angebracht, wie häufig welches Segment stabilisiert bzw. dekomprimiert wurde, was wiederum keinen validen Vergleich mit unseren Ergebnissen zulässt. Ein eingeschränkter Vergleich mit unseren Daten ist hingegen mit der Studie von Schaeren et al. [62] möglich. Die durchschnittliche OP-Dauer betrug 137 Minuten bei 26 monosegmental stabilisierten und dekomprimierten Patienten. In unserer Subgruppe monosegmentale Stabilisierung mit Dekompression mit 22 Patienten belief sich die OP-Dauer auf 113,6 Minuten. Letztlich sind weitere Vergleiche in Bezug auf diesen Diskussionspunkt nicht ausreichend möglich, weil die OP-Dauer in der Literatur unzureichend und nicht detailliert genug, wie in dieser Arbeit erfolgt, abgebildet ist. Dennoch ist aus unseren Ergebnissen ableitbar und aus unserer Sicht nachvollziehbar, dass die OP-Dauer bei bisegmentaler Versorgung und zusätzlicher Dekompressionskomponente signifikant länger war als bei lediglich monosegmentaler Stabilisierung und ohne additive Dekompression.

Was den durchschnittlichen Blutverlust in dieser Studie betrifft, so war zwar ein deutlicher Unterschied zwischen der monosegmental und bisegmental operierten Gruppe errechnet worden, ein signifikanter Unterschied fand sich jedoch lediglich nach der Aufteilung Stabilisierung mit und ohne Dekompression bei den bisegmental stabilisierten Patienten.

In mehreren Studien über Dynesys ist der perioperative Blutverlust nicht aufgeführt [31, 34, 46, 64]. Wiederum in weiteren Arbeiten wird der perioperative Blutverlust angegeben [20, 39, 76], allerdings unseres Erachtens, wie bereits für die OP-Dauer diskutiert, nicht ausreichend detailliert genug beschrieben. Sowohl die Untersuchung von Di Silvestre et al. [20] mit mehrsegmental stabilisierten Patienten, welche nahezu alle additiv dekomprimiert wurden und einen durchschnittlichen Blutverlust von 935 ml aufwiesen, als auch die Studie von Würigler-Hauri et al. [76], deren Patienten von mono- bis mehrsegmental instrumentiert und dekomprimiert wurden und einen Blutverlust von 430 ml aufzeigten, sollten für eine Gegenüberstellung mit unseren Ergebnissen wegen der unpräzisen Beschreibung und der fehlenden Unterteilung nicht herangezogen werden. Auch der errechnete durchschnittliche Blutverlust von 1100 ml in der Arbeit von Kocak et al. [39] kann mit unseren Daten auf Grund der mangelnden Angaben über exakte Segmenthöhen und -definitionen nicht konfrontiert werden. Wiederum einen beschränkten Vergleich mit unseren Ergebnissen lässt der durchschnittliche Blutverlust von 415 ml in der Untersuchung von Schaeren et al. [62] zu, die 26 Patienten monosegmental stabilisiert und dekomprimiert haben. In unserer Subgruppe monosegmentale Stabilisierung mit Dekompression mit 22 Patienten war ein deutlich höherer Blutverlust von 976,7 ml zu verzeichnen, wobei bei einem Patienten ein erheblicher Blutverlust (3350 ml) wegen einer schwer beherrschbaren epiduralen Blutung auftrat.

Bezüglich der durchschnittlichen Krankenhausaufenthaltsdauer zeigten sich in unserer Arbeit keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen (monosegmental 15,5 Tage, bisegmental 16,3 Tage), auch nicht bei weiterer Unterteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression. In weiteren Arbeiten [39, 64] fanden sich vergleichbare Werte. Kocak et al. [39] beschrieben eine Aufenthaltsdauer von 17,8 Tagen, wobei hierzu entscheidende Aussagen über Segmentdefinitionen fehlen, und Schnake et al. [64] von 16 Tagen, die all ihre 26 Patienten monosegmental instrumentiert und dekomprimiert haben. In unserer Subgruppe monosegmentale Stabilisierung mit Dekompression betrug die Aufenthaltsdauer 14,7 Tage, was einen vergleichbaren Wert darstellt.

In der Untersuchung von Di Silvestre et al. [20] mit mehrsegmentalen Versorgungen bei De-novo-Skoliose betrug die Krankenhausaufenthaltsdauer im Vergleich lediglich 6,7 Tage.

Die Autoren berichten auch von Komplikationen, auf die in dem folgenden Diskussionspunkt eingegangen werden soll, jedoch ist der kurze postoperative Aufenthalt der Patienten nicht ausreichend erklärt.

Abschließend sollen die aufgetretenen Komplikationen der Patientengruppen (monosegmental 16,7%, bisegmental 25%) diskutiert werden, die untereinander keinen signifikanten Unterschied aufzeigten. In der monosegmentalen Gruppe waren drei der fünf Komplikationen direkt mit dem operativen Eingriff vergesellschaftet (Duraläsion, epidurale Blutung). Bei den bisegmental operierten Patienten waren vier der fünf Komplikationen ebenfalls per se auf den operativen Eingriff zurückzuführen (Duraläsion, Serom). In nahezu allen Fällen, mono- wie bisegmentale Versorgung, waren die Komplikationen bei einer zusätzlichen Dekompression aufgetreten. Dies lässt unseres Erachtens einerseits vermuten, dass allgemeine Komplikationen wie Infektionen bei der dynamischen Stabilisierung mit Ausbleiben fusionsspezifischer Probleme (weniger invasive Methode durch Fehlen einer anterioren Prozedur, keine Beckenspanentnahme notwendig etc.) weniger zu erwarten sind. Andererseits ist nahezu folgerichtig zu bestätigen, dass technische Komplikationen wie Duraläsionen vor allem bei zusätzlicher Dekompression zu erwarten sind. In der Untersuchung von Di Silvestre et al. [20] betrug die Komplikationsrate 24,1% (reichend von Harnwegsinfektionen bis Schraubenfehlage), die während des Aufenthalts, spezifisch behandelt wurde und der Rate bisegmental versorgter Patienten der vorliegenden Studie mit 25% nahe kommt. In weiteren Arbeiten reichen die Komplikationsraten von 4,3% [56], über 11,5% [64], 14,5% [67] bis 16% [31]. In der Untersuchung von Putzier et al. [56] wurden lediglich bei drei von 70 mit Dynesys versorgten Patienten perioperative Komplikationen (Duraläsion, Wundinfektion) beobachtet. Kritisch hierzu ist anzumerken, dass mögliche urogenitale oder kardiovaskuläre Komplikationen unerwähnt bleiben. In der Studie von Schnake und Mitarbeiter [64] wurden drei von 26 dynamisch instrumentierten Patienten mit Komplikationen (Dysästhesien, Revision bei insuffizienter Dekompression) beschrieben, ohne auf mögliche weitere allgemeine Komplikationen einzugehen. In den Arbeiten von Stoll et al. [67] und Grob et al. [31] sind die direkt aufgetretenen Komplikationen hingegen sehr anschaulich und klar aufgelistet und deren Inzidenz (14,5% sowie 16%) der Rate unserer monosegmental stabilisierten Patienten mit 16,7% nahezu entspricht. Wiederum in anderen Studien [34, 76] werden perioperative Komplikationen nach Dynesys-OP nicht erwähnt.

In Gegenüberstellung zur dynamischen Stabilisierung soll ergänzt werden, dass bei Dekompressions- und / oder Fusionsoperationen deutlich höhere Komplikationsraten bis zu 41% zu erwarten sind [4, 15, 52].

4.2.3 Klinisches Outcome

Unsere Patienten haben prä- und postoperativ die Fragebögen ODI und SF-36 ausgefüllt, um das klinische Outcome zu bewerten.

In Bezug auf den ODI wurden sowohl in der monosegmentalen als auch bisegmentalen Gruppe wurden signifikante Unterschiede prä- zu postoperativ festgestellt. Nach weiterer Differenzierung in monosegmentale Instrumentierung mit und ohne Dekompression fand sich lediglich in der Subgruppe mit Dekompression ein signifikanter Unterschied. Bei den bisegmental versorgten Patienten zeigte sich ein vergleichbares Ergebnis, mit signifikanter Verbesserung in der Subgruppe mit Dekompression und lediglich einer statistisch nicht signifikanten Verbesserung in der Untergruppe ohne Dekompression.

Cakir et al. [12] haben in ihrer Vergleichsarbeit eine Verbesserung des ODI ihrer zehn mit Dynesys versorgten Patienten von 54 Punkte auf 33 Punkte beschrieben. Sechs Patienten waren mono- (davon vier Patienten auf Höhe L4/5), zwei Patienten bi- und nochmals zwei Patienten trisegmental versorgt worden. Zudem wurde bei jedem Patienten eine Dekompression durchgeführt. Eine statistische Analyse war jedoch nicht erfolgt. Zum Vergleich war in unserer Arbeit in der mono- und bisegmentalen Gruppe mit Dekompression eine Verbesserung des ODI von 51,4 Punkte auf 40,4 Punkte bzw. 42,3 Punkte auf 30,4 Punkte eingetreten.

Di Silvestre et al. [20] beobachteten bei ihren 29 mehrsegmental (drei bis sechs Segmente) dynamisch stabilisierten Patienten, welche in 93,1% der Fälle eine additive Dekompression erhielten, eine statistisch signifikante Verbesserung des ODI von 51,8 Punkte auf 28 Punkte. In der Studie von Putzier et al. [56] wurden 70 mit Dynesys versorgte Patienten in drei Gruppen (35 Patienten in Gruppe 1 mit zusätzlicher Nukleotomie, 22 Patienten in Gruppe 2 mit beginnender Degeneration, 13 Patienten in Gruppe 3 mit höhergradiger Degeneration) eingeteilt und unter anderem der ODI zur Beurteilung der Funktionsbeeinträchtigung verwendet. Lediglich bei sechs Patienten in Gruppe 3 erfolgte eine zusätzliche Dekompression. Ferner wurden maximal zwei Segmente in Gruppe 1 und 2 und maximal drei

Segmente in Gruppe 3 stabilisiert. Eine signifikante postoperative Verbesserung des ODI wurde nur für die Gruppen 1 und 2 ermittelt. Im Vergleich mit unseren Ergebnissen in den Untergruppen mono- und bisegmentale Stabilisierung ohne Dekompression wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt.

In einer weiteren Studie von Putzier et al. [57] wurden die klinisch-radiologischen Ergebnisse von 84 Patienten publiziert, die alle mittels Nukleotomie versorgt und bei 35 Patienten eine zusätzliche dynamische Stabilisierung durchgeführt wurde. In der Dynesys-Gruppe wurde lediglich bei zwei Patienten eine bisegmentale Versorgung vorgenommen. Nach drei Monaten zeigte sich in beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung des ODI. Im Gegensatz zu unseren Resultaten fand sich in der monosegmentalen Gruppe ohne Dekompression kein signifikanter Unterschied.

Stoll et al. [67] haben bei ihren 83 mit Dynesys versorgten Patienten, von den 56 Patienten eine zusätzliche Dekompression erhielten, ebenfalls den ODI eingesetzt. Der Großteil mit 72 Patienten wurde mit einer mono- bzw. bisegmentalen Instrumentierung versorgt. Der ODI fiel von 55,4 Punkte (präoperativ) auf 22,9 Punkte (Zeitpunkt des Follow-up), was statistisch signifikant war. Wie oben erwähnt, wurden auch in unseren mono- und bisegmentalen Gruppen mit Dekompression statistisch signifikante Unterschiede festgestellt.

Zusammenfassend ist in den zitierten Arbeiten, die den ODI bei ihren Dynesys-Patienten verwendet haben, eine jeweilige Verbesserung in den Nachuntersuchungen erfasst worden. Einschränkend ist festzuhalten, dass jeweils das Gesamtkollektiv und nicht Subgruppen, wie in der vorliegenden Arbeit, analysiert wurden, welche detaillierte Aussagen zulässt.

Neben dem ODI wurde in der vorliegenden Arbeit auch der SF-36 ausgewertet. Hierbei kam es in den monosegmentalen Subgruppen (mit und ohne Dekompression) in sämtlichen Themenbereichen zu einer Besserung der Scorewerte. Statistisch signifikante Unterschiede zeigten sich aber nur für die Untergruppe mit Dekompression in den Themenbereichen „Körperliche Rollenfunktion“, „Körperliche Schmerzen“ und „Emotionale Rollenfunktion“.

Bei den bisegmental versorgten Patienten wurde für die Subgruppe mit Dekompression in allen Themenbereichen eine Besserung der Scorewerte festgestellt.

Für die Subgruppe ohne Dekompression wurde mit Ausnahme der Themenbereiche „Soziale Funktionsfähigkeit“ (keine Änderung) und „Emotionale Rollenfunktion“ (Wertverschlechterung) ebenfalls eine jeweilige Besserung der Scorewerte ausgewertet. Statistisch signifikant war lediglich die Besserung des Scorewertes im Themenbereich „Psychisches Wohlbefinden“ in der Subgruppe mit Dekompression. Vergleichbar mit den Ergebnissen des ODI, fanden sich letztlich signifikante Unterschiede nur in den Subgruppen mit Dekompression, vor allem bei den monosegmental instrumentierten Patienten. Hieraus lässt sich weiter schließen, dass die additive Dekompression beim klinischen Outcome eine entscheidende Rolle zu spielen scheint. In der Untersuchung von Cakir und Mitarbeiter [12] kam bei den zehn mit Dynesys versorgten und zusätzlich dekomprimierten Patienten ebenfalls der SF-36 zum Einsatz. Hierbei wurde in allen Themenbereichen mit Ausnahme des Bereichs „Allgemeine Gesundheit“ eine deutliche Besserung der Scorewerte verzeichnet. Eine statistische Analyse wurde jedoch nicht durchgeführt.

Weiter wurden in dieser Studie zum SF-36 zugehörig die körperlichen und psychischen Summenskalenwerte berechnet. Sowohl die körperlichen als auch die psychischen Summenskalenwerte im SF-36 verbesserten sich bei den mono- und bisegmentalen Patienten sowie in den jeweiligen Untergruppen mit und ohne Dekompression. In der Studie von Cakir et al. [12] kam es ebenfalls zu einer Verbesserung der körperlichen und psychischen Summenskalenwerte im SF-36.

Hoppe et al. [34] haben bei ihren monosegmental im Segment L4/5 dynamisch instrumentierten und dekomprimierten Patienten das klinische Outcome mit dem Fragebogen von Grob et al. [31] und mit dem „Spine Tango“ Questionnaire ermittelt, der die Fragebögen SF-36, ODI, EQ-5D und COMI beinhaltet. Der postoperative ODI betrug dabei 17,5 Punkte und der körperliche Summenskalenwert im SF-36 hatte einen Wert von durchschnittlich 45. Die Autoren kritisieren jedoch selbst, dass keine präoperative Daten über Lebensqualität und Schmerz vorlagen und somit der individuelle Benefit für den Patienten nicht demonstriert werden kann. Es wird jedoch auf den Fragebogen von Grob et al. [31] hingewiesen, der es erlaubt, retrospektiv die Besserung durch die Operation zu erfassen.

Eine weitere Methode zur Erfassung des klinischen Outcomes stellt der Prolo Functional and Economic Status dar, mit dem der Aktivitäts- und Schmerzstatus des Patienten evaluiert werden kann [55].

Schaeren et al. [62] und Würzler-Hauri et al. [76] haben dieses Instrument bei ihren Patienten eingesetzt und haben recht unterschiedliche Ergebnisse erzielt.

Zunächst soll nochmals verdeutlicht werden, dass die klinischen Ergebnisse nach Dynesys-Versorgung in der Literatur häufig mit guten Ergebnissen einhergeht. In der vorliegenden Studie wurden gezielt zwei Gruppen (monosegmental versus bisegmental) mit zusätzlicher Einteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression gegenübergestellt, was bisher noch nicht beschrieben war. Zudem handelt es sich bei den vorliegenden Ergebnissen um Langzeitergebnisse, die in den bisherigen Publikationen ebenfalls selten sind. Die Patienten haben in der vorliegenden Arbeit zum großen Teil von der dynamischen Stabilisierung profitiert, insbesondere bei monosegmentaler Vorgehensweise und bei zusätzlicher durchgeführter Dekompression. Demnach haben die Patienten mit bisegmentaler Instrumentierung ohne Dekompression am wenigsten profitieren können. Dies kann folglich zur Aussage und Vermutung leiten, dass Dynesys vornehmlich bei monosegmentaler Pathologie mit notwendiger Dekompression zum Einsatz kommen sollte, z.B. bei degenerativer Spondylolisthesis mit begleitender Spinalstenose. Den Langzeitverlauf dieser definierten pathologischen Veränderung mit klarem chirurgischem Vorgehen (Dynesys+Dekompression) haben Hoppe et al. [34] verfolgt und haben von guten Ergebnissen mit hoher Patientenzufriedenheit berichtet. Obwohl in dieser Studie eine Kontrollgruppe (z.B. Bisegmental-, Fusions- oder Dekompressionsgruppe) fehlt, stellt sie bisher die größte Patientenkohorte mit degenerativer Spondylolisthesis mit längstem Follow-up dar. Schaeren und Mitarbeiter [62] berichteten von ähnlich guten Ergebnissen in einem Nachuntersuchungszeitraum von 52 Monaten, deren Patienten monosegmental, jedoch auf zwei Höhen (L4/5>L3/4) mit zusätzlicher Dekompression versorgt wurden, was nahezu dem klaren Vorgehen von Hoppe et al. [34] entspricht. Eine homogene Patientengruppe mit De-novo-Skoliose und einem Langzeitverlauf von 54 Monaten wurde von Di Silvestre et al. [20] analysiert und mit sehr erfreulichen klinischen Ergebnissen bewertet. Die Patienten wurden dabei auf mindestens drei Höhen dynamisch stabilisiert und in 93,1% der Fälle zusätzlich dekomprimiert.

Weitere Arbeiten mit kürzerem Follow-up zeigen hingegen unterschiedliche Ergebnisse. Stoll und Mitarbeiter [67] haben ebenfalls gute klinische Ergebnisse für ihre 83 Dynesys-Patienten mit einem zusätzlichen Dekompressionsanteil von 67,5% evaluiert, die präoperativ unterschiedliche Indikationen aufwiesen.

Grob et al. [31] haben über das 2-Jahre-Follow-up von 31 Dynesys-Patienten mit einem Dekompressionsanteil von 42% berichtet, die als präoperative Diagnose „Degeneration mit assoziierter Instabilität“ hatten. Zusammenfassend hatten nur ungefähr 50% der Patienten erklärt, dass ihnen die Operation „geholfen“ oder „viel geholfen“ hat. Kritisch anzumerken ist, dass die Studie verschiedene Wirbelsäulenpathologien beinhaltete und durchgeführte mono- und mehrsegmentale Stabilisierungen nicht separat analysiert wurden. In der Arbeit von Würzler-Hauri [76] wurde das 1-Jahr-Follow-up von 37 mono- bis mehrsegmental dynamisch instrumentierten und dekomprimierten Patienten beschrieben. Deren Patienten berichteten zwar über eine Verbesserung des Beinschmerzes, jedoch über eine begrenzte Verbesserung des Rückenschmerzes. Die Autoren fassten zusammen, dass ihrer Meinung nach die Dekompression und weniger die dynamische Stabilisierung verantwortlich für die Besserung ihrer Patienten ist. Wie bereits angeführt, sind in der vorliegenden Arbeit statistisch signifikante Unterschiede lediglich in den Untergruppen mit Dekompression erhoben worden, wobei insbesondere auch in der Subgruppe monosegmentale Stabilisierung ohne Dekompression gute klinische Ergebnisse festgestellt werden konnten. Daher kann die breit verbreitete Meinung, dass ein instabiles Segment eine „Art“ von Stabilisation benötigt, ebenfalls befürwortet werden, wie die Literaturrecherche über die Therapiemöglichkeiten der lumbalen Bandscheibendegeneration von Carreon et al. [13] zeigt.

In Zusammenschau mit den publizierten Daten aus der Literatur sind gute klinische Ergebnisse mit der Dynesys-Instrumentierung bei einem selektionierten Patientengut zu erreichen. Die Indikationen hierfür sollten dabei klar definiert sein, was in der vorliegenden Arbeit nur bedingt vorliegt und daher die Aussagekraft der Ergebnisse teilweise abschwächt. Die additive Dekompression scheint neben der dynamischen Stabilisierung eine entscheidende Rolle zu spielen. Unsere klinischen Langzeitergebnisse zweier definierter Gruppen (monosegmental versus bisegmental) nach Dynesys-Versorgung mit und ohne Dekompression sind nach unserem Wissensstand bisher einzigartig, was wiederum die Tatsache erschwert, mögliche und sinnvolle Vergleiche mit publizierten Daten vorzunehmen.

4.2.4 Radiologisches Outcome und Revisionsoperationen

In unserem Patientengut wurden bei acht von 50 Patienten (16%) eine Schraubenlockerung und / oder Schraubenbruch beobachtet. Hiervon waren sechs Patienten bisegmental instrumentiert und wiederum sechs Patienten additiv dekomprimiert worden. Vier Patienten erhielten eine Konversion zur Fusionsoperation, ein Patient eine Reinstrumentierung und Erweiterung der Dynesys-Versorgung und bei drei Patienten erfolgte bei Patientenzufriedenheit keine Revisionsoperation. Im Verlauf war bei weiteren sechs Patienten (12%) eine Revisionsoperation (1x Metallentfernung, 5x Fusion) erforderlich. Bei einem Patienten lautete die Diagnose Verdacht auf Spondylodiszitis und bei fünf Patienten „Failed Back Surgery Syndrome“. Das Verhältnis monosegmentale versus bisegmentale Stabilisierung betrug dabei 50:50. Zusammengefasst wurden elf von 50 (22%) Patienten revidiert, nahezu alle (neun von elf) wurden einer Fusion zugeführt. Die Revisionsrate in der monosegmentalen Gruppe betrug 13,3% und in der bisegmentalen Gruppe 35%. Der durchschnittliche Zeitraum von Dynesys-OP bis zur Revisionsoperation betrug 2,4 Jahre.

In der Langzeituntersuchung von Hoppe et al. [34] mit 39 monosegmental im Segment L4/5 stabilisierten und dekomprimierten Patienten betrug die Revisionsrate 20,5%. Als Hauptursache für die Reintervention wird die symptomatische Anschlusssegmentpathologie in 15,6% der Fälle angegeben. Im Vergleich zu publizierten Daten aus der Literatur über Anschlussproblematiken nach lumbaler Fusion [59] wird diese als relativ gering eingestuft. An dieser Stelle soll auf die radiologische Analyse von Cakir und Mitarbeiter [12] hingewiesen werden, die den Range of Motion (ROM) der LWS nach monosegmentaler Fusion und dorsal dynamischer Stabilisierung verglichen haben. In der Dynesys-Gruppe zeigten sich keine signifikanten Unterschiede weder in Bezug auf die LWS-Gesamtbeweglichkeit noch auf die segmentale Beweglichkeit (stabilisierte Segmenthöhe und kranial / kaudal benachbarte Segmente). Diese Ergebnisse werden wiederum von Hoppe et al. [34] unterstützt und hinzugefügt, dass einerseits die Erhaltung der Beweglichkeit nicht zwingend eine Anschlusssegmentdegeneration vermeidet und andererseits der natürliche Werdegang der degenerativen Bandscheibenerkrankung schwierig zu prophezeien ist. Im radiologischen Outcome dieser Nachuntersuchung waren bei drei Patienten (7,7%) Schraubenlockerungen mit einem Schraubenbruch aufgefallen, die

klinisch unauffällig waren. Lediglich bei dem Patienten mit Schraubenbruch wurde auf eigenen Wunsch eine Metallentfernung durchgeführt. In der Langzeituntersuchung von Di Silvestre et al. [20] mit 29 mehrsegmental dynamisch stabilisierten und in 93,1% der Fälle dekomprimierten Patienten wurde lediglich ein Patient bei persistierender Ischialgie im Verlauf im Sinne einer Dekompression und Verlängerung der Instrumentierung revidiert. Implantatbezogene Komplikationen wie Schraubenlockerung oder -bruch wurden nicht beobachtet. Die Autoren beschreiben zwar bei 13,8% der Patienten asymptomatische strahlendurchlässige Areale bis zu 2 mm um die Schraubengewinde herum, welche jedoch nicht als Lockerung bezeichnet wurden mit der Begründung, dass keine Schraubenbeweglichkeit auf den seitlichen Funktionsaufnahmen zu erkennen war. Dies verdeutlicht nochmals die Schwierigkeit der korrekten Beschreibung und Einschätzung einer Schraubenlockerung. In einer Arbeit von Dakhil-Jerew [17] wurde die interobserver Reliabilität der Beschreibung von Dynesys-Schrauben im Röntgenbild analysiert. Dabei fiel auf, dass eine erhebliche Diskrepanz bei der Beurteilung einer Schraubenlockerung zwischen erfahrenen Wirbelsäulenchirurgen / Radiologen und Ärzten, die sich im 3.-4. speziellen Ausbildungsjahr befanden, vorlag. Schaeren et al. [62] konnten 19 ihrer initial 26 monosegmental mit Dynesys stabilisierten und dekomprimierten Patienten nach 52 Monaten radiologisch nachuntersuchen. Bei vier Patienten (21%) zeigte sich ein Implantatversagen, wovon drei Patienten eine Schraubenlockerung und ein Patient ein Schraubenbruch aufwiesen. Keiner der Patienten erhielt eine Reoperation, weil keine wesentlichen Beschwerden angegeben wurden. Im Rahmen des 2-Jahre-Follow-ups waren diese Fälle bereits bekannt [64], weitere radiologische Veränderungen wurden dann keine beobachtet. Weiter wurde bei neun von 19 Patienten (47%) eine beginnende Anschlusssegmentdegeneration (nahezu in allen Fällen im kranialen Segment) beschrieben, wobei lediglich ein Patient revidiert wurde. Zwei weitere Patienten erhielten eine Revisionsoperation im Sinne einer Konversion zur Fusion bei eingetretenen osteoporotischen Frakturen. Damit betrug die Revisionsrate in dieser Langzeitbeobachtung 15,8%, was in etwa unserer Revisionsrate der monosegmentalen Gruppe von 13,3 % nahe kommt. In der Studie von Kumar et al. [42] wurde zum Untersuchungszeitraum nach 2 Jahren eine Degeneration des kranialen Anschlusssegments bei vier von 20 Patienten (20%) nach Dynesys-Operation festgestellt.

Stoll et al. [67] haben nach 38,1 Monaten bei 8 von 73 Patienten (11%) Schraubenlockerungen detektiert, von denen zwei Patienten revidiert wurden. Zusätzlich wurde bei weiteren elf Patienten eine Reoperation durchgeführt.

Als häufigste Ursache wurde in sieben Fällen (9,6%) eine Anschlusssegmentdegeneration mit der Folge der Implantatentfernung und Umwandlung in eine Fusion beobachtet. Bei den meisten Patienten wurde eine monosegmentale Stabilisierung (66,3%) durchgeführt, die übrigen Patienten erhielten zwei- bis mehrsegmentale Instrumentierungen. Zum Vergleich betrug die Rate an Anschlusssegmentpathologien in der Untersuchung von Hoppe et al. [34] 15,6%, worin lediglich monosegmental L4/5-versorgte Patienten eingeschlossen wurden. Die Gesamtrate an Revisionsoperationen in der Studie von Stoll et al. [67] belief sich auf 17,8%, was zwischen unseren Revisionsraten der monosegmentalen Gruppe von 13,3% und der bisegmentalen Gruppe von 35% anzusiedeln ist. Eine vergleichbare Revisionsrate wurde im 2-Jahre-Follow-up von Grob et al. [31] beschrieben. Hierbei wurde bei sechs von 31 Patienten (19,4%) eine Reoperation durchgeführt, von denen vier Patienten eine Metallentfernung und Fusion bei Schraubenlockerung erhielten. Wie bereits für das klinische Outcome dieser Studie erklärt, wird auch für die radiologischen Veränderungen und Reinterventionen keine detaillierte Auflistung für die mono- bzw. mehrsegmental versorgten Patienten aufgezeigt. Eine etwaige Anschlusssegmentproblematik lag im Vergleich zu anderen Arbeiten [34, 42, 64] jedoch nicht vor.

Der Hauptgrund für die Revisionsrate von 18,9% (7 von 37 mono- bis mehrsegmental stabilisierten und dekomprimierten Patienten) in der Studie von Würzler-Hauri et al. [76] waren persistierende Schmerzen von vier betroffenen Patienten, die einer Fusion zugeführt wurden. Bei zwei Patienten war eine Revisionsoperation bei Schraubenfehlplatzierung und bei einem Patienten wegen persistierender Liquorfistel notwendig. Nicht revisionserforderliche Schraubenbrüche wurden zudem bei drei Patienten (8,1%) beobachtet, welche alle mehrsegmental stabilisiert wurden. Zum Vergleich wurden Schraubenlockerungen / Schraubenbrüche in unserer Studie (16%) ebenfalls vornehmlich bei den bisegmental versorgten Patienten beobachtet.

Abschließend kann zusammengefasst werden, dass in Zusammenschau mit publizierten Daten vornehmlich Schraubenlockerungen, persistierende Beschwerden und Anschlusssegmentdegenerationen im Verlauf festgestellt und ggf. als Gründe für eine Revisionsoperation nach Dynesys-Versorgung angebracht werden.

Wie in dieser als auch in weiteren Arbeiten aufgezeigt, können auch klinisch stumme Verläufe bei genannten morphologischen Veränderungen vorliegen. Die Revisionsraten lagen bei unseren Patienten bei 13,3% (monosegmental) und 35% (bisegmental). Die monosegmentale Revisionsrate ist durchaus mit publizierten Daten vergleichbar, wohingegen die bisegmentale Revisionsrate gering mehr beträgt als Ergebnisse aus der Literatur. In deutlichem Gegensatz hierzu steht die Arbeit von Di Silvestre et al. [20], die keinen ihrer mehrsegmental stabilisierten Patienten mit De-novo-Skoliose aufgrund eines Implantaversagens revidieren mussten.

Auf der anderen Seite wurde auch nach dynamischer Instrumentierung die Problematik der Anschlusssegmentdegeneration thematisiert, die in unserer Studie bei keinem Patienten beobachtet wurde. Letztlich sollte hierzu auch der natürliche Werdegang der degenerativen Bandscheibenerkrankung bedacht werden, was in der Studie von Pellisé et al. [53] nach instrumentierter dorsaler Fusion auf verschiedenen Höhen kranial der Fusion zu beobachten war und scheinbar mehr durch individuelle Charakteristika entschieden wird als durch die Fusion selbst.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser retrospektiven Studie wurden 50 Patienten, die im Zeitraum von 01/2002 bis 04/2006 nach Erfüllung klinischer und radiologischer Einschlusskriterien eine mono- bzw. bisegmentale dorsal dynamische Stabilisierung der Lendenwirbelsäule mit Dynesys in der Orthopädischen Universitätsklinik Ulm am RKU erhalten haben, klinisch und radiologisch evaluiert. In 30 Fällen erfolgte eine monosegmentale und in 20 Fällen eine bisegmentale Versorgung. Zudem wurden 22 der 30 monosegmental und 15 der 20 bisegmental instrumentierten Patienten dekomprimiert. Das durchschnittliche klinisch-radiologische Follow-up betrug in der monosegmentalen Gruppe 4,6 Jahre und in der bisegmentalen Gruppe 4,7 Jahre, welches zumeist einen längeren Zeitraum definierte als bisher publiziert. Die klinische Evaluation erfolgte mit den in zahlreichen Arbeiten verwendeten Fragebögen ODI und SF-36, die radiologische Analyse vornehmlich am Röntgenbild. Des Weiteren wurden prä- und postoperative Parameter sowie Revisionsoperationen analysiert. Hauptzielkriterium war die Erfassung des klinischen Outcomes nach monosegmentaler versus bisegmentaler Stabilisierung mit und ohne Dekompression. Ferner wurden das radiologische Outcome und perioperative Parameter wie OP-Dauer, Blutverlust und Krankenhausaufenthaltsdauer zwischen beiden Gruppen und Subgruppen analysiert. In beiden Gruppen lautete die präoperative Diagnose zumeist Spinalstenose und / oder degenerative Instabilität, die auch vielfach in den bisherigen Veröffentlichungen erwähnt werden. Dennoch sind weitere Diagnosen und Überschneidungen häufig anzutreffen, was das breite Indikationsspektrum des Dynesys verdeutlicht. Die Rate an voroperierten Patienten belief sich in der monosegmentalen Gruppe auf 30% und in der bisegmentalen Gruppe auf 40%. Präoperative Komorbiditäten wurden bei 90,1% der monosegmental und bei 85,5% der bisegmental stabilisierten Patienten dokumentiert. In Bezug auf die OP-Dauer zeigte sich zwischen beiden Gruppen und den jeweiligen Untergruppen ein signifikanter Unterschied. Bezüglich des Blutverlusts fand sich ein signifikanter Unterschied lediglich bei den bisegmental versorgten Patienten nach Unterteilung in mit und ohne Dekompression. Gemäß der Krankenhausaufenthaltsdauer wurden keine statistischen Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt.

Wegen unzureichender detaillierter Beschreibungen in den bisherigen Publikationen waren sinnvolle und ausreichende Vergleiche bezüglich dieser drei Parameter nicht möglich. Perioperative Komplikationen traten bei 16,7% der monosegmental und bei 25% der bisegmental operierten Patienten auf, ohne statistische Signifikanz, welche mit publizierten Ergebnissen vergleichbar waren.

Die Auswertung des ODI zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen und nach weiterer Aufteilung nur in der mono- und bisegmentalen Gruppe mit Dekompression. Eine generelle klinische Verbesserung nach Dynesys-OP wurde auch in weiteren Studien erfasst, jedoch ohne eine Subgruppenanalyse durchgeführt zu haben. Im SF-36 wurde eine Besserung aller Scorewerte lediglich bei den monosegmentalen Patienten beobachtet. Weiterhin fanden sich statistisch signifikante Unterschiede nur für die Untergruppe mit Dekompression. Es erscheint, dass die additive Dekompression, vor allem bei monosegmentaler Versorgung, beim klinischen Outcome eine entscheidende Rolle spielt, was weitere Autoren ebenfalls beschrieben haben. In 16% (zumeist bisegmentale, dekomprimierte Patienten) der Fälle wurde ein Implantatversagen beschrieben. Zusammengefasst wurde nach einem Zeitraum von 2,4 Jahren in elf von 50 Fällen (22%) eine Revisionsoperation (zumeist Fusion) durchgeführt. Hierbei wurden signifikant mehr bisegmental dynamisch stabilisierte Patienten revidiert als monosegmental versorgte Patienten. Diese Ergebnisse waren vergleichbar mit Revisionsraten vor allem für monosegmentale Versorgungen aus der Literatur, Anschlusssegmentdegenerationen wurden in dieser Studie hingegen nicht beobachtet.

Durch die bisher einzigartige gezielte Gegenüberstellung zweier Gruppen nach Dynesys-Versorgung (monosegmental versus bisegmental) mit zusätzlicher Einteilung in Stabilisierung mit und ohne Dekompression wurden gute klinische Ergebnisse insbesondere bei monosegmentaler Vorgehensweise und bei zusätzlicher durchgeführter Dekompression beobachtet.

6 Literaturverzeichnis

1. Akkerveken PF: Lumbale Spinalstenose. Klassifikation und klinisches Erscheinungsbild. *Orthopäde*, 22: 202-210 (1993)
2. Aryanpur J, Ducker T: Multilevel lumbar laminotomies: an alternative to laminectomy in the treatment of lumbar stenosis. *Neurosurgery*, 26: 429-432 (1990)
3. Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S: Orthopädische Operationslehre. Band I Wirbelsäule, 7. Auflage Thieme Stuttgart, New York, S. 230-250 (1991)
4. Benz RJ, Ibrahim ZG, Afshar P, Garfin SR: Predicting complications in elderly patients undergoing lumbar decompression. *Clin Orthop Relat Res*, 384: 116-121 (2001)
5. Beurskens AJ, de Vet HC, Köke AJ: Responsiveness of functional status in low back pain: a comparison of different instruments. *Pain*, 65: 71-76 (1996)
6. Blumenthal SL, Ohnmeiss DD: Intervertebral cages for degenerative spinal diseases. *Spine*, 3: 301-308 (2003)
7. Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ, Wiesel SW: Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am*, 72: 403-408 (1990)
8. Bono CM, Lee CK: Critical analysis of trends in fusion for degenerative disc disease over the past 20 years: influence of technique on fusion rate and clinical outcome. *Spine*, 29: 455-463 (2004)
9. Brau SA: Mini-open approach to the spine for anterior lumbar interbody fusion: description of the procedure, results and complications. *Spine J*, 2: 216-223 (2002)
10. Brislin B, Vaccaro AR: Advances in posterior lumbar interbody fusion. *Orthop Clin North Am*, 33: 367-74 (2002)
11. Cakir B, Carazzo C, Schmidt R, Mattes T, Reichel H, Käfer W: Adjacent segment mobility after rigid and semirigid instrumentation of the lumbar spine. *Spine*, 34: 1287-1291 (2009)
12. Cakir B, Ulmar B, Koepp H, Huch K, Puhl W, Richter M: Dorsale dynamische Stabilisierung als Alternative zur dorsoventralen Fusion bei Spinalkanalstenose mit degenerativer Instabilität. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 141: 418-424 (2003)
13. Carreon LY, Glassman SD, Howard J: Fusion and nonsurgical treatment for symptomatic lumbar degenerative disease: a systematic review of Oswestry Disability Index and MOS Short Form-36 outcomes. *Spine J*, 8: 747-755 (2008)

14. Carreon LY, Puno RM, Dimar JR 2nd, Glassman SD, Johnson JR: Perioperative complications of posterior lumbar decompression and arthrodesis in older adults. *J Bone Joint Surg Am*, 85: 2089-2092 (2003)
15. Cassinelli EH, Eubanks J, Vogt M, Furey C, Yoo J, Bohlmann HH: Risk factors for the development of perioperative complications in elderly patients undergoing lumbar decompression and arthrodesis for spinal stenosis: an analysis of 166 patients. *Spine*, 32: 230-235 (2007)
16. Christensen FB, Laursen M, Gelineck J, Hansen ES, Bünger CE: Posterolateral spinal fusion at unintended levels due to bone-graft migration: no effect on clinical outcome in 19/130 patients. *Acta Orthop Scand*, 72: 354-358 (2001)
17. Dakhil-Jerew F, Jadeja H, Cohen A, Shepperd JA: Inter-observer reliability of detecting Dynesys pedicle screw using plain X-rays: a study on 50 post-operative patients. *Eur Spine J*, 18: 1486-1493 (2009)
18. Dall BE, Rowe DE: Degenerative spondylolisthesis. Its surgical management. *Spine*, 10: 668-72 (1985)
19. Deyo RA, Gray DT, Kreuter W, Mirza S, Martin BI: United States trends in lumbar fusion surgery for degenerative conditions. *Spine*, 30: 1441-1445 (2005)
20. Di Silvestre M, Lolli F, Bakaloudis G, Parisini P: Dynamic stabilization for degenerative lumbar scoliosis in elderly patients. *Spine*, 35: 227-234 (2010)
21. Ebner F: Rückenschmerz. *Ärztemag*, 38: 12-14 (2004)
22. Fairbank JC, Couper J, Davies JB, O'Brien JP: The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*, 66: 271-273 (1980)
23. Ferrante L, Acqui M, Mastronardi L, Celli P, Fortuna A: Stenosis of the spinal canal in achondroplasia. *Ital J Neurol Sci*, 12: 371-375 (1991)
24. Fink W, Haidinger G: Die Häufigkeit von Gesundheitsstörungen in 10 Jahren Allgemeinpraxis. *Z Allg Med*, 83: 102-108 (2007)
25. Finkenberg J, Banta C, Cross GL 3rd, Dawson E, Gutzman D, Highland T, Kucharzyk D, Lenderman L, Murphy J, Neely W, Rogozinski A, Rogozinski C: Evaluation and analysis of patient outcomes with an intrasegmental fixation system in lumbar spinal fusion. *Spine J*, 1: 102-108 (2001)

26. Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, Brower R, Montgomery DM, Kurz LT: 1997 Volvo Award winner in clinical studies. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine*, 22: 2807-2812 (1997)
27. Fritzell P, Hägg O, Wessberg P, Nordwall A: Chronic low back pain and fusion: a comparison of three surgical techniques: a prospective multicenter randomized study from the Swedish lumbar spine study group. *Spine*, 27: 1131-1141 (2002)
28. Frymoyer JW: Lumbar disk disease: epidemiology. *Instr Course Lect*, 41: 217-223 (1992)
29. Gerbershagen HU, Lindena G, Korb J, Kramer S: Health-related quality of life in patients with chronic pain. *Schmerz*, 16: 271-284 (2002)
30. Gibson JN, Waddell G: Surgery for degenerative lumbar spondylosis: updated Cochrane Review. *Spine*, 30: 2312-2320 (2005)
31. Grob D, Benini A, Junge A, Mannion AF: Clinical experience with the Dynesys semirigid fixation system for the lumbar spine: surgical and patient-oriented outcome in 50 cases after an average of 2 years. *Spine*, 30: 324-331 (2005)
32. Hackenberg L, Halm H, Bullmann V, Vieth V, Schneider M, Liljenqvist U: Transforaminal lumbar interbody fusion: a safe technique with satisfactory three to five year results. *Eur Spine J*, 14: 551-558 (2005)
33. Hoffmann G, Siegfried I: Volkskrankheit Rückenschmerz: neue Sichtweisen. Common illness backache: new ways of looking at. Seminar des Arbeitskreises Sportmedizin der Akademie für ärztliche Fortbildung und Weiterbildung der Landesärztekammer Hessen. Bad Nauheim, 5. Juni 2004. German Medical Science, Düsseldorf/Köln (2005)
34. Hoppe S, Schwarzenbach O, Aghayev E, Bonel H, Berlemann U: Long-term outcome after monosegmental L4/5 stabilization for degenerative spondylolisthesis with the Dynesys device. *J Spinal Disord Tech*, 16: Epub ahead of print (2012)
35. Ishihara H, Osada R, Kanamori M, Kawaguchi Y, Ohmori K, Kimura T, Matsui H, Tsuji H: Minimum 10-year follow-up study of anterior lumbar interbody fusion for isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord*, 14: 91-99 (2001)

36. Jang JS, Lee SH: Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with ipsilateral pedicle screw and contralateral facet screw fixation. *J Neurosurg Spine*, 3: 218-223 (2005)
37. Klöckner C: Langzeitergebnisse der Dynesys-Implantation. *Orthopäde*, 39: 559-564 (2010)
38. Kocak T: Dynamische dorsale Stabilisierung der Lendenwirbelsäule mittels computertomographisch gestützter und fluoroskopisch basierter Navigation (Navitrack) sowie mit konventioneller Operationstechnik - eine prospektive, randomisierte Vergleichsstudie. Med Dissertation, Universität Ulm (2006)
39. Kocak T, Cakir B, Däxle M, Reichel H, Käfer W, Mattes T: Perioperative Morbidität bei Dynesys-Instrumentierung der Lendenwirbelsäule. *Z Orthop Unfall*, 147: 210-214 (2009)
40. Kohn D, Pohlemann T, Fritsch E: Operationsatlas für die orthopädisch unfallchirurgische Weiterbildung. Springer Berlin, Heidelberg, S.410 (2010)
41. Kornblum BM, Fischgrund JS, Herkowitz HN, Abraham DA, Berkower DL, Ditkoff JS: Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective long-term study comparing fusion with pseudoarthrosis. *Spine*, 29: 726-733 (2004)
42. Kumar A, Beastall J, Hughes J, Karadimas EJ, Nicol M, Smith F, Wardlaw D: Disc changes in the bridged and adjacent segments after the Dynesys dynamic stabilization system after two years. *Spine*, 33: 2909-2914 (2008)
43. Lee CK: Accelerated degeneration of the segment adjacent to a lumbar fusion. *Spine*, 13: 375-377 (1988)
44. Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, Weinstein JN, Reinartz SJ, el-Khoury GY, Colby H: Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine*, 12: 97-194 (1987)
45. Lowe TG, Tahernia AD, O'Brien MF, Smith DA: Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion (TLIF): indications, technique and 2-year results. *J Spinal Disord Tech*, 15: 31-38 (2002)
46. Lutz JA, Otten P, Maestretti G: Late infections after dynamic stabilization of the lumbar spine with Dynesys. *Eur Spine J*, 21: 2573-2579 (2012)
47. Mardjetko SM, Connolly PJ, Shott S: Degenerative lumbar spondylolisthesis. A meta-analysis of literature 1970-1993. *Spine*, 19: 2256S-2265S (1994)
48. Mayer HM: Diskogener Rückenschmerz und degenerative Spinalstenose - Wie sinnvoll sind operative Verfahren? *Schmerz*, 15: 484-491 (2001)

49. Meyerding HW: Some advances in surgery of the bones and joints. *J Int Coll Surg*, 17: 635-645 (1952)
50. Modic MT, Masaryk TJ, Ross JS, Carter JR: Imaging of degenerative disk disease. *Radiology*, 168: 177-186 (1988)
51. Niosi CA, Zhu QA, Wilson DC, Keynan O, Wilson DR, Oxland TR: Biomechanical characterization of the three-dimensional kinematic behaviour of the Dynesys dynamic stabilization system: an in vitro study. *Eur Spine J*, 15: 913-922 (2006)
52. Patel N, Bagan B, Vadera S, Maltenfort MG, Deutsch H, Vaccaro AR, Harrop J, Sharan A, Ratliff JK: Obesity and spine surgery: relation to perioperative complications. *J Neurosurg Spine*, 6: 291-297 (2007)
53. Pellisé F, Hernández A, Vidal X, Minquell J, Martínez C, Villanueva C: Radiologic assessment of all unfused lumbar segments 7.5 years after instrumented posterior spinal fusion. *Spine*, 32: 574-579 (2007)
54. 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 Br*, 75: 386-392 (1993)
55. Prolo DJ, Oklund SA, Butcher M: Toward uniformity in evaluating results of lumbar spine operations. A paradigm applied to posterior lumbar interbody fusions. *Spine*, 11: 601-606 (1986)
56. Putzier M, Schneider SV, Funk J, Perka C: Die Anwendung eines dynamischen Pedikelschraubensystems (DYNESYS) bei lumbalen Segmentdegenerationen - ein Vergleich klinischer und radiologischer Ergebnisse bei unterschiedlichen Indikationen. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 142: 166-173 (2004)
57. Putzier M, Schneider SV, Funk JF, Tohtz SW, Perka C: The surgical treatment of the lumbar disc prolapse: nucleotomy with additional transpedicular dynamic stabilization versus nucleotomy alone. *Spine*, 30: E109-E114 (2005)
58. Ragab AA, Fye MA, Bohlmann HH: Surgery of the lumbar spine for spinal stenosis in 118 patients 70 years of age or older. *Spine*, 28: 348-353 (2003)
59. Rahm MD, Hall BB: Adjacent-segment degeneration after lumbar fusion with instrumentation: a retrospective study. *J Spinal Disord*, 9: 392-400 (1996)
60. Richter M, Kluger P, Puhl W: Diagnostik und Therapie der Spinalstenose beim älteren Menschen. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 137: 474-481 (1999)

61. Rosenberg WS, Mummaneni PV: Transforaminal lumbar interbody fusion: technique, complications, and early results. *Neurosurgery*, 48: 569-574 (2001)
62. Schaeren S, Broger I, Jeanneret B: Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization. *Spine*, 33: E636-E642 (2008)
63. Schären S, Dick W: Langstreckige Fusionen der degenerativen Lendenwirbelsäule. *Orthop Praxis*, 37: 133-140 (2001)
64. Schnake KJ, Schaeren S, Jeanneret B: Dynamic stabilization in addition to decompression for lumbar spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis. *Spine*, 31: 442-449 (2006)
65. Schwarzenbach O, Rohrbach N, Berlemann U: Segment-by-segment stabilization for degenerative disc disease: a hybrid technique. *Eur Spine J*, 19: 1010-1020 (2010)
66. Spengler DM: Degenerative stenosis of the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am*, 69: 305-308 (1987)
67. 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 J*, 11: S170-S178 (2002)
68. Taneichi H, Suda K, Kajino T, Matsumura A, Moridaira H, Kaneda K: Unilateral transforaminal lumbar interbody fusion and bilateral anterior-column fixation with two Brantigan I/F cages per level: clinical outcomes during a minimum 2-year follow-up period. *J Neurosurg Spine*, 4: 198-205 (2006)
69. Thomé C, Börm W, Meyer F: Die degenerative lumbale Spinalkanalstenose. Aktuelle Straregien in Diagnostik und Therapie. *Dtsch Arztebl Int*, 105: 373-379 (2008)
70. Turner JA, Ersek M, Herron L, Deyo R: Surgery for lumbar spinal stenosis. Attempted meta-analysis of the literature. *Spine*, 17: 1-8 (1992)
71. Verbiest H: A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. 1954. *Clin Orthop Relat Res*, 384: 3-9 (2001)
72. Watkins MB: Posterolateral fusion of the lumbar and lumbosacral spine. *J Bone Joint Surg Am*, 35: 1014-1018 (1953)
73. White AA 3rd, Panjabi MM: The clinical biomechanics of the occipitoatlantoaxial complex. *Orthop Clin North Am*, 9: 867-878 (1978)

74. Wiltse LL, Berger PE, McCulloch JA: A system for reporting the size and location of lesions in the spine. *Spine*, 22: 1534-1537 (1997)
75. Wirth CJ, Zichner L: Orthopädie und orthopädische Chirurgie. Das Standardwerk für Klinik und Praxis, Thieme Stuttgart, S. 355-356 (2004)
76. Würigler-Hauri CC, Kalbarczyk A, Wiesli M, Landolt H, Fandino J: Dynamic neutralization of the lumbar spine after microsurgical decompression in acquired lumbar spinal stenosis and segmental instability. *Spine*, 33: E66-E72 (2008)

Anhang

Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire

Schmerzintensität

- Ich habe erträgliche Schmerzen und komme ohne Schmerzmittel aus.
- Ich habe starke Schmerzen, komme aber ohne Schmerzmittel aus.
- Mit Schmerzmitteln bin ich schmerzfrei.
- Mit Schmerzmitteln habe ich mittelschwere Schmerzen.
- Schmerzmittel helfen mir kaum.
- Schmerzmittel helfen mir nicht und ich benütze sie nicht.

Körperpflege/Selbstversorgung

- Ich kann ohne zusätzliche Schmerzen normal für mich selbst sorgen.
- Ich kann für mich selbst sorgen, erleide dabei aber zusätzliche Schmerzen.
- Ich kann unter Schmerzen für mich selbst sorgen und muss langsam und vorsichtig vorgehen.
- Ich brauche etwas Hilfe, komme aber meistens alleine zurecht.
- Ich brauche täglich Hilfe in vielen Bereichen meiner persönlichen Pflege.
- Ich kann mich nur mit Mühe waschen und anziehen und bleibe im Bett.

Heben

- Ich kann schwere Gegenstände ohne zusätzliche Schmerzen heben.
- Ich kann schwere Gegenstände heben, jedoch nur mit zusätzlichen Schmerzen.
- Ich kann wegen der Schmerzen keine schweren Gegenstände vom Boden aufheben, aber es geht mit Gegenständen, die leicht zugänglich sind.
- Ich kann wegen der Schmerzen keine schweren Gegenstände vom Boden aufheben, aber es geht mit leichten bis mittelschweren Gegenständen, die leicht zugänglich sind.
- Ich kann nur sehr leichte Gegenstände heben.
- Ich kann überhaupt nicht heben oder tragen.

Gehen

- Schmerzen hindern mich nicht am Gehen.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht weiter als 1,5 km gehen.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht weiter als 1,0 km gehen.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht weiter als 0,5 km gehen.
- Ich kann nur mit einem Stock oder Krücken gehen.
- Ich bin meistens im Bett und kann nur mit größter Mühe zur Toilette.

Sitzen

- Ich kann auf jedem Stuhl sitzen, solange ich will.
- Ich kann nur auf meinem Lieblingsstuhl sitzen, solange ich will.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht länger als 1 Stunde sitzen.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht länger als 1/2 Stunde sitzen.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht länger als 10 Minuten sitzen.
- Ich kann vor Schmerzen überhaupt nicht sitzen.

Stehen

- Ich kann ohne zusätzliche Schmerzen solange stehen, wie ich will.
- Ich kann solange stehen wie ich will, aber nur mit zusätzlichen Schmerzen.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht länger als 1 Stunde stehen.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht länger als 1/2 Stunde stehen.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht länger als 10 Minuten stehen.
- Ich kann vor Schmerzen überhaupt nicht stehen.

Schlafen

- Schmerzen hindern mich nicht an gutem Schlaf.
- Ich kann nur mit Medikamenten gut schlafen.
- Selbst mit Medikamenten schlafe ich weniger als 6 Stunden.
- Selbst mit Medikamenten schlafe ich weniger als 4 Stunden.
- Selbst mit Medikamenten schlafe ich weniger als 2 Stunden.
- Ich kann vor Schmerzen überhaupt nicht schlafen.

Sexualleben

- Mein Sexualleben ist normal und bereitet mir keine zusätzlichen Schmerzen.
- Mein Sexualleben ist normal und bereitet mir jedoch zusätzliche Schmerzen.
- Mein Sexualleben ist fast normal und bereitet mir jedoch starke Schmerzen.
- Mein Sexualleben ist durch Schmerzen sehr eingeschränkt.
- Mein Sexualleben ist wegen der Schmerzen so gut wie nicht vorhanden.
- Ich habe vor Schmerzen überhaupt kein Sexualleben.

Privatleben

- Ich kann privaten Aktivitäten und ohne zusätzlichen Schmerzen nachgehen.
- Ich kann privaten Aktivitäten normal, jedoch nur unter zusätzlichen Schmerzen nachgehen.
- Schmerzen haben im Allgemeinen keinen großen Einfluss auf meine Privatleben, hindern mich jedoch an körperlichen Aktivitäten.
- Meine privaten Aktivitäten sind wegen Schmerzen eingeschränkt, ich gehe weniger oft aus.
- Meine privaten Aktivitäten sind wegen Schmerzen auf mein Zuhause beschränkt.
- Ich kann wegen Schmerzen überhaupt keinen privaten Aktivitäten nachgehen.

Fahren

- Ich kann ohne Schmerzen überall hinfahren.
- Ich kann überall hinfahren, aber nur mit zusätzlichen Schmerzen.
- Ich habe starke Schmerzen, kann aber länger als 2 Stunden fahren.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nicht länger als 1 Stunde fahren.
- Wegen meiner Schmerzen kann ich nur die nötigsten kurzen Fahrten unter ½ Stunde unternehmen.
- Vor Schmerzen fahre ich nirgendwo hin, außer zum Arzt oder ins Krankenhaus.

Quelle:

Fairbank JC: The Oswestry low back pain disability questionnaire. Physiotherapie, 66 (8): 271-3 (1980)

Der Fragebogen Short Form 36 Health Survey (SF-36) wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Quelle: Bullinger M, Kirchberger I: Fragebogen zum Gesundheitszustand. Hogrefe, Göttingen (1998)

Der Fragebogen Short Form 36 Health Survey (SF-36) wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Quelle: Bullinger M, Kirchberger I: Fragebogen zum Gesundheitszustand. Hogrefe, Göttingen (1998)

Der Fragebogen Short Form 36 Health Survey (SF-36) wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Quelle: Bullinger M, Kirchberger I: Fragebogen zum Gesundheitszustand. Hogrefe, Göttingen (1998)

Der Fragebogen Short Form 36 Health Survey (SF-36) wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Quelle: Bullinger M, Kirchberger I: Fragebogen zum Gesundheitszustand. Hogrefe, Göttingen (1998)

Der Fragebogen Short Form 36 Health Survey (SF-36) wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Quelle: Bullinger M, Kirchberger I: Fragebogen zum Gesundheitszustand. Hogrefe, Göttingen (1998)

Danksagung

Ich möchte allen, die mich bei der Erstellung meiner Promotionsarbeit unterstützt haben einen herzlichen Dank aussprechen:

Ich danke Herrn Prof. Reichel für die Überlassung des Themas und die Möglichkeit, diese Arbeit am RKU in Ulm durchführen zu können.

Ich danke meinem Doktorvater Herrn Prof. Cakir für die fachliche Betreuung und stetige Unterstützung der Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Kocak für die hervorragende Betreuung und intensive Unterstützung meiner Doktorarbeit sowie für seine engagierte Betreuung bei der Erhebung der Patientendaten, der statistischen Auswertung und der sachkundigen Korrektur der Arbeit.

Schließlich danke ich dem Personal der Orthopädischen Universitätsklinik Ulm.

Der Lebenslauf wurde aus Gründen des Datenschutzes entfernt.