

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann-

**Klinische Ergebnisse der transforaminalen,  
lumbalen, interkorporellen Fusion (TLIF) als neue Operationstechnik  
zur lumbalen Spondylodese**

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae dentium

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von Jetten, Claudia

aus Erwitte

2004

Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen  
Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. U. Liljenqvist
2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. R. Meffert

Tag der mündlichen Prüfung: 30.06.2004

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann-  
Referent: Priv.-Doz. Dr. U. Liljenqvist  
Korreferent: Priv.-Doz. Dr. R. Meffert

## **Zusammenfassung**

Klinische Ergebnisse der transforaminalen, lumbalen, interkorporellen Fusion (TLIF) als neue Operationstechnik zur lumbalen Spondylodese

Claudia Jetten

Zwischen September 1997 und August 1999 unterzogen sich 48 Patienten einer transforaminalen, lumbalen, interkorporellen Fusion (TLIF). Durchgeführt wurden diese Eingriffe als neu eingeführte weniger invasive Technik in der Orthopädischen Klinik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Ergebnisse des neuen Operationsverfahrens unter besonderer Berücksichtigung der Schmerzreduzierung zu untersuchen.

Zur objektiven Bewertung der Schmerzsituation wurde der Oswestry-Disability-Index (ODI) und eine visuelle Analogskala (VAS) angewandt. Bei einem durchschnittlichen postoperativen Nachuntersuchungszeitraum von drei Jahren konnte eine Reduzierung des ODI um 15% ermittelt werden. Der ODI lag 36 Monate postoperativ bei 35,5% und präoperativ bei 50%. Bei der VAS lag der präoperative Ausgangsbefund bei 7,8 und 36 Monate postoperativ bei 5,8.

Die durchschnittliche Operationsdauer betrug 205 Minuten und der durchschnittliche Blutverlust belief sich auf 633 ml. Postoperativ waren bei fünf Patienten Komplikationen zu vermerken, die in drei Fällen eine operative Revision erforderten. Die mittlere postoperative stationäre Verweildauer lag bei 17,3 Tagen.

Die Arbeit konnte zeigen, dass die TLIF eine Fusion in der Lendenwirbelsäule und unter Berücksichtigung der Ergebnisse bereits etablierter Operationsverfahren eine vergleichbare Schmerzreduzierung bei akzeptabler Komplikationsrate ermöglicht.

Tag der mündlichen Prüfung: 30.06.2004

Für meine Eltern

# Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Einleitung.....	1
2. Material und Methode.....	5
2.1. Operationsmethode.....	5
2.1.1. Indikationen.....	5
2.1.2. Kontraindikationen.....	5
2.1.3. Operationstechnik.....	6
2.1.4. Vorteile der Operationstechnik.....	8
2.1.5. Nachteile der Operationstechnik.....	9
2.2. Komplikationsmöglichkeiten der Methode.....	10
2.2.1. Potentielle intraoperative Komplikationen.....	10
2.2.2. Potentielle postoperative Komplikationen.....	10
2.3. Patientengut.....	11
2.4. Evaluation der Schmerzsituation.....	12
2.4.1. Oswestry-Disability-Index: Aufbau.....	12
2.4.2. Fragebogen des ODI.....	13
2.4.3. Auswertung des ODI.....	15
2.4.4. Klinische Bewertung des ODI.....	16
3. Ergebnisse.....	18
3.1. Präoperative Diagnosen und Befunde.....	18
3.2. Präoperatives Beschwerdebild.....	20
3.3. Operative Eingriffe.....	21
3.3.1. Operationsdauer.....	21
3.3.2. Intraoperativer Blutverlust.....	21
3.3.3. Intraoperative Komplikationen.....	22
3.4. Postoperative Auswertungen.....	22
3.4.1. Postoperative stationäre Verweildauer.....	22
3.4.2. Postoperative Nachbehandlung.....	23
3.5. Postoperative Komplikationen.....	24

3.6. Auswertung.....	26
3.6.1. Zeitpunkte der Datenerfassung.....	26
3.6.2. Statistisches Verfahren.....	26
3.7. Auswertung des Oswestry-Disability-Index und VAS.....	27
3.7.1. Gesamtkollektiv.....	27
3.7.2. ODI unter Berücksichtigung der präoperativen Diagnosen.....	28
3.7.3. Vergleich monosegmentaler versus mehrsegmentaler Operation.....	30
3.7.4. Vergleich voroperiert versus nicht voroperierter Patienten.....	31
3.7.5. Auswirkung des Alters.....	33
3.7.6. Auswirkung des Geschlechts.....	35
3.7.7. Ergebnisse der visuellen Analogskala (VAS).....	37
3.7.8. Resümee.....	38
4. Fallbeispiele.....	40
5. Diskussion.....	46
6. Literaturverzeichnis.....	63
7. Lebenslauf.....	75
8. Danksagung.....	77

## **1. Einleitung**

In der vorliegenden Arbeit werden die klinischen Operationsergebnisse nach transforaminaler, lumbaler, interkorporeller Fusion (TLIF) als Therapie schmerzhafter Erkrankungen lumbaler Wirbelsäulenbewegungssegmente vorgestellt. Durchgeführt wurden diese Eingriffe in der Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie der Westfälischen Wilhelms - Universität Münster zwischen September 1997 und August 1999. Das OP-Verfahren stellte 1997 eine neu eingeführte Technik zur lumbalen Spondylodese dar. Der Nachuntersuchungszeitraum beträgt zwei bis maximal vier Jahre.

Chronische Rückenschmerzen bedingt durch degenerative und andere Erkrankungen der Wirbelsäule können zu einem schwerwiegenden körperlichen und psychosozialen Problem werden [4, 32]. Eine Arbeitsunfähigkeit ist heute immer häufiger durch Rückenschmerzen bedingt [25]. Ebenso nimmt auch die Anzahl der lumbalen Fusionen in den Industrieländern stetig zu [76]. Die klinische Relevanz dieser Arbeit ist dementsprechend hoch.

Ziel einer Therapie von Rückenschmerzen ist grundsätzlich die Beseitigung segmentaler Instabilitäten und die Dekompression nervaler Strukturen mit dem Ziel der Schmerzreduzierung. Hierzu kann bei leichten Instabilitäten ohne neurologische Ausfälle oder mäßigen Beschwerden neben einer stabilisierenden Physiotherapie (insbesondere bei Spondylolisthesen) [88] und einer medikamentösen Schmerztherapie [47] eine äußere Stabilisierung mittels Mieder oder Korsett angestrebt werden. Bei fortgeschrittenen pathologischen Veränderungen der Wirbelsäule insbesondere mit neurologischem Befund ist eine operative Therapie zu diskutieren.



Bewährte Operationsverfahren zur Korrektur von Wirbelsäuleninstabilitäten sind eine anteriore lumbale interkorporelle Fusion mit oder ohne dorsale Instrumentation (ALIF) sowie die posteriore lumbale interkorporelle Fusion (PLIF).

Die ALIF wurde erstmals 1933 von Burns zur Behandlung von Spondylolisthesen beschrieben [7]. Später wurde sie auch zur Therapie von degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen angewandt. Der operative Zugang erfolgt von ventral oder ventrolateral. Dies ermöglicht eine direkte und damit vollständigere Ausräumung des ventral liegenden Bandscheibenfaches. Zudem ist eine primär stabile Verblockung auch ohne Implantate mittels solider Knochenspäne möglich. Nachteil dieses Verfahrens ist, dass ein Großteil des Ligamentums longitudinale anterius entfernt werden muss. Ebenso besteht eine Verletzungsgefahr der großen Blutgefäße und des präsakralen Nervengeflechts [27]. Da heute in der Regel eine dorsale Instrumentation erfolgt, ist bei dieser Technik ein zweiter dorsaler Zugang notwendig.

Eine Weiterentwicklung der anterioren lumbalen interkorporellen Fusion stellt die Mini-ALIF dar. Durch Anwendung von Operationsmikroskopen und speziellen Wundspreizern kann der ventrale Zugang weniger invasiv gestaltet werden [61].

Die PLIF geht auf Cloward zurück und ist später in Arbeiten von Steffee ebenfalls beschrieben worden [13, 34, 73]. Der operative Zugang erfolgt bei dieser Technik ausschließlich von dorsal. Es werden große Teile des Wirbelbogens oder der gesamte Bogen entfernt. Das Einbringen von Knochenspänen oder Cages erfolgt nach der bilateralen Teilausräumung der Bandscheibe. Anwendung findet die PLIF bei degenerativen Erkrankungen und bei Spondylolisthesen. Ein Vorteil dieser Technik ist, dass Risiken, die bei einem ventralen Zugang bestehen, vermieden werden können. Nachteile

sind Vernarbungen im Spinalkanal mit möglicher Arachnopathie, epidurale Blutungen sowie Instabilitäten des benachbarten kranialen Segmentes [35]. Bei der transforaminalen lumbalen interkorporellen Fusion (TLIF) handelt es sich um eine von Harms und Jeszenszky [35] 1998 beschriebene Operationstechnik zur Spondylodese lumbaler Bewegungssegmente, die wie die PLIF bei Spondylolisthesen und degenerativen Erkrankungen eingesetzt wird. Diese Operationstechnik wird seit 1997 als Alternative zur PLIF und ALIF in der Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie der Westfälischen Wilhelms - Universität Münster angewandt.

Die transforaminale lumbale interkorporelle Fusion ist eine Weiterentwicklung der PLIF. Sie ermöglicht ebenfalls eine Stabilisierung von Wirbelsäuleninstabilitäten und Dekompression der neuralen Strukturen ohne ventralen Zugang. Das Grundprinzip ist hierbei eine einseitige Öffnung des Foramen intervertebrale anstelle der Laminektomie und eine damit verbundene geringere Traumatisierung als bei einer anterioren oder posterioren lumbalen interkorporellen Fusion [6, 37, 57]. Eine Ausräumung des Bandscheibenfaches und das Einbringen von Knochenspänen sowie das Einbringen eines Cages erfolgt transforaminal anstelle transspinal.

Ziel jeder operativen interkorporellen Fusion ist es, Wirbelsäuleninstabilitäten und Kompressionen neuraler Strukturen zu beseitigen und das erreichte Ergebnis dauerhaft, idealerweise ohne postoperative Korsettbehandlung, durch knöchernen Fusion zu erhalten.

Die Maßgabe, dass jede Behandlungsart dem unbehandelten Verlauf von Wirbelsäuleninstabilitäten überlegen sein sollte, gilt in Hinsicht auf die Abwägung von Nutzen und Risiko insbesondere für eine operative Therapie. Die TLIF stellt in diesem Zusammenhang ein neues operatives Therapieprinzip mit geringerer Traumasetzung dar, welches das operative Risiko und die Nebenwirkungen reduzieren soll.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden die klinischen Ergebnisse der TLIF unter Berücksichtigung der Effektivität und der Komplikationen ausgewertet. Die vorliegende Arbeit soll darüber hinaus Zusammenhänge zwischen verschiedenen Krankheitsbildern und dem Operationsergebnis darstellen. Durch die Anwendung eines etablierten Schmerzfragebogens und Erfassung weiterer Parameter, prä-, postoperativ und im „follow up“, soll der Erfolg der Operation und in der Konsequenz die Wertigkeit der neuen Technik überprüft werden, insbesondere im Vergleich zu den in der Literatur dargestellten Ergebnissen der ALIF und PLIF.

Ziel der Studie soll die Beantwortung folgender Fragen sein:

1. Wie effektiv ist die TLIF im Vergleich zu alternativen Verfahren?  
Wird eine dauerhafte Schmerzreduzierung erreicht?
2. Wie hoch ist die Rate der Komplikationen und Nebenwirkungen in Abwägung von Nutzen und Risiko der Operation?
3. Bestehen Unterschiede im postoperativen Ergebnis bei einer Differenzierung verschiedener Ausgangssituationen (z.B. die Art der Diagnose)?
4. Wie ist die Dauer der stationären Behandlung und die Nachbehandlung verändert?

## **2. Material und Methode**

### 2.1 Operationsmethode

Die TLIF in unilateraler oder bilateraler Technik wurde 1998 von Jürgen G. Harms und Dezö Jeszenszky [35] publiziert und nach ersten Referaten auf internationalen Konferenzen bereits 1997 in der Klinik und Poliklinik für allgemeine Orthopädie in Münster eingeführt. Im Folgenden werden Indikationen, Kontraindikationen, spezifische Komplikationen und die Operationstechnik beschrieben.

#### 2.1.1 Indikationen

Eine Indikation für diese Operationsmethode besteht bei konservativ therapieresistenten segmentalen Instabilitäten, schmerzhaften Osteochondrosen und diskogenen Schmerzen. Eine weitere wesentliche Indikation sind symptomatische Spondylolisthesen in der degenerativen, dysplastischen und lytischen Form. Auch spinale Stenosen mit segmentaler Instabilität mit Claudicatio spinalis und Postnukleotomiesyndrome können mit diesem Operationsverfahren behandelt werden. Die Indikationen bei den Patienten der Studie werden später näher beschrieben.

#### 2.1.2 Kontraindikationen

Fixierte kyphotische und skoliotische Fehlstellungen im Lendenwirbelbereich, anatomische Anomalien im Foramen intervertebrale, ausgeprägte anatomische Engen des Neuroforamen intervertebrale und starke Bandscheibenhöhenminderungen stellen Kontraindikationen dar.

Eine strenge Indikationsstellung sollte grundsätzlich erfolgen, insbesondere im Hinblick auf begleitende psychosomatische Schmerzursachen.

### 2.1.3 Operationstechnik

Die Schnittführung erfolgt dorsal in der Mittellinie der Wirbelsäule. Die Muskulatur wird subperiostal von den Dornfortsätzen abgelöst. Im Bereich der angestrebten Fusion und der benachbarten Segmente wird beidseitig die Querfortsatzebene freigelegt. Mediale Anteile des Ligamentum flavum und die interspinösen Bänder bleiben dabei unversehrt. Nach Darstellung der Facettengelenke werden beidseitig Pedikelschrauben im Bereich der Fusionsstrecke gesetzt. Der optimale Sitz und die Schraubenlänge werden röntgenologisch überprüft. Zur Vordistraktion des Segmentes wird einseitig ein Stab eingebracht. Nun erfolgt die unilaterale Resektion des Facettengelenkes auf der nicht stabtragenden Seite zur Freilegung des Foramen intervertebrale. Die Auswahl der Seite erfolgt im Hinblick auf eine seitenbetonte radikuläre Symptomatik, da gleichzeitig eine Dekompression der Nervenwurzel erfolgt, sowie nach anatomischen Gesichtspunkten, z.B. unter Berücksichtigung einer Skoliose. Bei Spondylolisthesen mit Grad III und IV erfolgt ein bilaterales Vorgehen und eine Laminektomie. Die im Neuroforamen sichtbar werdenden Nervenwurzeln sollten nicht aus ihrer fettgewebigen Umhüllung herauspräpariert werden und der weitere Verlauf nur palpatorisch überprüft werden. Nur bei hochgradigen Spondylolisthesen sollten die Wurzeln während der Reposition dargestellt und kontrolliert werden. Der Duralsack wird nur leicht medial retrahiert und der dorsolaterale Anteil des Anulus fibrosus sowie des dorsalen Längsbandes wird dargestellt. Über diesen Zugang kann das Bandscheibenfach größtenteils ausgeräumt werden. Der operative Zugang ist in den Abbildungen 1-4 nochmals bildlich dargestellt.

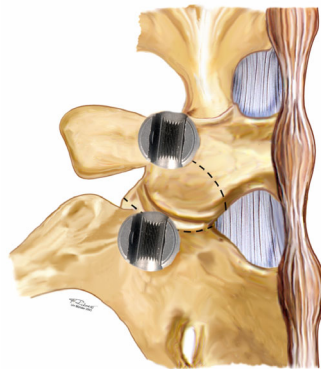


Abb. 1

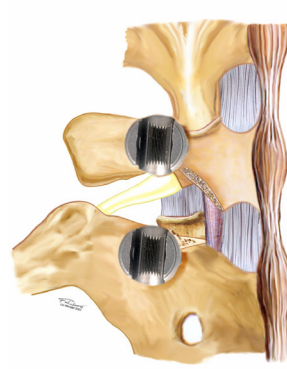


Abb. 2

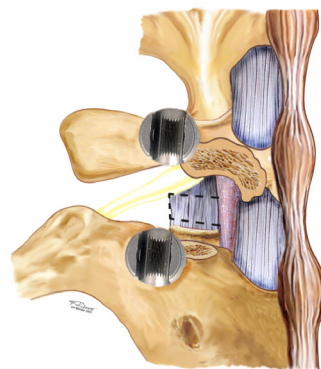


Abb. 3

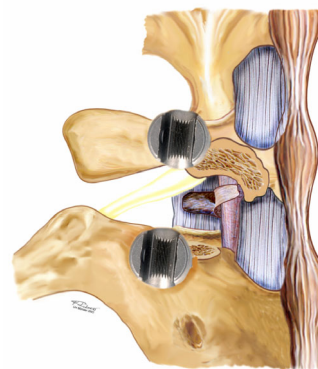


Abb. 4

Nach Ausräumung der Bandscheibe und Entfernung der Knorpelbeläge werden die Deck- und Grundplatten der zu fusionierenden Wirbelkörper dargestellt, damit später ein genaues und stabiles Einbringen des Cages möglich ist. Nach nochmaliger Spreizung des zu fusionierenden Raumes werden die ventralen Kanten der angrenzenden Wirbelkörper mittels Meißels abgetragen und Spongiosa freigelegt, dies begünstigt die spätere knöcherne Fusion. Nach Entnahme von Spongiosa aus dem dorsalen Beckenkamm wird diese in den ventralen Anteil des interkorporellen Raumes eingebracht. Die vordere Begrenzung bildet das erhaltene Ligamentum longitudinale anterius. Nach Einbringung der Spongiosa wird ein nierenförmiger Titancage (Abb. 5) entsprechender Höhe und Breite gewählt und mit Hilfe eines Einbringinstrumentes (Introducer), (Abb. 6), in den Zwischenraum der Wirbelkörper eingebracht. Der Titancage sollte

leicht dorsal in der Hauptbelastungszone der lordotischen Lendenwirbelsäule positioniert werden. Durch die zuvor eingebrachten Knochenspäne kann eine zu weit ventrale Position vermieden werden. Nun werden die Muttern am Stab gelockert. Die zuvor applizierte Distraction wird aufgehoben und das Segment wird mit beiden Stäben komprimiert. Damit ist eine Stabilisierung bzw. Fixierung des Cages gegeben. Abschließend wird kontralateral nach Dekortizierung der Laminae eine mediolaterale Spondylodese angelegt (270° -Fusion). Nach Einlegen einer subfascialen Drainage kann der Wundverschluss über Fasziennaht, Subkutannaht und Hautnaht erfolgen. Zur Überprüfung der Implantatlage werden während und nach der Operation Röntgenkontrollen durchgeführt.



Abb. 5: Cage



Abb. 6: Cage mit Introducer

#### 2.1.4 Vorteile der Operationstechnik

Einen Vorteil dieses Verfahrens stellt das vergleichsweise geringe Trauma dar, da eine interkorporelle Fusion ohne ventralen Zugang und ohne

Laminektomie erfolgen kann. Anders als bei der posterioren, lumbalen, interkorporellen Fusion ist nur eine einseitige Resektion der Gelenkfortsätze notwendig. Vulnerable Strukturen wie Dura und Nervenwurzeln sowie das Ligamentum flavum und Ligamentum interspinosum werden geschont. So können epidurale Blutungen und Vernarbungen reduziert werden. Eine Dekompression der nervalen Strukturen durch eine Erweiterung des Foramen intervertebrale ist möglich. Das anatomische Wirbelsäulenprofil kann wiederhergestellt werden und eine Primärstabilität lässt sich erreichen. Durch den Erhalt der Laminae und der Dornfortsätze entsteht keine Instabilität der Nachbarsegmente. Nach der Operation ist eine Frühmobilisation möglich und es kann weitestgehend auf eine Nachbehandlung mit Rumpfgips oder Korsett verzichtet werden. Im Vergleich zum zweizeitigen dorso-ventralen Vorgehen kann der stationäre Aufenthalt verkürzt werden [35].

#### 2.1.5 Nachteile der Operationstechnik

Nachteilig bei diesem Verfahren ist eine begrenzte Korrekturmöglichkeit bei stark gesintertem Bandscheibenfach und ankylosiertem Segment sowie bei Kontraktur des Ligamentum longitudinale anterius. Zudem ist eine epidurale und perineurale Narbenbildung nicht vollkommen ausschließbar, im Vergleich zur posterioren lumbalen interkorporellen Fusion jedoch geringer. Weiter besteht die Möglichkeit einer Nervenwurzelverletzung im Neuroforamen, woraus postoperative Radikulopathien resultieren können. Insgesamt ist festzuhalten, dass es sich bei dieser Operationsmethode um einen technisch aufwendigen und anspruchsvollen Eingriff handelt.



## 2.2. Komplikationsmöglichkeiten der Methode

### 2.2.1. Potentielle intraoperative Komplikationen

Eine mögliche Komplikation stellt eine Verletzung der Dura dar, welche bei der Präparation und beim Einsetzen des Cages auftreten kann. Weiter besteht die Gefahr von Gefäßverletzungen im Abdominalbereich bei Verletzung des Ligamentum longitudinale anterius. Dies kann bei der Anfrischung der ventralen Wirbelkörperkanten oder auch bei der Ausräumung der Bandscheibe geschehen. Intraoperativ auftretende epidurale oder intraforaminale Blutungen sind ebenfalls als Komplikation zu berücksichtigen. Diese sind durch bipolare Koagulation oder bei stärkeren Blutungen mit Kollagen- und Fibrinklebern zu beherrschen. Bei Osteoporose sollte darauf geachtet werden, dass keine zu große Distraction erfolgt, da sonst die Gefahr einer intraoperativen Schraubendislokation besteht. Bei der Bandscheibenentfernung können Probleme bei ausgeprägter Verdichtung des Bandscheibenraumes mit bestehender Ankylose bestehen. In diesem Fall kann die Distraction des Segmentes erschwert sein. Eine physiologische Wirbelsäulenkontur kann dann nicht zufriedenstellend erreicht werden. In solch einem Fall ist es sinnvoll eine ALIF durchzuführen.

### 2.2.2. Potentielle postoperative Komplikationen

Wie nach jeder Operation kann postoperativ eine Infektion entstehen. Ist diese oberflächlich, ist nur eine offene Wundbehandlung nötig. Liegt aber ein tiefer Infekt vor, muss eine Revision des operierten Segmentes erfolgen. Die Entstehung einer Pseudoarthrose mit Lockerung des Implantates ist möglich. In solch einem Fall ist eine Revision der Pedikelschrauben und eine anteriore Implatation eines neuen Cages erforderlich. Auch

postoperative Dislokationen eines Cages können auftreten. Ist während der Operation zu viel von den Endplatten abgetragen worden, besteht die Gefahr, daß der Cage einsinken kann. In den beiden letztgenannten Fällen kann es dann zu einem Korrekturverlust oder einer Pseudoarthrose kommen. Wird erst postoperativ eine Fehllage der Pedikelschrauben festgestellt, muss nochmals operativ korrigiert werden.

### 2.3. Patientengut

In die Studie wurden 48 Patienten eingeschlossen, die sich zwischen September 1997 und August 1999 einer TLIF unterzogen. Es handelt sich dabei um die ersten Patienten, die 1997 nach Einführung der Methode operiert wurden. Mittlerweile wurde die Technik bei mehr als 80 Patienten angewandt. Weitere vier Patienten wurden zwar operiert, konnten aber nicht in die Studie eingeschlossen werden, da sie für spätere Nachuntersuchungen nicht zur Verfügung standen.

Bei den 48 Patienten handelt es sich um 26 Frauen und 22 Männer. Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Operation betrug 45,5 Jahre. Der jüngste Patient war zu diesem Zeitpunkt 12 Jahre und 10 Monate, der älteste 82 Jahre und 4 Monate alt.

Bei 15 Patienten bestand ein Zustand nach einer vorausgehenden Operation der Wirbelsäule. Dabei handelte es sich in 13 Fällen um eine offene Bandscheibenoperation in Form einer Nukleotomie. Eine Patientin wurde mit einer minimal-invasiven Thermokoagulation der Facettengelenke vorbehandelt und in einem weiteren Fall war zuvor eine Laservaporisation der Bandscheibe durchgeführt worden.

Die Grundlage dieser Studie bildet die prospektive Erhebung des klinischen Operationsergebnis mittels Oswestry-Disability-Index (ODI) sowie einer visuellen Analogskala (VAS). Zusätzlich wurden Krankenakten,

Operationsberichte, Anästhesieprotokolle sowie angefertigte Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule ausgewertet.

Zur Erhebung der klinischen Daten und Befunde wurden prospektiv Angaben über Geschlecht, Alter und Aufnahmebefund sowie über vorausgehende Behandlungsmaßnahmen der Patienten erfasst. Den Operations- und Anästhesieprotokollen wurden retrospektiv Angaben zur Operations- und Anästhesiedauer und zum Blutverlust entnommen. Die intra- und postoperativen Komplikationen sowie die Dauer des stationären Aufenthalts und die postoperativen Hilfsmittelversorgungen (Gips, Korsett) konnten durch Angaben in den Krankenakten ergänzt werden .

## 2.4. Evaluation der Schmerzsituation

### 2.4.1. Oswestry - Disability - Index: Aufbau

Hauptziel dieser Arbeit ist es, anhand eines kreuzschmerzspezifischen, international verbreiteten Standardfragebogens, das Operationsergebnis der Patienten zu bewerten. Ausgewertet wurden Daten zu folgenden Zeitpunkten: präoperativ, 3, 6, 12, 24 Monate postoperativ sowie bis zu 4 Jahren postoperativ. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum beträgt 36 Monate.

Erstmalig beschrieben wurde der Oswestry-Disability-Index 1980 von Fairbanks et al. [18]. Der Fragebogen wurde entwickelt, um bei Rückenschmerzen eine objektive, reproduzierbare und vergleichbare Evaluationen zu ermöglichen. Der Bogen wurde für unsere Studie unter Mithilfe eines „Native-speakers“ aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt. Eine validierte Version in deutscher Sprache gibt es bisher noch nicht.

Um mehr Akzeptanz bei den Patienten zu erreichen, wurden die Fragen auf farbigem Papier gedruckt.

Der Fragebogen ist unterteilt in zehn Abschnitte, die sich auf den Schmerzzustand und die dadurch bedingten Einschränkungen bei essentiellen Aktivitäten im Alltag beziehen. Jeder Abschnitt beinhaltet sechs Antwortmöglichkeiten, wobei immer eine Steigerung der Einschränkung zur vorherigen Antwort vorhanden ist. Der Patient soll in jedem Abschnitt die für ihn zutreffende Antwortmöglichkeit ankreuzen. Zusätzlich ist im Anhang des Fragebogens eine visuelle Analogskala von eins bis zehn hinzugefügt worden, die sich auf die Gesamtschmerzbewertung des Patienten bezieht. Dies ist kein Bestandteil des ursprünglichen Oswestry-Disability-Score.

Weiter wurde der Name des Patienten, die Art der Operation, das Operationsdatum und der Zeitpunkt der Erfassung notiert.

#### 2.4.2. Fragebogen des ODI

Name	Fragebogen „Rückenschmerz“ (Oswestry - Score)	Operations - Datum
------	---	--------------------

Vor Operation ( )    Nach Operation ( )

**Anweisung:** Bitte bei den Punkten 1-10 je eine Auswahlmöglichkeit für Ihren jetzigen Beschwerdezustand ankreuzen!

- | <u>1. Schmerzintensität</u>   | <u>Punkte</u> |
|---|---------------|
| - Ich toleriere den Schmerz gut ohne Gebrauch von Schmerzmedikamenten.....        | (0)           |
| - Der Schmerz ist stark, aber ich komme ohne Schmerzmedikamente aus .....         | (1)           |
| - Schmerzmedikamente führen zur kompletten Beschwerdefreiheit.....                | (2)           |
| - Schmerzmedikamente führen zur Beschwerdeminderung.....                          | (3)           |
| - Schmerzmedikamente führen nur zu wenig Beschwerdeminderung.....                 | (4)           |
| - Schmerzmedikamente führen zu keiner Beschwerdeminderung und bringen nichts .... | (5)           |

## 2. Körperpflege (waschen, anziehen, etc.)

- Ich kann mich gut selbst versorgen ohne zusätzlichen Schmerz zu verursachen..... (0)
- Ich kann mich gut selbst versorgen, aber es erzeugt zusätzlich Schmerzen..... (1)
- Es ist schmerzhaft sich selbst zu versorgen, ich bin langsam und vorsichtig..... (2)
- Ich brauche manchmal Hilfe, aber ich versorge mich meistens selbst..... (3)
- Ich brauche jeden Tag Hilfe in den meisten Angelegenheiten der Pflege..... (4)
- Ich kann mich nicht selbst anziehen, waschen mit Schwierigkeiten und bleibe im Bett (5)

## 3. Gewichte heben

- Ich kann schwere Gewichte heben ohne zusätzlichen Schmerz..... (0)
- Ich kann schwere Gewichte heben, aber mit zusätzlichen Schmerz..... (1)
- Schmerzen halten mich vom Heben schwerer Gewichte vom Boden ab, aber ich kann es machen wenn sie günstig liegen, z.B. auf dem Tisch..... (2)
- Schmerzen halten mich vom Heben schwerer Gewichte vom Boden ab, aber ich kann leichte bis mittelschwere Gewichte heben wenn sie günstig liegen..... (3)
- Ich kann nur sehr leichte Gewichte heben..... (4)
- Ich kann gar nichts heben oder tragen..... (5)

## 4. Gehstrecke / Hilfen

- Ich habe überhaupt keine Schmerzen beim Gehen..... (0)
- Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 1000 m gehen..... (1)
- Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 500 m gehen..... (2)
- Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 200 m gehen..... (3)
- Ich kann nur mit Gehstock oder -stütze laufen..... (4)
- Ich liege die meiste Zeit in Bett und muß zur Toilette kriechen..... (5)

## 5. Sitzen

- Ich kann in jedem Stuhl so lange sitzen wie ich möchte..... (0)
- Ich kann nur in einem speziellen Stuhl so lange sitzen wie ich möchte..... (1)
- Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 1 Stunde sitzen..... (2)
- Ich kann vor Schmerzen nicht länger als 30 Minuten sitzen..... (3)
- Ich kann vor Schmerzen nicht länger als 10 Minuten sitzen..... (4)
- Ich kann vor Schmerzen überhaupt nicht sitzen..... (5)

## 6. Stehen

- Ich kann stehen solange ich möchte ohne zusätzliche Schmerzen..... (0)
- Ich kann stehen solange ich möchte aber mit zusätzlichen Schmerzen..... (1)
- Ich kann vor Schmerzen nicht länger als 1 Stunde stehen..... (2)
- Ich kann vor Schmerzen nicht länger als 30 Minuten stehen..... (3)
- Ich kann vor Schmerzen nicht länger als 10 Minuten stehen..... (4)
- Ich kann vor Schmerzen überhaupt nicht stehen..... (5)

## 7. Schlafen

- Schmerzen stören meinen Schlaf nicht..... (0)
- Ich kann nur gut schlafen, wenn ich Tabletten einnehme..... (1)
- Selbst wenn ich Tabletten einnehme, kann ich nicht länger als 6 Stunden schlafen..... (2)
- Selbst wenn ich Tabletten einnehme, kann ich nicht länger als 4 Stunden schlafen..... (3)
- Selbst wenn ich Tabletten einnehme, kann ich nicht länger als 2 Stunden schlafen..... (4)
- Ich kann vor Schmerzen kaum schlafen..... (5)

## 8. Sexualeben

- Mein Sexualeben ist normal und verursacht keine zusätzlichen Schmerzen..... (0)
- Mein Sexualeben ist normal, aber es verstärkt meine Schmerzen..... (1)
- Mein Sexualeben ist nahezu normal, aber es ist sehr schmerzhaft.....(2)
- Mein Sexualeben ist erheblich eingeschränkt durch Schmerzen..... (3)
- Mein Sexualeben ist nahezu unmöglich durch Schmerzen..... (4)
- Schmerzen lassen ein Sexualeben nicht zu..... (5)

## 9. Soziale Stellung

- Mein soziales Leben ist normal und verursacht keine zusätzlichen Schmerzen..... (0)
- Mein soziales Leben ist normal, aber es verstärkt meine Schmerzen..... (1)
- Schmerzen haben keine wesentlichen Auswirkungen auf mein soziales Leben,  
abgesehen von Einschränkungen meiner sportlichen Tätigkeiten..... (2)
- Schmerzen schränken mein soziales Leben ein, ich gehe selten aus..... (3)
- Schmerzen beschränken mein soziales Leben auf zu Hause..... (4)
- Ich habe durch meine Schmerzen kein soziales Leben..... (5)

## 10. Mobilität

- Ich kann überall hinfahren ohne zusätzliche Schmerzen..... (0)
- Ich kann überall hinfahren, aber es verursacht zusätzliche Schmerzen..... (1)
- Der Schmerz ist schlimm, aber ich kann mehr als 2 Stunden fahren..... (2)
- Schmerzen halten mich vom Fahren, die mehr als 1 Stunde dauern, ab..... (3)
- Schmerzen beschränken mich auf kurze Fahrten unter 30 Minuten..... (4)
- Schmerzen lassen gerade nur Fahrten zum Arzt oder Krankenhaus zu..... (5)

## 11. Schmerzbewertung

von 0 = keine Schmerzen über 5 = mäßige Schmerzen bis 10 = sehr starke Schmerzen.

Bitte ankreuzen!

(0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)

### 2.4.3. Auswertung des ODI

Jeder Abschnitt bietet sechs Antwortmöglichkeiten mit einer Bewertung von null bis fünf, wobei fünf jeweils die höchste Einschränkung, bzw. Behinderung darstellt. Nachdem der Fragebogen ausgefüllt ist, werden alle Punkte der einzelnen Abschnitte addiert. Die Summe wird verdoppelt und man erhält einen Prozentwert. Ist ein Abschnitt nicht ausgefüllt, da die Frage für den Patienten nicht in Betracht kommt (z.B. Frage 8: Sexualeben), kann die Punktsumme durch Dividieren (Anzahl der maximal

erreichbaren Punktwertes) und Multiplizieren (x100) als Prozentwert berechnet werden. Wenn ein Patient in einem Abschnitt zwei Antwortmöglichkeiten angekreuzt haben sollte, wurde der niedrigere Wert berücksichtigt.

Beispiel:

Ein Patient hat neun Fragen beantwortet und die Summe der beantworteten Fragen ergibt 27. Der maximal erreichbare Punktwert ist in diesem Fall 45.

$$\text{Berechnung: } \frac{27 \text{ (Summe)}}{45 \text{ (maximal erreichbare Punktwert)}} \times 100 = 60\%$$

#### 2.4.4. Klinische Bewertung des ODI

In Anlehnung an Fairbanks et al. [18] erfolgt nach Berücksichtigung der Prozentwerte eine Einteilung in fünf Gruppen.

##### Gruppe 1: 0%-20% - Minimale Einschränkung

In dieser Gruppe können die Patienten die meisten alltäglichen Aktivitäten bewältigen. Meistens ist keine Behandlung indiziert. Die Patienten sollten aber vorsichtig heben, eine richtige Sitzhaltung einnehmen, sich körperlich fit halten und auf ein angemessenes Körpergewicht achten. In dieser Gruppe sind einige Patienten, die teilweise Schwierigkeiten beim Sitzen haben. Dies ist vor allem dann von Bedeutung, wenn eine überwiegend sitzende Berufstätigkeit vorliegt.

##### Gruppe 2: 20% - 40% : Mäßige Einschränkung

Diese Gruppe hat mehr Schmerzen und Probleme beim Sitzen, Heben und Stehen. Reisen und soziales Leben ist schwieriger und die Arbeitsfähigkeit ist häufiger eingeschränkt. Die Körperpflege, das Sexualleben und das

Schlafen ist kaum betroffen. Die Rückenbeschwerden können konservativ behandelt werden.

**Gruppe 3: 40% - 60% : Schwere Einschränkung**

Schmerz ist das Hauptproblem der Patienten dieser Gruppe. Fortbewegung, Körperpflege, Sozialleben, Sexualleben und Schlaf sind betroffen. Diese Patienten benötigen eine genaue Untersuchung, ob eine operative Therapie indiziert ist.

**Gruppe 4: 60% - 80% : Behinderung**

Der Rückenschmerz wirkt sich auf alle Lebenssituationen aus, zu Hause und bei der Arbeit. Eine Einschränkung ist in allen Lebenslagen gegeben. Eine Operationsindikation ist wahrscheinlich. Alternativ ist eine intensive Schmerztherapie erforderlich.

**Gruppe 5: 80% - 100% : Schwere Behinderung**

Diese Patienten sind durch starke Schmerzen entweder an das Bett gebunden oder überschätzen ihre Symptome. Dies sollte während der medizinischen Untersuchung beobachtet und bewertet werden.



### **3. Ergebnisse**

#### **3.1. Präoperative Diagnosen und Befunde**

Bei allen in die Studie eingeschlossenen Patienten erfolgte eine prospektive Dokumentation der präoperativen Diagnosen. Die Auswertung ergab folgende Ergebnisse:

Zunächst wurde bei den präoperativen Diagnosen zwischen der lytischen Spondylolisthesis als „Wirbelsäulendeformität“ im weitesten Sinne und den degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen unterschieden. Eine lytische Spondylolisthesis bestand bei 23 Patienten. Eine Gradeinteilung der Spondylolisthesen nach Meyerding ergab folgende Ergebnisse: Grad I lag bei vier und Grad II bei sieben Patienten vor. Grad III wurde in sechs Fällen diagnostiziert und in einem Fall Grad IV.

Bei 25 Patienten lag eine degenerative Wirbelsäulenerkrankung vor. Die häufigste Erkrankung ist die degenerative Spondylolisthesis, die bei zehn Patienten festzustellen war. Ferner lag bei sechs Patienten eine Spinalstenose mit Segmentinstabilität und bei weiteren sechs Patienten ein Postnukleotomiesyndrom vor. Ebenfalls zählte das diskogene Schmerzsyndrom zu den degenerativen Diagnosen, welches bei drei Patienten vorlag.

Als Nebenbefund, was für die postoperative Nachbehandlung von Bedeutung ist, lag in zwei Fällen eine Osteoporose vor.

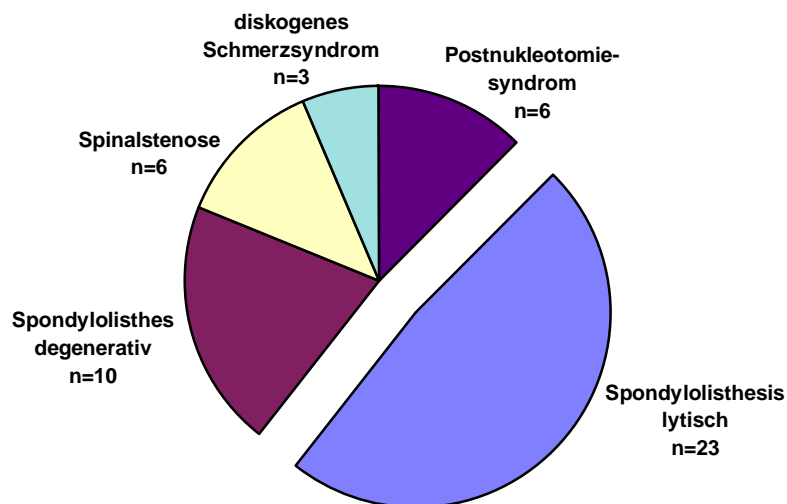


Abbildung 7: präoperative Diagnosen (n=48)

Als unerlässlich in der präoperativen Diagnostik stellen sich Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen dar. Dazu gehören anterior-posteriore und seitliche Aufnahmen. Zusätzlich werden auch Funktionsröntgenbilder angefertigt (in Inklination und Reklination). Da die Röntgendiagnostik insbesondere bei degenerativen Erkrankungen allein nicht ausreichend ist, wurden präoperativ weitere diagnostische Maßnahmen durchgeführt. Bei 45 Patienten wurden die zusätzlichen präoperativen Untersuchungen dokumentiert.

Bei 24 Patienten wurde eine Diskographie durchgeführt und bei 19 Patienten eine Magnetresonanztomographie. In weiteren zwölf Fällen wurde eine Myelographie durchgeführt. Die Computertomographie fand nur bei fünf Patienten Anwendung, immer in Kombination mit einer Myelographie oder Diskographie. Bei fünf Patienten mit lytischen Spondylolisthesen war ein zusätzliches bildgebendes Verfahren nicht erforderlich.

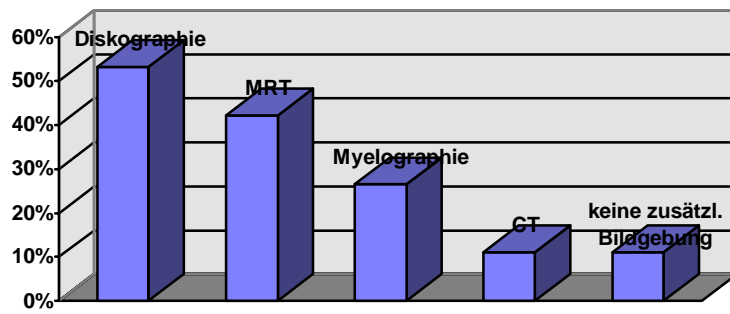


Abbildung 8: präoperative bildgebende Verfahren (n=48)

### 3.2. Präoperatives Beschwerdebild

Das globale Verhältnis von Rückenschmerz zu Beinschmerz ergab im Durchschnitt 64% : 36%.

Die Beschwerdebilder stellten sich im einzelnen folgendermaßen dar: Bei 42 Patienten wurde präoperativ eine Lumboischialgie diagnostiziert, wobei diese bei 20 Patienten einseitig und bei 7 Patienten beidseitig lokalisiert waren. Ein pathologischer neurologischer Befund war zusätzlich bei 19 Patienten zu vermerken. Reine Lumbalgien traten bei sechs Patienten auf. Die neurologischen Befunde waren Hyposensibilitäten, Parästhesien, Vorfußheberschwächen und Fußsenkerschwächen. In einem Fall bestand eine Quadricepsschwäche und eine Femoralgie.

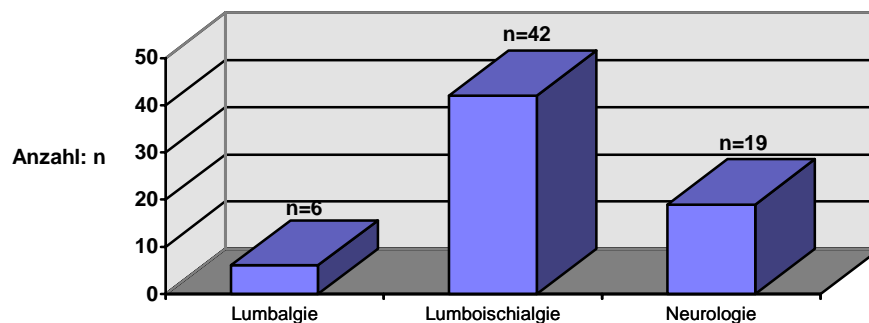


Abbildung 8: präoperative Beschwerdebilder (n=48)

### 3.3. Operative Eingriffe

Bei der Auswertung der Operationsdaten ist zunächst eine Unterteilung in monosegmentalen und mehrsegmentalen Fusionsstrecken zu berücksichtigen. Von den 48 Patienten erfolgte in 34 Fällen ein monosegmentaler und bei 14 Fällen ein mehrsegmentaler Eingriff. Davon sind zwölf Patienten in zwei Segmenten und zwei in drei Segmenten fusioniert worden. Bei den monosegmentalen Eingriffen ist bei 22 Patienten eine Fusion im Segment L5/S1 durchgeführt worden. In acht Fällen war ein monosegmentaler Eingriff bei L4/L5 und in vier Fällen bei L3/L4 erforderlich. Eine bisegmentale Fusionsstrecke lag in neun Fällen von L4-S1 und in zwei Fällen von L3-L5 vor. Bei den Patienten, bei denen drei Segmente fusioniert wurden, war die Fusionsstrecke L3-S1. In den letztgenannten wurden nicht alle Segmente mit einem Cage versorgt.

#### 3.3.1. Operationsdauer

Der Gesamtdurchschnitt der Operationsdauer betrug 205 Minuten. Ein monosegmentaler Eingriff hatte eine Dauer von 110 Minuten bis maximal 240 Minuten, dies bedeutet im Durchschnitt eine Dauer von 185 Minuten. Ein mehrsegmentaler Eingriff hatte eine Dauer von 170 bis maximal 310 Minuten, was einen Durchschnitt von 243 Minuten ergab. Es konnte festgestellt werden, dass die Operationsdauer bei mehrsegmentalen Eingriffen signifikant höher ist als bei monosegmentalen Eingriffen ( $p \leq 0,01$ ).

#### 3.3.2. Intraoperativer Blutverlust

Der gesamt durchschnittliche Blutverlust betrug 633 ml. Bei der Unterscheidung zwischen monosegmentalen und mehrsegmentalen

Fusionen ist nur ein geringer Unterschied festzustellen. Bei einem monosegmentalen Eingriff lag der durchschnittliche Blutverlust bei 605ml (150-1500ml) und bei einem mehrsegmentalen Eingriff bei 698ml (200-1500ml). Ein signifikanter Unterschied des Blutverlustes zwischen monosegmentalen und mehrsegmentalen Eingriffen konnte nicht festgestellt werden.

	<b>Monosegmental</b>	<b>Mehrsegmental</b>	<b>Gesamt</b>
<b>OP-Dauer in Min.</b>	185 (110-240)	243 (170-310)	205
<b>Blutverlust in ml</b>	605 (150-1500)	698 (200-1500)	633

Tabelle 1: Übersicht über Operationsdauer und Blutverlust

### 3.3.3. Intraoperative Komplikationen

Bei allen Patienten der Studie traten keine bedeutsamen intraoperativen Komplikationen auf.

## 3.4. Postoperative Auswertungen

### 3.4.1. Postoperative stationäre Verweildauer

Der Gesamtdurchschnitt des postoperativen stationären Aufenthaltes lag bei 17,3 Tagen. Es konnte festgestellt werden, dass hierbei nur ein minimaler Unterschied zwischen monosegmentalen und mehrsegmentalen Eingriffen bestand. Bei den monosegmentalen Eingriffen lag der Durchschnitt bei 15,6 Tagen (8-24Tage) und bei den mehrsegmentalen Eingriffen bei 16,1 Tagen (14-21 Tage). Im Falle von postoperativen Komplikationen verlängerte sich

der stationäre Aufenthalt bei monosegmentaler Fusion auf 30,8 Tage (16-58 Tage). Dabei ist darauf hinzuweisen, dass bei den von uns untersuchten Patienten, eine Revision nur bei Patienten nach monosegmentaler Fusion erforderlich war, was einen verlängerten Klinikaufenthalt zu Folge hatte. Schwerwiegende postoperative Komplikationen waren nach mehrsegmentalen Fusionen nicht zu beobachten.

### 3.4.2. Postoperative Nachbehandlung

Die postoperative Nachbehandlung erfolgte bei 34 Patienten ohne Hilfsmittel und bei 14 Patienten mit Rumpfgipsen, Korsetten oder Miedern. Entscheidend über die Art der Nachbehandlung ist letztlich das Ausmaß der fusionierten Strecke sowie die Knochenqualität. Die Entscheidung wurde individuell vom Operateur getroffen. Eine Nachbehandlung mit zusätzlicher Stützung der fusionierten Wirbelsäule mittels Rumpfgips ist nur in zwei Fällen durchgeführt worden. Die Nachbehandlung erfolgte zunächst für vier Monate mit einem Rumpfgips und für weitere drei Monate mit einem Korsett. Die zusätzliche Stabilisierung war aufgrund einer bestehenden Osteoporose erforderlich.

In sechs Fällen war eine Nachbehandlung mit einem Polyethylenkorsett für einen durchschnittlichen Zeitraum von drei Monaten erforderlich. Darüber hinaus fand in fünf Fällen das Hohmann-Überbrückungsmieder zur postoperativen Entlastung der fusionierten Lendenwirbelsäule Anwendung.

Bei allen anderen Patienten war keine zusätzliche äußere Stabilisierung erforderlich und die Nachbehandlung konnte frei erfolgen. Patienten, bei denen L5/S1 in die Fusion eingeschlossen war, benutzten zur Vermeidung einer Überbelastung des fusionierten Segmentes eine Toilettenerhöhung

sowie ein Keilsitzkissen und mussten ein „tiefes Sitzen“ vermeiden, das heißt eine maximale Hüftbeugung von 45° nicht überschreiten.

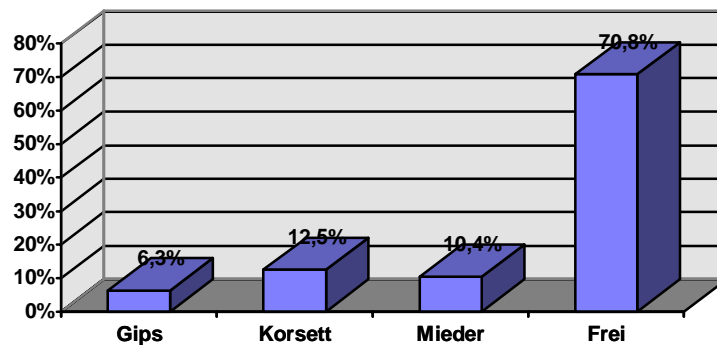


Abbildung 10: Die verschiedenen Arten der Nachbehandlung (n=48)

### 3.5. Postoperative Komplikationen

Postoperativ sind bei fünf Patienten Komplikationen aufgetreten. Bei drei Patienten war eine Revision der vorausgegangenen Operation erforderlich. Bei einer Patientin bestand nach der Operation ein tiefer Infekt des fusionierten Segmentes. 14 Tage postoperativ erfolgte eine Revision mit Metallentfernung. Die Infektion konnte unter erneuter Revision und intravenöser Antibiose zur Ausheilung gebracht werden. Eine erneute Instrumentation erfolgte nicht (straffe Pseudoarthrose).

In einem zweiten Fall trat postoperativ ein kontralateraler Bandscheibenvorfall auf. Zu erklären ist dieser Vorfall damit, dass bei der Operation die Bandscheibe nicht vollständig entfernt wurde und Reste des Anulus fibrosus beim Einbringen des Cages in Richtung des kontralateralen Neuroforamens geschoben wurde. Acht Tage nach der Fusion konnte durch eine offene Revision auf der kontralateralen Seite der Bandscheibenrest

vollständig ausgeräumt werden. Nach diesem zweiten Eingriff war der Patient beschwerdearm.

Bei einer dritten Patientin war eine Revision aufgrund einer bestehenden Sensibilitätsstörung und radikulären Schmerzsymptomatik auf der Seite der durchgeführten TLIF notwendig. Durch eine Revision mit Spülung und Dekompression der Nervenwurzel konnte das Sensibilitätsempfinden wiederhergestellt werden. Bis zum Spät-follow up bestanden jedoch noch Restschmerzen im Bein.

In zwei weiteren Fällen ist postoperativ eine persistierende Ischialgie durch Radikulitis auf der Seite der TLIF zu vermerken. Bei diesen Patienten wurde von einer Revision der Nervenwurzeln abgesehen und erfolgreich mit Corticoid-Injektionen behandelt.

Eine Instrumentenlockerung oder ein Instrumentenbruch verbunden mit einer Pseudoarthrose ist im bisherigen Nachuntersuchungszeitraum nach Durchsicht der Röntgenbilder nicht als postoperative Komplikation beobachtet worden. Eine weitere detaillierte Analyse der Röntgenbilder erfolgte in dieser Arbeit nicht.

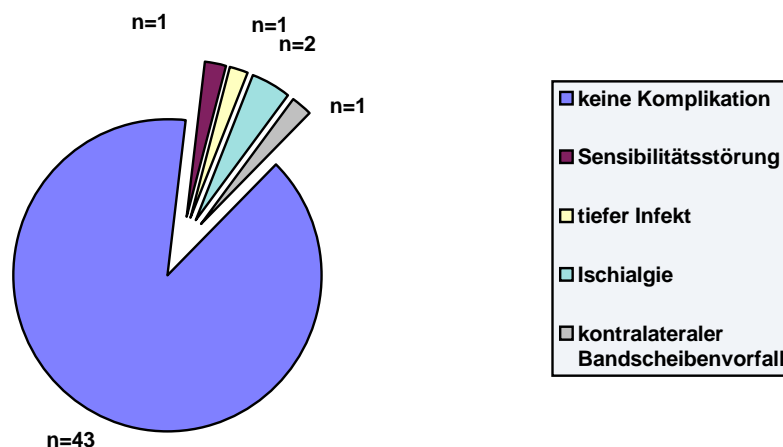


Abbildung 11: postoperative Komplikationen (n=48)



## 3.6. Auswertung

### 3.6.1. Zeitpunkte der Datenerfassung

Der verwendete Fragebogen, der Oswestry-Disability-Score, wurde von den Patienten präoperativ, drei, sechs, zwölf und vierundzwanzig Monate sowie maximal bis zu vier Jahren postoperativ ausgefüllt. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug 36 Monate. Aufgrund der Streuung der Operationsdaten konnten im Nachuntersuchungszeitraum nicht alle Patienten evaluiert werden. Das Mindestfollow up liegt bei 32 von 48 Patienten vor.

### 3.6.2. Statistisches Verfahren

Die Auswertung und Überprüfung von Signifikanzen erfolgte mit Hilfe des T-Tests (nach Student) für verbundene, bzw. über unverbundene Stichproben. Um Mittelwertvergleiche von Stichproben mit dem T-Test durchführen zu können, müssen diese normalverteilt sein. Die Normalverteilung beschreibt einen Zustand, bei dem sich die meisten Werte um den Mittelwert gruppieren, während die Häufigkeiten nach beiden Seiten gleichmäßig abfallen (Gaußverteilung). Exakt normalverteilte Werte kommen in der Praxis so gut wie nie vor. So gilt es festzustellen, ob die Werte hinreichend normalverteilt sind, d.h. die gegebene Verteilung der Mittelwerte nicht signifikant von der Normalverteilung abweicht.

Die Überprüfung der Mittelwerte auf Normalverteilung wurde mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Test (K-S-Test) durchgeführt. Es wurden alle Probandengruppen in ihren möglichen Konstellationen auf Normalverteilung geprüft. Bei allen Gruppen lag eine Normalverteilung vor und die weitere Auswertung konnte mit dem T-Test erfolgen.

### 3.7. Auswertung des Oswestry-Disability-Index und VAS

#### 3.7.1. Gesamtkollektiv

Der durchschnittliche ODI lag präoperativ bei 50% (Min./Max.: 8% / 96%). In der Einteilung nach Fairbanks sind dies Patienten mit „schweren Einschränkungen“ und eine operative Therapie ist nicht zwingend erforderlich. Erst nach einer genauen Untersuchung wurde die Indikation für einen operativen Eingriff gestellt. Postoperativ zeigte sich eine signifikante Verbesserung des ODI während des gesamten Nachuntersuchungszeitraumes ( $p \leq 0,01$ ). Drei Monate postoperativ lag der ODI bei 31% (Min./Max.: 0%/ 72%), was jedoch nur als relative Verbesserung zu sehen ist und sechs Monate postoperativ bei 24% (Min./Max.: 0%/ 66%). Auch zwischen dem dreimonatigen und sechsmonatigen postoperativen Befund konnte eine signifikante Verbesserung des ODI vermerkt werden ( $p \leq 0,05$ ). Im follow up nach zwölf Monaten sowie in den darauf folgenden Nachuntersuchungen ist eine leichte kontinuierliche Verschlechterung des ODI festzustellen. Der mittlere ODI nach zwölf Monaten beträgt 28% (Min./Max.: 0%/ 72%), nach 24 Monaten 31% (Min./Max.: 0%/ 96%) und im Langzeitergebnis, das heißt in Durchschnitt nach drei Jahren, steigt er auf 35,5% (Min./Max.: 0%/ 84%) an. Dabei liegt eine signifikante Verschlechterung zwischen dem follow up nach 24 Monaten und dem spätesten follow up vor. Dies zeigt, dass im Langzeitergebnis nur eine relative Verbesserung erreicht werden konnte, da bei einem ODI von 35% immer noch eine „mäßige Einschränkung“ für die Patienten vorliegt.

Das Minimum liegt nach sechs, zwölf und 24 Monaten bei 0% und nach der letzten Untersuchung bei 2%. Die Maximalwerte liegen nach drei und zwölf Monaten jeweils bei 72%, nach sechs Monaten bei 66%, nach 24 Monaten bei 96% und nach der letzten Untersuchung bei 84%. Die Entwicklung des

ODI mit Standardabweichungen während des Untersuchungszeitraum wird in Abbildung 12 nochmals graphisch dargestellt.

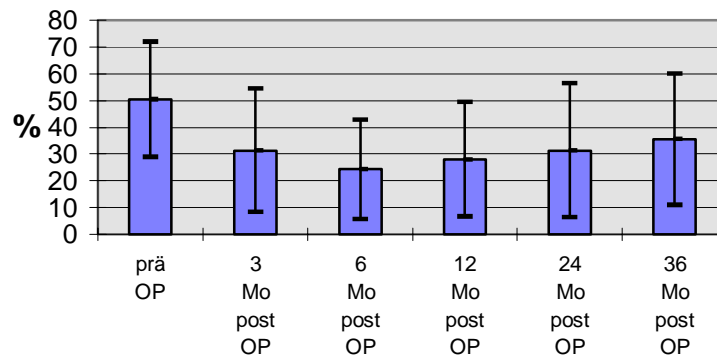


Abbildung 12: Durchschnittlicher ODI aller Patienten (n=48)

### 3.7.2. ODI unter Berücksichtigung der präoperativen Diagnosen

Bei der Nachuntersuchung stellt sich die wichtige Frage, ob Differenzen zwischen den postoperativen Ergebnissen bei unterschiedlichen Krankheitsbildern bestehen. In dieser Studie ist das Patientenkollektiv anhand der präoperativen Diagnosen in zwei Gruppen eingeteilt worden: 1. Patienten mit lytischen Spondylolisthesen und 2. Patienten mit einer degenerativen Wirbelsäulenerkrankung. Dabei waren 23 Patienten in die erste Gruppe und 25 Patienten in die zweite Gruppe einzuordnen.

In beiden Gruppen ist im Durchschnitt zu jedem postoperativen Zeitpunkt eine signifikante Verbesserung im Vergleich zum präoperativen ODI festzustellen. In der Gruppe der Spondylolisthesen ist  $p \leq 0,01$  und in der Gruppe der degenerativen Erkrankungen ist  $p \leq 0,05$ . Eine signifikante Verschlechterung zwischen dem 24-monatigem und dem spätesten follow up stellte sich ebenfalls in beiden Gruppen dar ( $p \leq 0,05$ ).

Der durchschnittliche präoperative ODI bei den Spondylolisthesen lag bei 41,7% (Min./Max.: 8%/ 90%) und konnte nach drei Jahren postoperativ um

10% auf durchschnittlich 31,7% (Min./Max.: 2%/ 84%) verbessert werden. Präoperativ lag der ODI bei den degenerativen Erkrankungen bei 58,5% (Min./Max.: 22%/ 96%). Der ODI ist hier nach drei Jahren um 19% verbessert und liegt bei 39,0% (Min./Max.: 2%/ 76%).

Bei einem Vergleich beider Gruppen konnte präoperativ ( $p \leq 0,01$ ) sowie sechs und zwölf Monate postoperativ ( $p \leq 0,05$ ) ein signifikant besserer ODI in der Gruppe der Spondylolisthesen festgestellt werden. Die Mittelwertverteilung der jeweiligen Gruppen mit Maximalwerten und Minimalwerten sowie die Standardabweichungen werden in Abbildung 13, bzw. Tabelle 2 dargestellt.

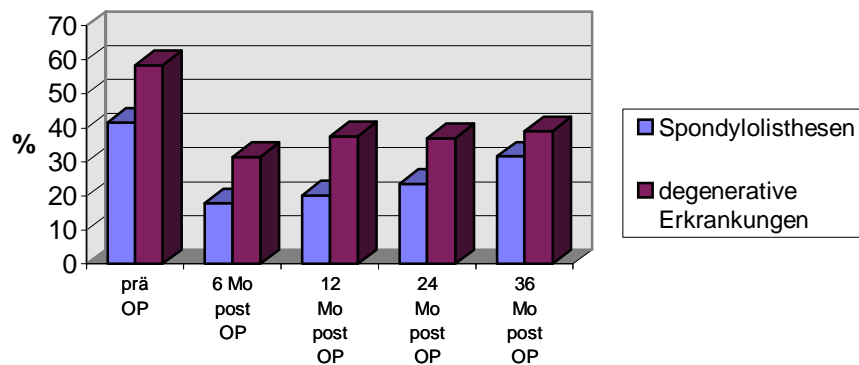


Abbildung 13: ODI, Spondylolisthesen versus degenerative Erkrankungen

	Spondylolisthesen				degenerative Erkrankungen			
	x	M	Min./Max.	$\sigma$	x	M	Min./Max.	$\sigma$
präop.	41,65	40,0	8/90	21,69	58,48	60,0	24/96	18,46
6 Mo postop.	17,89	16,0	2/50	14,24	31,58	28,0	0/70	20,5
12 Mo postop.	20,25	13,0	0/62	20,23	37,54	38,0	8/72	19,34
24 Mo postop.	23,6	16,0	0/68	19,76	37,06	42,0	0/96	27,79
36-48Mo postop.	31,67	23	2/84	24,92	39,07	42,0	2/76	21,07

Tabelle 2: Ermittelte Wertverteilung bei lytischen Spondylolisthesen und degenerativen Erkrankungen

(x: Mittelwert, M: Median,  $\sigma$ : Standardabweichung)

### 3.7.3. Vergleich monosegmentaler versus mehrsegmentaler Operation

Weiterhin wurde untersucht, ob ein Unterschied zwischen den monosegmentalen und den mehrsegmentalen Eingriffen besteht. Von den 48 Patienten bestand bei 34 Fällen ein monosegmentaler und bei den weiteren 14 ein mehrsegmentaler Eingriff.

Im Vergleich zum präoperativen Befund konnte in der Gruppe der monosegmental fusionierten Patienten eine signifikante Verbesserung zu jedem Zeitpunkt der postoperativen Befundung festgestellt werden ( $p \leq 0,01$ ). Der ODI verbesserte sich von präoperativ 48,5% (Min./Max.: 8%/96%) auf 33,3% 36 Monate postoperativ bei einer Range von 0-96%. Die größte Schmerzreduzierung bestand nach sechs Monaten mit einem durchschnittlichen ODI von 20,3% (Min./Max.: 2%/56%).

Bei der mehrsegmental fusionierten Gruppe zeigte sich postoperativ nach sechs, zwölf und 24 Monaten eine signifikante Verbesserung des ODI ( $p \leq 0,05$ ). Zum Zeitpunkt des letzten follow up, d.h. später als 24 Monate konnte jedoch keine signifikante Verbesserung festgestellt werden. Bei der Bewertung dieses Ergebnisses sollte jedoch berücksichtigt werden, dass hier die Patientenzahl ( $n=14$ ) gering ausfiel. Nach 36 Monaten lag der ODI bei 40% (präoperativ bei 55,1%). Die Range der Werte lag bei 0%-84%. Die größte Schmerzreduzierung ist hier nach 24 Monaten mit einem ODI von 31,8% (Min./Max.: 6%/84%) zu beobachten.

Bei einem Vergleich der Gruppen zeigt sich, dass der ODI in der Gruppe der monosegmental operierten Patienten zu jeder Zeit geringer ausfällt als bei den mehrsegmental operierten Patienten. Ein signifikant besserer ODI liegt jedoch nur nach sechs Monaten vor ( $p \leq 0,05$ ). Genaue Darstellungen der ermittelten Werte sind der folgenden Abbildung und Tabelle zu entnehmen.

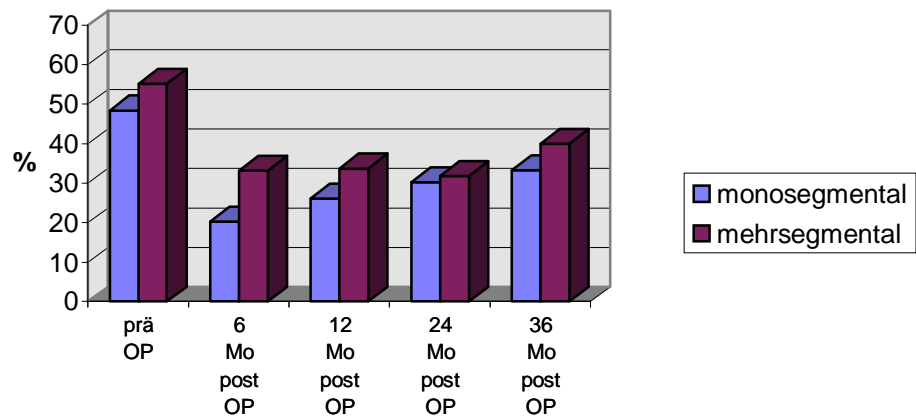


Abbildung 14: ODI nach monosegmentaler und mehrsegmentaler Eingriffen

	monosegmental				mehrsegmental			
	x	M	Min./Max.	$\sigma$	x	M	Min./Max.	$\sigma$
präop.	48,47	48,0	8/96	22,8	55,14	57,0	18/78	18,22
6 Mo postop.	20,31	16,0	2/56	16,63	33,08	28,0	0/70	19,84
12 Mo postop.	26,18	23,0	0/62	21,21	33,71	28,0	8/72	22,46
24 Mo postop.	30,27	25,0	0/96	25,23	31,80	29,0	6/84	25,55
36-48 Mo postop.	33,29	26,0	2/84	24,95	40,0	44,0	14/74	18,76

Tabelle 3: ODI nach monosegmentalen und mehrsegmentalen Eingriffen  
(x: Mittelwert, M: Median,  $\sigma$ : Standardabweichung)

### 3.7.4. Vergleich voroperierter versus nicht voroperierter Patienten

Eine weitere Fragestellung bestand darin, ob Unterschiede des Operationsergebnisses zwischen nicht operativ vorbehandelten und operativ vorbehandelten Patienten bestehen. Eine Einteilung in diese zwei Untergruppen ergab, dass 33 Patienten nicht operativ vorbehandelt waren. Bei den weiteren 15 Patienten ist zuvor ein operativer Eingriff im Bereich

der Lendenwirbelsäule durchgeführt worden. In 13 Fällen eine offene Nukleotomie und in zwei Fällen eine perkutane Bandscheibenbehandlung.

Bei einem Vergleich des mittelwertigen ODI konnte festgestellt werden, dass die körperliche Beeinträchtigung der zuvor operativ behandelten Patienten zu jedem Zeitpunkt größer war als bei der nicht operativ vorbehandelten Gruppe. Ein signifikanter Unterschied wurde aber nur bei der postoperativen Nachuntersuchung nach sechs Monaten festgestellt ( $p \leq 0,05$ ).

Die Auswertung der nicht voroperierten Gruppe ergab, dass zu jedem Zeitpunkt der postoperativen Nachuntersuchung, das heißt nach drei, sechs, zwölf und 24 Monaten sowie bei der spätesten Befragung, eine signifikante Verbesserung des ODI bestand ( $p \leq 0,01$ ). Präoperativ lag der ODI bei durchschnittlich 47,8% (Min./ Max.: 8%/ 94%) und konnte nach 36 Monaten auf 31% (Min./ Max.: 2%/ 84%) reduziert werden. Der beste ODI wurde sechs Monate postoperativ mit 20,3% (Min./ Max.: 0%/ 70%) erzielt. Bei der Auswertung der voroperierten Patientengruppe zeigte sich postoperativ nur nach sechs Monaten eine signifikante Verbesserung des ODI im Vergleich zum präoperativen Befund, hier war  $p \leq 0,05$ . Der ODI wurde von 56,3% (Min./ Max.: 24%/ 96%) auf 35,6% (Min./ Max.: 12%/ 66%) reduziert. Nach 12 und nach 24 Monaten sowie zum Zeitpunkt des letzten follow up lag eine Verbesserung des ODI vor, die nach der statistischen Prüfung jedoch nicht signifikant war. In dieser Gruppe konnte ebenfalls eine signifikante Verschlechterung vom 24-monatigem zum letzten flollow up festgestellt werden. Der durchschnittliche ODI lag nach 36 Monaten bei 45,3% (Min./ Max.: 2%/ 76%).

Eine genaue Darstellung der Werte der Untergruppen ist in Tabelle 4 wiedergegeben.

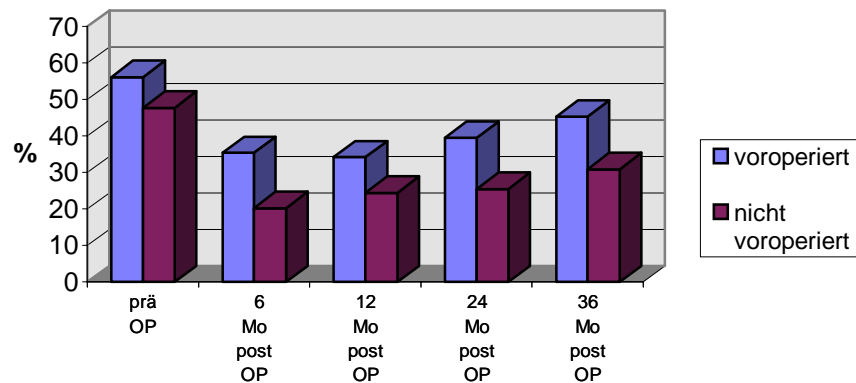


Abbildung 15: ODI der voroperierten und nicht voroperierten Patienten

	voroperiert				nicht voroperiert			
	x	M	Min./Max.	$\sigma$	x	M	Min./Max.	$\sigma$
präop.	56,27	54,0	24/96	19,45	47,76	50,0	8/94	22,28
6 Mo postop.	35,45	34,0	12/66	16,13	20,29	16,0	0/70	17,88
12 Mo postop.	34,22	38,0	10/60	17,44	24,96	22,0	0/72	20,82
24 Mo postop.	39,50	46,0	0/84	24,89	25,50	17,0	0/96	24,03
36-48 Mo postop.	45,33	48,0	2/76	23,89	31,00	26,0	2/84	21,56

Tabelle 4: Wertverteilung der voroperierten und nicht voroperierten Patienten (x: Mittelwert, M: Median,  $\sigma$ : Standardabweichung)

### 3.7.5. Auswirkung des Alters

In diesem Abschnitt wurden die Ergebnisse auf Unterschiede bei Patienten unterschiedlichen Alters untersucht. 22 Patienten waren zum Zeitpunkt des Eingriffes unter 50 Jahre und 26 Patienten älter als 50 Jahre.

In beiden Gruppen konnte postoperativ zu jedem Untersuchungszeitraum eine signifikante Verbesserung des ODI festgestellt werden ( $p \leq 0.01$ ). Eine Ausnahme besteht jedoch zum Zeitpunkt des letzten follow up in der ersten



Gruppe, hier konnte keine signifikante Veränderung festgestellt werden. Da mit neun Patienten die Anzahl der zu bewertenden Fälle zum Zeitpunkt des letzten follow up in der Gruppe der unter 50-Jährigen gering ausfällt, sollte dies bei der Bewertung des Ergebnisses berücksichtigt werden. Ebenfalls ist in dieser Gruppe ein niedriger Ausgangswert des ODI mit 41,7% zu beobachten und zum letzten Zeitpunkt der Erhebung ein ODI von 30,2%, was als eine nur mäßige Verbesserung bewertet werden muß.

Bei einem Vergleich der beiden Untergruppen zeigte sich, dass der mittelwertige ODI bei der Gruppe, die zum Zeitpunkt der Operation jünger als 50 Jahre war, stets geringer ausfällt. Dieser Unterschied ist nach Durchführung des T-Tests zum präoperativen sowie zum postoperativen Zeitpunkt nach zwölf Monaten signifikant ( $p \leq 0,05$ ). Weiterhin zeigt sich, dass bei der Gruppe der unter 50-Jährigen eine maximale Schmerzreduzierung nach zwölf Monaten zu vermerken ist und bei der Gruppe der über 50-Jährigen bereits nach sechs Monaten. Dabei liegen die Werte bei 13,1% (Min./ Max.: 0%/ 36%) bzw. bei 29,7% (Min./ Max.: 0%/ 70%). Bei der Patientengruppe, die über 50 Jahre alt ist, ist eine signifikante Verschlechterung des ODI nach zwölf Monaten im Vergleich zum ODI nach sechs Monaten festzustellen.

Insgesamt konnte der ODI bei der jüngeren Patientengruppe von präoperativ 41,7% (Min./ Max.: 8%/ 96%) auf 30,2% (Min./ Max.: 2%/ 74%) 36 Monate postoperativ reduziert werden und in der älteren Patientengruppe von 57,8% (Min./ Max.: 24%/ 94%) auf 38,6% (Min./ Max.: 2%/ 84%). Eine detaillierte Darstellung findet sich in Tabelle 4.

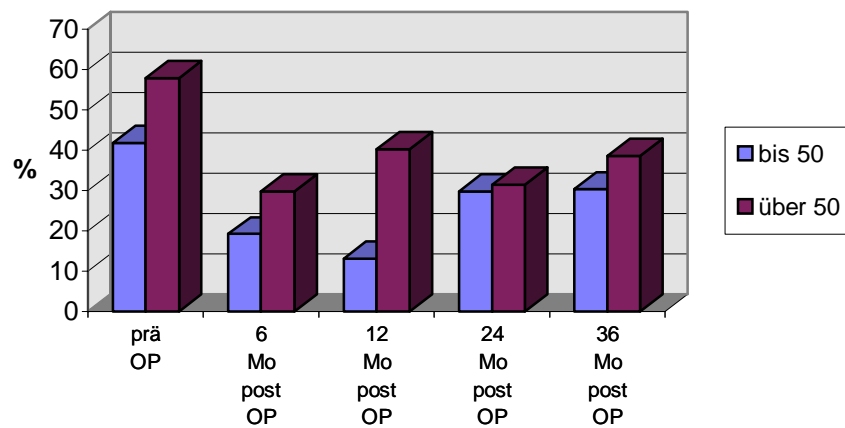


Abbildung 16: ODI in Abhängigkeit des Alters

	bis 50 Jahre				über 50 Jahre			
	x	M	Min./Max.	$\sigma$	x	M	Min./Max.	$\sigma$
präop.	41,73	38,0	8/96	22,98	57,77	57,0	24/94	17,62
6 Mo postop.	19,16	16,0	2/66	16,44	29,70	27,0	0/70	19,33
12 Mo postop.	13,08	10,0	0/36	13,87	40,13	46,0	8/72	18,65
24 Mo postop.	29,69	20,0	0/84	27,10	31,47	30,0	0/96	24,06
36-48 Mo postop.	30,22	20,0	2/74	24,36	38,56	40,0	2/84	22,03

Tabelle 5: Wertverteilung in Abhängigkeit des Alters  
(x: Mittelwert, M: Median,  $\sigma$ : Standardabweichung)

### 3.7.6. Auswirkung des Geschlechts

Weiterhin wurde untersucht, ob Unterschiede bei den Operationsergebnissen in Abhängigkeit vom Geschlecht bestehen. Der operative Eingriff wurde bei 26 Frauen und 22 Männern durchgeführt.

Ein Vergleich des präoperativen ODI mit allen postoperativen Befunden zeigte in beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung des ODI. Nach

sechs Monaten wird eine maximale Reduzierung des ODI erzielt. Bei den Männern liegt der Wert bei 21,8% und bei den Frauen bei 26,5%. Nach 36 Monaten liegt der ODI der Männer bei 35,4% (Min./Max.: 20%/84%) und der der Frauen bei 36% (Min./Max.: 2%/76%). Es zeigt sich, dass der ODI der männlichen Gruppe etwas geringer ausfällt als bei der Gruppe der Frauen, außer zwölf Monate postoperativ. Ein statistischer Vergleich der Mittelwerte beider Untergruppen zeigte aber weder präoperativ noch postoperativ einen signifikanten Unterschied. Genaue Ergebnisse des ODI der Gruppen sind in Tabelle 5 dargestellt.

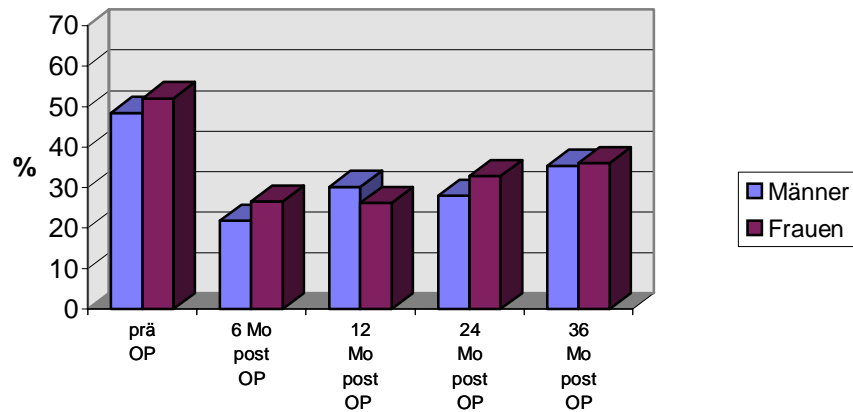


Abbildung 17: ODI in Abhängigkeit vom Geschlecht

	Männer				Frauen			
	x	M	Min./Max.	$\sigma$	x	M	Min./Max.	$\sigma$
präop.	48,45	41,0	8/96	23,98	52,08	52,0	8/94	19,68
6 Mo postop.	21,75	16,0	0/70	20,16	26,52	26,0	2/66	17,5
12 Mo postop.	30,15	32,0	0/72	25,81	26,25	24,0	0/58	17,65
24 Mo postop.	28,0	28,0	0/56	20,76	32,89	24,0	0/96	28,15
36-48 Mo postop.	35,4	32,0	2/84	24,26	36,0	34,0	2/76	22,52

Tabelle 6: Ermittelte Wertverteilung in Abhängigkeit des Geschlechts (x: Mittelwert, M: Median,  $\sigma$ : Standardabweichung)

### 3.7.7. Ergebnisse der visuellen Analogskala (VAS)

Bei der Auswertung der visuellen Analogskala zeigte sich postoperativ nach drei, sechs, zwölf und 24 Monaten sowie zum Zeitpunkt der letzten Untersuchung eine signifikante Verbesserung der Werte im Vergleich zum präoperativen Ausgangsbefund ( $p \leq 0,01$ ). Der mittelwertige Ausgangswert lag bei 7,8. Nach sechs Monaten konnte eine maximale Verbesserung bei einem Mittelwert von 3,7 erreicht werden. Nach diesem sechsmonatigem follow up ist eine stetige leichte Verschlechterung bis zur letzten Befragung zu beobachten, der Mittelwert zum Zeitpunkt der letzten Erhebung lag bei 5,8. Dies ist aber nicht durch eine Signifikanz zu belegen. Eine genaue Übersicht der Entwicklung der visuellen Analogskala ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

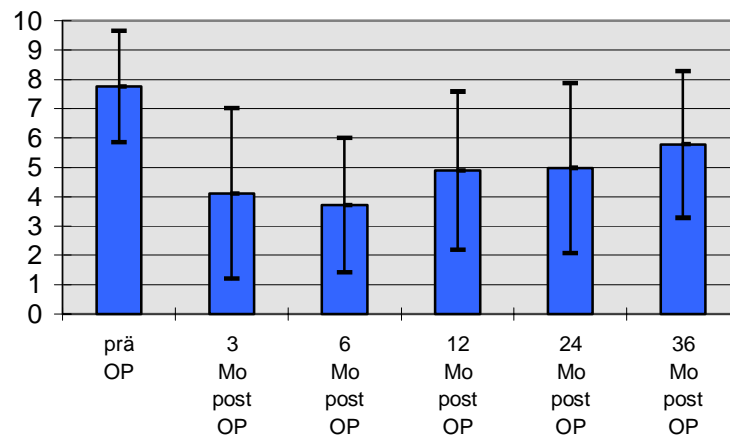


Abbildung 18: Schmerzintensität aller Patienten gemessen mit der visuellen Analogskala (n=48)

### 3.7.8. Resümee

Bei der Betrachtung der oben beschriebenen Ergebnisse lässt sich festhalten, dass durch eine transforaminale lumbale interkorporelle Fusion eine signifikante Verbesserung der Schmerzsituation zu erzielen ist. Eine maximale Verbesserung des ODI besteht nach drei bis sechs Monaten postoperativ. Danach tritt eine leichte Verschlechterung der Schmerzsituation ein, die jedoch nicht durch eine Signifikanz zu belegen ist.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse im Gesamtkollektiv ist jedoch zu vermerken, dass der präoperative ODI von 50% im Langzeitergebnis nur relativ um 14,5% auf 35,5% verbessert werden konnte. Das heißt nach der Einteilung von Fairbanks, dass eine schwere körperliche Einschränkung zu einer mäßigen Einschränkung reduziert wurde.

Bei der Berücksichtigung der präoperativen Diagnosen konnte gezeigt werden, dass die postoperativen Ergebnisse bei Spondylolisthesen besser ausfielen als bei den degenerativen Erkrankungen. Signifikant bessere Ergebnisse wurden dabei nach sechs und zwölf Monaten postoperativ ermittelt.

Ebenfalls wurde festgestellt, dass bei monosegmentalen Eingriffen zu jedem postoperativen Zeitpunkt eine signifikante Verbesserung des ODI vorlag. Bei mehrsegmentalen Eingriffen war im letzten follow up keine signifikante Verbesserung zu vermerken. Ein signifikant besseres Ergebnis zeigt sich nach sechs Monaten bei monosegmentalen Eingriffen.

Es zeigte sich, dass Patienten die zuvor im Lendenwirbelbereich operiert wurden nur nach sechs Monaten aber nicht langfristiger eine signifikante Verbesserung des ODI aufwiesen. Bei einer Bewertung dieses Ergebnisses sollte die geringe Patientenzahl berücksichtigt werden, da auch aufgrund dessen keine Signifikanz ermittelt werden konnte.

Auch bei der Gruppe der unter 50-Jährigen konnte im Langzeitergebnis keine signifikante Verbesserung des ODI festgestellt werden, was ebenfalls

durch eine geringe Patientenzahl zu begründen ist, aber auch auf einen geringen Ausgangswert des ODI zurückzuführen ist. Die Gruppe der über 50-Jährigen zeigte zu jeder postoperativen Erhebung eine signifikante Verbesserung des ODI. Ein signifikant besseres Ergebnis zeigte sich nur nach zwölf Monaten in der Gruppe der unter 50-Jährigen.

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass das Geschlecht keinen signifikanten Einfluss auf die postoperativen Ergebnisse hat.

## 4. Fallbeispiele

Anhand der folgenden drei Fallbeispiele soll das Operationsergebnis der transforaminalen, lumbalen, interkorporellen Fusion und dessen Entwicklung im „follow up“ exemplarisch dargestellt werden.

### 1. Beispiel:

Patient:	H.S.
Operationsalter:	47,8 Jahre
Diagnose:	Postnukleotomiesyndrom L4/L5, Spondylolyse L5/S1
Voroperationen:	Nukleotomie L4/L5, 1983
Beschwerdebild:	Lumboischialgie
Rücken-/Beinschmerz:	50:50
Fusionsstrecke:	L4 - S1
Operationsdauer:	4,5 Stunden
Blutverlust:	800ml
postop. Verweildauer:	13 Tage
Nachbehandlung:	frei
Komplikationen:	keine

### Epikrise/ Schmerzentwicklung:

Der postoperative Verlauf gestaltete sich komplikationslos. Nach erfolgreicher TLIF konnte eine geringe Schmerzreduzierung erreicht werden. Die Entwicklung des ODI stellt sich wie folgt dar:

	<b>präop.</b>	<b>3 Mo postop.</b>	<b>6 Mo postop.</b>	<b>12 Mo postop.</b>	<b>24 Mo postop.</b>	<b>36 Mo postop.</b>
<b>ODI</b>	30%	22%	26%	23%	22%	24%
<b>VAS</b>	9	5	7	7	6	8

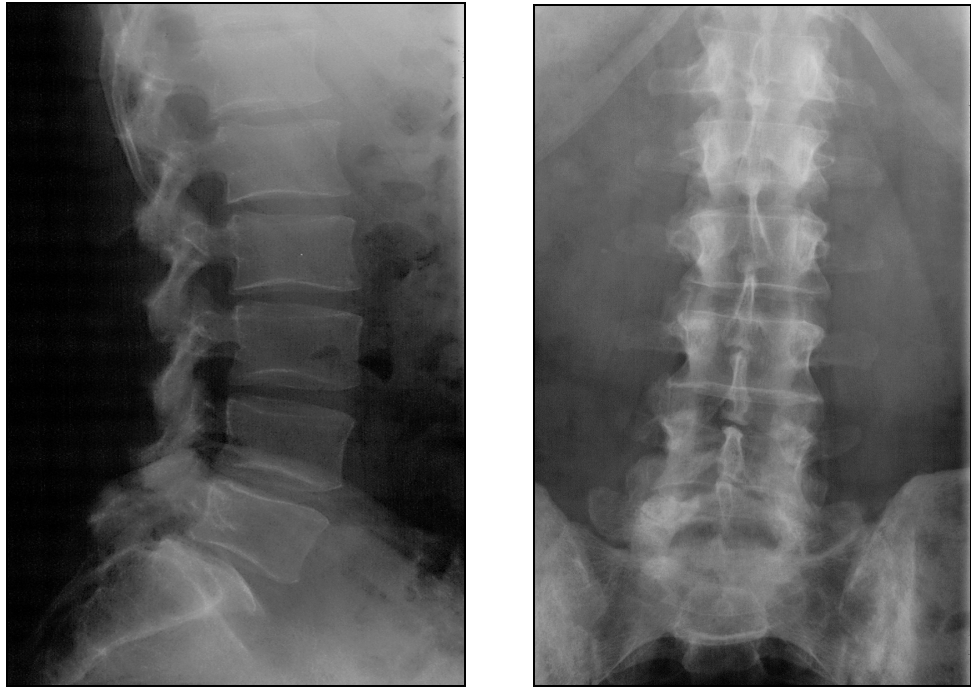


Abb. 19-20: Präoperative Röntgenübersichtsaufnahmen der Wirbelsäule (9/ 1997) in zwei Ebenen

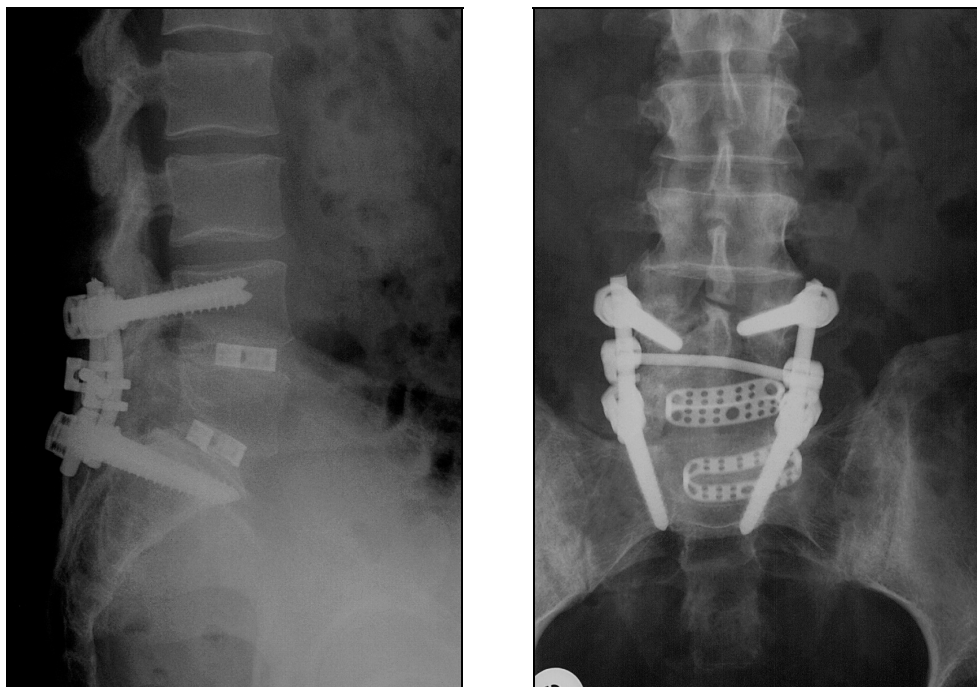


Abb. 21-22: Postoperative Röntgenübersichtsaufnahmen der Wirbelsäule (2/ 2002) in zwei Ebenen



## 2. Beispiel:

Patient:	I.L.
Operationsalter:	63,9 Jahre
Diagnose:	Spinalkanalstenose L3/L4, degenerative Spondylolisthesis, Osteoporose
Voroperationen:	keine
Beschwerdebild:	Claudicatiospinalis, links betont, Lumbago
Rücken-/Beinschmerz:	-
Fusionsstrecke:	L3/L4
Operationsdauer:	3,25 Stunden
Blutverlust:	600ml
postop. Verweildauer:	20 Tage
Nachbehandlung:	4 Monate Gips und weitere 3 Monate Korsett
Komplikationen:	postoperative Lumboischialgie

### Epikrise/ Schmerzentwicklung:

Eine Revision aufgrund der postoperativ auftretenden starken Lumboischialgie war nicht erforderlich. Eine Nachbehandlung mit Gips, bzw. Korsett ist in diesem Fall durch die bestehende Osteoporose bedingt. Die Entwicklung des ODI stellt sich wie folgt dar:

	<b>präop.</b>	<b>3 Mo postop.</b>	<b>6 Mo postop.</b>	<b>12 Mo postop.</b>	<b>24 Mo postop.</b>	<b>36 Mo postop.</b>
<b>ODI</b>	30%	19%	2%	7%	9%	22%
<b>VAS</b>	7	1	--	3	5	6



Abb. 23-24: Präoperative Röntgenübersichtsaufnahmen der Wirbelsäule (3/ 1998) in zwei Ebenen

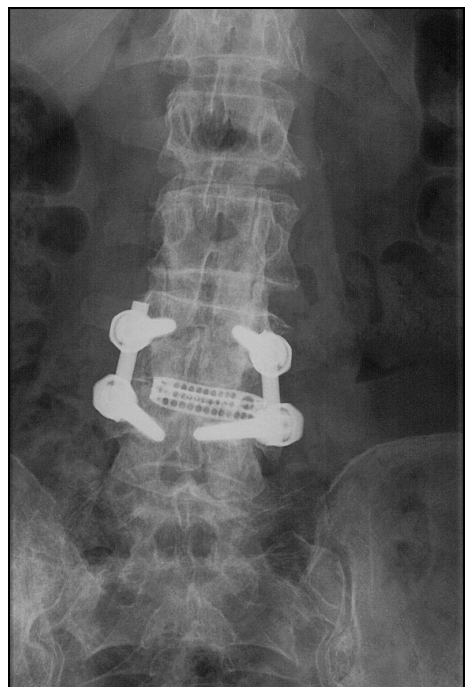
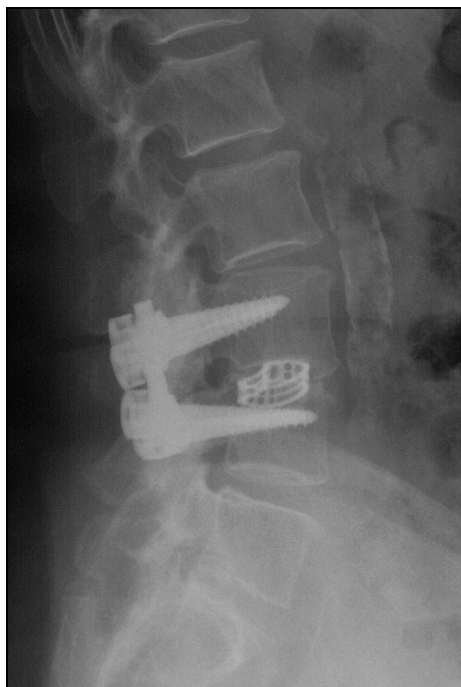


Abb. 25-26: Postoperative Röntgenübersichtsaufnahmen der Wirbelsäule (4/ 2002) in zwei Ebenen

### 3. Beispiel:

Patient:	M.P.
Operationsalter:	36,1 Jahre
Diagnose:	lytische Spondylolisthesis (Grad II - III) mit lumbosacraler Kyphose
Voroperationen:	keine
Beschwerdebild:	Lumboischialgie
Rücken-/Beinschmerz:	70:30 rechts betont
Fusionsstrecke:	L5/S1
Operationsdauer:	3,5 Stunden
Blutverlust:	400ml
postop. Verweildauer:	13 Tage
Nachbehandlung:	Lumboflex - Mieder
Komplikationen:	keine

#### **Epikrise/ Schmerzbeurteilung:**

Der postoperative Verlauf gestaltete sich komplikationslos. Nach erfolgreicher TLIF konnte eine Schmerzreduzierung und damit eine Besserung der körperlichen „Behinderung“ erreicht werden. Die Entwicklung des ODI stellt sich wie folgt dar:

	<b>präop.</b>	<b>3 Mo postop.</b>	<b>6 Mo postop.</b>	<b>12 Mo postop.</b>	<b>24 Mo postop.</b>	<b>36 Mo postop.</b>
<b>ODI</b>	25%	--	17%	18%	17%	13%
<b>VAS</b>	8	--	--	7	5	5

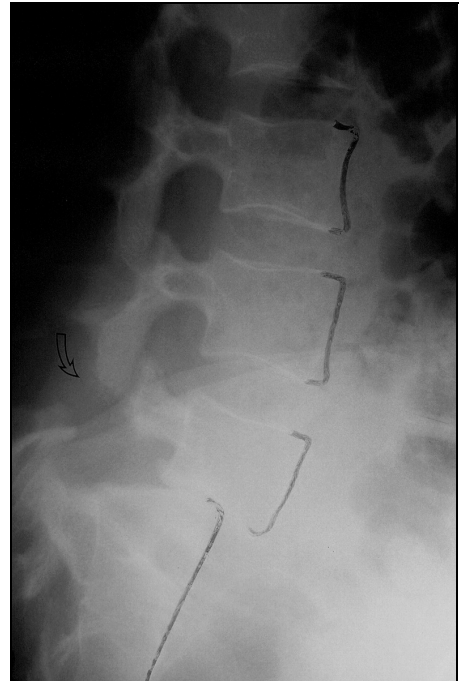


Abb. 27-28: Präoperative Röntgenübersichtsaufnahmen der Wirbelsäule (1/ 1998) lateral in Reklination und Inklination

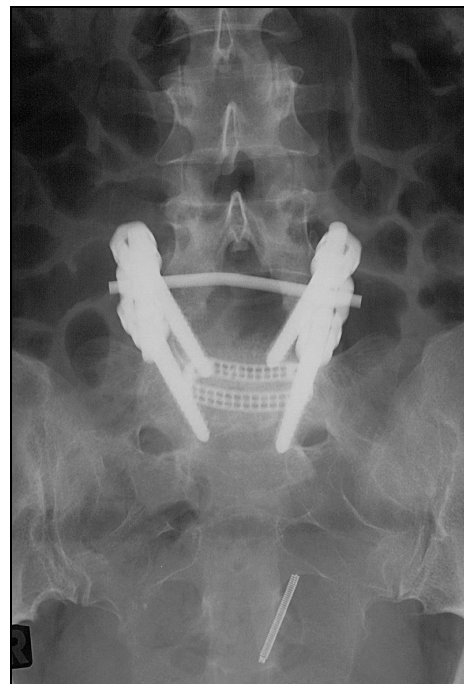
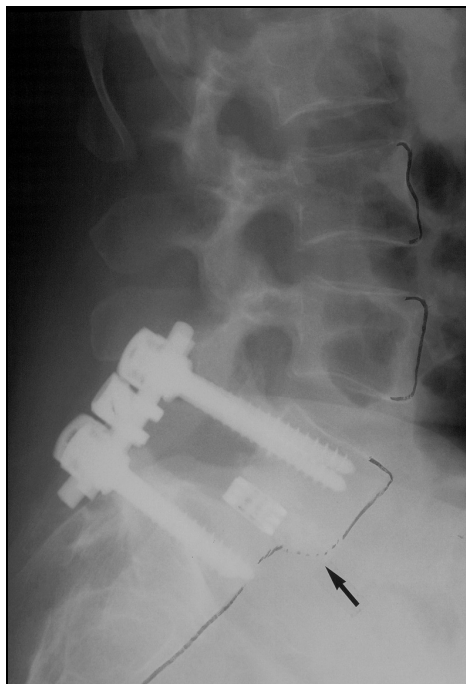


Abb. 29-30: Postoperative Röntgenübersichtsaufnahmen der Wirbelsäule (5/ 1998) in zwei Ebenen

## 5. Diskussion

Ziel einer Spondylodese ist es, Wirbelsäuleninstabilitäten oder Deformitäten und damit verbundene Rückenschmerzen oder Beinschmerzen zu beheben und die erreichte Korrektur dauerhaft zu sichern [13, 35]. Hierbei ist eine Nachbehandlung ohne Korsett im Hinblick auf eine frühe und effektive Rehabilitation anzustreben. Aufgrund der angewandten Techniken und der anatomischen Nähe des Rückenmarkes zum Operationsgebiet sind die Risiken der Spondylodese nicht unerheblich [34].

In der Literatur werden zahlreiche Operationstechniken mit unterschiedlichen operativen Zugängen, Instrumentationstechniken und Implantaten beschrieben [34]. Es hat sich gezeigt, dass eine interkorporelle Fusion der lumbalen Wirbelsäule mit Metall- oder Carbon-Cages eine effektive Therapie bei Rückenschmerzen darstellt [45, 49, 53, 69, 85]. Eine Rekonstruktion der Höhe des intervertebralen Raumes, des Profils und eine Dekompression nervaler Strukturen ist möglich [15]. Eine höhere Fusionsrate wird bei einer interkorporellen Fusion mit zusätzlicher dorsaler Instrumentation (z.B. mit Pedikelschrauben oder Haken) erreicht [24].

1998 stellten Harms und Jeszenszky [35] eine neue Technik zur lumbalen Spondylodese, die posteriore, lumbale, interkorporelle Fusion in unilateraler transforaminaler Technik vor. Später wurde diese Methode auch von Humphreys et al. [37], Lowe et al. [56, 57, 58] und Moskowitz [64] beschrieben. Die Indikationen dieser Methode wurden bereits im Abschnitt „Material und Methode“ dargestellt.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode liegt darin, dass der operative Zugang zur Bandscheibe über eine einseitige Öffnung des Foramen intervertebrale von dorso lateral erfolgt. Nervale Strukturen wie Dura und Nervenwurzeln sowie angrenzende Strukturen wie das Ligamentum flavum und interspinosum können geschont werden [6, 37, 57, 64]. Ein dorso-

ventrales Vorgehen ist nicht erforderlich. Durch den Erhalt des Ligamentums interspinosum ist bei dieser Technik die Gefahr der Instabilisierung von Nachbarsegmenten gering [35, 37].

Bewährte alternative Verfahren zur interkorporellen Spondylodese sind die anteriore (ALIF) und posteriore, lumbale, interkorporelle Fusion (PLIF).

Neben den gängigen Indikationen wird die ALIF auch nach erfolglosen dorsalen Operationen der Wirbelsäule durchgeführt [80]. Der operative Zugang der ALIF erfolgt von ventral mit transperitonealem oder retroperitonealem Zugang zur Wirbelsäule. Dies ermöglicht einen direkteren Zugang zum Bandscheibenfach sowie eine vollständigere Ausräumung des Selben als beim TLIF. Eine iatrogene Traumatisierung des Spinalkanals kann vermieden werden. Nachteil dieser Technik ist die Gefahr der Verletzung der großen Blutgefäße [2] und die Entfernung des Ligamentums longitudinale anterius. Hinzu kommt die Gefahr der Ureterverletzung [40]. Als spezifische Komplikation bei der ALIF ist die retrograde Ejakulation durch Verletzung des Plexus lumbosakralis zu berücksichtigen [11, 19, 78]. Auch postoperative arterielle Gefäßverschlüsse werden in der Literatur beschrieben [28, 46]. Seltene Spätkomplikationen dieser Technik sind Bildungen von gastroparaspinalen Fisteln oder retroperitonealen Fibrosen und Bauchwandhernien [9, 41].

Die PLIF ist auf Cloward [13, 52] zurückzuführen und ist eine weit verbreitete Methode. Sie findet Anwendung bei degenerativen Erkrankungen, Spondylolisthesen und Postnukleotomiesyndromen. Der operative Zugang erfolgte bei dieser Technik nur von dorsal, so können die Risiken der ALIF vermieden werden. Um das Bandscheibenfach ausräumen zu können und später das Einbringen von Knochenspänen zu ermöglichen, werden große Teile des Wirbelbogens oder der gesamte Bogen entfernt. Zusätzlich müssen die Nervenwurzeln und der Duralsack mobilisiert sowie epidurale Gefäße koaguliert werden. Wesentliche Nachteile sind Blutungen

und Vernarbungen im Spinalkanal sowie eine Instabilisierung des benachbarten kranialen Segmentes durch Resektion des Dornfortsatzes und der interspinösen Bänder.

Bei den nachuntersuchten Patienten dieser Studie handelte es sich um 26 Frauen und 22 Männer, deren Durchschnittsalter 45,5 Jahre betrug. Dieses Durchschnittsalter zum Zeitpunkt einer operativen Fusion findet sich in der Literatur bestätigt oder liegt etwas höher [29, 57, 67, 79].

Indikationen für die TLIF waren lytische und degenerative Spondylolisthesen. Weitere Indikationen bestanden bei Spinalstenosen, diskogenen Schmerzsyndromen und Postnukleotomiesyndromen. Diese Indikationsstellungen finden sich in der Literatur für die alternativen Verfahren ALIF und PLIF bestätigt [17, 26, 43, 68, 74].

Bildgebende Verfahren zur präoperativen Diagnostik sind unerlässlich. Hierzu sind in jedem Fall Röntgenbilder in mindestens zwei Ebenen erforderlich. Vor allem bei degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen wurden weitere bildgebende diagnostische Verfahren wie Diskographie, Magnetresonanztomographie, Myelographie und Computertomographien angewandt. Dies ist notwendig um bestehende Bandscheibendegenerationen und Nervenwurzelkompressionen besser darzustellen. Die Diskographie bringt durch ihre Invasivität zusätzliche Risiken mit sich. Sie liefert aber, mit Hilfe der durch die Injektion ausgelösten Schmerzen (Distensionstest), Informationen über die klinische Relevanz der Bandscheibendegeneration [34, 88]. Bei den Spondylolisthesen ist ein zusätzliches bildgebendes Verfahren nicht zwingend erforderlich, eine MRT ist aber hilfreich. Eine Computertomographie ist geeignet um dysplastische und isthmische Spondylolisthesen zu unterscheiden. Liegt eine degenerative Spondylolisthese vor, sollte zur weiteren Diagnostik eine

Magnetresonanztomographie oder Myelographie durchgeführt werden, um die Spinalkanalweite und die Bandscheibendegeneration zu beurteilen [88]. Lowe und Mitarbeiter verwandten zur präoperativen Diagnostik bei jedem Patienten die Magnetresonanztomographie und zusätzlich die Diskographie, wenn degenerative Symptome vorhanden waren [57]. Inaoka et al. empfehlen bildgebende Verfahren wie MRT, CT und Myelographie [39]. Vamvanij et al. verwendeten die CT und die Diskographie [83]. Fritzell et al. untersuchten degenerative Veränderungen mit Hilfe von CT und MRT [23].

Wichtige Kriterien zur Beurteilung der Praktikabilität eines Operationsverfahrens sind Operationsdauer und intraoperativer Blutverlust. Bei einer mittleren Operationsdauer von 185 Minuten (3,08h) bei monosegmentalen Eingriffen und 243 Minuten (4,05h) bei mehrsegmentalen Eingriffen streuten die Werte von 110 (1,8h) bis 310 (5,16h) Minuten.

Bei dorso-ventralen Fusionen ermittelte Hacker eine durchschnittliche Operationsdauer von 250 Minuten und bei der PLIF 120 Minuten. 81% der dorso-ventralen Fusionen und 74% der PLIF waren monosegmentale Eingriffe [29]. Whitecloud et al. berichten bei der TLIF eine Dauer von 213 Minuten und bei dorso-ventraler Fusion 269 Minuten, wobei hier keine Einteilung zwischen mono- und mehrsegmental getroffen wurde [87]. Bei einem Vergleich von TLIF und PLIF geben Humphreys und Mitarbeiter bei transforaminalem Vorgehen eine Operationsdauer von 144,4 (107-214) Minuten bei monosegmentalen Eingriffen und 174,5 (130-265) Minuten bei bisegmentalen Eingriffen an, während die Dauer bei der PLIF 159,0 (100-380) Minuten bei monosegmentaler Fusion und 186,9 (107-255) bei bisegmentaler Fusion betrug [37]. Kuslich et al. ermittelten bei der Anwendung des BAK interbody fusion system eine durchschnittliche Operationsdauer von  $174 \pm 86$  Minuten. Bei dieser Angabe haben die



Autoren allerdings nicht zwischen ALIF, PLIF sowie zwischen monosegmentalen bzw. bisegmentalen Vorgehen differenziert [48]. Hee gibt 155 Minuten (105-240) bei der TLIF an, dabei wurden 13 Patienten in einem Segment und 10 Patienten in zwei Segmenten operiert [36]. Freeman et al. ermittelten 144 Minuten bei PLIF. 70% der Patienten wurden dabei monosegmental und 30% bisegmental operiert [20]. Die Dauer bei monosegmentaler ALIF variiert nach Regan et al. von 175,2 bis 308,8 Minuten. Dies ist abhängig von der Gefäßanatomie und der Anzahl der fusionierten Segmente und ist signifikant länger bei L4-L5 als bei L5-S1 [70].

Es wird deutlich, dass die Angaben bezüglich der Operationszeit sehr unterschiedlich dargestellt wurden. Eine Differenzierung zwischen mono- und mehrsegmentalen Eingriffen wurde nicht immer vorgenommen. Bei einem Vergleich der von uns ermittelten Werte mit denen aus der Literatur zeigen sich keine wesentlichen Abweichungen.

Der in dieser Studie registrierte intraoperative Blutverlust beläuft sich auf durchschnittlich 605ml bei monosegmentalen Eingriffen und 698ml bei mehrsegmentalen Eingriffen, wobei die Werte von 150-1500ml streuten. Hacker beschreibt einen durchschnittlichen Blutverlust von 900ml bei der dorso-ventralen Fusion und 300ml bei der PLIF [29]. Whitecloud et al. ermittelten bei der dorso-ventralen interkorporellen Fusion einen Blutverlust von 969ml und bei der TLIF 489ml [87]. Humphreys und Mitarbeiter geben bei TLIF 347,6ml (100-600) bei monosegmentaler und 408,7ml (100-1300) bei bisegmentaler Fusion an, während bei der PLIF 346,2ml (100-600) bei monosegmentalen und 672,5ml (150-1300) bei bisegmentalen Fusionen vorliegen [37]. Kuslich gibt einen durchschnittlichen Blutverlust von  $382 \pm 403$ ml an [48]. Der größte Blutverlust lag dabei in der bisegmentalen PLIF-Gruppe und der geringste Blutverlust in der monosegmentalen ALIF-Gruppe vor. Elias et al. ermittelten einen Verlust von 670ml bei der posterioren lumbalen interkorporellen Fusion [16]. Hee et al. ermittelten

609ml (200-1500) bei TLIF [36] und Freeman et al. 1300ml (600-2000) bei PLIF [20].

Bei einem Vergleich der Literaturangaben zum Blutverlust wird deutlich, dass diese variieren. Gründe sind in den verschiedenen Techniken und in der unterschiedlichen Gefäßanatomie sowie in der Erfahrung des jeweiligen Operateurs und des Patientengutes zu finden. Es konnte festgestellt werden, dass die von uns ermittelten Ergebnisse zum Blutverlust mit denen aus der vorhandenen Literatur vergleichbar sind, jedoch im Vergleich zu anderen Studien zur TLIF höher ausfallen. Der ermittelte Blutverlust dieser Studie fällt insbesondere im Vergleich zur PLIF nicht wesentlich geringer aus, nur Freeman et al. [20] geben höhere Werte an. Aus diesem Vergleich muss angenommen werden, dass die TLIF keinen Vorteil bezüglich eines weniger traumatisierenden Vorgehens bietet. Es sollte aber berücksichtigt werden, dass es sich in dieser Studie um die ersten 48 Patienten handelt, die mit dieser Technik operiert wurden und die Erfahrung des Operateurs bezüglich dieser Methode gering ist.

Der durchschnittliche postoperative stationäre Aufenthalt lag nach monosegmentaler TLIF bei 15,6 Tagen und nach mehrsegmentaler TLIF bei 16,1 Tagen. Whitecloud et al. ermittelten Werte von 3,3 Tagen nach TLIF und 6,6 Tage nach anteriorer-posteriore lumbaler Fusion [87]. Kuslich gibt eine Dauer von  $4,4 \pm 2$  Tage an, wobei die längste nach bisegmentaler PLIF zu vermerken war [48]. Dagegen berichtet Hacker von einer postoperativen Verweildauer von 3,5 Tagen nach PLIF und von 5,3 Tagen nach anterior-posteriorer Fusion [29]. Humpreys und Mitarbeiter ermittelten Werte von 4,8 Tagen (3-7) bei mono-, bzw. bisegmentalen transforaminalen, lumbalen, interkorporellen Fusionen und 5,2 Tage (4-6) nach monosegmentaler PLIF sowie 5,0 Tage (3-10) nach bisegmentaler PLIF [37]. In der Untersuchung von PLIF kombiniert mit posterolateraler Fusion geben Freeman et al. einen stationären Aufenthalt von 6,5 Tagen (4-12) an [20]. Bei einem Vergleich

der in dieser Studie ermittelten Werte mit denen aus anderen Untersuchungen muss festgestellt werden, dass der stationäre Aufenthalt weit über den Vergleichswerten liegt. Dabei sollte aber berücksichtigt werden, dass der stationäre Krankenhausaufenthalt aufgrund verschiedener Gesundheitssysteme anderer Staaten stark variieren kann. Aus diesem Grund ist eine weitere Interpretation nicht sinnvoll.

Auftretende intra- und postoperative Komplikation sind bei der Beurteilung neuer Operationstechniken von großer Bedeutung. Da jede operative Therapie auch Risiken mit sich bringt, muss bei jedem Eingriff eine Abwägung von Nutzen und Risiko erfolgen, insbesondere bei lumbalen interkorporellen Fusionen. Aus der jeweils angewandten Methode ergeben sich zunächst Risiken. Bei den dorsalen Eingriffen sind dies mögliche Verletzungen des Rückenmarks, bei den ventralen Eingriffen sind es durch die Präparation des Retro- oder Peritonealraumes bedingte Komplikationen. Weiter sind allgemeine Risiken, wie Verletzungen von Nerven und Gefäßen, Infektionen und Wundheilungsstörungen, sowie prolongierte Operationszeiten mit den Gefahren von pulmonalen und kardinalen Komplikationen zu berücksichtigen.

Darüber hinaus kann es zu spezifischen Komplikationen in Form von Implantatlockerungen und -brüchen, Ausbildungen von Pseudoarthrosen sowie Instabilitäten und Verschleiß der kranialen Nachbarsegmente kommen [42]. Zudem können persistierende Rückenschmerzen im Langzeitverlauf auftreten.

Denkbare Komplikationen nach TLIF wurden bereits beschrieben. Im untersuchten Patientengut sind keine intraoperativen Komplikationen zu vermerken. Postoperativ lagen bei fünf Patienten Komplikationen vor. Die Komplikationsrate liegt damit bei 10%. In drei Fällen musste eine Revision erfolgen, einmal aufgrund eines tiefen Infektes, einmal wegen eines

kontralateralen Bandscheibenvorfällen und einmal aufgrund verbleibender Sensibilitätsstörungen durch Kompression von Nervenwurzeln. Bei zwei Patienten lag eine persistierende Lumboischialgie vor.

Lowe et al. berichten, dass nach TLIF keine Lockerungen bzw. Brüche von Implantaten aufgetreten sind. Bei einem von 40 Patienten war eine Pseudoarthrose mit anschließender Revision zu vermerken und in drei weiteren Fällen war radiologisch eine Pseudoarthrose festzustellen, die aber keine Revision erforderten [57]. Humphreys et al. fanden bei einem Vergleich von TLIF und PLIF im erstgenannten Verfahren keine Komplikationen. Bei der PLIF traten vier Fälle mit Radikulitis und jeweils ein Fall mit gebrochenem Implantat, Schraubenlockerung, Schraubenentfernung und oberflächlicher Infektion auf [37]. Bei einer Untersuchung von Hee [36] lagen intraoperativ zwei Durarisse und postoperativ eine Pseudoarthrose vor. Bei einem Vergleich von anterior-posteriorer Fusion mit TLIF fand Whitecloud [87] in beiden Gruppen keine größeren Komplikationen.

Die anteriore, lumbale, interkorporelle Fusion bringt einige spezifische Komplikationen mit sich. Penta et al. [68] berichten von pulmonalen Embolien, oberflächlichen Wundinfektionen, Infektionen des Brustkorbes und der Harnwege und von Harnstauungen. Ein großes Problem stellt auch die retrograde Ejakulation infolge einer Verletzung des Plexus lumbosacralis nach ALIF dar [11, 19, 70, 89]. Zudem kommen intraoperative Komplikationen, wie Verletzungen von großen Blutgefäßen und des präsakralen Nervenplexus vor [70, 89]. Christensen et al. berichten bei einer Langzeituntersuchung von der Bildung einer Pseudoarthrose in 24% der 120 untersuchten Patienten [12]. Bei einem Vergleich von ALIF und Mini-ALIF stellt Zdeblick [89] fest, dass die Komplikationsrate bei Mini-ALIF (4% versus 20%) geringer ausfällt. Er berichtet in nur einem Fall von einem retroperitonealem Hämatom, es waren keine Gefäßverletzungen oder retrograde Ejakulationen zu vermerken. Bei der

herkömmlichen ALIF war eine tiefe Venenthrombose, eine Harnleiterverletzung, eine retrograde Ejakulation und Gefäßverletzung aufgetreten sowie ein Bandscheibenvorfall, der eine Woche später operativ behandelt wurde. Auch Mayer weist auf die geringere Komplikationsrate der minimal invasiven Mini-ALIF hin [61].

Okuyama et al. berichten über Komplikationen nach PLIF mit Anwendung von Pedikelschrauben [67]. Bei einer Anzahl von 148 Patienten lag bei sechs Patienten ein Durariss vor, bei weiteren sechs eine partielle Fehlplatzierung der Pedikelschraube, bei einem eine Schraubenlockerung und ein Schraubenbruch, in einem Fall mit Korrekturverlust. In zwei Fällen lag eine tiefe Infektion vor. Bei keinem Patienten ist eine bleibende nervale Schädigung aufgetreten. Bohnen et al. geben bei gleicher Methode postoperative Komplikationen in Form von Schraubenlockerungen und Schraubenbrüchen sowie eine Fehlplatzierung an [5].

Fritzell und Mitarbeiter berichten bei einem Vergleich von posterolateraler Fusion, posterolateraler Fusion mit Instrumentation und 360° - Fusion von einer Komplikationsrate von 12%, 22% bzw. 40%. Es wurden alle auftretenden intraoperativen, postoperativen, schwerwiegenden oder leichten Komplikationen in der Studie registriert, wodurch die relativ hohen Komplikationsraten zu begründen sind. Dabei berichten sie in fünf Fällen von einer tiefen Infektion mit Revision, in zehn Fällen von einem neuen Nervenwurzelschmerz, wobei in drei Fällen eine Revision erfolgen musste und von weiteren drei Fällen mit Pseudoarthrose. In zwei weiteren Fällen lag eine Thrombose und eine pulmonale Erkrankung vor, wobei dies nur die schwerwiegenden Komplikationen der Studie darstellen [21, 23].

Jutte und Castelein untersuchten die Komplikationsrate bei Anwendung von Pedikelschrauben in lumbalen und lumbosakralen Fusionen bei 105 Patienten unabhängig von der Operationsmethode (überwiegend nur dorsale

Fusionen). Intraoperative Komplikationen waren bei 35 Patienten fehlplazierte Schrauben und eine Neurapraxie. Postoperativ lagen Schraubenbrüche (28), Korrekturverluste (18), Stablockerungen und -brüche (5) sowie tiefe Infektionen (5) vor [42]. Greenough et al. ermittelten bei einer Anzahl von 135 Patienten nach posterolateraler Fusion 16 Fälle mit Komplikationen. Darunter war ein Fall mit tiefer Venenthrombose und Lungenembolie, neun mit Infektionen der Harnorgane, drei mit Zeichen von Nervenwurzelkompressionen und jeweils ein Fall mit intraoperativem Schraubenbruch und oberflächlicher Wundinfektion [26].

Es wird deutlich, dass die Angaben zu den Komplikationen in Abhängigkeit von Autor und Methode teilweise erheblich variieren. Gründe hierfür sind durch die jeweils spezielle Technik der einzelnen Verfahren bedingt. Weitere Variablen sind in der Erfahrung des jeweiligen Operateurs und in dem ausgewählten Patientengut zu suchen. Ebenfalls ist zu bemerken, dass unabhängig von der Operationsmethode die Komplikationsrate bei Rauchern signifikant höher liegt [14, 55, 63, 81].

Vergleicht man die Komplikationsrate dieser Studie mit denen aus anderen Studien, zeigt sich, dass die ALIF eine höhere Komplikationsrate aufweist. Zdeblick [89] und Christensen et al. [12] berichten von 20% bzw. 24 %, was durch die Operationstechnik und das damit verbundene höhere Trauma zu begründen ist. Die Mini-ALIF weist jedoch mit 4% eine geringere Komplikationsrate als die der TLIF auf. Die auftretenden Komplikationen und die Komplikationsrate bei der PLIF sind vergleichbar mit denen aus dieser Studie. Jedoch sind in dieser Studie keine Schraubenlockerungen oder -brüche aufgetreten. Auch Lowe et al. [57] und Humphreys et al. [37] konnten keine Komplikationen dieser Art bei der TLIF feststellen. Eine Erklärung wäre in der ausbleibenden Laminektomie bei der TLIF zu finden, was eine zusätzliche Stabilisierung bietet und ein Vorteil dieser Methode ist.

Die postoperative Nachbehandlung erfolgte überwiegend frei. In einigen Fällen, abhängig von der Knochenqualität, war eine zusätzliche Stützung mittels Korsett oder Mieder erforderlich. Harms und Jeszensky beschreiben, dass nach erfolgter transforaminaler, lumbaler, interkorporeller Fusion die Nachbehandlung frei erfolgen kann [35]. Hee gibt an, dass alle Patienten vier bis acht Wochen postoperativ nach TLIF ein Korsett tragen [36]. Fritzell berichtet, dass nach lumbaler Fusion nur von Patienten ohne Instrumentation ein rigides Plastikkorsett getragen wurde [21].

Es zeigt sich, dass die Angaben bezüglich der postoperativen Nachbehandlung ebenfalls von einander abweichen. Zu berücksichtigen ist, dass die Art der Nachbehandlung vom jeweiligen Patientengut und der Operationsmethode abhängig ist, und die Entscheidung individuell von jedem Operateur getroffen wird. Fritzell [21] schreibt, dass nur bei Patienten ohne Instrumentation eine zusätzliche Stützung mittels Korsett erforderlich ist. Bei der TLIF wird durch die Instrumentation und die interkorporelle Fusion eine Primärstabilität erreicht, aufgrund dessen die Nachbehandlung überwiegend frei erfolgen kann. Eine Ausnahme ist bei Patienten mit Osteoporose zu finden.

Wesentliches Ziel lumbaler Fusionen muss neben der Stabilisierung und Formkorrektur von Wirbelsäulensegmenten die postoperative Schmerzreduzierung sein. Bei der Beurteilung einer Operationsmethode ist dies von entscheidender Bedeutung. Zur objektiven Bewertung der Schmerzbeeinflussung wurde der von Fairbanks [18] entwickelte Oswestry-Disability-Index (ODI) angewandt, der international Anerkennung findet und in vielen Studien angewandt wird. Auch Little et al. bewerten diesen als gute Grundlage zur Bewertung von Operationsergebnissen [54]. Zusätzlich ist eine visuelle Schmerzanalogskala (VAS) von 1-10 angewandt worden. Es wurde festgestellt, dass nach TLIF eine signifikante Verbesserung des ODI erreicht werden konnte. Bei der Auswertung der VAS liegt

postoperativ ebenfalls eine signifikante Verbesserung in der Schmerzbewertung vor, hier spiegeln sich die Ergebnisse des ODI wider.

Harms und Jeszensky berichten über sehr gute Ergebnisse nach TLIF bei lytischen und degenerativen Spondylolisthesen, postoperativ waren 85%, bzw. 67% beschwerdefrei oder hatten gelegentlich Schmerzen. Eine Verbesserung der Schmerzsituation bei Postnukleotomiesyndromen fiel weniger günstig aus, hier waren 40% beschwerdefrei oder mit gelegentlichen Schmerzen. Zur Beurteilung der Schmerzsymptomatik wurde die Schmerzskala nach Denis et al. angewandt [35]. Ein direkter Vergleich dieser Ergebnisse mit denen aus der vorliegenden Arbeit ist durch die Anwendung verschiedener Verfahren zur Schmerzbeurteilung nicht möglich. Es zeigt sich jedoch, dass Patienten mit lytischen Spondylolisthesen ein besseres Ergebnis erzielten als Patienten mit degenerativen Erkrankungen, was auch vergleichbar mit den Ergebnissen aus dieser Studie ist. Lowe et al. berichten, dass bei keinem Patienten die postoperative Schmerzsituation schlechter war als präoperativ. Die Auswertung einer VAS zwei Jahre postoperativ ergab eine Verminderung von  $8,3 \pm 1,97$  auf  $3,2 \pm 2,06$  [57] und erzielte somit ein besseres postoperatives Ergebnis als diese Studie mit einem Wert von 5,0.

Eine sehr gutes oder gutes Resultat nach ALIF geben Wang et al. [84] in 95% an, jedoch ohne Angabe eines standardisierten Fragebogens. Madan et al. [60] geben in 83,3% gute und sehr gute Resultate an und Kim et al. in 85% [44]. Da in diesen Studien kein standardisierter Fragenbogen Anwendung fand, sind die Ergebnisse dieser Studien nicht direkt mit den Ergebnissen dieser Studie vergleichbar.

Spruit et al. erzielten nach ALIF einen durchschnittlichen postoperativen ODI von 13% (range 0-32%) und einen durchschnittlichen Wert einer VAS von 2,8 bei einer Streubreite von 0-8. Der präoperative ODI lag hier bei 21 % (range 11-36%) [72]. Tiusanen et al. ermittelten in ihrer Untersuchung



eine Verbesserung des ODI von 48,8% auf 30,5% und in einer weiteren Studie eine Verbesserung von 47,8% auf 20% nach ALIF [79, 80]. Bei einem Vergleich stellten Spruit et al. einen wesentlich geringeren ODI als wir fest, dabei ist jedoch zu beachten, dass auch schon der präoperative ODI mit 21% sehr gering ausfällt. Die Ergebnisse von Tiusanen et al. sind vergleichbar oder fallen etwas besser aus.

Barrick und Mitarbeiter untersuchten Patienten nach anteriorer interkorporeller Fusion, die sich zuvor einer posterolateralen Fusion unterzogen haben und eine Schmerzpersistenz aufwiesen. Hier wurde der durchschnittliche ODI von präoperativ 56,3 auf 47,9 reduziert [3]. Bei dieser Studie ist aber zu berücksichtigen, dass es sich um eine Nachuntersuchung handelt, bei der sich die Patienten einer zweiten Operation unterzogen haben. Gleiche Ergebnisse ermittelten auch wir bei der Nachuntersuchung von voroperierten Patienten.

Leufven und Nordwall [51] stellten bei einer Nachuntersuchung der PLIF eine signifikante Reduzierung von Rücken- und Beinschmerz nach zwei Jahren fest, was auch in der vorliegenden Studie nach TLIF gezeigt werden konnte. Von den 29 Patienten hatten 31% sehr gute und 21% gute Ergebnisse. Chitnavis et al. benutzten zur Auswertung der klinischen Ergebnisse nach PLIF den „Prolo-score“ und ermittelten bei zwei Drittel der Patienten gute und sehr gute Ergebnisse bei einem follow up bis zu fünf Jahren [10].

Freeman und Mitarbeiter [20] untersuchten 60 Patienten nach PLIF. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug fünf Jahre. 83% der Patienten berichten über eine Verbesserung von Bein- und Rückenschmerz von mehr als neunzig Prozent und 79% hatten einen ODI von weniger als dreißig Prozent. Es konnte hier nach PLIF ein besseres Resultat erreicht werden als in der vorliegenden Arbeit. Bei einem Vergleich von 270°- und 360°-Fusionen berichten Schofferman et al. über eine signifikante Verbesserung der Schmerzsituation. Bei 270°-Fusionen konnte eine Reduzierung des ODI

von 61,2% auf 40,1% erzielt werden und bei 360°-Fusion eine Besserung von 57,5% auf 38,2% [71]. Damit wurde nach einer 270°-Fusion ein etwas schlechterer ODI erreicht als in der vorliegenden Arbeit und bei der 360°-Fusion ein vergleichbarer ODI. Madan und Boeree stellten nach PLIF von Spondylolisthesen des Grades eins und zwei einen postoperativen ODI von 38,3% (range 2%-86%) fest und ermittelten somit ein vergleichbares Ergebnis mit dieser Studie. Angaben zum präoperativen ODI sind jedoch nicht gegeben [59].

Fritzell et al. [22] untersuchten in einer international sehr anerkannten Studie die Ergebnisse chirurgischer Behandlungen von chronischen Rückenschmerzen ohne Berücksichtigung der Operationsmethode. Dabei konnte zwei Jahre postoperativ eine Verbesserung des ODI von 47,3% auf 35,7% festgestellt werden und eine Reduzierung des Rückenschmerzes um 33%. Sie bemerkten ebenfalls eine allmähliche Verschlechterung des ODI während des follow up, was sich in unserer Studie widerspiegelt. Auch sind die ermittelten prä- und postoperativen Werte des ODI mit unseren vergleichbar. Niskanen [65] berichtet von einer durchschnittlichen Reduzierung des ODI von 20-40 Punkten nach lumbaler Fusion von 193 Patienten. Butterman et al. [8] fanden eine Verbesserung des ODI von 61% auf 31% postoperativ bei 56 voroperierten Patienten. Der Punktwert der VAS verbesserte sich von 8,4 auf 4,7 postoperativ. Bei einer Gruppe von 35 Patienten mit degenerativen Wirbelsäulenerkrankungen verbesserte sich der ODI von 63% auf 33%. Durchgeführt wurden die Eingriffe in ALIF- und PLIF-Technik. In unserer Studie fanden wir nach 36 Monaten einen ODI von 45% bei voroperierten Patienten und erzielten somit ein schlechteres Ergebnis. Jedoch muss darauf hingewiesen werden, dass die Patientenzahl in dieser Gruppe (n=15) gering ausfiel. Bei Patienten mit degenerativen Erkrankungen fällt der ODI mit 39% nur geringfügig schlechter aus.

Auswirkungen des Geschlechts oder des Alters auf das postoperative Ergebnis konnten in dieser Studie nicht festgestellt werden. Dies beschreiben auch Hägg und Mitarbeiter [33] sowie Hacker bei einem Vergleich von anterioren und posterioren lumbalen Fusionen [29]. Humphreys et al. [37] schreiben, dass das Alter keinen Einfluss auf Blutverlust, Operationszeit und die Dauer des stationären Aufenthalts hat. Bei der Unterscheidung des Geschlechts wurde festgestellt, dass Männer einen signifikant höheren Blutverlust aufwiesen.

Bei einem Vergleich des ODI von Patienten mit lytischen Spondylolisthesen und degenerativen Erkrankungen konnte in dieser Studie nach sechs und zwölf Monaten ein signifikanter Unterschied gezeigt werden. Butterman und Mitarbeiter [8] als auch Hutter [38] und Steib et al. [74] berichten ebenfalls von besseren Ergebnissen bei Spondylolisthesen als bei degenerativen Erkrankungen. Lehmann et al. [50] untersuchten Langzeitergebnisse nach posteriorer Fusion und stellten fest, dass der Unterschied zwischen operativ behandelten Spondylolisthesen und degenerativen Erkrankungen nur unwesentlich ist. West et al. [86] fanden bei 80% der Patienten mit Spondylolisthesen und degenerativer Erkrankung zufriedenstellende Ergebnisse. Turner et al. [82] zeigten in einer Metaanalyse, dass die Ergebnisse nach lumbaler Fusion unabhängig von der Diagnose sind.

Tandon et al. [77] ermittelten, dass Patienten, die wiederholt operiert wurden, ein etwas schlechteres Ergebnis erzielten, als solche, die erstmals operiert wurden. Dies konnte auch in dieser Studie festgestellt werden, jedoch mit dem Hinweis, dass die Patientenzahl dieser Gruppe (n=15) gering ausfiel. Ein signifikanter Unterschied lag nur postoperativ nach sechs Monaten vor.

Stewart und Sachs ermittelten nach Reoperation in 72% ein erfolgreiches Ergebnis. Sie stellten ebenfalls fest, dass Faktoren wie das Alter und die

Berufstätigkeit in einem signifikanten Zusammenhang mit einem erfolgreichen Ergebnis stehen [75].

Ferner konnten in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede des ODI bei mono- und mehrsegmentalen Eingriffen gezeigt werden. Eine Ausnahme bestand nach sechs Monaten postoperativ. Hier wiesen die Patienten, die monosegmental operiert wurden einen signifikant besseren ODI auf. Ebenfalls konnte bei den mehrsegmental operierten Patienten zum Zeitpunkt des letzten follow up keine signifikante Verbesserung des ODI festgestellt werden. Bei einer Untersuchung der postoperativen Ergebnisse nach PLIF bei degenerativen Spondylolisthesen stellten Nork und Mitarbeiter keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl der fusionierten Segmente und dem Ergebnis fest [66].

Bei der Bewertung von Rückenschmerzen darf auch der psychologische Faktor nicht außer Betracht gelassen werden [27]. Tandon et al. stellten fest, dass eine Änderung des „körperlichen Leids“ signifikant mit einer Änderung des „psychologischen Leids“ korreliert [77]. Auch Hadjipavlou et al. zählen eine „anomale“ Psyche zu den Gründen von Misserfolgen [30]. Mayr und Mitarbeiter weisen darauf hin, dass die Ergebnisse jeder Behandlung von Rückenschmerzen stark von psychologischen Kofaktoren abhängen [62]. Agazzi et al. stellten einen signifikanten Zusammenhang zwischen klinischen Ergebnissen und sozioökonomischen Faktoren fest [1], sowie Hägg und Mitarbeiter eine signifikante Beziehung zwischen depressiven Symptomen und der Schmerzbeschreibung beschreiben [31]. So weist auch Berwald darauf hin, dass chronische Rückenschmerzen zu einem schwerwiegenden körperlichen und psychosozialen Problem werden [4].

Wie in der oben zitierten Literatur gezeigt wurde, ist der psychologische Faktor ein wichtiger Punkt bei der Schmerzbeurteilung und sollte in jedem Fall berücksichtigt werden. Zum Ausschluss einer somatoformen

Schmerzstörungen wurden die Patienten dieser Studie einem Psychologen vorgestellt, um diesem Problem gerecht zu werden.

**Zusammenfassend** bleibt festzuhalten, dass die transforaminale, lumbale, interkorporelle Fusion eine Fusion von lumbalen Wirbelsäulensegmenten ermöglicht. Die Methode erreicht dies bei geringer Traumatisierung des Spinalkanals und benachbarter Segmente bei einer niedrigen Komplikationsrate. Aufgrund der Primärstabilität kann eine frühe Mobilisation erfolgen. Nach TLIF kann im Vergleich zu anderen Operationverfahren ebenfalls eine zufriedenstellende Verbesserung der Schmerzsituation erzielt werden. Operationszeit und Blutverlust sind unter Berücksichtigung der jeweiligen Erfahrung des Operateurs mit denen von ALIF und PLIF vergleichbar oder fallen geringer aus. Aufgrund der unterschiedlichen Gesundheitssysteme lässt sich die stationäre Verweildauer nur schwer vergleichen und interpretieren. Langzeitergebnisse wie für die anteriore und posteriore, lumbale, interkorporelle Fusion liegen allerdings noch nicht vor.

## 6. Literaturverzeichnis

1. **Agazzi S**, Reverdin A, May D. Posterior lumbar interbody fusion with cages: an independent review of 71 cases. *J Neurosurg* 1999;91:186-92
2. **Baker JK**, Reardon PR, Reardon MJ, Heggeness MH. Vascular injury in anterior lumbar spine surgery. *Spine* 1993;18:2227-30
3. **Barrick WT**, Schoffermann JA, Reynolds JB, Goldthwaite ND, McKeehen M, Keaney D, White AH. Anterior lumbar fusion improves discogenic pain at levels of prior posterolateral fusion. *Spine* 2000;25:853-7
4. **Berwald HG**. Der unspezifische Rückenschmerz. *Rheumalinc* 3, 2002
5. **Bohnen IM**, Schaafsma J, Tonino AJ. Results and complications after posterior lumbar spondylodesis with the „Variable Screw Placement Spinal Fixation System“. *Acta Orthop Belg* 1997;63:67-73
6. **Brislin B**, Vaccaro AR. Advances in posterior lumbar interbody fusion. *Orthop Clin North Am* 2002;33:367-74
7. **Burns BH**. An operation for spondylolisthesis. *Lancet* 1933;1:1233
8. **Buttermann GR**, Garvey TA, Hunt AF, Transfeldt EE, Bradford DS, Boachie-Adjei O, Ogilvie JW. Lumbar fusion results related to diagnosis. *Spine* 1998;23:116-27

9. **Chan FL**, Chow SP. Retroperitoneal fibrosis after anterior spinal fusion. *Clin Radiol* 1983;34:331-5
10. **Chitnavis B**, Barbagallo G, Selway R, Dardis R, Hussain A, Gullan R. Posterior lumbar interbody fusion for revision disc surgery: review of 50 cases in which carbon fiber cages were implanted. *J Neurosurg* 2001;95:190-5
11. **Christensen FB**, Bunger CE. Retrograde ejaculation after retroperitoneal lower lumbar interbody fusion. *Int Orthop* 1997; 21:176-80
12. **Christensen FB**, Karlsmose B, Hansen ES, Bunger CE. Radiological and functional outcome after anterior lumbar interbody spinal fusion. *Eur Spine J* 1996;5:293-8
13. **Cloward RB**. Posterior lumbar interbody fusion updated. *Clin Orthop* 1985;193:16-9
14. **Deguchi M**, Rapoff AJ, Zdeblick TA. Posterolateral fusion for isthmic spondylolisthesis in adults: analysis of fusion rate and clinical results. *J Spinal Disord* 1998;11:459-64
15. **Diedrich O**, Kraft CN, Bertram R, Wagner U, Schmitt O. Dorsal lumbar interbody implantation of cages for stabilizing segmental spinal instabilities. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2000;138:162-8
16. **Elias WJ**, Simmons NE, Kaptain GJ, Chadduck JB, Whitehill R. Complications of posterior lumbar interbody fusion when using a titanium threaded cage device. *J Neurosurg* 2000;93:45-52

17. **Enker P**, Steffee AD. Interbody fusion and instrumentatuion. Clin Orthop 1994;(300):90-101
18. **Fairbanks JE**, Couper JC, Davies JB, et al. The Oswestry low back pain disability questionnaire. Physiotherapy 1980;66:271-3
19. **Flynn JC**, Price CT. Sexual complications of anterior fusion of the lumbar spine. Spine 1984;9:489-92
20. **Freeman BJ**, Licina P, Mehdian SH. Posterior lumbar interbody fusion combined with instrumented postero-lateral fusion: 5-year results in 60 patients. Eur Spine J 2000;9:42-46
21. **Fritzell P**, Hagg O, Wessberg P, Nordwall A. The Swedish Lumbar Spine Study Group.: 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 2002; 27:1131-41
22. **Fritzell P**, Hagg O, Wessberg P, Nordwall A. Swedish Lumbar Spine Study Group. 2002 Volvo Award Winner in Clinical Studies: Lumbar fusion versus nonsurgical treatment for chronic low back pain: a multicenter randomized controlled trail from the Swedish Lumbar Spine Study Group. Spine 2001;26:2521-32
23. **Fritzell P**, Hagg O, Nordwall A. Complications in lumbar fusion surgery for chronic low back pain: comparison of three surgical techniques used in prospective randomized study. A report from the Swedish Lumbar Spine Study Group. 2003;12:178-189



24. **Gibson JNA**, Waddell G, Grant IC. Surgery of degenerative lumbar spondylosis. The Cochrane Library 2003, Issue 2
25. **Gobel H**. Epidemiologie und Kosten chronischer Schmerzen. Spezifische und unspezifische Rückenschmerzen. Schmerz 2001; 15:92-8
26. **Greenough CG**, Peterson MD, Hadlow S, Fraser RD. Instrumented posterolateral lumbar fusion. Results and comparison with anterior interbody fusion. Spine 1998;23:479-86
27. **Greenough CG**, Taylor LJ, Fraser RD. Anterior lumbar fusion. A comparison of noncompensation patients with compensation patients. Clin Orthop 1994;(300):30-7
28. **Hackenberg L**, Liljenqvist U, Halm H, Winkelmann W. Occlusion of the left common iliac artery and consecutive thromboembolism of the left popliteal artery following anterior lumbar interbody fusion. J Spinal Disord. 2001;14:365-8
29. **Hacker RJ**. Comparison of interbody fusion approaches for disabling low back pain. Spine 1997;22:660-5
30. **Hadjipavlou A**, Enker P, Dupuis P, Silver J. The cause of failure of lumbar transpedicular spinal instrumentation and fusion: a prospective study. Int Orthop 1996;20:35-42
31. **Hägg O**, Fritzell P, Hedlund R, Möller H, Ekselius L, Nordwall A. Pain-drawing does not predict the outcome of fusion surgery for chronic low back pain: a report from the Swedish Lumbar Spine Study. Eur Spine J 2003;12:2-11

32. **Hägg O**, Fritzell P, Nordwall A, and the Swedish Lumbar Spine Study Group. Characteristics of Patients with Chronic Low Back Pain Selected for Surgery. *Spine* 2002;27:1223-1231
33. **Hägg O**, Fritzell P, Ekselius L, Nordwall A. Predictors of outcome in fusion surgery for chronic low back pain. A report from the Swedish Lumbar Spine Study. *Eur Spine J* 2003;12:22-33
34. **Hanley EN JR.**, David SM. Lumbar Arthrodesis for the Treatment of Back Pain. *J. Bone and Joint Surg.* 1999;81-A, NO.5:717-30
35. **Harms JG, Jeszensky D.** Die posteriore, lumbale, interkorporelle Fusion in unilateraler transforaminaler Technik. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 1998;10:90-102
36. **Hee HT**, Majd ME, Holt RT, Myers L. Do autologous growth factors enhance transforaminal lumbar interbody fusion? *Eur Spine J* 2003; May 22
37. **Humphreys SC**, Hodges SD, Patwardhan AG, Eck JC, Murphy RB, Covington LA. Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion. *Spine* 2001;26:567-71
38. **Hutter CG.** Posterior intervertebral body fusion. *Clin Orthop* 1983; 179:86-96
39. **Inaoka M**, Tada K, Yonenobu K. Problems of posterior lumbar interbody fusion (PLIF) for the rheumatoid spondylitis of the lumbar spine. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002;122:73-9

40. **Isiklar ZU**, Lindsey RW, Coburn M. Uretral injury after anterior lumbar interbody fusion. A case report. *Spine* 1996;21:2379-82
41. **Jurbala BM**, Kelly JD 4<sup>th</sup>, Dempsey DT, Caroline DF. Gastroparaspinal fistula: a late postoperative complication of anterior spinal fusion. *Orthopedics* 1997;20:985-7
42. **Jutte PC**, Castelein RM. Complications of pedicle screws in lumbar and lumbosacral fusions in 105 consecutive primary operations. *Eur Spine J* 2002;11:594-598
43. **Kakiuchi M**, Ono K. Defatted, gas-sterilised cortical bone allograft for posterior lumbar interbody vertebral fusion. *Int Orthop* 1998;22:69-76
44. **Kim NH**, Lee JW. Anterior interbody fusion versus posterolateral fusion with transpedicular fixation for isthmic spondylolisthesis in adults. A comparison of clinical results. *Spine* 1999;24:812-6
45. **Kozak JA**, O'Brien JP. Simultaneous combined anterior and posterior fusion. An independent analysis of a treatment for the disabled low-back pain patient. *Spine* 1990;15:322-28
46. **Kulkarni SS**, Lowery GL, Ross RE, Sankar KR, Lykowitzos V. Aterial complications following anterior lumbar interbody fusion: report of eight cases. *Eur Spine J* 2003;12:48-54
47. **Kumar K**, Hunter G, Demeria DD. Treatment of chronic pain by using intrathecal drug therapy compared with conventional pain therapies: a cost-effectiveness analysis. *J Neurosurg* 2002;97:803-10

48. **Kuslich SD**, Ulstrom CL, Griffith SL, Ahern JW, Dowdle JD. The Bagby and Kuslich method of lumbar interbody fusion. History, techniques, and 2-year follow-up results of a United States prospective, multicenter trial. *Spine* 1998;23:1267-78
49. **Lee CK**, Vessa P, Lee JK. Chronic disabling low back pain syndrome caused by internal disc derangements. The results of disc excision and posterior lumbar interbody fusion. *Spine* 1995;20:356-61
50. **Lehmann TR**, Spratt KF, Tozzi JE, et al. Long-term follow up of lower lumbar fusion patients. *Spine* 1987;12:97-104
51. **Leufven C**, Nordwall A. Management of chronic disabling low back pain with 360 degrees fusion. Results from pain provocation test and concurrent posterior lumbar interbody fusion, posterolateral fusion, and pedicle screw instrumentation in patients with chronic disabling low back pain. *Spine* 1999;24:2042-5
52. **Lin PM**. Posterior lumbar interbody fusion (PLIF): past, present, and future. *Clin Neurosurg* 2000;47:470-82
53. **Linson MA**, Williams H. Anterior and combined anteroposterior fusion for lumbar disc pain. A preliminary study. *Spine* 1991;16:143-45
54. **Little DG**, Mac Donald D. The use of the percentage change in Oswestry Disability Index score as an outcome measure in lumbar spinal surgery. *Spine* 1994;19:2139-43

55. **Loguidice VA**, Johnson RG, Guyer RD, Stith WJ, Ohnmeiss DD, Hochschuler SH, Rashbaum RF. Anterior lumbar interbody fusion. *Spine* 1988;13:366-9
56. **Lowe TG**, Coe JD. Bioresorbable polymer implants in the unilateral transforaminal lumbar interbody fusion procedure. *Orthopedics* 2002; 25:1179-83
57. **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* 2002;15:31-8
58. **Lowe TG**, Tahernia AD. Unilateral transforaminal posterior lumbar interbody fusion. *Clin Orthop* 2002;(394):64-72
59. **Madan SS**, Boeree NR. Outcome of posterior lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion for spondylolytic spondylolisthesis. *Spine* 2002;27:1536-42
60. **Madan SS**, Harley JM, Boeree NR. Anterior lumbar interbody fusion: Does stable anterior fixation matter? *Eur Spine J* 2003 May 24
61. **Mayer HM**. The ALIF concept. *Eur Spine J* 2000;9:35-43
62. **Mayr M**, Högl S, Ghedina W, Berek K. Low back pain and psychiatric disorders. *The Lancet* 2003;361: 531
63. **Mooney V**, McDermott KL, Song J. Effects of smoking and maturation on long-term maintenance of lumbar spinal fusion success. *J Spinal Disord* 1999;12:380-5

64. **Moskowitz A.** Transforaminal lumbar interbody fusion. *Orthop Clin North Am* 2002;33:359-66
65. **Niskanen RO.** The Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire. A two year follow-up of spine surgery patients. *Scand J Surg* 2002;91:208-11
66. **Nork SE, Hu SS, Workman KL, Glazer PA, Bradford DS.** Patient outcomes after decompression and instrumented posterior spinal fusion for degenerative spondylolisthesis. *Spine* 1999;24:561-9
67. **Okuyama K, Abe E, Suzuki T, Tamura Y, Chiba M, Sato K.** Posterior lumbar interbody fusion: a retrospective study of complications after facet joint excision and pedicle screw fixation in 148 cases. *Acta Orthop Scand* 1999;70:329-34
68. **Penta M, Fraser RD.** Anterior lumbar interbody fusion. A minimum 10-year follow-up. *Spine* 1997;22:2429-34
69. **Ray CD.** Threaded titanium cages for lumbar interbody fusions. *Spine* 1997;22:667-80
70. **Regan JJ, Aronoff RJ, Ohnmeiss DD, Sengupta DK.** Laparoscopic approach to L4-L5 for interbody fusion using BAK cages: experience in the first 58 cases. *Spine* 1999;24:2171-4
71. **Schofferman J, Slosar P, Reynolds J, Goldthwaite N, Koestler M.** A prospective randomized comparison of 270 degrees fusions to 360 degrees fusions (circumferential fusions). *Spine* 2001;26:207-12

72. **Spruit M**, Pavlov PW, Leitao J, De Kleuver M, Anderson PG, Den Boer F. Posterior reduction and anterior lumbar interbody fusion in symptomatic low-grade adult isthmic spondylolisthesis: short-term radiological and functional outcome. *Eur Spine J* 2002;11:428-33
73. **Steffee AD**, Sitkowski DJ. Posterior Lumbar Interbody Fusion and Plates. *Clin Orthop* 1988;227:99-102
74. **Steib JP**, Bogorin I, Brax M, Lang G. Results of lumbar and lumbosacral fusion: clinical and radiological correlations in 113 cases reviewed at 3.8 years. *Rev. Chir Orthop Rep Appar Mot* 2000; 86(2);127-35
75. **Stewart G**, Sachs BL. Patient outcomes after reoperation on lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:706-11
76. **Taylor VM**, Deyo RA, Cherkin DC, Kreuter W. Low back pain hospitalisation. Recent United States trends and regional variations. *Spine* 1994;19:1207-13
77. **Tandon V**, Cambell F, Ross ER. Posterior lumbar interbody fusion. Association between disability and psychological disturbance in noncompensation patients. *Spine* 1999;24:1833-8
78. **Tiusanen H**, Seitsalo S, Osterman K, Soini J. Retrograde ejaculation after anterior interbody fusion. *Eur Spine J* 1995;4:339-42
79. **Tiusanen H**, Hurri H, Seitsalo S, Osterman K, Harju R. Functional and clinical results after anterior interbody lumbar fusion. *Eur Spine J* 1996;5:288-92

80. **Tiusanen H**, Seitsalo S, Osterman K, Soini J. Anterior interbody lumbar fusion in severe low back pain: Clin Orthop 1996;324:153-63
81. **Thalgott JS**, Sasso RC, Cotler HB, Aebi M, LaRocca SH. Adult spondylolisthesis treated with posterolateral lumbar fusion and pedicular instrumentation with AO DC plates. J Spinal Disord 1997; 10:204-8
82. **Turner JA**, Ersek M, Herron L, et al. Patient outcomes after spinal fusion. JAMA 1992;268:907-11
83. **Vamvanij V**, Fredrickson BE, Thorpe JM, Stadnick ME, Yuan HA. Surgical treatment of internal disc disruption: an outcome study of four fusion techniques. J Spinal Disord 1998;11(5):375-82
84. **Wang JM**, Kim DJ, Yun YH. Posterior pedicular screw instrumentation and anterior interbody fusion in adult lumbar spondylolysis or grade I spondylolisthesis with segmental instability. J Spinal Disord 1996;9(2):83-8
85. **Weiner BK**, Fraser RD. Spine update lumbar interbody cages. Spine 1998;23:634-40
86. **West JL**, Bradford DS, Ogilvie JW. Results of spinal arthrodesis with pedicle screw-plate fixation. J Bone Joint Surg; 1991;73:1179-84
87. **Whitecloud TS 3rd**, Roesch WW, Ricciardi JE. Transforaminal interbody fusion versus anterior-posterior interbody fusion of the lumbar spine: a financial analysis. J Spinal Disord 2001;14:100-3



88. **Wittenberg RH**, Willburger RE, Krämer J. Spondylolyse und Spondylolisthese. Diagnose und Therapie. Orthopäde 1998;27:51-63
  
89. **Zdeblick TA**, David SM. A prospective comparison of surgical approach for anterior L4-L5 fusion: laparoscopic versus mini anterior lumbar interbody fusion. Spine 2000;25:2682-7

## **7. Lebenslauf**

### **Persönliche Daten**

Name: Claudia Jetten  
Geburtsdatum: 17.07.1973  
Geburtsort: Erwitte  
Familienstand: ledig  
Staatsangehörigkeit: deutsch  
Eltern: Hans-Joachim und Johanna Jetten,  
geb. Okunek

### **Schulbildung**

08/1980-06/1984 Besuch der Cyriakus-Grundschule in Erwitte-  
Horn  
08/1984-06/1993 Besuch des Städtischen Gymnasiums in  
Erwitte  
06/1993 Abschluß: allgemeine Hochschulreife

### **Ausbildung**

09/1993-03/1994 Ausbildung zur Krankenpflegerin am  
katholischen Krankenhaus in Lippstadt

### **Studium**

04/1994-07/1999 Studium der Zahnmedizin an der  
Westfälischen Wilhelms - Universität Münster  
04/1995 Vorphysikum

09/1996	Zahnärztliche Vorprüfung
07/1999	Zahnärztliche Prüfung
27.07.1999	Approbation als Zahnärztin

### **Berufspraxis**

12/1999 - 03/2001	Ausbildungsassistentin bei Dr. Adalbert Schulz, Werl
04/2001 - 03/2003	Weiterbildungsassistentin der Kieferorthopädie bei Dr. Friederike Knickenberg und Dr. Ariane Griehl, Soest
seit 04/2003	Weiterbildungsassistentin in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Münster, den

## **8. Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. L. Hackenberg für die Überlassung des Themas sowie für die geduldige und freundliche Unterstützung in allen Phasen dieser Arbeit.

Ferner bedanke ich mich für die freundliche Unterstützung von Herrn Priv.-Doz. Dr. U. Liljenqvist.