

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen
Abteilung Allgemeine Orthopädie mit Poliklinik
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. N. Wülker

**Retrospektive Untersuchung von Patienten mit
Claudicatio spinalis bei degenerativer lumbaler
Spinalkanalstenose und mikroskopischer
unterschneidender Dekompression.
Funktionelle und radiologische Ergebnisse.**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Corinna Simone Baldauf
aus
Villingen-Schwenningen

2008

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth
1. Berichterstatter: Professor Dr. N. Wülker
2. Berichterstatter: Professor Dr. G. Aldinger

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis.....	6
1. Einleitung	7
1.1 Hintergrund.....	7
1.2 Die lumbale degenerative Spinalkanalstenose	7
1.2.1 Klinik	7
1.2.2 Pathogenesefaktoren	8
1.2.3 Diagnostik	9
1.2.4 Therapie.....	10
1.2.5 Differentialdiagnose	11
1.3 Die unterschneidende Dekompression.....	12
1.3.1 Operationsprinzip und Nachbehandlung des Patienten.....	12
1.3.2 Vorteile.....	13
1.3.3 Nachteile	13
1.3.4 Intra- und Postoperative Komplikationen	14
2. Methodik.....	15
2.1 Ziel der Studie und Studiendesign.....	15
2.2 Patientenkollektiv.....	15
2.3 Studienablauf.....	16
2.4 Standards der Durchführung	18
2.5 Funktionelle Ergebnisse	18
2.6 Klinische Ergebnisse	22
2.7 Radiologische Ergebnisse	27
3. Ergebnisse	29
3.1 Funktionelle Ergebnisse	29
3.1.1 Oswestry Disability Score (ODS)	29
3.1.2 Visuelle Analog Skala (VAS).....	31
3.1.3 Roland Morris Score (RMS)	32
3.2 Klinisches Ergebnis	32
3.2.1 Patientencharakteristika.....	33

3.2.2	Body Mass Index (BMI)	33
3.2.3	Anzahl dekomprimierter lumbaler Segmente	34
3.2.4	Postoperativer Nachuntersuchungszeitraum (Follow-Up)	35
3.2.5	Komplikationen	36
3.2.6	Vorerkrankungen	37
3.2.7	Sensibilitätsstörungen und motorische Ausfälle	38
3.2.8	Freie Gehstrecke	39
3.2.9	Zufriedenheit der Patienten nach der Operation	40
3.3	Radiologische Ergebnisse	42
3.3.1	Spondylolisthesis	42
3.3.2	Cobb-Winkel	43
3.3.3	LWS-Lordose-Winkel	44
3.3.4	Aortensklerose	45
3.3.5	Bandscheibenfachhöhe	45
4.	Diskussion	47
4.1	Funktionelle Ergebnisse	47
4.1.1	Oswestry Disability Score (ODS)	47
4.1.2	Visuelle Analog Skala (VAS)	48
4.1.3	Roland Morris Score (RMS)	49
4.2	Klinisches Ergebnis	50
4.2.1	Patientencharakteristika	50
4.2.2	Body Mass Index (BMI)	52
4.2.3	Anzahl dekomprimierter lumbaler Segmente	53
4.2.4	Postoperativer Nachuntersuchungszeitraum (Follow-Up)	53
4.2.5	Komplikationen	54
4.2.6	Vorerkrankungen	55
4.2.7	Sensibilitätsstörungen und motorische Ausfälle	57
4.2.8	Freie Gehstrecke	58
4.2.9	Zufriedenheit der Patienten nach der Operation	59
4.3	Radiologische Ergebnisse	62
4.3.1	Spondylolisthesis	62
4.3.2	Cobb-Winkel	65

4.3.3 LWS-Lordose-Winkel	66
4.3.4 Aortensklerose	67
4.3.5 Bandscheibenfachhöhe.....	68
4.4 Schlussfolgerungen	70
5. Zusammenfassung	71
6. Literaturverzeichnis.....	73
7. Anhang	84
Danksagung	88
Lebenslauf.....	89

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arterie
Abb.	Abbildung
ap-Aufnahme	anterior posterior-Aufnahme
BMI	Body Mass Index
CT	Computertomographie
HTEP/KTEP	Hüft-Total-Endoprothese/Knie-Total-Endoprothese
ISG	Ileosakralgelenk
kg	Kilogramm
Lig./Ligg.	Ligamentum/Ligamenta
LSS	Lumbale Spinalkanalstenose
(L) WS	(Lenden-) Wirbelsäule
m	Meter
M	Median
Min.	Minuten
ml	Milliliter
MRT	Magnet-Resonanz-Tomographie
MW	Mittelwert
n	Patientenanzahl
ODS	Oswestry Disability Score
OP	Operation
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
RMS	Roland Morris Score
S.	Seite
St.abw.	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem
UKT	Universitätsklinikum Tübingen
VAS	Visuelle Analog Skala
vs.	versus
z. B.	zum Beispiel

1. Einleitung

1.1 Hintergrund

Unter lumbaler Spinalkanalstenose (LSS) wird eine umschriebene, knöchern-ligamentäre Einengung des Spinalkanals verstanden, die mit einem klinischen Beschwerdekomples aus Rückenschmerz und belastungsabhängigen Symptomen in den Beinen (Claudicatio spinalis) verbunden ist, in fortgeschrittenen Fällen auch mit permanenten sensomotorischen Ausfällen.

Mit einer jährlichen Inzidenz von 5/100000 gehört die LSS zu den häufigen Erkrankungen der älteren Bevölkerung [56]. Zu diesem Zeitpunkt existieren nur wenige evidenzbasierte Studien zur bestmöglichen Therapie der Spinalkanalstenose [118]. Im Wesentlichen stehen die konservative oder, je nach Schweregrad der Erkrankung, auch verschiedene operative Behandlungsmethoden zur Verfügung. Mittlerweile ist die LSS der häufigste Grund für einen operativen Eingriff an der Lendenwirbelsäule [110].

1.2 Die lumbale degenerative Spinalkanalstenose

1.2.1 Klinik

Symptome der Spinalkanalstenose sind, je nach Lokalisation, ein- oder beidseitige Wurzelkompressionsbeschwerden mit neurogener Claudicatio intermittens (= Claudicatio spinalis) [3,6,110,118] oder auch Dauerkompressionsbeschwerden. Dies äußert sich für die betroffenen Patienten oft in starken lumbal oder gluteal betonten Schmerzen im Rücken und/oder in den Beinen (Lumboischialgien). Die Schmerzen sind mit einer starken Einschränkung der Gehstrecke verbunden. Durch kurzes Stehenbleiben und Vornüberbeugen lassen sie sich oft vermindern, da hierbei die entlordosierende Haltung der Lendenwirbelsäule dominiert [127]. Auch neurologische Beschwerden, sensible wie motorische, können zum Bild der LSS gehören. Taubheitsgefühle, Krämpfe oder Parästhesien bis hin zu Lähmungen in den

Beinen können auftreten. Oft lassen sich derartige Funktionsstörungen eher unter Belastung beim Gehen nachweisen.

1.2.2 Pathogenesefaktoren

In der Literatur gibt es zahlreiche verschiedene Einteilungsformen der LSS [9,13,110,128]. Es existiert eine primäre, kongenitale Form und eine sekundäre, die durch degenerative Veränderungen der alternden Wirbelsäule bedingt ist [9]. In dieser Studie soll nur auf die sekundäre Form an der LWS eingegangen werden. Asymmetrie der Gelenkfacetten oder ein kleeblattförmiger Spinalkanal sind Beispiele für ungünstige, prädisponierende Faktoren [9].

Die LSS ist durch einen degenerativen Prozess bedingt, der sich über ein oder mehrere Segmente erstreckt. An erster Stelle steht die Höhenminderung der Bandscheibe aufgrund eines Wasserverlustes, was eine Einengung der Rezessus und Foramina intervertebralia, sowie die Retroposition des kranialen Wirbels, zur Folge hat. Die sekundäre Fehlstellung bzw. Überbeanspruchung der Facettengelenke führen zu Verschleißerscheinungen und (Spondyl-)Arthrose [13,16,110,131]. Der Zwischenwirbelabschnitt verschmälert sich, somit verringert sich auch der interlaminäre Abstand durch Vorwölbung des Lig. flavum in den Wirbelkanal. Es kommt also zu einer Verdickung des gesamten Wirbelgelenkes, das sich gegen seine Umgebung vorwölbt. Die Hypertrophie der Ligg. flava kommt vor allem durch vermehrte Fibrosierung und Abbau von elastischen Fasern zustande, was zum natürlichen Alterungsprozess gehört, jedoch auch durch die mechanische Überbeanspruchung [94,106,137]. Ebenso werden zystische Veränderungen der Ligg. flava in der Literatur diskutiert [26,133]. Die Summe dieser Faktoren kann auch zu einer degenerativen Spondylolisthese, also einer Instabilität des jeweiligen Wirbelsäulensegments, führen, welche den Spinalkanal zusätzlich einengen kann.

So wird also der gesamte Wirbelkanal verschmälert, anatomische Strukturen wie Nervenwurzeln, Meningen, intraspinal Gefäße oder die gesamte Cauda equina verdrängt und komprimiert. Neuere Studien diskutieren eine daraus

resultierende Radikulitis, bei der die Ausschüttung von Neurotransmittern in der Nervenwurzel verändert sein soll [65].

1.2.3 Diagnostik

Die ausführliche Anamnese mit anschließender körperlicher Untersuchung vor allem der Wirbelsäule, sowie der neurologische Status des Patienten stehen bei der Diagnostik an erster Stelle. Ebenso erforderlich ist eine konventionelle Röntgenaufnahme der LWS in zwei Ebenen frontal und lateral, um krankheitsspezifische Veränderungen wie Facettengelenksarthrose oder Höhenminderung des Bandscheibenfachs zu erkennen. Mittels lateralen LWS-Funktionsaufnahmen in Flexion und Extension, die unbedingt im Stehen angefertigt werden sollten [44], kann die Beweglichkeit und Stabilität der Wirbelsäulensegmente beurteilt werden, die jedoch von vielen Faktoren (Alter, Geschlecht, Trainingszustand, Körperposition) abhängig ist [110]. Die Stabilität hat letztendlich Konsequenzen auf die Wahl des möglichen Operationsverfahrens. Degenerative Spondylolisthesis ist ein Hinweis auf eine segmentale Instabilität [8].

Als Schnittbildverfahren stehen MRT und CT zur Verfügung. Beide Untersuchungen können mit einer Myelographie kombiniert werden, Myelographie und Myelo-CT weisen die gleiche Sensitivität und Spezifität wie das MRT auf [63,83,125]. Das Beschwerdebild und der Schmerzgrad der Patienten korreliert jedoch nicht mit dem Schweregrad der radiologischen Befunde [9,11,57,83,127].

1.2.4 Therapie

Krankengymnastik, physikalische Therapie (Wärme oder Elektrotherapie), regelmäßige Einnahme von Analgetika, Verhaltenstherapie, Ergotherapie, Korsett, Akupunktur, verschiedene Orthesen oder Infiltrationsbehandlung mit epi-/perineuralen Injektionen sind Möglichkeiten der nicht operativen Behandlung [85,110]. Bei der konservativen Therapie steht ausschließlich die Linderung der Symptome im Vordergrund, sie beseitigt jedoch nicht die tatsächliche Ursache. In der Literatur gibt es einige Studien zum Vergleich der operativen und konservativen Therapie der LSS jedoch mit unterschiedlichem Ergebnis [4,6,7,20,129,130]. Ein konservativer Therapieversuch sollte auf jeden Fall nicht unterlassen werden [24].

Die operative Dekompression des verengten Wirbelkanals kann zum Teil bessere Ergebnisse erzielen, und sollte dem Patienten nach etwa 3 bis 6 Monaten erfolgloser konservativer Therapie angeboten werden [110], wenn keine relevanten Kontraindikationen vorliegen. Ziel der Dekompression ist die ausreichende Entlastung der neuralen Strukturen und Blutgefäße, unter Erhalt der Stabilität des operierten Segmentes. In der Literatur werden Erfolgsquoten von 40 bis 90 % angegeben [37,51,86,110]. In dieser Arbeit wird ausschließlich auf die unterschneidende Dekompression als Operationsmethode näher eingegangen. Eine Studie [23] gibt Hinweise darauf, dass die unterschneidende Dekompression aufgrund der geringeren Zerstörung der dorsalen Anteile der Wirbelsäule die besseren Ergebnisse hinsichtlich frühzeitiger postoperativer Mobilisation, möglicher radiologischer Instabilität und Schmerzlinderung erzielt. Weitere Methoden zur Dekompression sind die Laminektomie, bei der die dorsale Zuggurtung (supra- und interspinöse Bänder) vollständig reseziert wird, und die Hemilaminektomie, bei der die einseitige Lamina mit dem Lig. flavum entfernt wird, jedoch unter Erhalt der dorsalen Zuggurtung. Die uni- oder bilaterale (Hemi-)Laminotomie ist ein weniger dekomprimierendes Verfahren. Bei der weiten Fensterung wird der mediale Anteil der hypertrophen Facettengelenksfortsätze, das Lig. flavum und zum Teil die hypertrophe

Gelenkkapsel entfernt mit zusätzlicher bilateraler Laminotomie. Laminoplastie (Spinalkanalerweiterung mit Rekonstruktion der dorsalen Strukturen und Bändern), Foraminotomie (isolierte Eröffnung des Recessus lateralis) und mikroendoskopische Operationsverfahren zählen ebenso dazu [110]. Eine Evidenz für spezielle Methoden der Dekompression ist nicht gegeben [38].

Bei Instabilität der Wirbelsäule kann zusätzlich zur Dekompression noch eine instrumentierte oder nicht instrumentierte Fusion durchgeführt werden. Zahlreiche Vergleiche zur Dekompression mit und ohne Spondylodese sind in der Literatur zu finden [19,40,44,58,89,104].

1.2.5 Differentialdiagnose

Die Vielzahl der Differentialdiagnosen zeigt, dass die ausführliche Schmerzanamnese, sowie die genaue Beschreibung der neurologischen Symptome unabdingbar ist. So können dem Patienten unnötige Untersuchungen und erfolglose Therapien erspart werden. Häufige mögliche Differentialdiagnosen der LSS sind [14,110]:

- lumbaler Bandscheibenvorfall
- Spondylolisthese
- Wirbelsäulenfrakturen (traumatisch oder osteoporotisch bedingt)
- Tumoren der Wirbelsäule, der Cauda equina und des Conus medullaris
- Coxarthrose, ISG-Arthrose
- Entzündungen (Borreliose, Spondylodiszitis etc.)
- Spondylitis ankylosans
- vaskuläre Erkrankungen (Aortensklerose, pAVK, Bauchaaortenaneurysma etc.)
- Myelopathien und Polyneuropathien (z. B. diabetisch bedingt)
- psychische Erkrankungen (somatoforme Schmerzstörung, Depression etc.).

1.3 Die unterschneidende Dekompression

1.3.1 Operationsprinzip und Nachbehandlung des Patienten

Ziel der operativen Therapie ist die optimale Erweiterung des verengten Segments unter Erhalt der Stabilität der Wirbelsäule [12,24]. Dabei wird auf größtmögliche Schonung anatomischer Strukturen geachtet. Daher wurden in dieser Studie alle Patienten unter Einsatz eines Mikroskopes operiert. Nach Benini [12] empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

- Der Patient wird zur Operation in Bauchlage gebracht.
- Der mediane Hautschnitt erfolgt nur über den zu dekomprimierenden Segmenten.
- Es erfolgt die Freilegung der Dornfortsätze, Wirbelbögen und medialen Gelenkanteile, je nach Ausmaß der Stenose ein- oder beidseitig.
- Schonung der inter- und supraspinösen Bänder.
- Die Dornfortsätze können sanft auseinandergeschoben werden, was die weitere Operation erleichtert, sowie eine Instabilitätsprüfung erlaubt.
- Mit speziellem Instrumentarium soll das kaudale Drittel des Wirbelbogens verdünnt werden, so dass die laterale sowie dorsale Fläche des Duralsackes den Knochen nicht mehr berühren.
- Der Recessus lateralis soll nun eröffnet und freigelegt werden, ebenso die Nervenwurzeltasche.
- Die Wunde wird verschlossen.
- Nachbehandlung: Der Patient wird am Abend des OP-Tages oder am darauffolgenden Tag mobilisiert. Am zweiten oder dritten Tag sollte mit leichten Bewegungsübungen begonnen werden. Physiotherapie mit Bewegungsübungen zur Kräftigung der Rumpfmuskulatur und der Extremitäten sollte der Patient einige Zeit nach der Operation weiter betreiben. Zwei bis drei Monate postoperativ sollte eine routinemäßige Kontrolle durchgeführt werden.

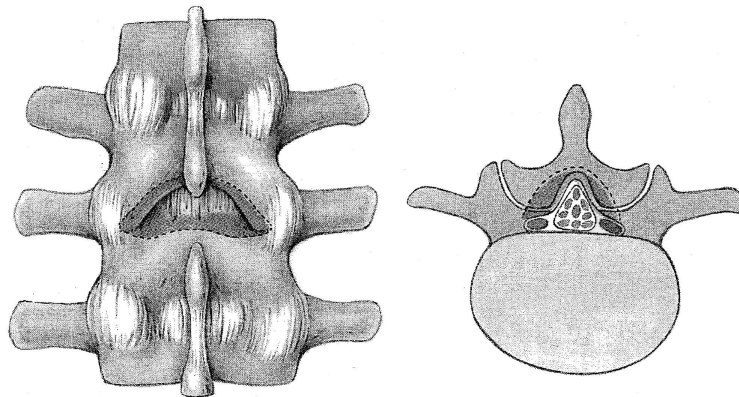


Abb. 1: Dorsale und axiale Darstellung eines stenotischen lumbalen Wirbelsäulensegments. Das nötige Dekompressionsausmaß ist dunkler markiert. Würde die Operation über diese Region hinausgehen, wäre dies eine unnötige Zerstörung der dorsalen Anteile der Wirbelsäule [12, (Benini A. Die selektive lumbale Dekompression.)]

1.3.2 Vorteile

Die Vorteile der mikroskopischen unterschneidenden Dekompression im Vergleich zur vollständigen Laminektomie sind [12]:

- minimale Schwächung der anatomischen Strukturen der Wirbelsäule,
- geringeres Risiko einer iatrogenen Instabilität oder Verschlechterung einer präoperativen Instabilität,
- geringer Blutverlust,
- minimales Risiko einer epiduralen Nachblutung,
- geringeres Risiko einer postoperativen Fibrose.

1.3.3 Nachteile

Nachteile der unterschneidenden Dekompression sind [12]:

- evtl. längere Operationsdauer bei unerfahrenen Operateuren als bei der vollständigen Laminektomie,
- sehr geringes Risiko einer ungenügenden Dekompression von Nervenwurzeln, was allerdings mit einem intraoperativen Myelogramm reduziert werden kann.

1.3.4 Intra- und Postoperative Komplikationen

Die Komplikationen entsprechen im Wesentlichen denen einer Laminektomie [12]:

- Läsion der Nervenwurzel tasche oder der Nervenwurzel selbst,
- Verletzung der Dura, und sehr selten auch der Arachnoidea,
- Wundheilungsstörungen,
- Narbenbildung (z.B. peri- oder intradurale Fibrose),
- Gefahr der ungenügenden Dekompression,
- Instabilität im operierten Segment.

2. Methodik

2.1 Ziel der Studie und Studiendesign

Ziel der Studie ist es, bei Patienten mit lumbaler degenerativer Spinalkanalstenose zu überprüfen, ob die operative Therapie mit der mikroskopischen unterschneidenden Dekompression eine relevante Besserung der Beschwerden erzielen kann.

Die Studie wurde als retrospektive Untersuchung mit Patienten durchgeführt, die nach einem Zeitraum von 3 bis 24 Monaten nach der Operation klinisch und radiologisch untersucht und befragt wurden.

2.2 Patientenkollektiv

Patientenauswahl

Es handelt sich bei unserem Patientengut um eine Patientengruppe mit gleicher Erkrankung (Claudicatio spinalis bei degenerativer lumbaler Spinalkanalstenose) und gleichem Operationsverfahren (mikroskopische unterschneidende Dekompression).

Ein- und Ausschlusskriterien

Folgende Patienten wurden in die Studie eingeschlossen:

- Alle Patienten, die an degenerativer lumbaler Spinalkanalstenose der Lendenwirbelsäule litten und im Zeitraum der Studie an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen mittels unterschneidender Dekompression operiert wurden.
- Nur Daten von Patienten, die die zur Auswertung relevanten Fragebögen ausfüllten, wurden verwendet.
- Einwilligungsfähige Patienten, die zur anonymen Auswertung und Veröffentlichung der Daten zu wissenschaftlichen Zwecken nach

Information und Aufklärung zugestimmt haben, unter dem Vorbehalt des zu jedem Zeitpunkt möglichen Ausstiegs aus der Studie.

- **Untersuchte Patienten:** Nur diejenigen, auf die oben genannte Einschlusskriterien zutrafen, und die zu einem Termin in der Ambulanz der Orthopädischen Klinik zur postoperativen Untersuchung erschienen sind.
- **Auswertung von Daten nicht zur Untersuchung erschienener Patienten:** Auch Daten von Patienten, die nicht an der Nachuntersuchung teilnahmen, jedoch die zur Auswertung relevanten Fragebögen zurückgeschickt haben, wurden verwendet.
- **Patienten, die im Verlauf noch eine instrumentierte Spondylodese erhielten,** füllten postoperativ keine Fragebögen aus und wurden nur mit den präoperativen Daten in der Statistik berücksichtigt.

Folgende Ausschlusskriterien wurden definiert:

- Alle Patienten mit anderen Erkrankungen, die Zweifel an der Ätiologie der degenerativen lumbalen Spinalkanalstenose hervorrufen könnten.
- Alle Patienten, auf die oben genannte Einschlusskriterien nicht zutrafen.

2.3 Studienablauf

Der Studienablauf bestand aus vier Teilen:

1. Funktionelle Evaluation durch Beantwortung der Fragebögen
2. Klinische orthopädisch-neurologische Untersuchung
3. Radiologische Untersuchung der Lendenwirbelsäule
4. Statistische Auswertung und Literaturvergleich.

Funktionelle Evaluation durch Beantwortung der Fragebögen

Die Patienten füllten drei Fragebögen (ODS, VAS, RMS), auf die später noch näher eingegangen wird, präoperativ am Tag der Krankenhausaufnahme aus. Ebenso wurden die Fragebögen nochmals postoperativ beantwortet. Entweder

brachten die Patienten diese zur Nachuntersuchung mit, oder schickten die ausgefüllten Fragebögen per Post an die Orthopädische Klinik zurück, falls sie nicht, oder zu einem späteren Zeitpunkt an der Nachuntersuchung teilnahmen. Patienten, die außer der unterschneidenden Dekompression im Verlauf noch eine instrumentierte Spondylodese der Wirbelsäule erhielten, füllten postoperativ keine Fragebögen aus und wurden daher postoperativ nicht in der Statistik berücksichtigt. Einzelne Patienten, die die Fragebögen zurückschickten, füllten nicht alle Fragebögen korrekt aus. In den entsprechenden Ergebnistabellen muss beachtet werden, dass daher die Patientenanzahlen zum Teil differieren können, da nicht oder falsch ausgefüllte Fragebögen nicht berücksichtigt werden konnten. Somit wurde bei allen drei Fragebögen jeweils der präoperative und der postoperative Wert erfasst. Die Fragebögen sind im Anhang dieser Dissertation zu finden.

Klinisch orthopädisch-neurologische Untersuchung

Die Patienten wurden zu verschiedenen Zeitpunkten vor und nach der Operation untersucht. Hierbei handelte es sich um ärztlich indizierte Untersuchungen für die Patienten, im Rahmen derer auch die wissenschaftlichen Daten für diese Studie erhoben wurden. Es wurde eine ausführliche Anamnese, mit anschließender körperlicher Untersuchung vor allem der Wirbelsäule, durchgeführt. Auch der neurologische Status des Patienten wurde untersucht. Zusätzlich wurden die untersuchten Patienten über ihre Zufriedenheit bzw. Gründe für mögliche Unzufriedenheit mit der Operation und dem postoperativen Verlauf befragt. Auch wurde ihnen die Frage gestellt, ob sie die Operation anderen empfehlen bzw. sich bei gleicher Ausgangssituation erneut operieren lassen würden.

Radiologische Untersuchung der Lendenwirbelsäule

Die ambulante Nachuntersuchung umfasste nach der klinischen Untersuchung, auch die Anfertigung von Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule in zwei Ebenen im Stehen und seitliche LWS-Funktionsaufnahmen.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit Hilfe des Statistikprogrammes SigmaStat. [114] (Spearman Rank Order Correlation Tests) und SPSS [119] (T-Tests). Für jeden Test wurde die Irrtumswahrscheinlichkeit auf $\alpha=5\%$ festgelegt, bei p-Werten unterhalb 0,05 wird hier von einem auffälligem, relevanten Unterschied gesprochen.

2.4 Standards der Durchführung

Alle ethischen, rechtlichen und wissenschaftlichen Anforderungen an klinische Prüfungen wurden erfüllt. Vor der Teilnahme an der Studie wurde jeder Patient ausführlich über den Untersuchungsablauf, rechtliche Grundlagen, ethische Voraussetzungen und Vertraulichkeit der Daten aufgeklärt. Jeder Patient gab sein schriftliches Einverständnis zur Studienteilnahme. Die Studie war zu Beginn von der Ethik-Kommission der Universität Tübingen genehmigt worden.

2.5 Funktionelle Ergebnisse

Oswestry Disability Score (ODS)

Primärer Zielparameter der Studie ist das funktionelle Ergebnis, d. h. die Veränderungen des Schmerzscore „Fragebogen Rückenschmerz“ (Oswestry Disability Score) im Vergleich vor und nach der operativen Therapie. Der Oswestry Disability Score ist ein internationaler validierter Schmerzfragebogen [30,103], der sehr häufig für Patienten mit Beschwerden durch die degenerative Spinalkanalstenose, die auch operativ therapiert wurden, verwendet wird [2,23,45,73,93,139]. Er existiert in verschiedenen Sprachen in validierter Form [34,41,70,84,134]. Ebenso liegt er in einer validierten deutschen Übersetzung vor und enthält auch Fragen zum sozialen Wohlbefinden [75,76].

Dieser Schmerzscore besteht aus zehn Fragen, die sich auf unterschiedliche Bereiche des alltäglichen Lebens beziehen, wie zum Beispiel

Schmerzintensität, Körperpflege, Sexualleben oder Mobilität. Bei jeder dieser zehn Fragen sind sechs kurze Antwortmöglichkeiten vorgegeben, die mit Punkten von 0 bis 5 versehen sind. Die Punkte stehen jeweils für den Schweregrad der Schmerzen oder Behinderung, wobei 5 Punkte die größte Behinderung bzw. den höchsten Schmerz bedeuten. Der Patient soll die auf ihn am besten zutreffende Antwortmöglichkeit ankreuzen.

Die Auswertung dieses Fragebogens erfolgt durch Addition der markierten Punkte der einzelnen Fragen, anschließende Division durch 50 und Multiplikation mit 100. Das Ergebnis wird als Prozentwert angegeben. Sind zwei Antwortmöglichkeiten vom Patienten markiert worden, wird die Antwortmöglichkeit mit der höheren Punktzahl zur Auswertung verwendet. Werden eine oder mehrere Fragen nicht beantwortet, verändert sich der Divisor 50, indem pro nicht beantwortete Frage jeweils fünf abgezogen wird.

Rechenbeispiel: Ein Patient beantwortet im ODS 9 von 10 Fragen, die Summe der beantworteten Fragen beträgt 25. Vom Divisor 50 werden fünf Punkte abgezogen, da eine Frage nicht beantwortet wurde.

$$(25 \text{ (Summe)} / 45 \text{ (Divisor)}) \times 100 = 55,6 \%$$

Anhand der errechneten Prozentwerte können die Patienten noch weiter eingeteilt werden:

- *0 bis 20 %: minimale Behinderung durch Schmerzen*
Patienten, die dieser Gruppe zugeteilt werden, können die meisten Situationen im Alltag gut bewältigen. Es sollte auf rückschonendes Arbeiten, wie zum Beispiel beim Heben, körperliche Fitness und ein normales Körpergewicht geachtet werden. Dieser Gruppe gehören oft Patienten an, die beim Sitzen, vor allem wenn die berufliche Tätigkeit vorwiegend im Sitzen ausgeführt wird, Beschwerden haben. Meist ist keine Behandlung notwendig.
- *20 bis 40%: moderate Behinderung durch Schmerzen*
Diese Patienten sind oft beim Sitzen, Heben und Stehen eingeschränkt, ebenso sind die verspürten Schmerzen stärker. Das soziale Leben

gestaltet sich häufig etwas schwieriger, auch die Arbeitsfähigkeit kann reduziert sein. Körperpflege, Sexualleben, sowie der Schlaf sind weitgehend unbeeinträchtigt. Die konservative Behandlung erscheint ausreichend.

- *40 bis 60%: starke Behinderung durch Schmerzen*

Patienten dieser Gruppe sind durch starke Schmerzen sehr beeinträchtigt. Mobilität, Körperpflege, Schlaf, sowie Sozial- und Sexualleben sind betroffen. Gezielte weitere Untersuchungen sind indiziert, um abzuklären, ob eine operative Therapie Erfolg bringt.

- *60 bis 80%: lähmende Beschwerden durch Schmerzen*

Diese Patientengruppe ist in allen Lebenssituationen beeinträchtigt. Oft ist eine Operation unumgänglich. Auch eine gezielte Schmerztherapie sollte man diesem Patientengut zukommen lassen.

- *80 bis 100%: extremste Form der Behinderung durch Schmerzen*

Durch stärkste, lähmende Schmerzen sind diese Patienten oft ans Bett gebunden. Jedoch können die Symptome von manchen Patienten auch stark übertrieben geschildert werden, was durch die Anamnese und klinische Untersuchung genauer abgeklärt werden sollte.

Ob die Veränderung des ODS als klinisch relevant anzusehen ist oder nicht, hängt von verschiedenen Studien ab [121,123]. Nach Meade ist eine Veränderung von 4 % als klinisch relevant anzusehen [81]. Nach einer Studie von Tafazal et al. muss differenziert werden, welche Art von OP der Patient erhalten hat. Ein exzellentes Ergebnis für eine Dekompression benötigt eine Verbesserung des ODS von durchschnittlich 28 %, ein gutes, klinisch relevantes Ergebnis 16 % Verbesserung [122].

In dieser Studie wurde der prä- und postoperative Wert der teilnehmenden Patienten ermittelt. Nach Prüfung auf Normalverteilung wurde versucht mit Hilfe des T-Testes eine statistisch auffällige Änderung des ODS prä- und postoperativ nachzuweisen [42,105]. Der ODS ist vermutlich der

aussagekräftigste Fragebogen, da er viele Lebensbereiche der Patienten berücksichtigt und die Einschränkung und Schmerzen der Patienten im täglichen Leben sehr gut beschreibt. Außerdem ist er für den Patienten selbsterklärend. Daher ist der ODS in unserer Auswertung der primäre Fragebogen, auf den sich auch zum Teil die klinischen und radiologischen Ergebnisse beziehen.

Visuelle Analog Skala (VAS)

Zusätzlich zum ODS wurde die Schmerzintensität mittels einer 10 cm langen visuellen Analog Skala (VAS) gemessen. Dabei wird der Nullpunkt der Skala als „schmerzfrei“ definiert (null Punkte), die 10-cm-Marke als „unerträgliche Schmerzen“ (zehn Punkte). Es wurde auch hier der prä- und postoperative Wert erfasst. Diese Skala ist in klinischen Studien zu Schmerzen bei Spinalkanalstenosen gebräuchlich und gilt als validiert [91]. Die VAS ist jedoch nur als Momentaufnahme der Schmerzintensität anzusehen. Sie beschreibt ausschließlich die Schmerzen, die der Patient an diesem Tag hat, an dem er den Fragebogen ausfüllt. Sie kann somit nicht zur Verlaufsbeschreibung herangezogen werden. Auch wird die VAS häufig für Patienten mit Rückenschmerzen und/oder operativer Behandlung verwendet [55,86,93,136]. Mittels Vorzeichentest nach Dixon und Mood [105] wurde versucht eine statistisch relevante Veränderung der prä- und postoperativen VAS-Werte nachzuweisen. Da der Test auf Normalverteilung negativ ausfiel, wurde kein T-Test durchgeführt.

Roland Morris Score (RMS)

Mit diesem Fragebogen liegt eine validierte Version des im englischsprachigen Raum weit verbreiteten Roland & Morris Disability Questionnaire vor [102]. Dieser Fragebogen ermöglicht die Erfassung der subjektiv erlebten Behinderung von Rückenschmerzpatienten ohne großen Zeitaufwand für Patient und Auswerter [103]. Er liegt, außer in validierter deutscher Übersetzung [29,132], in verschiedenen Sprachen in validierter Form vor

[41,54,68,90]. Der RMS ist in verschiedenen Studien zum Thema Rückenschmerz und/oder degenerative Spinalkanalstenose zu finden [85,100,124]. Zu beachten ist, dass der RMS in verschiedenen Versionen mit z. B. 16 oder 18 Sätzen zu finden ist [27,120]. Hier enthält er 24 Sätze, die Patienten verwendet haben, um ihre Rückenschmerzen zu charakterisieren. Die Sätze, die auf den Patienten am besten zutreffen, werden gekennzeichnet. Zur Auswertung wird die Anzahl der markierten Sätze addiert. Eine hohe Punktzahl bedeutet eine erhebliche Einschränkung bzw. starke Schmerzen für den Patienten. Auch dieser Schmerzscore beschreibt hauptsächlich den Zustand des Patienten am Tag des Ausfüllens. Der prä- und postoperative Wert wurde erfasst. In dieser Studie wurde versucht, mittels Vorzeichentest nach Dixon und Mood [105] eine statistisch relevante Veränderung der RMS-Werte prä- und postoperativ nachzuweisen. Da die RMS-Werte nicht normalverteilt sind, wurde kein T-Test durchgeführt.

2.6 Klinische Ergebnisse

Die klinischen Daten, sowie die Patientencharakteristika, wurden im Rahmen der Nachuntersuchung, sowie durch Herausarbeiten aus den Patientenakten, erhoben. Zum Teil standen nicht alle Daten zur Verfügung, zum Beispiel wenn die Patienten nicht an der Nachuntersuchung teilnahmen, daher variieren in manchen Fällen die Patientenzahlen bei den klinischen Ergebnissen.

Patientencharakteristika

Unter dem Kapitel Patientencharakteristika werden auf den Patienten bezogene und einige andere Parameter berücksichtigt. Es soll vor allem einen kurzen Überblick über das Patientengut geben. Dazu zählen der Anteil von Frauen und Männern, sowie die verschiedenen Mittelwerte und Mediane des Schmerzscore ODS der beiden Geschlechter. Das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation, die Operationsdauer, sowie der

Blutverlust werden auch hier dargestellt. Ebenso BMI, die Länge des Nachuntersuchungszeitraumes, sowie die durchschnittliche Anzahl an dekonprimierten Segmenten, auf die im Kapitel klinische Ergebnis noch näher eingegangen wird, werden der Vollständigkeit halber kurz in der Tabelle erwähnt.

Body Mass Index (BMI)

Der Body Mass Index in kg/m^2 wurde bei den Patienten mittels Körpergewicht (in kg) geteilt durch Körpergröße zum Quadrat (in m^2) errechnet. Die Patienten wurden anhand ihres BMIs in drei Gruppen eingeteilt (normalgewichtig, Präadipositas und Adipositas [46]) und die unterschiedlichen Werte des ODS ermittelt. Mit Hilfe des Spearman Rank Order Correlation Test wurde versucht eine Korrelation zwischen dem BMI und dem Schmerzfragebogen ODS jeweils prä- und postoperativ herzustellen.

Die Stärke des Korrelationskoeffizienten r_s wurde definiert und eingeteilt in:

- $r_s =$ bis 0,2: sehr geringe Korrelation
- $r_s =$ 0,2 bis 0,5: geringe Korrelation
- $r_s =$ 0,5 bis 0,7: mittlere Korrelation
- $r_s =$ 0,7 bis 0,9: hohe Korrelation.

Anzahl dekomprimierter lumbaler Segmente

Die Patienten erhielten, je nach Schweregrad bzw. Lokalisation ihrer Beschwerden, die unterscheidende Dekompression des verengten Spinalkanals. Sie wurden zur Auswertung in drei Gruppen, je nach Anzahl der dekomprimierten Wirbelsäulensegmente (monosegmental, bisegmental oder multisegmental), eingeteilt und die unterschiedlichen Werte des ODS errechnet. Mittels Spearman Rank Order Correlation Test wurde versucht, eine Korrelation zwischen der Anzahl der dekomprimierten Segmente und dem ODS jeweils prä- und postoperativ aufzuzeigen.

Postoperativer Nachuntersuchungszeitraum (Follow-Up)

Bei jedem Patienten wurde der Nachuntersuchungszeitraum ermittelt. Follow-Up bedeutet hier der Zeitraum, angegeben in Monaten, zwischen dem Ausfülldatum der Fragebögen vor der Operation und dem Ausfülldatum des Fragebogens nach der Operation. Zwischen den einzelnen Patienten besteht jedoch keine Beobachtungsgleichheit, da die Länge des Nachuntersuchungszeitraumes bei jedem Patienten verschieden ist. Um dennoch einen Vergleich herstellen zu können, wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt (Follow-Up <12 Monate vs. Follow-Up >12 Monate), und jeweils die unterschiedlichen Werte des ODS ermittelt. Mit Hilfe des Spearman Rank Order Correlation Test wurde auch hier versucht, eine statistische Korrelation zwischen der Länge des Nachuntersuchungszeitraumes der Patienten und den Werten des ODS prä- und postoperativ herzustellen.

Komplikationen

Die aufgetretenen Komplikationen wurden in intra- und postoperative Komplikationen eingeteilt und beschrieben. Dazu zählen:

Intraoperative Komplikationen:

- Verletzung der Dura mater mit Liquorleck, anschließende Duranaht
- Verletzung einer Nervenwurzel.

Postoperative Komplikationen:

- Auftreten eines epiduralen Hämatomes
- Wundheilungsstörungen mit anschließender Revision.

Vorerkrankungen

Aus der Patientenakte wurde die Anzahl an relevanten Vorerkrankungen für jeden Patienten ermittelt. Es wurden speziell Vorerkrankungen berücksichtigt, die in irgendeiner Weise Einfluss auf die Gehstrecke nehmen könnten, zu einer Schmerzverstärkung führen oder selbst Schmerzen auslösen, sowie Erkrankungen, die direkten Einfluss auf die Wirbelsäule nehmen. Zusätzlich

fand eine Einteilung in wirbelsäulenbezogene und nicht wirbelsäulenbezogene Vorerkrankungen statt. Dazu zählen:

Wirbelsäulenbezogene Vorerkrankungen:

- Wirbelkörperfraktur
- vorausgegangene Operationen der Wirbelsäule
- Operationen zum Gelenkersatz der unteren Extremität (KTEP, HTEP)
- Rheumatoide Erkrankungen [46]
- Osteoporose [46].

Nicht wirbelsäulenbezogene Vorerkrankungen:

- Adipositas per magna (BMI > 35 kg/m²) [46]
- Claudicatio intermittens durch pAVK [46]
- Herzinsuffizienz NYHA Grad 3 und 4 [46]
- Neurologische Erkrankungen (Apoplex, Polyneuropathie, etc.) [78]
- Somatoforme Schmerzstörung [28,43,48].

Bei jedem Patient wurde die Anzahl an relevanten Vorerkrankungen ermittelt. Auch in dieser Kategorie wurden, durch die Gruppeneinteilung, die veränderten Werte des ODS errechnet. Mit Hilfe des Spearman Rank Order Correlation Test wurde versucht eine Korrelation zwischen der Anzahl der relevanten Vorerkrankungen (jeweils getrennt für wirbelsäulenbezogene und nicht wirbelsäulenbezogene Vorerkrankungen) der Patienten und den Werten des ODS prä- und postoperativ zu zeigen.

Sensibilitätsstörungen und motorische Ausfälle

Auch wurden die neurologischen Beschwerden der Patienten erfasst und beschrieben. Dazu zählen zum einen Sensibilitätsstörungen [78], wie Taubheitsgefühle, Hypästhesien, Parästhesien, Wärme- und/oder Kältegefühle, zum anderen motorische Ausfälle [78] wie z.B. Kraftminderung bzw. Muskelparesen der unteren Extremitäten oder abgeschwächte bzw. nicht auslösbare Reflexe (besonders Patellarsehnenreflex und Achillessehnenreflex).

Freie Gehstrecke

Im Rahmen der Nachuntersuchung sollten die Patienten auch angeben, wie weit sie ohne Hilfe laufen können, bis wieder Beschwerden, im Sinne von Claudicatio-spinalis-Symptomatik, auftreten. Die freie Gehstrecke wurde in Metern erfasst. Einige Patienten gaben ihre Gehstrecke in Minuten an. Unter der Annahme, dass die durchschnittliche Gehstrecke in 60 Minuten bei Gesunden etwa 5000 Meter beträgt, wurde die Angabe dieser Patienten zum besseren Vergleich entsprechend umgerechnet. Auch in dieser Kategorie wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt (freie Gehstrecke < 500 m vs. \geq 500 m), um so veränderte ODS-Werte ermitteln zu können. Ebenso wurde mittels Spearman Rank Order Correlation Test versucht, eine Korrelation zwischen der freien Gehstrecke der Patienten, jeweils vor und nach der Operation, und den Werten des ODS prä- und postoperativ nachzuweisen.

Zufriedenheit der Patienten nach der Operation

Patienten, die im Studienzeitraum an der Nachuntersuchung teilnahmen wurden, wie bereits oben erwähnt über ihre Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis befragt und ob sie sich bei gleicher Ausgangssituation erneut operieren lassen würden. Unzufriedene Patienten wurden anhand verschiedener funktioneller, klinischer, sowie radiologischer Parameter mit zufriedenen Patienten verglichen.

2.7 Radiologische Ergebnisse

Einige Patienten brachten aktuelle Röntgenaufnahmen von ihrem behandelnden niedergelassenen Arzt mit zur Untersuchung, so dass auf eine erneute Röntgenaufnahme in der UKT verzichtet wurde. Daher standen nicht die Röntgenbilder aller Studienpatienten zur Ausmessung zur Verfügung, folglich variiert die Anzahl in den Ergebnistabellen erheblich, was beachtet werden muss. Da bei der postoperativen Nachuntersuchung neben der ap-Aufnahme, meist nur seitliche Funktionsaufnahmen angefertigt wurden, gab es nicht bei allen Patienten seitliche Röntgenbilder zum prä- und postoperativen Vergleich. Alle zur Verfügung stehenden Röntgenaufnahmen des UKT wurden mit einem digitalen Messprogramm vermessen. Die im Folgenden beschriebenen Parameter wurden berücksichtigt.

Spondylolisthesis

Die Patienten wurden in zwei Gruppen eingeteilt, ob präoperativ ein Wirbelgleiten diagnostiziert wurde oder nicht. Nach Prüfung auf Normalverteilung der Werte wurde mit dem T-Test für unabhängige Stichproben versucht, einen auffälligen Mittelwertvergleich zwischen der präoperativ bestandenen Spondylolisthesis und den prä- und postoperativen ODS-Scores, aufzuzeigen.

Cobb-Winkel

In der ap-Aufnahme wurde der lumbale Cobb-Winkel [88], der zur Einteilung des Schweregrades der Skoliose dient, jeweils vor und nach der Operation gemessen. Der Spearman Rank Order Correlation Test wurde angewendet, um eine mögliche Korrelation des präoperativen, sowie des postoperativen Cobb-Winkels und den prä- und postoperativen ODS-Werten zu errechnen.

LWS-Lordose-Winkel

In der seitlichen Röntgenaufnahme wurde der Lordosewinkel (Deckplatte der Lendenwirbel L1 bis S1) gemessen. Auch hier wurde der Spearman Rank Order Correlation Test verwendet, um eine statistisch relevante Korrelation zwischen jeweils dem präoperativen Lordosewinkel der Patienten und den Werten des ODS prä- und postoperativ, aufzuzeigen.

Aortensklerose

Aus den seitlichen Röntgenbilder der Wirbelsäule wurde der Verkalkungsgrad der Aorta beurteilt. Aufgrund der kleinen Patientenzahl gab es nur eine grobe Einteilung in zwei Gruppen (keine oder leichte Aortensklerose, mittlere oder schwere Aortensklerose). Dadurch konnten, die sich verändernden Werte des ODS, errechnet werden.

Bandscheibenhöhe

Die Höhe des Intervertebralfachs, und somit die ungefähre Höhe der Bandscheibe, wurde im prä- und postoperativen Vergleich aus den seitlichen Aufnahmen in den Segmenten L3/4 und L4/5 an drei verschiedenen Stellen gemessen (ventral, medial, dorsal), angegeben in Millimetern.

3. Ergebnisse

3.1 Funktionelle Ergebnisse

Tab. 1: Übersicht über die Ergebnisse der Fragebogenauswertung;
Mittelwert (\pm Standardabweichung), Median (Minimum; Maximum)

	Fragebögen		
	ODS [%]	VAS [Pkt.]	RMS [Pkt.]
Studienteilnehmer präoperativ [n]	30	26	30
Studienteilnehmer postoperativ [n]	28	26	28
postoperative Verbesserung [n]	23	15	17
postoperative Verschlechterung [n]	4	3	11
keine Veränderung postoperativ [n]	1	4	0
Median präoperativ	50,0 (6;84)	6,5 (0;8)	14,0 (0;20)
Median postoperativ	30,0 (0;72)	4,0 (1;8)	6,5 (0;20)
MW präoperativ	47,9 \pm 19,4	5,8 \pm 2,3	11,2 \pm 5,7
MW postoperativ	32,2 \pm 20,7	4,0 \pm 1,8	8,0 \pm 6,1

3.1.1 Oswestry Disability Score (ODS)

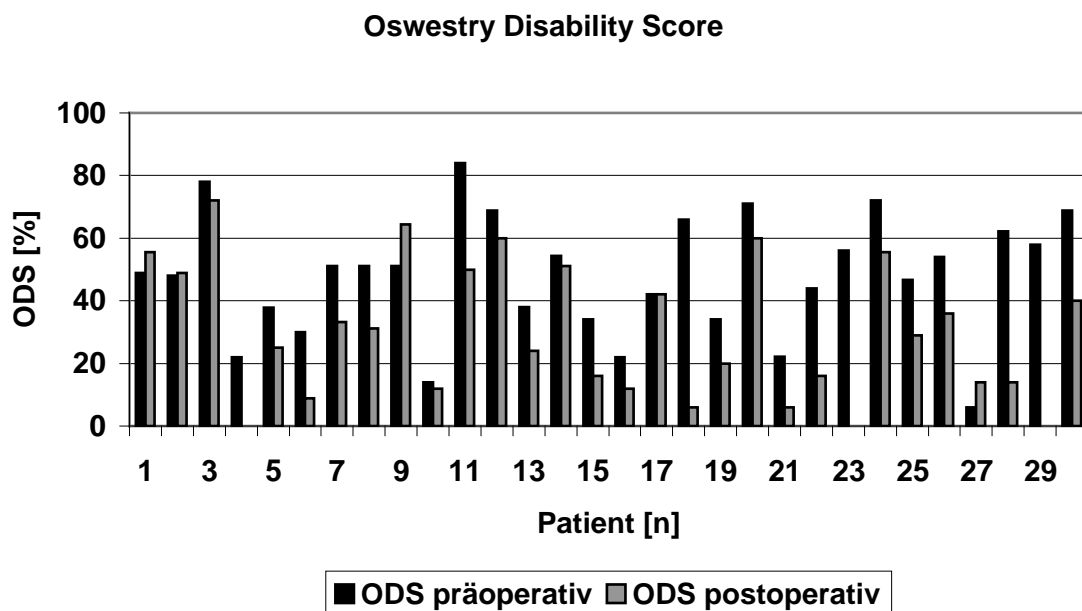


Abb. 2: Übersicht über die prä- und postoperative Veränderung des ODS

Bei 83 % (23 Patienten) verbesserte sich der ODS postoperativ, bei 14% (4 Patienten) verschlechterten sich die postoperativen Werte. Ein Patient hatte prä- und postoperativ die gleichen Werte. Der präoperative Mittelwert von 47,9 % verminderte sich im postoperativen Vergleich deutlich auf 32,2 %. Bei einem p-Wert von 0,001 besteht daher eine statistisch relevante Veränderung der Werte des ODS prä- und postoperativ.

Vergleich zweier Patientengruppen im Oswestry Disability Score

Tab. 2: Vergleich zweier Patientengruppen: Patienten, die präoperativ im ODS leichte bis moderate Schmerzen angaben (0 – 40 %), und Patienten, mit starken bis lähmenden Schmerzen (40 – 100%).
Mittelwert (\pm Standardabweichung), Median (Minimum; Maximum)

	Oswestry Disability Score	
	0 – 40,0 [%]	> 40,0 – 100 [%]
Studienteilnehmer [n]	10	18
Median Alter [Jahre]	72,5 (61; 80)	68,0 (50; 78)
MW Alter [Jahre]	70,0 \pm 6,5	67,8 \pm 8,4
Median BMI [kg/m ²]	28,7 (21; 36,5)	29,6 (21; 37,5)
MW BMI [kg/m ²]	29,2 \pm 4,7	29,3 \pm 4,3
Median dekomprimierter lumbaler Segmente [n]	2,0 (1; 3)	2,0 (1; 4)
MW dekomprimierter lumbaler Segmente [n]	2,1 \pm 0,9	2,2 \pm 0,8
Median Gehstrecke präoperativ [m]	500 (500; 10000)	200 (50; 2500)
MW Gehstrecke präoperativ [m]	1265 \pm 1602	622 \pm 1166
Median Cobb-Winkel präoperativ [°]	2 (0; 31)	11 (3; 21)
MW Cobb-Winkel präoperativ [°]	6,8 \pm 9,8	10,3 \pm 5,7
Median LWS-Lordose-Winkel präoperativ [°]	37 (27; 58)	44 (10; 57)
MW LWS-Lordose-Winkel präoperativ [°]	40,8 \pm 12,8	43,7 \pm 12,3

Nach weiterer Einteilung des Oswestry Disability Score [122] hatten somit 14 Patienten (50 %) ein gutes (ODS-Differenz > 16 %) oder exzellentes (ODS-Differenz > 28 %) Ergebnis. Weiterhin wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt, zum einen in Patienten mit leichten bis moderaten Schmerzen im ODS (0 bis 40 %), zum anderen in Patienten mit starken bis lähmenden

Schmerzen im ODS (40 bis 100 %), und so verschiedene Patientenparameter verglichen. Patienten mit starken Schmerzen sind in diesem Vergleich etwas älter, haben eine deutlich geringere Gehstrecke, einen höheren Cobb-Winkel und einen vermehrten LWS-Lordose-Winkel (siehe Tabelle 2).

3.1.2 Visuelle Analog Skala (VAS)

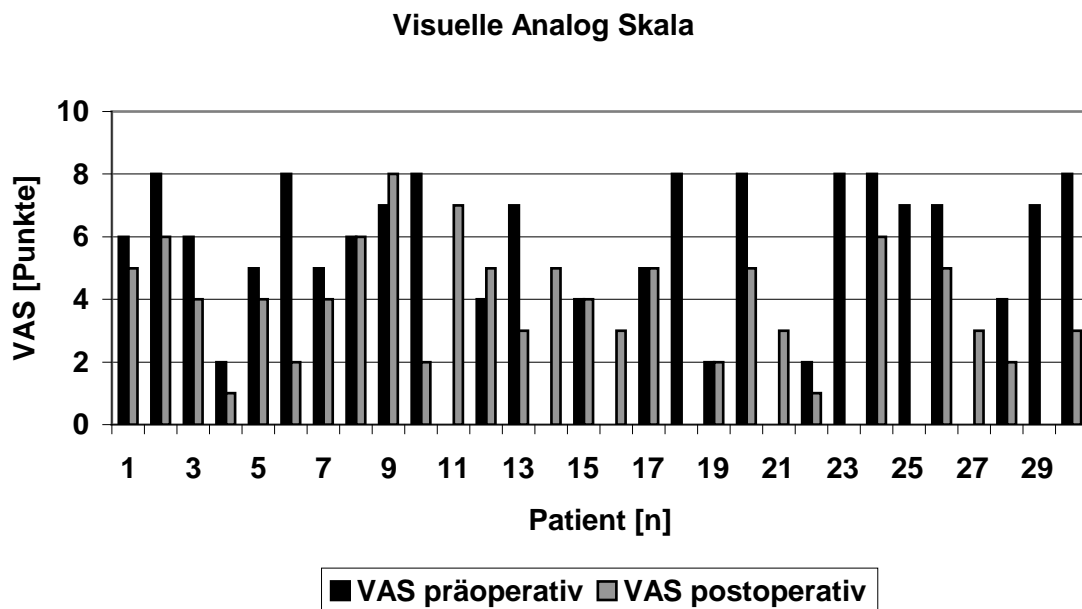


Abb. 3: Veränderung der VAS im Vergleich prä- und postoperativ

Bei diesem Schmerzscore verbesserte sich der postoperative Wert bei 68 % (15 Patienten), eine Verschlechterung trat bei 14 % (3 Patienten) auf. 18 % (4 Patienten) gaben keine Veränderung an. Da verschiedene Patienten die VAS zum Teil nicht ausfüllten, konnten hier sowohl prä-, als auch postoperativ nur Daten von 26 Patienten verwendet werden. Durchschnittlich lag der präoperative VAS-Wert bei 5,8 Punkten, postoperativ deutlich vermindert bei 4,0 Punkten. Es besteht eine statistisch relevante Veränderung der VAS prä- und postoperativ ($p < 0,01$).

3.1.3 Roland Morris Score (RMS)

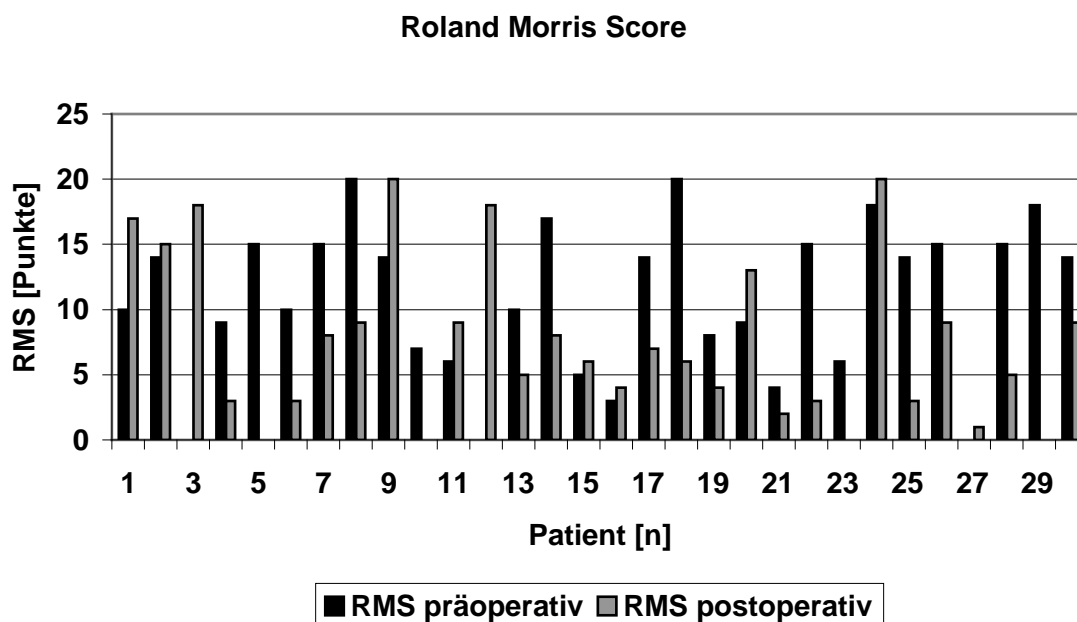


Abb. 4: Vergleich des RMS prä- und postoperativ

Der RMS verbesserte sich postoperativ bei 60 % (17 Patienten), bei 40 % (11 Patienten) verschlechterte er sich. Präoperativ lag der Mittelwert des RMS bei 11,2 Punkten, postoperativ verbesserte er sich auf 8,0 Punkte. Es besteht allerdings keine statistisch relevante Veränderung des RMS prä- und postoperativ ($p > 0,05$).

3.2 Klinisches Ergebnis

Die beiden Patienten, die im Verlauf noch eine instrumentierte Spondylodese erhielten, wurden nicht in den klinischen Ergebnissen berücksichtigt. Es wurden daher die Daten von 28 Patienten verwendet. 23 Patienten wurden im Zeitraum der Studie nachuntersucht und über ihre Zufriedenheit befragt. Die restlichen 5 Patienten schickten ihre ausgefüllten Fragebögen zurück, davon wurden 3 Patienten zu einem späteren Zeitpunkt nachuntersucht. Zwei Patienten nahmen die Möglichkeit der Nachuntersuchung nicht wahr.

3.2.1 Patientencharakteristika

Insgesamt (n=30) nahmen 11 Männer (37 %) und 19 Frauen (63 %) an der Studie teil.

Tab. 3: Übersicht über die Patientencharakteristika und einige andere Werte; Mittelwert (\pm Standardabweichung), Median (Minimum; Maximum)

	Patientencharakteristika	
	Mittelwert	Median
Alter zum Zeitpunkt der OP [Jahre]	68,5 (\pm 7,8)	69,5 (50; 80)
BMI [kg/m ²]	29,2 (\pm 4,2)	28,5 (21; 37,5)
Nachuntersuchungszeitraum [Monate]	12,1 (\pm 6,1)	12,1 (2,5; 29,3)
Anzahl dekompr. lumbaler Segmente [n]	2,2 (\pm 0,8)	2 (1; 4)
Operationsdauer [Min.]	120,5 (\pm 28,6)	117,5 (77; 170)
intraoperativer Blutverlust [ml]	100,0 (\pm 232)	0,0 (0; 1000)
Frauen ODS präoperativ [%]	54,5 (\pm 17,8)	54 (14; 84)
Frauen ODS postoperativ [%]	38,1 (\pm 20,8)	40 (6; 72)
Männer ODS präoperativ [%]	31,8 (\pm 15,1)	34 (6; 51)
Männer ODS postoperativ [%]	19,9 (\pm 15,0)	16 (0; 49)

3.2.2 Body Mass Index (BMI)

Von 27 Patienten konnte der BMI ermittelt werden. Der Mittelwert des BMI lag bei 29,2 kg/m², der Median bei 28,5 (21; 37,5) kg/m² (siehe Tabelle 3). Tabelle 4 zeigt die verschiedenen ODS-Werte nach Einteilung der Patienten anhand ihres BMI. Die 5 Patienten mit Normalgewicht haben im Vergleich einen niedrigeren Schmerzscore als die adipösen Patienten. Es gab jedoch keine statistisch relevante Korrelation zwischen dem BMI und dem ODS (siehe Tabelle 5).

Tab. 4: Darstellung der unterschiedlichen Werte im ODS durch Gruppeneinteilung des BMI [kg/m²]; Mittelwert (± Standardabweichung), Median (Minimum; Maximum)

	BMI		
	18,5-24,9	25,0-29,9	30,0-39,9
Studienteilnehmer [n]	5	10	12
Median ODS präoperativ [%]	39,0 (14; 54)	51,1(22; 78)	50,0 (6; 84)
Median ODS postoperativ [%]	18,0 (12; 36)	24,0 (6; 72)	32,2 (0; 60)
MW ODS präoperativ [%]	36,5 (± 17,1)	50,0 (± 18,3)	48,2 (± 23,3)
MW ODS postoperativ [%]	21,0 (± 10,5)	33,3 (± 24,3)	33,7 (± 20,4)

Tab. 5: Korrelation des BMI mit dem ODS

	Spearman Rank Order Correlation Test		
	p-Wert	r _s	n
ODS präoperativ	0,482	0,135	29
ODS postoperativ	0,205	0,250	27

3.2.3 Anzahl dekomprimierter lumbaler Segmente

Bei den 28 berücksichtigten Patienten wurde meist eine bi- oder multisegmentale Dekompression durchgeführt. Der Mittelwert der Anzahl dekomprimierter lumbaler Segmente lag bei 2,2, der Median bei 2 (siehe Tabelle 3). Im Segment L2/3 wurden 43 % der Patienten operiert, im Segment L3/4 80 %, im Segment L4/5 83 % und im Segment L5/S1 17 %. Der Schmerzscore variiert durch die Einteilung mono-, bi- und multisegmentale Dekompression nicht wesentlich (siehe Tabelle 6). Es gibt keine Korrelation zwischen der Anzahl dekomprimierter Segmente und dem ODS (siehe Tabelle 7).

Tab. 6: Darstellung der unterschiedlichen ODS-Werte durch Einteilung der Anzahl der dekomprimierten Wirbelsäulensegmente [n] in 3 Gruppen; Mittelwert (\pm Standardabweichung), Median (Minimum; Maximum)

	Anzahl dekomprimierter Segmente		
	1	2	3 o. 4
Studienteilnehmer [n]	6	12	10
Median ODS präop. [%]	44 (22; 78)	49,6 (6; 68,9)	45,5 (14; 84)
Median ODS postop. [%]	26 (0; 72)	30,0 (6; 64,4)	33,5 (6; 60)
MW ODS präop. [%]	46,5 \pm 24,1	46,6 \pm 16,2	48,4 \pm 23,3
MW ODS postop. [%]	29,3 \pm 25,8	33,1 \pm 18,9	32,9 \pm 21,8

Tab. 7: Korrelation der Anzahl der dekomprimierten Segmente mit dem ODS

	Spearman Rank Order Correlation Test		
	p-Wert	r _s	n
ODS präoperativ	0,731	0,0648	30
ODS postoperativ	0,754	0,0610	28

3.2.4 Postoperativer Nachuntersuchungszeitraum (Follow-Up)

Auch hier wurden Daten von 28 Patienten verwendet. Der Mittelwert der Länge des Nachuntersuchungszeitraumes lag bei 12,1 Monaten, der Median bei 12,1 Monaten (siehe Tabelle 3). Tabelle 8 zeigt die Veränderung des ODS. Der Schmerzscore veränderte sich nur sehr gering durch die Einteilung in Patienten, die innerhalb eines Jahres den Schmerzscore ausfüllten oder Patienten, die dies erst später taten. Es gab keine relevante Korrelation zwischen dem ODS und der Dauer des postoperativen Nachuntersuchungszeitraumes (siehe Tabelle 9).

Tab. 8: Darstellung der unterschiedlichen Werte im Oswestry Disability Score durch Einteilung des postoperativen Nachuntersuchungszeitraumes [Monate] in 2 Gruppen; Mittelwert (\pm Standardabweichung), Median (Minimum; Maximum)

	postoperativer	
	Nachuntersuchungszeitraum [Monate]	
	0-12,0	12,1-30
Studienteilnehmer [n]	14	14
Median ODS präop. [%]	48,9 (22; 84)	48,5 (6;78)
Median ODS postop. [%]	27,0 (12; 64,4)	34,7 (0; 72)
MW ODS präop. [%]	49,3 \pm 20,7	45,1 \pm 19,6
MW ODS postop. [%]	33,2 \pm 20,5	31,3 \pm 21,7

Tab. 9: Korrelation des postoperativen Nachuntersuchungszeitraumes mit dem ODS

	Spearman Rank Order Correlation Test		
	p-Wert	r _s	n
ODS präoperativ	0,923	-0,0186	28
ODS postoperativ	0,667	0,0843	28

3.2.5 Komplikationen

Intraoperative Komplikationen

Bei 7 der 30 Studienpatienten (23 %) kam es zu intraoperativen Komplikationen. Bei 6 Patienten entstand nach Verletzung der Dura mater ein Liquorleck, welches mit einer Duranaht problemlos dicht verschlossen werden konnte, so dass dieses bei allen Patienten ohne Bildung einer Liquorfistel vollständig ausheilte. Die 6 Patienten hatten durch diese intraoperative Komplikation bei der Nachuntersuchung kein schlechteres klinisches Operationsergebnis.

Bei einem Patienten wurde das Epineurium der abgehenden Nervenwurzel verletzt, was ebenfalls mit einer Naht versorgt werden konnte und keine klinischen Konsequenzen für den Patienten hatte. Der weitere Verlauf der 7 Patienten gestaltete sich komplikationslos, sie wiesen bei der Nachuntersuchung im Studienzeitraum reizlose Wundverhältnisse auf.

Frühe postoperative Komplikationen

3 von 30 Patienten (10 %) hatten im frühen postoperativen Verlauf Komplikationen. Eine Patientin entwickelte postoperativ ein epidurales Hämatom und musste dadurch erneut operiert werden. Zwei Patienten hatten postoperativ Wundheilungsstörungen und wurden ebenfalls in einer weiteren Operation revidiert. Auch der Verlauf dieser drei Patienten gestaltete sich weiterhin komplikationslos mit reizlosen Wundverhältnissen.

3.2.6 Vorerkrankungen

17 Patienten hatten wirbelsäulenbezogene, 8 Patienten nicht wirbelsäulenbezogene Vorerkrankungen. 3 Patienten hatten keine relevanten Vorerkrankungen und wurden hier somit nicht mit einbezogen. Tabelle 10 zeigt die nur sehr geringen Veränderungen des ODS durch die Einteilung.

Tab. 10: Darstellung der unterschiedlichen ODS-Werte durch Einteilung der relevanten Vorerkrankungen [n] in wirbelsäulenbezogen und nicht wirbelsäulenbezogen; Mittelwert (\pm Standardabweichung), Median (Minimum; Maximum)

	Vorerkrankungen	
	WS-bezogen	nicht WS-bezogen
Median Vorerkrankungen [n]	1,0	0,0
Mittelwert Vorerkrankungen [n]	1,0 \pm 0,4	0,3 \pm 0,4
Studienteilnehmer [n]	17	8
Median ODS präoperativ [%]	51,1 (6;84)	51,1 (22,2;78)
Median ODS postoperativ [%]	49,5 (8,9;72)	44,5 (6;72)
MW ODS präoperativ [%]	52,9 \pm 19,3	53,0 \pm 17,9
MW ODS postoperativ [%]	42,4 \pm 19,4	40,3 \pm 26,3

Es besteht eine statistisch auffällige, jedoch geringe, Korrelation zwischen den wirbelsäulenbezogenen Vorerkrankungen und dem ODS postoperativ ($p=0,0176$ bei positivem Korrelationskoeffizient von 0,446). Bei hoher Anzahl an wirbelsäulenbezogenen Vorerkrankungen ist auch der postoperative ODS höher. Es besteht jedoch keine statistische Korrelation zwischen den nicht wirbelsäulenbezogenen Vorerkrankungen und dem ODS jeweils prä- und

postoperativ, ebenso zwischen den wirbelsäulenbezogenen Vorerkrankungen und dem ODS präoperativ (siehe Tabelle 11).

Tab. 11: Korrelation der Anzahl an wirbelsäulenbezogenen (1) und nicht wirbelsäulenbezogenen (2) Vorerkrankungen mit dem ODS

	Spearman Rank Order Correlation Test		
	p-Wert	r_s	n
ODS präoperativ mit 1	0,172	0,255	30
ODS postoperativ mit 1	0,0176	0,446	28
ODS präoperativ mit 2	0,418	0,153	30
ODS postoperativ mit 2	0,267	0,215	28

3.2.7 Sensibilitätsstörungen und motorische Ausfälle

Sensibilitätsstörungen

Präoperativ bestanden bei 20 von 30 Patienten (67 %) Sensibilitätsstörungen, postoperativ noch bei 8 (31 %) der 26 untersuchten Patienten. Bei 9 Patienten verschwanden die Sensibilitätsstörungen postoperativ, bei 7 Patienten persistierten sie, die restlichen 4 Patienten konnten nicht nachuntersucht werden. Ein Patient gab erst im postoperativen Verlauf Sensibilitätsstörungen an.

Motorische Ausfälle

Präoperativ bestanden bei 8 von 30 Patienten (27 %) motorische Ausfälle, postoperativ bei 3 der 26 (12 %) untersuchten Patienten. Bei 5 Patienten war die Motorik postoperativ intakt, bei 2 Patienten persistierten die motorischen Beschwerden. Ein weiterer Patient gab erst im postoperativen Verlauf motorische Ausfälle an. 4 Patienten nahmen nicht an der Nachuntersuchung teil.

3.2.8 Freie Gehstrecke

Es zeigte sich eine deutliche Verbesserung der präoperativen zur postoperativen Gehstrecke [m]:

- Mittelwert (\pm St.abw.) Gehstrecke präoperativ: 836,3 \pm 1335,4
- Mittelwert (\pm St.abw.) Gehstrecke postoperativ: 3530,3 \pm 3797,1
- Median (Min.; Max.) Gehstrecke präoperativ: 200 (40; 5000)
- Median (Min.; Max.) Gehstrecke postoperativ: 1000 (300; 10000).

Bei 27 von 28 Patienten (96 %), die nur mittels unterschneidender Dekompression operiert wurden, verbesserte sich die Gehstrecke postoperativ, bei einem Patient veränderte sie sich nicht. Es besteht eine relevante Verbesserung der Gehstrecke im Vergleich vor und nach der Operation ($p < 0,01$). Außerdem fällt eine negative, mittlere Korrelation zwischen der freien Gehstrecke postoperativ und dem ODS postoperativ (siehe Tabelle 12) auf. Bei hohem Schmerzscore ist die Gehstrecke vermindert.

Tab. 12: Korrelation freie Gehstrecke prä- mit postoperativ, sowie freie Gehstrecke präoperativ (1) und postoperativ (2) mit dem ODS

	Spearman Rank Order Correlation Test		
	p-Wert	r_s	n
1 mit ODS präoperativ	0,120	-0,299	28
1 mit ODS postoperativ	0,354	0,181	28
2 mit ODS präoperativ	0,170	-0,266	28
2 mit ODS postoperativ	0,00613	-0,507	28

3.2.9 Zufriedenheit der Patienten nach der Operation

23 Patienten nahmen das Angebot der ambulanten Nachuntersuchung und anschließenden Beratung im Rahmen der Studie wahr. Es zeigte sich folgendes Ergebnis:

- 16 der 23 (74 %) befragten Patienten waren mit dem Ergebnis der Operation zufrieden.
- 7 von 23 (26 %) befragten Patienten waren mit dem Operationsergebnis nicht zufrieden. Alle 7 Patienten gaben an, dass ihre Schmerzen weiter bestünden und sich im postoperativen Verlauf nicht oder nur gering verbessert hätten.
- 19 von 23 (83 %) der befragten Patienten würden die Operation weiterempfehlen bzw. sich bei gleicher Ausgangssituation erneut operieren lassen.
- 4 von 23 (17 %) befragten Patienten würden die Operation entsprechend nicht weiterempfehlen bzw. sich bei gleicher Ausgangssituation nicht erneut operieren lassen, da sie von der Operation nicht profitiert hätten.

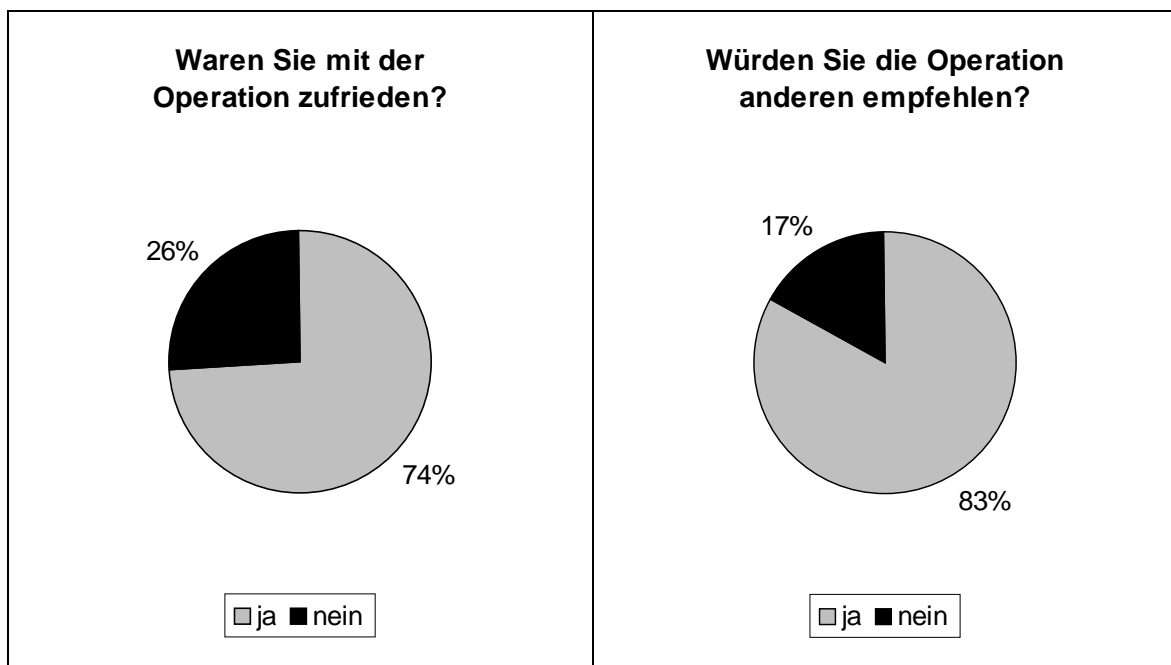


Abb. 5: Zufriedenheit der Patienten nach der Operation

Die 23 befragten Patienten wurden in zufrieden und nicht zufrieden aufgeteilt und verschiedene funktionelle, klinische und radiologische Parameter ermittelt (siehe Tabelle 13). Nicht zufriedene Patienten hatten hier deutlich höhere postoperative ODS-Werte, eine kürzere postoperative Gehstrecke und waren etwas älter. Auch die Cobb-Winkel und LWS-Lordose-Winkel waren bei den nicht zufriedenen Patienten etwas höher.

Tab. 13: Vergleich zweier Patientengruppen: Patienten, die mit der Operation zufrieden bzw. nicht zufrieden waren

	Zufriedenheit mit der Operation	
	ja	nein
Median ODS präoperativ [%]	45,4 (14; 84)	48,5 (6; 78)
MW ODS präoperativ [%]	46,0 ± 19,3	48,9 ± 23,6
Median ODS postoperativ [%]	27,0 (0; 60)	55,6 (14; 72)
MW ODS postoperativ [%]	27,7 ± 17,5	47,8 ± 21,2
Median Alter [Jahre]	67,0 (53; 75)	75,0 (60; 78)
MW Alter [Jahre]	66,1 ± 6,7	71,4 ± 6,1
Median BMI [kg/m ²]	29,2 (21; 37,5)	29,1 (28,7; 30,9)
MW BMI [kg/m ²]	29,4 ± 5,4	29,5 ± 0,9
Median Follow-Up [Monate]	12,1 (2,5; 29,3)	12,2 (2,8; 16,9)
MW Follow-Up [Monate]	12,9 ± 7,0	11,6 ± 4,5
Median Gehstrecke präoperativ [m]	350 (50; 5000)	200 (40; 5000)
MW Gehstrecke präoperativ [m]	891 ± 1342	1206 ± 1888
Median Gehstrecke postoperativ [m]	3125 (200; 10000)	500 (200; 10000)
MW Gehstrecke postoperativ [m]	4434 ± 3899	2486 ± 3542
Median Cobb-Winkel präoperativ [°]	5,5 (0; 21)	16,0 (0; 31)
MW Cobb-Winkel präoperativ [°]	6,6 ± 5,9	15,4 ± 8,2
Median Cobb-Winkel postoperativ [°]	4,5 (0; 20)	13,0 (3; 32)
MW Cobb-Winkel postoperativ [°]	6,0 ± 5,1	14,0 ± 8,5
Median LWS-Lordose-Winkel präoperativ [°]	37,0 (27; 58)	44,0 (10; 57)
MW LWS-Lordose-Winkel präoperativ [°]	40,8 ± 12,8	43,7 ± 12,3
Median LWS-Lordose-Winkel postoperativ [°]	34,0 (34; 43)	49,5 (29; 64)
MW LWS-Lordose-Winkel postoperativ [°]	37,0 ± 5,2	46,0 ± 11,5

3.3 Radiologische Ergebnisse

Bei den folgenden untersuchten, radiologischen Parametern muss beachtet werden, dass nicht bei allen Patienten digitale Röntgenbilder zur Ausmessung zur Verfügung standen. Bei manchen Patienten waren entweder nur präoperative oder nur postoperative digitale Röntgenbilder vorhanden. Wie viele Röntgenbilder jeweils vermessen werden konnten, wird in jedem Absatz gesondert erwähnt. Die Röntgenbilder der beiden Patienten mit instrumentierter Spondylodese wurden auch hier postoperativ nicht in die Auswertung miteinbezogen.

3.3.1 Spondylolisthesis

Bei 11 von 26 (42 %) untersuchten Patienten wurde präoperativ eine degenerative Spondylolisthese Grad 1 nach Meyerding diagnostiziert, jedoch ohne relevante Instabilitätszeichen. Hier stand die Claudicatio-Symptomatik deutlich im Vordergrund, so dass primär die alleinige Dekompression ohne Spondylodese angestrebt wurde. Von diesen Patienten standen postoperativ jedoch nur 9 digitale Röntgenbilder zur Überprüfung der Spondylolisthese zur Verfügung. Jedoch zeigte sich, dass sich durch die mikroskopische unterschneidende Dekompression die Spondylolisthese bei den meisten Patienten nicht progredient veränderte. Nur zwei Patienten erhielten wegen postoperativer Instabilität und persistierender Rückenschmerzen eine instrumentierte Spondylodese der Wirbelsäule. Bei einer Patientin fiel erst postoperativ eine Spondylolisthese Grad 1 auf, jedoch ohne Instabilitätszeichen oder klinische Beschwerden.

Es besteht ein statistisch auffälliger Zusammenhang zwischen den postoperativen ODS-Werten und präoperativ bestandenem Wirbelgleiten ($p=0,001$). Die postoperativen Mittelwerte des ODS der Patienten mit präoperativ bestandenem Wirbelgleiten sind niedriger als jene, bei denen präoperativ kein Wirbelgleiten diagnostiziert wurde (siehe Tabelle 14).

Tab. 14: Zusammenhang zwischen präoperativ bestandem Wirbelgleiten und den ODS-Werten prä- und postoperativ; Gruppenstatistiken und T-Test bei unabhängigen Stichproben.

	Gruppenstatistiken				T-Test für die Mittelwertgleichheit				
	präoperative Spndylolisthesis	Patientenanzahl	Mittelwert	Standardabweichung	Signifikanz (zweiseitige)	mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95 % Konfidenzintervall der Differenz (Obere)	95 % Konfidenzintervall der Differenz (Untere)
ODS präop. [%]	ja	11	41,84	19,60	0,19	-10,4	7,68	0	5,49
	nein	15	52,20	19,17					
ODS postop. [%]	ja	10	18,00	16,94	0,001	-26,1	6,86	0	-11,87
	nein	15	44,05	16,71					

3.3.2 Cobb-Winkel

Insgesamt standen präoperativ 24 Röntgenbilder zur Verfügung, postoperativ wurden 25 Röntgenbilder vermessen. Der Mittelwert des Cobb-Winkels Mittelwert (\pm St.abw.) lag präoperativ bei 9,0 (\pm 7,5) Grad, der präoperative Median (Min.; Max.) bei 8,0 (0; 31) Grad. Postoperativ wurde ein Mittelwert (\pm St.abw.) von Grad 10,2 (\pm 9,5), und ein Median (Min.; Max.) von 9,0 (0; 31) Grad gemessen.

Es besteht eine positive, mittlere Korrelation zwischen dem präoperativen Cobb-Winkel und dem postoperativen Wert des ODS ($p=0,00161$). Bei präoperativ hohem Cobb-Winkel ist auch der postoperative ODS höher. Ebenso besteht eine positive, mittlere Korrelation zwischen dem postoperativem Cobb-Winkel und dem postoperativen Wert des ODS ($p=0,00662$). Bei postoperativ hohem Cobb-Winkel ist auch der postoperative ODS höher (siehe Tabelle 15). Zwischen dem prä- und postoperativem Cobb-Winkel und den präoperativen Werten des ODS gab es keine Korrelation, jedoch zeigte sich auch hier eine ähnliche Tendenz ($p=0,054$ und $p=0,08$).

Tab. 15: Korrelation des präoperativen (1) und postoperativen (2) Cobb-Winkel mit dem ODS

	Spearman Rank Order Correlation Test		
	p-Wert	r_s	n
ODS präoperativ mit 1	0,054	0,397	24
ODS postoperativ mit 1	0,00161	0,610	24
ODS präoperativ mit 2	0,0824	0,353	25
ODS postoperativ mit 2	0,00662	0,530	25

3.3.3 LWS-Lordose-Winkel

Es standen präoperativ 26 digitale seitliche Röntgenaufnahmen zur Vermessung des LWS-Lordose-Winkels zur Verfügung, postoperativ nur 11. Postoperativ wurden bei vielen Patienten nur seitliche Funktionsaufnahmen in Flexion und Extension angefertigt, daher konnten letztendlich nur bei 11 Patienten die postoperativen, seitlichen Aufnahmen zur Bestimmung des LWS-Lordose-Winkels verwendet werden. Der Mittelwert des LWS-Lordose-Winkels (\pm St.abw.) lag präoperativ bei 42,7 (\pm 12,3) Grad, der präoperative Median (Min.; Max.) bei 43,0 (10; 59) Grad. Postoperativ wurde ein Mittelwert (\pm St.abw.) von Grad 44,8 (\pm 10,8), und ein Median (Min.; Max.) von 43,0 (29; 64) Grad gemessen. Mit diesen Werten besteht keine Korrelation (siehe Tabelle 16) zwischen dem präoperativen LWS-Lordose-Winkel und den Werten des ODS ($p > 0,05$).

Tab. 16: Korrelation des präoperativen (1) LWS-Lordose-Winkels mit dem ODS

	Spearman Rank Order Correlation Test		
	p-Wert	r_s	n
ODS präoperativ mit 1	0,509	0,135	26
ODS postoperativ mit 1	0,561	0,121	25

3.3.4 Aortensklerose

Die verfügbaren 26 digitalen seitlichen Röntgenaufnahmen der Patienten vor der Operation wurden hier zur groben Beurteilung der Aortensklerose herangezogen. Im Vergleich prä- und postoperativer Aufnahmen veränderte sich der Grad der Aortensklerose nicht. Die präoperativen ODS-Werte zwischen den zwei Gruppen unterscheiden sich nur unwesentlich, der postoperative ODS-Wert ist bei Patienten mit höhergradiger Aortenstenose etwas höher (siehe Tabelle 17).

Tab. 17: Darstellung der Aortensklerose (Einteilung in 2 Schweregrade) in Abhängigkeit vom ODS; Mittelwert (\pm Standardabweichung), Median (Minimum; Maximum)

	Aortensklerose	
	keine oder leicht	mittel oder schwer
Studienteilnehmer [n]	16	10
Median ODS präop [%]	48,9 (14; 84)	49,6 (6; 71,1)
Median ODS postop [%]	31,1 (0; 72)	38,9 (12; 64,4)
MW ODS präop [%]	48,9 \pm 19,8	46,8 \pm 20,4
MW ODS postop [%]	30,6 \pm 20,2	37,7 \pm 21,2

3.3.5 Bandscheibenfachhöhe

Wie bereits erwähnt, wurden die meisten Patienten im Segment L3/4 (80 %) und L4/5 (83 %) operiert, daher wurden nur die Bandscheibenfachhöhen dieser zwei Segmente an drei Stellen vermessen. Patienten, die an anderen Segmenten operiert wurden, sind somit nicht in dieser Auswertung enthalten. 21 vorhandene präoperative Röntgenbilder wurden im Segment L3/4 vermessen, im Segment L4/5 waren es 22 Aufnahmen. Auch hier waren es postoperativ deutlich weniger seitliche Röntgenaufnahmen, die digital vermessen werden konnten. Das Segment L3/4 wurde postoperativ auf noch 10 Röntgenaufnahmen ausgemessen, Segment L4/5 auf noch 9 Aufnahmen.

Im Segment L3/4 änderten sich die gemessenen Höhen vor und nach der Operation im ventralen Anteil der Bandscheibe nicht wesentlich. Im medialen und dorsalen Anteil zeigte sich die gemessene Höhe postoperativ etwas

vermindert. Der ventrale Anteil der Bandscheibe war im Segment L4/5 postoperativ höher. Der mediale und dorsale Anteil der Bandschiebenfachhöhe ist auch hier postoperativ niedriger (siehe Tabelle 18).

Tab. 18: Übersicht über die gemessene Bandscheibenfachhöhe prä- und postoperativ; Mittelwert (\pm Standardabweichung), Median (Minimum; Maximum)

	Bandscheibenfachhöhe		
	ventral	medial	dorsal
Median präoperativ L3/4 [mm]	9,0 (4; 15)	8,0 (4; 11)	5,0 (3; 9)
Median postoperativ L3/4 [mm]	9,0 (6; 12)	6,0 (3; 12)	4,0 (3; 9)
MW präoperativ L3/4 [mm]	9,0 \pm 2,6	8,2 \pm 2,4	5,6 \pm 1,7
MW postoperativ L3/4 [mm]	9,0 \pm 2,3	6,8 \pm 3,3	4,4 \pm 1,8
Median präoperativ L4/5 [mm]	9,0 (5; 13)	7,5 (4; 13)	6,0 (4; 9)
Median postoperativ L4/5 [mm]	11,0 (8; 13)	6,0 (4; 11)	4,0 (2; 7)
MW präoperativ L4/5 [mm]	9,0 \pm 2,2	7,6 \pm 2,6	5,6 \pm 1,9
MW postoperativ L4/5 [mm]	10,8 \pm 1,8	7,3 \pm 2,6	4,2 \pm 1,6

4. Diskussion

4.1 Funktionelle Ergebnisse

4.1.1 Oswestry Disability Score (ODS)

Bei 83 % der Befragten verbesserte sich der ODS. 50 % der Patienten haben ein gutes (ODS-Differenz > 16 %) oder sogar exzellentes (ODS-Differenz > 28 %) Operationsergebnis. Die Ergebnisse unserer Studie zeigen zwischen prä- und postoperativ einen relevanten Unterschied der Werte des Oswestry Disability Score mit $p=0,001$. Die mittleren präoperativen Werte lagen bei 47,9 %, postoperativ bei 32,2 %, was als gutes Operationsergebnis anzusehen ist. Betrachtet man die Einteilung der Werte des ODS konnten 14 (50 %) Patienten in eine andere Schmerzkategorie „überführt“ werden. Zum Beispiel wurde ein Patient präoperativ in die Kategorie „lähmende Beschwerden durch Schmerzen“ (ODS-Werte zwischen 60 und 80 %) eingeordnet, postoperativ in „minimale Behinderung durch Schmerzen“ (ODS-Werte zwischen 0 und 20 %). Gemessen an unserem primären Zielparameter, zeigt sich postoperativ eine sehr deutliche Verbesserung der Beschwerden. Einige der Patienten erhielten einen wesentlichen Profit, vor allem im Sinne von Schmerzreduktion, von dieser Operationsmethode.

Um eventuelle Unterschiede zwischen verschiedenen Patientenparametern feststellen zu können, fand eine Gruppeneinteilung statt in Patienten mit höheren präoperativen Schmerzen (ODS-Werte > 40 %) und niedrigeren (ODS-Werte < 40 %). Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt. Patienten mit präoperativ geringeren Schmerzen hatten durchschnittlich eine doppelte so lange freie Gehstrecke, als Patienten mit höheren Schmerzen. Auch hatten Patienten mit niedrigerem präoperativem Schmerzscore im Mittelwert geringere Skoliose- und Lordosewinkel. Der Einfluss von Skoliose- und Lordosewinkel wird in Kapitel 4.3.2 bzw. 4.3.3 beschrieben.

Der ODS wird in vielen verschiedenen Studien verwendet, die Ergebnisse von einigen sind im Folgenden erwähnt. Signifikant besser nach der OP, sowohl nach Laminektomie als auch nach unterschneidender Dekompression war der Oswestry Score in einer bereits erwähnten Studie [23]. Die zwei Gruppen unterschieden sich nach 6 Monaten signifikant zu Gunsten der unterschneidenden Dekompression, nach 12 Monaten war der Unterschied jedoch nicht mehr signifikant. Laminektomie-Patienten hatten keine signifikante Änderung des Analgetikaverbrauchs, Patienten mit unterschneidender Dekompression mit 78,2 % auf 17,3 % jedoch schon. Bei diesem Patientenkollektiv war der Beinschmerz besser zu beeinflussen als die Lumbalgien, unabhängig vom Dekompressionsausmaß.

Sanderson et al. [107] berichteten in einer Studie von 57 Patienten nach unterschneidender Dekompression, bei der ein Jahr postoperativ noch 37 % der Patienten über Lumbalgien klagten und 21 % über Ischialgien.

In einer weiteren Studie [2] hatten von 438 Patienten, die eine Dekompression aufgrund ihrer LSS erhielten, postoperativ im ODS 68 % ein exzellentes bis gutes Ergebnis.

Auch eine minimal-invasive Operationstechnik brachte eine signifikante Verbesserung für die Patienten [39].

4.1.2 Visuelle Analog Skala (VAS)

Bei den Patienten unserer Studie verminderte sich die VAS durchschnittlich um 1,8 Punkte. Die VAS ist nur als Momentaufnahme der Schmerzen eines bestimmten Tages anzusehen. Viele Patienten berichteten, dass die Schmerzen an vielen Tagen erheblich variierten und von verschiedenen Faktoren wie der allgemeinen Tagesform, dem Wetter oder zum Beispiel den täglichen Belastungen abhängt. Bei ein und demselben Patienten kann die VAS also deutlich differieren und an einem anderen Tag ein völlig anderes Ergebnis zeigen, was auch der Grund dafür sein könnte, dass viele Patienten diesen Schmerzscore zum Teil nicht ausfüllten.

Die prä- und postoperative Verbesserung der VAS war mit $p < 0,01$ deutlich. Somit ist die unterschneidende Dekompression eine gute Möglichkeit, die zum Teil sehr einschränkenden Beschwerden für den Patienten günstig zu beeinflussen. In dieser Studie sollten die Patienten nur die allgemeinen Schmerzen mit der VAS angeben. Sinnvoll scheint jedoch auch die Einteilung zwischen Bein- und Kreuzschmerzen im prä- und postoperativen Vergleich zu sein [23].

Auch andere Studien zeigten durch dekompressive Operation bei den LSS-Patienten eine deutliche Verbesserung, gemessen an der VAS. Durch eine minimalinvasive Operationstechnik zeigte die VAS prä- und postoperativ eine signifikante Verbesserung [39]. Bei Patienten mit Laminektomie, sowie mit unterschneidender Dekompression verminderte sich die VAS nach der Operation signifikant [23].

4.1.3 Roland Morris Score (RMS)

Tabelle 1 enthält die sich verändernden Werte der einzelnen Fragebögen. Der RMS verbesserte sich durchschnittlich postoperativ um etwa 3 Punkte. Nach dem Vorzeichentest ist das Ergebnis jedoch nicht relevant, da sich in diesem Score deutlich mehr Patienten verschlechterten als in den anderen Fragebögen. Zwei Patienten markierten im RMS präoperativ keinen Satz als für sie zutreffend, postoperativ jedoch ein Patient davon sogar 18 Sätze. Bezieht man diese zwei Patienten nicht ins Ergebnis ein, zeigt sich ein noch deutlicherer Unterschied mit einem Mittelwert von präoperativ 12 Punkte auf postoperativ 7,9 Punkte. Auch wenn das Ergebnis statistisch nicht relevant ist zeigt sich auch hier eine Verbesserung dieses Schmerzscore für die operierten Patienten.

Einige Patienten, die an der Nachuntersuchung teilnahmen, füllten den RMS erst nach nochmaliger Erklärung durch die Doktorandin aus. Dies könnte zeigen, dass vor allem diese Patienten den Fragebogen vor der Operation eventuell nicht richtig durchgelesen oder sogar nicht verstanden haben. 11

Patienten gaben im RMS eine postoperative Verschlechterung an, 7 von diesen Patienten zeigten jedoch im ODS eine Verbesserung. Um den RMS vollwertig nutzen zu können, sollte dem, meist älteren Patienten vor allem dieser Fragebogen genau erklärt und nahegebracht werden. So könnte das hier statistisch nicht relevante Ergebnis auch anders ausfallen.

4.2 Klinisches Ergebnis

4.2.1 Patientencharakteristika

Diese Studie hat durch ihr retrospektives Design und die kleine Patientenzahl ihre Grenzen. Tabelle 3 zeigt unter anderem verschiedene Patientencharakteristika auf, nähere Erläuterungen zu den anderen Werten sind in den einzelnen Kapiteln zu finden. Bei dieser Studie handelt es sich um ein eher älteres Patientengut mit durchschnittlich 68,5 Jahren. Mit steigendem Patientenalter, Anzahl der Komorbiditäten und Komplexität der Operation wird auch die Rate an Komplikationen erhöht [110]. Allgemein liegt die Mortalitätsrate bei 0,07 %, bei einem Alter von über 75 Jahren steigt sie sogar auf 0,6 % an [25]. Jedoch soll das Alter an sich keinen direkten Einfluss auf das Operationsergebnis haben, auch bei Patienten über 80 Jahren können durch Dekompression noch gute Ergebnisse erzielt werden [32,35]. Generell ist zu sagen, dass im höheren Alter vermehrt degenerative Erkrankungen, auch der Wirbelsäule auftreten, verbunden mit Rückenschmerzen [67,124].

In dieser Studie sind Frauen mit 63,3 % häufiger repräsentiert als Männer. Es fällt ein gewisser Unterschied des ODS zwischen den beiden Geschlechtern auf (siehe Tabelle 3). Frauen haben durchschnittlich sowohl präoperativ (54,4 % vs. 31,8 %) als auch postoperativ deutlich höhere ODS-Werte als Männer (31,1 % vs. 18,9 %). Einige Studien beschreiben ein vermehrtes Auftreten von Rückenschmerzen bei Frauen [67,109,124]. Einige mögliche Begründungen, wie z. B. anatomische Unterschiede, sowie der Muskelkraft, oder ethische Unterschiede, warum das weibliche Geschlecht häufiger von Rückenschmerzen

betroffen ist, werden von Schneider et al. diskutiert [109]. Bei der geringen Patientenzahl unserer Studie kann darüber jedoch kaum eine Aussage gemacht werden. Hier sollten weitere Studien folgen.

Der mittlere Blutverlust liegt bei 100 ml, der Median sogar bei annähernd 0 ml. Ein Blutverlust von 0 ml ist bei jeglichem operativem Eingriff natürlich völlig unwahrscheinlich. Es handelt sich hier um die Werte, die aus dem Narkoseprotokoll entnommen wurden. Man kann hier von einem sehr geringen Blutverlust von nur wenigen Millilitern (Spur) sprechen, der als solches wohl kaum ins Gewicht fällt und nur wenig klinische Auswirkungen für den Patienten hat. In dieser Studie machen Patienten mit einem Blutverlust von weniger als 50 ml mit 76 % den Großteil aus. Ein Patient hatte laut Narkoseprotokoll einen Blutverlust von etwa 1000 ml, der höchste Wert. Wird dieser völlig außer der Reihe liegende Wert nicht miteingerechnet, liegt der Mittelwert (\pm St.abw.) des Blutverlustes bei nur 68 ml (\pm 158 ml). Dieser ungewöhnlich hohe Blutverlust könnte möglicherweise durch falsche Einschätzung (zum Beispiel durch operative Spülflüssigkeit) zustande gekommen sein, so dass der tatsächliche Blutverlust deutlich geringer war.

Diese Operationsmethode ist für den Patienten sehr schonend. Durch die verhältnismäßig gering traumatische Operationsweise kann der Blutverlust, und somit das Risiko für Hypovolämie mit anästhesiologischen Komplikationen, wie zum Beispiel schwere Blutdruckabfälle [69], für den Patienten niedrig gehalten werden. Gerade für ältere Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen ist dies sehr wichtig. Auch in der Literatur sind durch minimal-invasive Operationstechniken bei lumbaler Spinalkanalstenose sehr geringe Blutverluste, mit zum Beispiel durchschnittlich 32 ml [39] oder 92 ml [95] zu verzeichnen.

Die Dauer der durchgeführten Operation lag zwischen 77 und 170 Minuten, durchschnittlich bei 120 Minuten. Diese Art der Dekompression ist bei geübtem Operateur eine zeitsparende und eher gering traumatische Methode. Da die stabilisierenden Strukturen der Wirbelsäule bei der unterschneidenden

Dekompression, im Gegensatz zur Laminektomie meist erhalten werden, kann bei primärer Stabilität eine Dekompression ohne Spondylodese angestrebt werden. Die aufwändige Fusion nimmt eine längere Operationszeit in Anspruch [25], daher ist sie für multimorbide schwer kranke Patienten eher ungeeignet [110]. Da es sich bei dieser Population um ein älteres Patientengut mit zum Teil multiplen Nebenerkrankungen handelt, wäre die unterschneidende Dekompression auch für diese Patienten eine eher schonende Möglichkeit der Operation. In der Literatur werden bei minimal-invasiven Techniken mittlere Operationszeiten, allerdings pro operiertes Segment, von 74 Minuten angegeben [39] bzw. für die gesamte Operationsdauer von 94 Minuten [95].

4.2.2 Body Mass Index (BMI)

Dass die Höhe des BMI mit dem Auftreten von Rückenschmerzen assoziiert ist, wurde in verschiedenen Studien gezeigt [10,36,71]. Eine mögliche Ursache ist die insuffiziente Bauchmuskulatur und die Hyperlordose, die durch Ventralverlagerung des Körperschwerpunktes bei Übergewichtigen zustande kommt [24]. Auch die Patienten dieser Studie waren mit einem mittleren BMI von 29,2 kg/m² eher übergewichtig. Mit unseren Werten gab es zwischen dem Oswestry Score und dem BMI der Patienten keine relevante Korrelation. Durchschnittlich hatten Patienten mit Präadipositas, sowie Adipositas höhere prä- und postoperative ODS-Werte als Normalgewichtige (siehe Tabelle 4), jedoch eine vergleichbare Verbesserung des Schmerzscore. Auch übergewichtige Patienten profitierten hier von der unterschneidenden Dekompression. Dennoch sollte jedem übergewichtigen Patienten eine Gewichtsreduktion unbedingt nahegelegt werden, um die Mobilität zu erhöhen und die Wirbelsäule zu entlasten. Verminderte körperliche Belastbarkeit, Belastungsdyspnoe, Beschwerden in belasteten Gelenken und der Wirbelsäule, bis hin zu psychischen Problemen sind Nebeneffekte des Übergewichtes. Auch gilt Adipositas als Risikofaktor für verschiedene Erkrankungen (KHK, Arthrose in der Wirbelsäule, Hüfte, Knie, Thrombose etc.) [46]. In einer Studie mit schwer

adipösen Rückenschmerzpatienten konnte durch Gewichtsreduktion eine signifikante Verbesserung der Rückenschmerzen erzielt werden [82].

4.2.3 Anzahl dekomprimierter lumbaler Segmente

Bei den meisten Patienten fand eine bi- oder multisegmentale unterschneidende Dekompression statt. Die Mittelwerte bzw. Mediane der Patienten mit mono-, bi- oder multisegmentaler Dekompression unterschieden sich nur unwesentlich (siehe Tabelle 6). Auch gab es hier keine Korrelation zwischen dem Oswestry Disability Score und der Anzahl der dekomprimierten lumbalen Segmente. Die unterschneidende Dekompression ist eine gute Möglichkeit zur multisegmentalen Dekompression sein, ohne dass sich das Outcome der Patienten relevant verschlechtert oder die Instabilität zunimmt.

Mit 83 % ist L4/5 das bei unseren Patienten am häufigsten operierte Segment, mit 80 % L3/4. Diese Zahlen stimmen mit den Literaturangaben überein, wo berichtet wird, dass die lumbale Spinalkanalstenose am häufigsten das Segment L4/5 betrifft [39,57].

4.2.4 Postoperativer Nachuntersuchungszeitraum (Follow-Up)

Postoperativ zeigten hier Patienten mit einem Nachuntersuchungszeitraum von länger als 12 Monaten leicht erhöhte, jedoch keine klinisch relevanten, ODS-Werte gegenüber Patienten, die nach einer Zeit von weniger als 12 Monaten untersucht wurden. Außerdem gab es keine Korrelation zwischen der Länge des postoperativen Nachuntersuchungszeitraumes und dem ODS. Da zwischen den Patienten keine Beobachtungsgleichheit besteht, das heißt der Zeitraum bis zur postoperativen Nachuntersuchung erheblich variiert, kann leider kaum eine vergleichende Aussage über die Patienten gemacht werden. Auch ist die Dauer des Nachuntersuchungszeitraumes in dieser Studie zu kurz für eine Langzeitprognose (mittlerer Nachuntersuchungszeitraum von 12,1 Monaten). In der Literatur werden kurzfristig oft sehr gute Ergebnisse der operativen Therapie genannt. Es konnte aber auch gezeigt werden, dass sich auf längere

Sicht gesehen, die klinischen Ergebnisse der Operation wieder verschlechtern können [7,20,32]. Jedoch gibt es einige Langzeitergebnisse nach Dekompression, die einen deutlichen Vorteil gegenüber der konservativen Therapie aufweisen [4,20].

4.2.5 Komplikationen

Die aufgetretenen intra- und postoperativen Komplikationen sind in Kapitel 3.2.5 beschrieben. Die Rate an intraoperativen Komplikationen lag hier bei 23 %, die häufigste Komplikation war auch in unserer Studie die Duraverletzung. Postoperativ hatten 10 % der Patienten Komplikationen. Die Rate an intra- und postoperativen Komplikationen bei verschiedenen Methoden der operativen Therapie der degenerativen lumbalen Spinalkanalstenose ist in der Literatur mit bis zu 40 % angegeben [17,80,124]. Die häufigste Komplikation mit etwa 20 % ist die Duraverletzung, mit fast 4 % Häufigkeit können epidurale Hämatome auftreten. Weitere mögliche Komplikationen sind ungenügende Dekompression, Verknöcherung im Operationsbereich, so dass neurale Strukturen erneut komprimiert werden oder auch die Instabilität des operierten Wirbelsäulensegmentes [80,86,97,124].

In unserer Studie lag die Reoperationsrate bei 10 %, bei einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 12,1 Monaten. Jansson et al. [52] gab die Reoperationsrate bei fast 10000 Patienten nach Dekompression nach einem Jahr mit 2 %, nach 2 Jahren mit 5 %, nach 5 Jahren mit 8 % und schließlich nach 10 Jahren mit 11 % an. Die Rate an Nachoperationen in unserer Studie erscheint im Vergleich zur schwedischen Studie von Jansson etwas höher, jedoch ist die Patientenzahl in unserer Studie mit 30 Patienten vergleichsweise auch sehr gering. In einer weiteren Studie ist die Reoperationsrate mit 23 % nach 10 Jahren angegeben [7].

4.2.6 Vorerkrankungen

Die Vorerkrankungen der Patienten wurden in wirbelsäulenbezogen und nicht wirbelsäulenbezogen eingeteilt. Die mittleren Werte des ODS veränderten sich dadurch jedoch nicht wesentlich (siehe Tabelle 10).

Wirbelsäulenbezogene Vorerkrankungen

Bei 57 % der Patienten waren wirbelsäulenbezogene Vorerkrankungen bekannt. Es besteht in dieser Studie eine statistisch auffällige, jedoch geringe, Korrelation zwischen den wirbelsäulenbezogenen Vorerkrankungen und dem ODS postoperativ (siehe Tabelle 11). Somit ist hier bei hoher Anzahl an wirbelsäulenbezogenen Vorerkrankungen auch der postoperative ODS-Wert höher. Die Erkrankungen, die direkt die Wirbelsäule betreffen, können Einfluss auf die Gehstrecke nehmen oder selbst auch Schmerzen verursachen (zum Beispiel schwere Hüftgelenksarthrose mit Gelenkersatz). Daher ist die Differenzierung schwierig, ob das Operationsergebnis als solches für den Patienten nicht ausreichend war, oder die Schwere der Vorerkrankung noch weiter dominiert. In einer Studie von Schillberg et al. [108] wurde diese Problematik diskutiert. Ergebnis war, dass Patienten mit reiner Stenosesymptomatik nach Dekompression bessere Ergebnisse erzielten als Patienten, die zusätzlich noch andere degenerative Erkrankungen aufwiesen. Eine andere Studie mit 438 Patienten [2] postulierte, dass Patienten mit präoperativen lumbalen Wirbelkörperfrakturen, Hüftgelenksarthrose, Diabetes, sowie Patienten, die schon vorangegangene Wirbelsäulenoperationen hatten, ein schlechteres Operationsergebnis aufwiesen.

Nicht wirbelsäulenbezogene Vorerkrankungen

27 % der Patienten wiesen nicht wirbelsäulenbezogene Vorerkrankungen auf, diese korrelierten nicht mit dem ODS. In der Literatur gibt es Hinweise darauf, dass Diabetes mellitus einen wesentlichen Einfluss auf den postoperativen Erfolg nehmen kann [2,5]. 62 Patienten [5] mit Diabetes mellitus wurden

aufgrund einer degenerativen lumbalen Spinalkanalstenose mittels Dekompression operiert. Diabetes-Patienten hatten mehr Schmerzen, litten häufiger an neurogener Claudicatio, motorischen Ausfällen und Sensibilitätsstörungen, als die Kontrollgruppe ohne Diabetes. Auch waren diese Patienten unzufriedener mit dem Operationsergebnis, hatten eine höhere Reoperationsrate und häufiger postoperative Komplikationen als die Patienten ohne Diabetes. Als relevante Vorerkrankung wurde dies in unserer Studie jedoch nicht gesondert berücksichtigt.

Immer wichtiger scheinen auch Erkrankungen zu sein, bei denen die Blutgefäße in Mitleidenschaft gezogen werden. Zum einen als mögliche Differentialdiagnose der neurogenen Claudicatio (zum Beispiel Claudicatio intermittens oder proximale Stenosen der Aorta oder A. iliaca [72]), zum anderen spielen sie eine wichtige Rolle in der Durchblutung neuraler Strukturen. Ist die Zirkulation gestört, z. B. durch die Erkrankung Diabetes mellitus, die zu Mikro- und Makroangiopathie führen kann [46], führt dies zu Ischämie der Nerven, die selbst schmerzhaft sein kann. Auch kann Diabetes langfristig gesehen, eine Neuropathie [46] mit Störung der autonomen Innervation verursachen, die selbst wiederum in Durchblutungsstörungen in den Beinen resultieren kann [21]. Die Blutgefäße sollen bei der Entstehung der typischen neurogenen Claudicatio ursächlich mit bedingt sein. Zum einen kann eine Ischämie, bedingt durch arterielle Minderperfusion der Nerven, Schmerzen auslösen. Zum anderen soll die Störung des venösen Abflusses mit daraus resultierender Stauung eine Kompression der Nervenfasern verursachen [50,64,138].

Generell sollten die Vorerkrankungen des Patienten zum Ausschluss aller möglicher Differentialdiagnosen (siehe Kapitel 1.2.5) immer herangezogen und präoperativ genau abgeklärt werden. Nach Deen et al. [22] ist die schlechte Auswahl der Patienten für die OP-Indikation, der häufigste Behandlungsfehler. Wie weit einzelne Vorerkrankungen, eine wichtige Rolle im Operationsergebnis des Patienten spielen, sollte Inhalt weiterer Studien sein.

4.2.7 Sensibilitätsstörungen und motorische Ausfälle

Sensibilitätsstörungen

Zwei Drittel der Patienten gaben vor der Operation Sensibilitätsstörungen an, nach der Operation war es nur noch ein Drittel. Durch die unterschneidende Dekompression konnte eine deutliche Verbesserung der Sensibilitätsstörungen erreicht werden. Die betroffenen Patienten haben also deutlich davon profitiert. Es sollte noch berücksichtigt werden, dass vier Patienten nicht an der Nachuntersuchung teilgenommen haben, über diese kann somit keine Aussage gemacht werden. Hier wurde die Dauer der Persistenz der Sensibilitätsstörungen nicht miteinbezogen. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass die Dauer der Claudicatio-Beschwerden einen maßgebenden Einfluss auf den Erfolg der Operation hat [37,86]. Je kürzer die Dauer der Beschwerden, desto besser sollen die Erfolgsaussichten sein. Wie bereits erwähnt, sollte jedoch ein konservativer Therapieversuch nicht unterlassen werden, da dieser nicht den Operationserfolg verschlechtert [4].

Motorische Ausfälle

27 % der Patienten dieser Studie litten vor der unterschneidenden Dekompression unter motorischen Ausfällen. Nach der durchgeführten Operation waren es nur noch 12 %, was eine deutliche Verbesserung für die Patienten darstellt. Auch hier sollten die vier Patienten erwähnt werden, die nicht nachuntersucht werden konnten. Die Dauer der Beschwerdepersistenz wurde auch hier nicht miteinbezogen, somit kann keine Aussage gemacht werden, ob Patienten mit längerer präoperativer Dauer der Paresen, auch postoperativ eine Persistenz der motorischen Ausfälle aufweisen. Motorische Ausfälle infolge einer spinalen Stenose, wie z. B. isolierte Paresen oder das Kaudasyndrom, stellen eine absolute OP-Indikation dar und müssen daher sofort operiert werden [110].

4.2.8 Freie Gehstrecke

Fast alle Patienten (96 %) erfuhren durch die Operation eine Verbesserung der freien Gehstrecke. Die Ergebnisse unserer Studie zeigen eine relevante Verbesserung der freien Gehstrecke im Vergleich prä- und postoperativ ($p < 0,01$). Betrachtet man die Mittelwerte, so zeigt sich, dass sich postoperativ die Gehstrecke sogar vervierfacht hat. Zudem gibt es eine auffällige, mittlere Korrelation zwischen der freien Gehstrecke nach der Operation und dem postoperativen ODS-Wert. Bei hohem Schmerzscore ist logischerweise auch die Gehstrecke vermindert. Die unterschneidende Dekompression hat in dieser Studie einen deutlich positiven Einfluss auf die Mobilität der Patienten und die schmerzfreie Gehstrecke. Mobilität hat eine wesentliche Bedeutung für die Unabhängigkeit und somit auch die Lebensqualität der Patienten.

Für unterschneidende Dekompression und Laminektomie finden sich in der Literatur ähnliche Ergebnisse. In einer Studie [23] wiesen die Patienten eine freie Gehstrecke von präoperativ durchschnittlich 200 Metern auf. Postoperativ hatten 30 % der Laminektomie-Patienten und 54 % der Patienten mit unterschneidender Dekompression eine Gehstrecke von über 1000 Metern. Der Unterschied tendiert eher positiv zur unterschneidenden Dekompression, war statistisch jedoch nicht signifikant. Es konnte auch in anderen Studien gezeigt werden, dass sich die Gehstrecke signifikant verbessern kann. In einer weiteren Studie konnte präoperativ keiner der Patienten länger als 60 Minuten ohne Schmerzen gehen, nach der Dekompression waren es 34 % [135], jedoch wurde nicht unterschieden zwischen Patienten, die eine Fusion erhielten oder nicht. Auch zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen Gehstrecke und Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis.

4.2.9 Zufriedenheit der Patienten nach der Operation

74 % der in dieser Studie befragten Patienten waren nach eigener Einschätzung zufrieden mit dem Operationsergebnis. Fünf Patienten nahmen nicht an der Nachuntersuchung teil, und konnten somit auch nicht persönlich dazu befragt werden. Es sollte jedoch nicht zwangsläufig daraus geschlossen werden, dass diese Patienten nicht zur Nachuntersuchung erschienen, weil sie nicht zufrieden waren. Die Gründe für ein Nichterscheinen waren sehr unterschiedlich. Da es sich eher um ein älteres Patientengut handelt war zwei Patienten, die für sie recht weite Anreise nach Tübingen zu anstrengend. Ein Patient hatte pflegebedürftige Angehörige, und eine Patientin fühlte sich von ihrem heimatnahen Orthopäden gut nachbetreut. Eine weitere Patientin sah ihren Zustand so gut verbessert, dass sie vorerst keine Notwendigkeit zur Nachbetreuung sah.

Etwas anders sieht das Ergebnis bei der zweiten Frage aus, ob die Patienten die Operation weiterempfehlen bzw. sich bei gleicher Ausgangssituation erneut operieren lassen würden. Hier bejahten sogar 83 % die Frage. Dass einige Patienten trotz Unzufriedenheit mit der Operation und persistierender Schmerzen sich noch einmal operieren lassen würden, könnte zeigen, dass die Erwartungen an die durchgeführte Operation sehr hoch sind. Eine 2005 durchgeführte Studie [127] kann diese Hypothese bestätigen. Sie zeigte, dass Patienten mit Spinalkanalstenose oft zu hohe, zum Teil recht unrealistische Erwartungen an die Operation haben. Um die Erwartungen der Patienten zu klären, sollten sie vor der anstehenden Operation dazu befragt und genau über die Operation mit möglichen Erfolgsaussichten aufgeklärt werden. Nach Jeffrey et al. [53] ist die Einschätzung der Patienten über ihren eigenen Gesundheitszustand ein wichtiger Prädiktor, der den Operationserfolg von Patienten mit lumbaler Spinalkanalstenose in gewisser Weise einschätzen kann.

Erwähnenswert ist, dass sich auch bei zwei nicht zufriedenen Patienten der ODS verbessert hat (38 % vs. 24 %; 72,0 % vs. 55,6 %), was als gutes

Ergebnis anzusehen ist. Ein Patient war mit dem Operationsergebnis nicht zufrieden, obwohl er prä- und postoperativ nur sehr niedrige Werte des Oswestry Score hatte (6 % vs. 14 %), die auf eine nur sehr geringe Einschränkung durch die Erkrankung hinweisen. Der Leidensdruck dieser Patienten war offenbar sehr groß. Bei den restlichen fünf unzufriedenen Patienten verschlechterte sich der ODS oder die Verbesserung war nur sehr gering. Eine Studie [135] berichtete, dass die Zufriedenheit der Patienten mit der Gehstrecke, postoperativen Bein- und Rückenschmerzen, sowie dem Schweregrad der Symptome, signifikant korreliert.

Beim Vergleich zweier Patientengruppen (siehe Tabelle 13), die in Zufriedenheit mit der Operation (ja vs. nein) eingeteilt wurden, fielen einige Werte auf, die ursächlich an der mangelnden Zufriedenheit beteiligt sein könnten. Unzufriedene Patienten hatten postoperativ deutlich höhere mittlere ODS-Werte, als die zufriedenen Patienten (47,8 % vs. 27,7 %). Die Gehstrecke hatte sich bei den unzufriedenen Patienten von durchschnittlich präoperativ 1206 m auf 2486 m postoperativ verbessert, bei den Zufriedenen war die Verbesserung deutlicher mit mittleren 891 m auf 4434 m, was als größerer Behandlungserfolg zu sehen ist. Auch waren unzufriedene Patienten durchschnittlich 5 Jahre älter, was darauf hindeuten könnte, dass sich die älteren Patienten mehr Erfolg und Mobilität von der Operation versprochen, generell mit höherem Lebensalter mehr relevante Vorerkrankungen aufweisen, und auch zum Teil multimorbide sind. Der Cobb-Winkel war bei unzufriedenen Patienten präoperativ von 15,4° deutlich höher als bei zufriedenen Patienten mit durchschnittlich 6,6°. Somit könnte die degenerative Lumbalskoliose wichtig für das Operationsergebnis der Patienten sein. Auch der LWS-Lordose-Winkel im postoperativen Röntgenbild war bei unzufriedenen Patienten mit durchschnittlich 46° zu 37° bei zufriedenen Patienten höher. Eine entlordosierende Haltung ist für LSS-Patienten schmerzlindernd [126], solche Patienten mit größerem LWS-Lordose-Winkel könnten größere Schmerzen haben und daher auch unzufriedener sein. Jedoch sollte beachtet werden, dass die Patientenzahl unserer Studie in beiden Gruppen recht gering ist.

An dieser Stelle sollte auch auf psychosomatische Erkrankungen hingewiesen werden. Studien zufolge sind 20% der Patienten mit LSS depressiv [116,117]. Eine Studie [1] gibt Hinweise darauf, dass Depression bei Patienten mit LSS mit höheren Schmerzen, weniger Zufriedenheit mit der Behandlung und geringerer Gehstrecke assoziiert ist. LSS-Patienten haben allgemein einen eingeschränkten Gesundheitszustand [25]. Es muss jedoch auch betont werden, dass psychosomatische Erkrankungen nicht Bestandteil dieser Studie waren. Dem Untersucher fiel bei einzelnen Patienten allerdings auf, dass diese eine mögliche Begründung für Unzufriedenheit und persistierende Schmerzen sein könnten. In weiteren Studien, vor allem mit höherer Patientenzahl als in dieser Studie, gilt es dies zu klären. Die allgemeine Lebenszufriedenheit und der Depressionsgrad scheinen dabei eine wichtige Rolle zu spielen. Rund 25 % der kranken Bevölkerung sind unzufrieden mit ihrem Leben, hingegen nur 13 % der gesunden Menschen [66,92], vor allem jüngere Patienten und Patienten mit zusätzlichen anderen körperlichen Erkrankungen [92]. Die Schwere der Symptome und die Notwendigkeit einer regelmäßigen Medikamenteneinnahme hängen mit verminderter Lebenszufriedenheit zusammen [66]. In einer Studie wurden von Nickel et al. [87] 109 Rückenschmerzpatienten untersucht, dabei soll das Ausmaß an Somatisierung bei den Patienten und sogenanntes „doctor shopping“ den Behandlungserfolg von Rückenschmerzpatienten wesentlich beeinflussen.

In der Literatur konnte allerdings auch gezeigt werden, dass die Lebensqualität, und somit auch die Lebenszufriedenheit durch operative Dekompression relevant verbessert werden konnte [39,101,108].

4.3 Radiologische Ergebnisse

4.3.1 Spondylolisthesis

Am häufigsten tritt die degenerative Spondylolisthese in L4/5 auf [112]. Bei den Patienten unserer Studie mit präoperativ bestandenem Wirbelgleiten wurde ausschließlich eine degenerative Spondylolisthesis Grad 1 nach Meyerding [8] diagnostiziert ohne relevante Instabilitätszeichen. Bei allen Patienten stand präoperativ die Claudicatio spinalis im Vordergrund und nicht der Rückenschmerz. Daher wurde auf eine primäre Spondylodese verzichtet und nur die unterschneidende Dekompression angestrebt. Nach Benini steht die Instabilität der Wirbelsäulensegmente im Vordergrund, wenn die Patienten im Liegen beschwerdefrei sind, jedoch unter Belastung wie im Stehen oder Gehen, Schmerzen auftreten [11]. Doch auch hier zeigt sich oft keine Korrelation zwischen Art und Ausmaß der Instabilität und dem Schweregrad der Symptome. Längere Operationszeit [25] und ein höherer Blutverlust [47] sind als Nachteile der Spondylodese anzusehen. Daher sollte bei Patienten in höherem Lebensalter und mit hohem kardiopulmonalem Operationsrisiko, die keine eindeutigen Instabilitätszeichen präoperativ vorweisen [104], die alleinige Dekompression im Vordergrund stehen. Nur zwei Patienten erhielten in unserer Studie wegen persistierender Rückenschmerzen und Instabilität im postoperativen Verlauf noch eine instrumentierte Spondylodese der Wirbelsäule.

Die Verfahren zur Messung bzw. Überprüfung einer segmentalen Instabilität können diese Frage oft nicht mit Sicherheit beantworten [96]. Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass Patienten mit präoperativ bestandener degenerativer Spondylolisthesis Grad 1 sowohl präoperativ als auch postoperativ niedrigere Werte im ODS hatten als Patienten ohne (siehe Tabelle 14). Jedoch sind mit $p=0,001$ nur die postoperativen ODS-Werte relevant niedriger. Dies könnte eventuell damit zusammenhängen, dass das betroffene Segment schon verknöchert, somit eingesteift ist, und daher keine klinische

Beschwerden mehr macht. Auch in einer Studie wird darüber berichtet [13]. Aufgrund der kleinen Patientenzahlen, und der Tatsache, dass nicht alle Röntgenbilder zur Vermessung zur Verfügung standen, kann die statistische Relevanz auch ein Zufallsprodukt ohne Bedeutung sein. Natürlich sollte nicht daraus geschlossen werden, dass Patienten mit degenerativer Spondylolisthese besser von der unterschneidenden Dekompression profitieren als Patienten ohne. Die Werte zeigen eher, wie oben schon erwähnt, die Grenzen der Beurteilung der Instabilität von konventionellen Röntgenbildern [96].

Es kann präoperativ zwischen stabiler und instabiler lumbaler Spinalkanalstenose differenziert werden. Bei stabiler LSS gibt es Angaben von 4,6 % bis 54 % in Bezug auf zunehmendes Wirbelgleiten nach Dekompression. Bei instabiler LSS reichen die Angaben von 40 bis 100 % [23].

Die Literaturergebnisse zu diesem Thema sind sehr unterschiedlich. Im Folgenden werden Ergebnisse einiger Studien erwähnt. In einer postmortem Studie von Quint et al. [98] wurde gezeigt, dass der Bewegungsumfang der dekomprimierten Segmente nach Laminektomie wesentlich zunimmt und zu segmentaler Instabilität führen kann.

Herkowitz und Sengupta [112] geben in ihrem Review von 2005 einen umfangreichen Überblick über Pathophysiologie und Behandlungsmethoden der degenerativen Spondylolisthese. In der operativen Behandlung soll die Fusion ein besseres klinisches Ergebnis versprechen, als die alleinige Dekompression. Die Instrumentation hat höhere Komplikationsraten, möglicherweise jedoch ein besseres Langzeitergebnis. Konservativ sollten Patienten, die zusätzlich noch eine degenerative Spondylolisthese aufweisen, jedoch nicht behandelt werden, hier sind die Ergebnisse nach Operation besser als nach konservativer Behandlung [79].

Bei bereits präoperativ bestehender manifester Instabilität, soll die Fusion Mittel der Wahl sein [104]. Ist präoperativ allerdings kein eindeutiges Instabilitätszeichen vorhanden, so ist die Fusion durchaus umstritten [47], da diese eine längere Operationszeit in Anspruch nimmt [104] und der Blutverlust

höher ist [25]. Es sollte die Minimierung des postoperativen Risikos für Instabilität und Operationsstress im Vordergrund stehen [39].

Eine Metaanalyse zeigte, dass bei 10 von 11 Studien über Dekompression ohne zusätzliche Fusion alle unterschiedliche Ergebnisse über das Ausmaß des progressiven Wirbelgleitens aufwiesen [77].

Nach Resnick et al. soll bei Patienten mit präoperativer Spondylolisthese und LSS eine Fusion zusätzlich zur Dekompression eingesetzt werden [99]. Eine neue Studie von 2006 fand bei dekomprimierten Patienten mit zusätzlicher Fusion bessere Ergebnisse, als bei nicht fusionierten [37]. Im Gegensatz dazu steht eine Studie, die zwischen fusionierten und nicht fusionierten Patienten keinen relevanten Unterschied feststellte [32].

Nach Benini reicht bei Patienten, die erst unter Belastung radikuläre Schmerzen verspüren, sogar die alleinige Spondylodese ohne Dekompression aus, da bei diesen Patienten die Instabilität im Vordergrund steht [11]. Auch soll die Fusion der Wirbelsäule eine Ruhigstellung der arthrotisch veränderten Gelenke und somit die Linderung der Lumbalgien bedingen [15].

In einer Studie war das Auftreten einer degenerativen Spondylolisthese nicht mit schlechterem klinischen Outcome assoziiert [108], nach alleiniger unterschneidender Dekompression sollen keine progredienten Instabilitätszeichen aufgefallen sein [107].

Zahlreiche Vergleiche zur Dekompression mit und ohne Stabilisierung sind in der Literatur zu finden [19,40,44,58,89,104]. Trotz der Vielzahl der vorhandenen Studien zu diesem Thema kann noch immer kein klares abschliessendes Urteil gegeben werden. Die Ergebnisse, sowie die Qualität, der Studien sind sehr unterschiedlich. Oft wird nicht zwischen der Art der Dekompression, also den verschiedenen Operationstechniken, genau unterschieden. Ob und welche Patienten eine zusätzliche Spondylodese erhalten sollten, bleibt daher weiterhin umstritten und hängt somit eher vom Autor ab.

4.3.2 Cobb-Winkel

Vergleicht man die Cobb-Winkel der vorhandenen Röntgenbilder miteinander, zeigt sich eine leicht steigende Tendenz von etwa 1° für die postoperativen Winkel zu den präoperativen (siehe Tabelle 15), was eher als Messtoleranz anzusehen ist. Die Cobb-Winkel der Patienten unserer Studie veränderten sich somit durch die unterschneidende Dekompression nicht wesentlich.

Unsere Werte zeigen außerdem eine auffällige, mittlere Korrelation zwischen dem präoperativen Cobb-Winkel und dem postoperativen Wert des ODS. Bei präoperativ hohem Cobb-Winkel ist demnach auch der postoperative Schmerzscore höher. Diese Ergebnisse sind somit vergleichbar mit einer Studie von Frazier et al. [33], bei der hohe präoperative Cobb-Winkel mit geringerer Verbesserung der Rückenschmerzen nach 6 Monaten, sowie 2 Jahren nach dekompressiver Operation assoziiert waren.

Ebenso besteht in unserer Studie eine mittlere Korrelation zwischen dem postoperativen Cobb-Winkel und dem postoperativen Wert des ODS, bei postoperativ hohem Cobb-Winkel ist auch der postoperative ODS höher. Da sich das Skolioseausmaß prä- und postoperativ nicht wesentlich veränderte, sind diese Ergebnisse vorhersehbar. Zwischen dem prä- und postoperativen Cobb-Winkel und den präoperativen Werten des ODS, gab es keine relevante Korrelation. Das könnte bedeuten, dass die präoperativ bestandene Skoliose nicht ursächlich an den Beschwerden der Patienten beteiligt war.

Die Skoliose des Erwachsenen kann definiert werden als Cobb-Winkel größer 10° [111]. Eine Studie [111] berichtet, dass der Cobb-Winkel in der Einschätzung von Skoliosen bei Erwachsenen nicht sehr sinnvoll ist. Die radiologischen Parameter, die mit den Schmerzscores signifikant korrelierten, waren die lumbale Lordose, laterale Olisthese und thorakolumbale Kyphose, sowie eine schräge Deckplatte der Wirbel L3 und L4. Ob der Cobb-Winkel tatsächlich in der Skolioseeinschätzung an Wert verliert, und in Zukunft andere radiologische Parameter herangezogen werden, sollte allerdings erst in zusätzlichen Studien bestätigt werden.

Simmons et al. [115] unterscheidet zwischen Skoliose mit und ohne Rotation und empfiehlt verschiedene Behandlungs- und Instrumentationstechniken.

In einer bereits erwähnten Studie [23], mit Patienten nach Laminektomie und unterschneidender Dekompression, waren sowohl Cobb-, als auch Lordosewinkel in beiden Gruppen gleich ausgebildet und zeigten im postoperativen Verlauf keine statistisch signifikanten Veränderungen.

4.3.3 LWS-Lordose-Winkel

Die Ergebnisse mit den Werten unserer Patienten zeigten keine Korrelation zwischen dem lumbalen Lordose-Winkel und dem ODS (siehe Tabelle 16). Auch änderte sich der Winkel im prä- und postoperativen Vergleich kaum. Durch die geringe Anzahl an postoperativ verfügbaren Röntgenbildern könnten unsere Ergebnisse allerdings auch anders ausfallen.

Eine andere Arbeitsgruppe [23] fand keine signifikanten postoperativen Veränderungen des Lordosewinkels in zwei Patientengruppen mit Laminektomie und unterschneidender Dekompression. Jedoch gibt es Hinweise darauf, dass der lumbale Lordosewinkel sehr wohl einen Einfluss auf die Schmerzen des LSS-Patienten haben kann. Die entlordosierende, nach vorne gebeugte Haltung soll schmerzlindernd wirken [126]. Benini [13] empfiehlt ein delordosierendes Lendenmieder, wenn der Patient im Liegen und Sitzen schmerzfrei ist. Dies soll zur Verdopplung oder sogar Verdreifachung der Gehstrecke führen.

Eine andere Studie [111] fand eine Korrelation zwischen VAS und lumbaler Lordose. Somit scheint ein geringerer lumbaler Lordose-Winkel die Schmerzen eher günstig zu beeinflussen. Die Hyperlordose der lumbalen Wirbelsäule kann zudem ein weiteres lumbales Schmerzsyndrom verursachen, den Morbus Baastrup, bei dem die gegenseitige Berührung der Dornfortsätze im seitlichen Röntgenbild zu sehen ist (kissing-spine) [88].

4.3.4 Aortensklerose

Die durchschnittlichen Werte des präoperativen ODS unterscheiden sich nur geringfügig in den beiden Gruppen (siehe Tabelle 17). Patienten mit mittlerer oder schwerer Aortensklerose hatten jedoch postoperativ einen höheren Schmerzscore. Da die Patientenzahl in beiden Gruppen eher gering ist, ist die Interpretation dieser Ergebnisse etwas schwierig. Die Beurteilung des Verkalkungsgrades der Aorta hängt stark von der Qualität des Röntgenbildes ab, sowie von der subjektiven Interpretation des Betrachters. Jedoch kann die Seitenaufnahme der LWS zusätzlich wichtige Hinweise auf den Gefäßstatus der Aorta geben.

Kalkablagerungen in der Aorta zeigen ein fortgeschrittenes Stadium der Atherosklerose an [18,49]. Ob die Sklerose der Aorta letztendlich klinisch relevant ist, sollte mittels weiterer Diagnostik abgeklärt werden. Zum einen kann eine mögliche Differentialdiagnose zur neurogenen Claudicatio intermittens ausgeschlossen werden, zum anderen ist der Gefäßstatus wichtig für die spinale Durchblutung.

Verschiedene postmortem durchgeführte Studien vermuten, dass atheromatöse Läsionen in der Aorta die Öffnungen der versorgenden Arterien der lumbalen Wirbelsäule verengen oder verlegen können, und somit langfristig zu Bandscheibendegeneration und chronischen Rückenschmerzen führen [60,61,62]. In einer Studie mit 606 Patienten konnten Kauppila et al. [59] diese Ergebnisse bestätigen. Mittels einer konventionellen lateralen Röntgenaufnahme der LWS im Stehen wurde der Kalzifikationsgrad der abdominalen Aorta auf einer Skala von 0 (keine Kalkablagerungen) bis 3 (2/3 oder mehr Kalkablagerungen in der longitudinalen Gefäßwand der Aorta) eingeteilt. Die fortgeschrittene Atherosklerose (Grad 3) der Aorta erhöht das Risiko für die Entwicklung einer Bandscheibendegeneration. Auch soll vermehrte Aortensklerose mit dem Auftreten von Rückenschmerzen, die durch mangelnde Blutversorgung (Ischämie) der neuralen Strukturen, Knochen und Muskeln entstehen soll, assoziiert sein [59].

4.3.5 Bandscheibenhöhe

Die Messung der Höhe des Intervertebralraumes L3/4 und L4/5 an den drei besagten Stellen zeigte, dass die Bandscheibenhöhe durchschnittlich von ventral nach dorsal um etwa 4 bis 5 mm abnimmt (siehe Tabelle 18). Die Bandscheibe wirkt somit etwas keilförmig. Die belastete Bandscheibe verliert im Laufe der Zeit vor allem an Wasser, was zur Höhenminderung führt. Dies verändert die Stellung der Gelenke zueinander (Spondylarthrose) [13,16,31,110], was wiederum Schmerzen verursachen kann. Die Keilform der Bandscheibe könnte daran maßgeblich beteiligt sein.

Tendenziell nimmt die Höhe der Bandscheibe vor allem dorsal und medial in beiden Segmenten postoperativ eher ab. Im ventralen Anteil bleibt die Höhe postoperativ in L3/4 konstant, in L4/5 nimmt sie sogar geringfügig zu. Die genaue Abgrenzung des Intervertebralraumes im Röntgenbild zur digitalen Ausmessung war jedoch etwas schwierig, somit könnten diese kleinen Unterschiede von wenigen Millimetern auch fehlerbehaftet sein. Sie geben nur Anhaltspunkte für die ungefähre Höhe und Form der Bandscheibe. Die mittlere Länge des Nachuntersuchungszeitraumes der Patienten von 12,1 Monaten ist zu auch kurz, um langwierige degenerative Prozesse, wie zum Beispiel die Höhenminderung der Bandscheibe, zu erfassen. Auch standen postoperativ deutlich weniger Röntgenaufnahmen zur Vermessung zur Verfügung. Die Ergebnisse könnten daher auch etwas anders ausfallen.

Neue Studien beschäftigen sich mit der Höhe des Intervertebralraumes. Die neu entwickelten interspinösen Implantate versprechen eine Erweiterung des Spinalkanals und der Neuroforamina, eine Entlastung der Facettengelenke, Straffung der gelben Bänder und eine Reduktion des intradiskalen Druckes [113]. Sie zeigen gute Ergebnisse bezüglich Patientenzufriedenheit, Beschwerdeverbesserung und Verbesserung in den Funktionsscores [140]. Jedoch liegen dazu bisher nur sehr wenige Studien und keine Langzeitergebnisse vor.

Risikofaktoren für Bandscheibendegenerationen [31], die am häufigsten in L4/5 und L5/S1 auftreten, sind Rauchen, genetische Faktoren, schwere Belastungen der Wirbelsäule und Übergewicht. Eine Studie [59] berichtet darüber, dass die Verkalkung der Aorta signifikant mit der Bandscheibendegeneration zusammenhängt. Rückenschmerzen waren assoziiert mit Bandscheibendegeneration und Sklerosierung der Endplatte. Auch kann die Aortenverkalkung spätere degenerative Veränderungen der Bandscheibe möglicherweise voraussagen, da vermutlich diese Kalkablagerungen in der Aorta früher auftreten als die Degeneration. Die Bandscheibe gehört zu den Strukturen, die am schnellsten an der Unterversorgung durch verkalkte Gefäße leiden.

Eine andere Studie, mit LSS-Patienten nach Dekompression, fand eine Erniedrigung des Intervertebralraumes, jedoch ohne Korrelation zu schlechteren klinischen Ergebnissen [107].

4.4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse unserer Studie bestätigen, dass diese Operationsmethode für den Patienten gute Resultate hinsichtlich der Schmerzen, gemessen an unserem primären Schmerzscore (ODS), erzielen kann. Verschiedene klinische Parameter sollten erfasst werden, haben jedoch in ihrer Aussage Grenzen. So kann die unterschneidende Dekompression auch übergewichtigen Patienten Schmerzlinderung bringen. Vorerkrankungen, die Einfluss auf die Gehstrecke und die Wirbelsäule direkt nehmen, erscheinen wichtig und sollten Gegenstand von folgenden Studien sein.

Radiologische Parameter haben ebenso Grenzen in ihrer Aussagekraft, vor allem in der Abschätzung des Therapieerfolges, sind jedoch zur Diagnosefindung und letztendlich zur Therapieentscheidung sehr wichtig. Immer mehr an Bedeutung gewinnt die Einschätzung des Patienten über seinen Gesundheitszustand, sowie psychosomatische Faktoren. Die Frage nach der Zufriedenheit mit der Behandlung und die Erwartungshaltung des Patienten ist sehr wichtig und sollte in Zukunft größeren Stellenwert einnehmen. Der Patient selbst als Individuum, nicht nur die orthopädische Diagnose, sollte Mittelpunkt der Behandlung dieser Patientengruppe sein.

5. Zusammenfassung

Die symptomatische degenerative lumbale Spinalkanalstenose erfordert nach erfolgloser konservativer Therapie häufig eine operative Erweiterung des Spinalkanales. 30 Patienten mit degenerativer lumbaler Spinalkanalstenose, die in der Orthopädischen Universitätsklinik eine mikroskopische unterschneidende Dekompression erhielten, wurden im Rahmen einer retrospektiven Studie nachuntersucht.

Primärer Zielparameter war die Veränderung des Oswestry Disability Score (ODS) im Vergleich prä- und postoperativ. Weitere wichtige Parameter waren die Veränderung der Schmerzfragebögen Visuelle Analog Skala (VAS) und Roland Morris Score (RMS), die freie Gehstrecke, Zufriedenheit nach der Operation, sowie verschiedene klinische und radiologische Parameter.

Die Veränderung des ODS im Vergleich prä- und postoperativ (47,9 % vs. 32,2 %) war mit $p=0,001$ auffällig, ebenso die Änderung der VAS mit $p < 0,01$. Die Änderung des RMS war nicht relevant ($p > 0,05$). 74 % der Patienten waren mit dem Ergebnis der Operation zufrieden. Die mittlere Dauer des Nachuntersuchungszeitraumes lag bei 12,1 Monaten, das durchschnittliche Alter bei 68,5 Jahren. Die perioperative Komplikationsrate lag insgesamt bei 23 %, intraoperativ stellte eine Duraverletzung die häufigste Komplikation dar, die jedoch keine Langzeitfolgen bewirkten und keinen Einfluss auf das klinische Ergebnis hatte. Zwei Patienten erhielten im Verlauf eine instrumentierte Spondylodese wegen postoperativer Instabilität der Wirbelsäule mit persistierenden Rückenschmerzen. Die Gehstrecke verbesserte sich von präoperativ 836 m auf postoperativ 3530 m. Es gab keine auffälligen Korrelationen (Spearman) mit dem ODS und dem BMI, der Anzahl operierter lumbaler Segmente, der Follow-Up-Dauer und dem lumbalen Lordose-Winkel. Es gab eine positive Korrelation zwischen den postoperativen ODS-Werten und, zum einen dem präoperativen Cobb-Winkel ($p=0,0016$, $r=0,610$), zum anderen der Anzahl an wirbelsäulenbezogenen Vorerkrankungen, wie z. B.

Osteoporose, Gelenkersatz der unteren Extremität oder Wirbelkörperfrakturen, (p=0,0176, r=0,446).

Die mikroskopisch-mikrochirurgische unterschneidende Dekompression ist eine gute Methode zur Behandlung von Patienten mit symptomatischer degenerativer lumbaler Spinalkanalstenose.

6. Literaturverzeichnis

1. Aalto TJ, Malmivaara A, Kovacs F, Herno A et al. Preoperative predictors for postoperative clinical outcome in lumbar spinal stenosis. *Spine* (2006) 31(18): E648-663.
2. Airaksinen O, Herno A, Turunen V, Saari T, Suomlainen O. Surgical outcome of 438 Patients treated surgically for lumbar spinal stenosis. *Spine* (1997) 22: 2278-2282.
3. Alvarez JA, Hardy RH Jr. Lumbar spine stenosis: a common cause of back and leg pain. *Am Fam Physician*. (1998) 57(8): 1825-34, 1839-40.
4. Amundsen T, Weber H, Nordal HJ, Magnaes B, Abdelnoor M, Lilles F. Lumbar spinal stenosis: Conservative or surgical management? A prospective 10-year-study. *Spine* (2000) 25:1424-1436.
5. Arinzon Z, Adunsky A, Fidelman Z, Gepstein R. Outcomes of decompression surgery for lumbar spinal stenosis in elderly diabetic patients. *Eur Spine J* (2004) 13(1):32-37.
6. Atlas SJ, Delitto A. Spinal stenosis: surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Othop Relat Res* (2006) 443: 198-207.
7. Atlas SJ, Keller RB, Wu YA et al. Longterm outcomes of surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis. 8 to 10 year results from the maine lumbar spine study. *Spine* (2005) 30:936-943.
8. AWMF Leitlinien (2002): Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie „Spondylolisthesis“
9. AWMF-Leitlinien (2005) Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie “Lumbale Spinalkanalstenose”
10. Bener A, Alwash R, Gaber T, Lovasz G. Obesity and low back pain. *Coll Anthropol*. (2003) 27(1):95-104.
11. Benini A. Die lumbale Wirbelkanalstenose - Ein Überblick 50 Jahre nach den ersten Beschreibungen. *Orthopäde* (1993) 22: 257-266.
12. Benini A. Die selektive lumbale Dekompression. In: Blauth M., Dick W. Operationen an der Wirbelsäule. Urban & Vogel (1996) S.137-147
13. Benini A. Die Stenose des lumbalen Wirbelkanals. Pathophysiologie, Klinik und Therapie. *Orthopäde* (1997) 26:503-514.
14. Benini A. Lumbago und radikuläre Beschwerden: Nicht immer Diskushernie und degenerative Wirbelkanalstenose. *Orthopäde* (1999) 28: 916-921.

15. Benini A., Magerl F. Undercutting decompression and posterior fusion with translaminar facet screw fixation in degenerative lumbar spinal stenosis: technique and results. *Neuroorthopedics* (1995) 17/18:159 – 172.
16. Benoist M. Natural history of the aging spine. *Eur Spine J* (2003) 12 Suppl 2:S86-9.
17. Benz RJ, Ibrahim ZG, Afshar P, Garfin SR. Predicting complications in elderly patients undergoing lumbar decompression. *Clin Orthop Relat Res* (2001) 384:116-121.
18. Bouissou H, Pieraggi MT, Julian M. Progression, topographical aspects and regression of atherosclerosis. In: Camilleri JP, Berry CL, Fiessinger JN, Bariety J eds. *Diseases of the arterial wall*. Berlin: Springer-Verlag (1989) S. 241-253.
19. Bridwell KH, Sedgewick TA, o'Brien MF, Lenke LG, Baldus C. The role of fusion and instrumentation in the treatment of degenerative spondylolisthesis. A radiographic and CT study. *J Spinal Disorder* (1993) 6:461-472.
20. Chang Y, Singer DA, Wu YA. The effect of surgical and non-surgical treatment on longitudinal outcomes of lumbar spinal stenosis over 10 years. *J Am Geriatr Soc* (2005) 53:785-792.
21. Chosa E, Sekimoto T, Kubo S, Tajima N. Evaluation of circulatory compromise in the leg in lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res* (2005) 431: 129-133.
22. Deen HG, Zimmerman RS, Lyons MK, Wharen RE, Reimer R. Analysis of early failures after lumbar decompressive laminectomy for spinal stenosis. *Mayo Clin Proc* (1995) 70:33-36.
23. Delank KS, Eysel P, Zollner J, Drees P, Nafe B, Rompe JD. Undercutting decompression versus laminectomy. Klinische und radiologische Ergebnisse einer prospektiv-kontrollierten Studie. *Orthopäde* (2002) (11):1048-1057.
24. Delank KS, Eysel P., Fürderer S. Die lumbale Spinalkanalstenose. *Orthopäde* (2004) 142: R19 – R35.
25. Deyo RA, Cherkin DC, Loeser JD et al. Morbidity and mortality in association with operations on the lumbar spine. The influence of age, diagnosis and procedure. *J Bone Joint Surg Am* (1992) 74:536-543.
26. Di Maio S., Marmor E., Albrecht S., Mohr G. Ligamentum flavum cysts causing incapacitating lumbar spinal stenosis. *Can J Neurol Sci* (2005) 32: 237-242.

27. Dionne CE, Von Korff M, Koepsell TD, Deyo RA, Barlow WE, Checkoway H. A comparison of pain, functional limitations, and work status indices as outcome measures in back pain research. *Spine* (1999) 24(22):2339-45.
28. Egle U.T., Nickel R., Schwab R., Hoffmann S.O. Die somatoforme Schmerzstörung. *Dt. Ärzteblatt* (2000) 21, 335-339.
29. Exner V, Keel P. Erfassung der Behinderung bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Validierung einer deutschen Version des "Roland & Morris disability questionnaire" sowie verschiedener numerischer Ratingskalen. *Der Schmerz* (2000) 14:392-400.
30. Fairbank JCT, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine* (2000) 25: 2940-2953.
31. Flamme CH. Übergewicht und Bandscheibenschaden. *Orthopade* (2005) 34:652-657.
32. Fokter SK, Yerby SA. Patient-based outcomes for the operative treatment of degenerative lumbar spinal stenosis. *Eur Spine J* (2005) 21:1-9.
33. Frazier DD, Lipson SJ, Fossel AH, Katz JN. Associations between spinal deformity and outcomes after decompression for spinal stenosis. *Spine* (1997) 22(17):2025-2029.
34. Fujiwara A, Kobayashi N, Saiki K, Kitagawa T, Tamai K, Saotome K. Association of the Japanese Orthopaedic Association score with the Oswestry Disability Index, Roland-Morris Disability Questionnaire, and short-form 36. *Spine* (2003) 28(14):1601-7.
35. Galiano K, Obwegeser AA, Gabl MV, Bauer R, Twerdy K. Long-term outcome of laminectomy for spinal stenosis in octogenarians. *Spine* (2005) 30:332-335.
36. Garzillo MJ, Garzillo TA. Does obesity cause low back pain? *J Manipulative Physiol Ther.* 1994 Nov-Dec;17(9):601-4.
37. Gelalis ID, Stafilas KS, Korompilias AV et al. Decompressive surgery for degenerative lumbar spinal stenosis: long-term results. *Int Orthop* (2006) 30:59-63.
38. Gibson JN, Waddell G. Surgery for degenerative lumbar spondylosis: updated Cochrane review. *Spine* (2005) 30:2312-2320.
39. Greiner-Perth P, Boehm H, Allam Y, El-Saghir H. A less invasive approach technique for operative treatment of lumbar canal stenosis. *Zentralbl Neurochir* (2004) 65:185-190.
40. Grob D, Humke T, Dvorak J. Die Bedeutung der simultanen Fusion bei operativer Dekompression der lumbalen Spinalstenose. *Orthopade* (1993) 22:243-249.

41. Grotle M, Brox JI, Vollestad NK. Cross-cultural adaptation of the Norwegian versions of the Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Index. *J Rehabil Med.* (2003) 35(5):241-7.
42. Harms V. *Biomathematik, Statistik und Dokumentation* (1998). Harms Verlag 7. Auflage.
43. Henningsen P. Die Psychosomatik des chron. Rückenschmerzes. *Orthopäde* (2004) 33, 558-567.
44. Herkowitz HN. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Am* (1991) 22:802-808.
45. Herno A, Airaksinen O, Saari T. Long-term results of surgical treatment of lumbar spinal stenosis. *Spine.* (1993) 18(11):1471-4.
46. Herold G. *Innere Medizin* (2005).
47. Herron L. L4-5 Degenerative Spondylolisthesis. The results of treatment by decompressive laminectomy without fusion. *Spine* (1989) 14:534-538.
48. Hoffmann, Hochapfel. *Neurosenlehre, Psychotherapeutische und Psychosomatische Medizin.* Schattauer (1999) 246-267.
49. Hyman JB, Ebstein FH. A study of the correlation between roentgenographic and post-mortem calcification of the aorta. *Am Heart J* (1954) 47:540-543.
50. Ikawa M, Atsuta Y, Tsunekawa H. Ectopic firing due to artificial venous stasis in rat lumbar spinal canal stenosis model: a possible pathogenesis of neurogenic intermittent claudication. *Spine.* (2005) 30(21):2393-7.
51. Ikuta K, Arima J, Tanaka T et al. Short-term results of microendoscopic posterior decompression for lumbar spinal stenosis. Technical note. *J Neurosurg Spine* (2005) 2:624-633.
52. Jansson KA, Nemeth G, Granath F, Blomqvist P. Spinal stenosis re-operation rate in Sweden is 11% at 10 years – a national analysis of 9664 operations. *Eur Spine J* (2005) 14:659-663.
53. Jeffrey N, Katz MD, Stucki G, Stephen J et al. Predictors of surgical outcome in degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* (1999) 24(21):2229-2233.
54. Johansson E, Lindberg P. Subacute and chronic low back pain. Reliability and validity of a Swedish version of the Roland and Morris Disability Questionnaire. *Scand J Rehabil Med.* (1998) 30(3):139-43.
55. Johnsson KE, Uden A, Rosen I. The effect of decompression on the natural course of spinal stenosis. A comparison of surgically treated and untreated patients. *Spine* (1991) 16(6):615-619.
56. Johnsson KE. Lumbar spinal stenosis. A retrospective study of 163 cases in southern Sweden. *Acta Orthop Scand* (1995) 66(5):403-5.

57. Jönsson B, Annertz M, Sjöberg C, Strömquist B. A prospective and consecutive study of surgically treated lumbar spinal stenosis. Part I: clinical features related to radiographic findings. *Spine* (1997) 22(24):2932-2937.
58. Katz JN, Lipson SJ, Lew RA et al. Lumbar laminectomy alone or with instrumented or noninstrumented arthrodesis in degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* (1997) 22:1123-1131.
59. Kauppila LI, McAlindon T, Evans S, Wilson PW et al. Disc degeneration/back pain and calcification of the abdominal aorta: a 25-year follow-up study in Framingham. *Spine* (1997) 22(14):1642-1647.
60. Kauppila LI, Penttilä A, Karhunen PJ, Lalu K, Hannikainen P. Lumbar disc degeneration and atherosclerosis of the abdominal aorta. *Spine* (1994) 19:923-929.
61. Kauppila LI, Tallroth K. Postmortem angiographic findings for arteries supplying the lumbar spine: their relationship to low-back symptoms. *J Spinal Disord* (1993) 6:124-129.
62. Kauppila LI. A radiological postmortem study of lower thoracic and lumbosacral arteries in 38 young adults. *Acta Radiol* (1994) 35:541-544.
63. Kent DL, Haynor DR, Larson EB, Deyo RA. Diagnosis of lumbar spinal stenosis in adults: a metaanalysis of the accuracy of CT, MR and myelography. *Am J Roentgenology* (1992) 158: 1135-1144.
64. Kobayashi S, Baba H, Uchida K. Blood circulation of cauda equina and nerve root. *Clin Calcium*. (2005) 15: 63-72.
65. Kobayashi S, Kokubo Y, Uchida K. Effect of lumbar nerve root compression on primary sensory neurons and their central branches: changes in the nociceptive neuropeptides substance P and somatostatin. *Spine*. (2005) 30:276-282.
66. Koivuuma-Honkanen H. Life satisfaction as a health predictor. *Kuopio University Publications D*. (1998) Medical Sciences 143.
67. Kostova V, Koleva M. Back disorders (low back pain, cervicobrachial and lumbosacral radicular syndromes) and some related risk factors. *J Neuro Sci* (2001) 192(1-2):17-25.
68. Kovacs FM, Llobera J, Gil Del Real MT, Abreira V, Gestoso M, Fernandez C, Primaria Group KA. Validation of the spanish version of the Roland-Morris questionnaire. *Spine* (2002) 27(5):538-42.
69. Larsen R. *Anästhesie*. Urban und Schwarzenberg Verlag (1995) 5. Auflage. S. 812.

70. Lauridsen HH, Hartvigsen J, Manniche C, Korsholm L, Grunnet-Nilsson N. Danish version of the Oswestry Disability Index for patients with low back pain. Part 1: Cross-cultural adaptation, reliability and validity in two different populations. *Eur Spine J.* (2006) 15(11):1705-1716.
71. Leboeuf-Yde C, Kyvik KO, Bruun NH. Low back pain and lifestyle. Part II-Obesity. Information from a population-based sample of 29,424 twin subjects. *Spine* (1999) 24(8):779-784.
72. Lequesne M, Zaoui A. Misleading hip or buttock pain: proximal arteritis or lumbar spinal stenosis? *Presse Med* (2006) 35(4):663-668.
73. Little DG, MacDonald 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.
74. Macfarlane GJ, Thomas E, Silman AJ, Croft PR, Papageorgiou AC, Jayson MI. Predicting who develops chronic low back pain in primary care: prospective study. *BMJ* (1999)318(7199):1662-1667.
75. Mannion AF, Junge A, Fairbank JC, Dvorak J, Grob D. Development of a German version of the Oswestry Disability Index. Part 1: cross-cultural adaptation, reliability, and validity. *Eur Spine J.* (2006) 15(1):55-65.
76. Mannion AF, Junge A, Grob D, Dvorak J, Fairbank JC. Development of a German version of the Oswestry Disability Index. Part 2: sensitivity to change after spinal surgery. *Eur Spine J.* (2006) 15(1):66-73.
77. Mardjetko SM, Connolly PJ, Shott S. Degenerative lumbar spondylolisthesis: A meta-analysis of literature 1970-1993. *Spine* (1994) 19:2256-2262.
78. Masuhr KF, Neumann M. *Neurologie.* Hippokrates Verlag 4. Auflage (1998).
79. Matsudaira K, Yamazaki T, Seichi A et al. Spinal stenosis in grade I degenerative lumbar spondylolisthesis : a comparative study of outcomes following laminoplasty and laminectomy with instrumented spinal fusion. *J Orthop Sci* (2005) 10:270-276.
80. Mayer HM, List J, Korge A, Wiechert K. Microsurgery of acquired degenerative lumbar spinal stenosis. Bilateral over-the-top decompression through unilateral approach. *Orthopade* (2003) 32:889-895.
81. Meade T, Browne W et al. Comparison of chiropractic and outpatient management of low back pain: a feasibility study. *J Epidemiol Commun Health* (1986) 40:12-17.
82. Melissas J, Kontakis G, Volakakis E, Tsepelis T, Alegakis A, Hadjipavlou A. The effect of surgical weight reduction on functional status in morbidly obese patients with low back pain. *Obes. Surg.* (2005) 15(3):378-381.

83. Moon ES, Kim HS, Park JO et al. Comparison of the predictive value of myelography, computed tomography and MRI on the treadmill test in lumbar spinal stenosis. *Yonsei Med J* (2005) 46: 806-811.
84. Mousavi SJ, Parnianpour M, Mehdian H, Montazeri A, Mobini B. The Oswestry Disability Index, the Roland-Morris Disability Questionnaire, and the Quebec Back Pain Disability Scale: translation and validation studies of the Iranian versions. *Spine* (2006) 31(14):E454-9.
85. Murphy DR, Herwitz EL, Gregory AA, Clary R. A non-surgical approach to the management of lumbar spinal stenosis: a prospective observational cohort study. *BMC Musculoskelet Disord* (2006) 7:16.
86. Ng LC, Tafazal S, Sell P. The effect of duration of symptoms on standard outcome measures in the surgical treatment of spinal stenosis. *Eur Spine J* (2006). Feb 22.
87. Nickel R, Egle TU, Rompe J, Eysel P, Hoffmann SO. Somatisation predicts the outcome of treatment in patients with low back pain. *J Bone Joint Surg* (2002) 84-B :189-195.
88. Niethard FU, Pfeil J. *Orthopädie*. Thieme Verlag (2003) 4. Auflage.
89. Niggemeyer O, Strauss JM, Schulitz KP. Comparison of surgical procedures for degenerative lumbar spinal stenosis: a meta-analysis of the literature from 1975-1995. *Eur Spine J* (1997) 6:423-429.
90. Nusbaum L, Natour J, Ferraz MB, Goldenberg J. Translation, adaptation and validation of the Roland-Morris questionnaire--Brazil Roland-Morris. *Braz J Med Biol Res.* (2001) 34(2):203-10.
91. Olsen S., Nolan MF, Kori S. Pain measurement: An overview of two commonly used methods. *Anesthesiol Rev* (1992) 6: 11-15.
92. Pahl MA, Brislin B, Boden S et al. The impact of four common lumbar spine diagnoses upon overall health status. *Spine J* (2006) 6:125-130.
93. Panagiotis ZE, Athanasios K, Panagiotis D, Minos T, Charis M, Elias L. Functional outcome of surgical treatment for multilevel lumbar spinal stenosis. *Acta Orthop* (2006) 77(4):670-676.
94. Park JB, Lee JK, Park SJ, Riew KD. Hypertrophie of ligamentum flavum in lumbar spinal stenosis associated with increased proteinase inhibitor concentration. *J Bone Joint Surg Am* (2005) 87: 2750-2757.
95. Podichetty VK, Spears J, Isaacs RE, Booher J, Biscup RS. Complications associated with minimally invasive decompression for LSS. *J Spinal Disord Tech* (2006) 19(3):161-166.
96. Pope MH, Frymoyer JW, Krag MH. Diagnosing instability. *Clin Orthop* (1992) 279: 60-67.
97. Postacchini F, Cinotti G. Bone regrowth after surgical decompression for lumbar spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Br* (1992) 74:862-869.

98. Quint U, Wilke HJ, Lör F, Claes LE. Funktionelle Folgen operativer Dekompressionen am lumbalen Bewegungssegment – eine biomechanische Studie in vitro. *Z Orthop* (1998) 136:350-357.
99. Resnick DK, Choudhri TF, Dailey AT et al. Guidelines for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 9: fusion in patients with stenosis and spondylolisthesis. *J Neurosurg Spine* (2005) 2:679-685.
100. Resnik L, Dobrykowski E. Outcomes measurement for patients with low back pain. *Orthop Nurs.* (2005) 24(1):14-24.
101. Rillardon L, Guigui P, Veil-Picard A, Slulittel H, Deburge A. Long-term results of surgical treatment of lumbar spinal stenosis. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 89:621-631.
102. Roland M, Morris R: A study of the natural history of back pain: Part I. Development of a reliable and sensitive measure of disability in low-back pain. *Spine* (1983) 8:141-144.
103. Roland M., Fairbank J. The Roland Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. *Spine* (2000) 25:3115-3124.
104. Rompe JD, Eysel P, Zollner J, Nafe B, Heine J. Degenerative lumbar spinal stenosis. Long-term results after undercutting decompression compared with decompressive laminectomy alone or with instrumented fusion. *Neurosurg Rev.* (1999) 22(2-3):102-6.
105. Sachs L. *Angewandte Statistik Springer Verlag, 7. Auflage, S.414-418.*
106. Sairyo K, Biyani A, Goel V, Leaman D, Booth R Jr, Thomas J, Gehling D, Vishnubhotla L, Long R, Ebraheim N. Pathomechanism of ligamentum flavum hypertrophy: a multidisciplinary investigation based on clinical, biomechanical, histologic, and biologic assessments. *Spine.* (2005) 30(23):2649-56.
107. Sanderson PL, Getty CJM. Longterm results of partial undercutting facetectomy for lumbar lateral recess stenosis. *Spine* (1996) 21:1352-1356.
108. Schillberg M, Nystrom B. Quality of life before and after microurgical decompression in lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord* (2000) 13:237-241.
109. Schneider S, Randoll D, Buchner M. Why do women have back pain more than men? A representative prevalence study in the federal republic of Germany. *Clin J Pain* (2006) 22(8):738-747.
110. Schulte TL, Bullmann V, Lerner T, Schneider M, Marquardt B, Liljenqvist U, Pietilä TA, Hackenberg L. Lumbale Spinalkanalstenose. *Orthopäde* (2006) 35:675-694

111. Schwab FJ, Smith VA, Biserni M, Gamez L et al. Adult scoliosis. A quantitative radiographic and clinical analysis. *Spine* (2002) 27(4):387-392.
112. Sengupta DK, Herkowitz HN. Degenerative spondylolisthesis. Review of current trends and contrversies. *Spine* (2005); 30: S71-S81.
113. Siddiqui M, Nicol M, Karadimas E et al. The positional magnetic resonance imaging changes in the lumbar spine following insertion of a novel interspinous process distraction device. *Spine* (2005) 30:2677-2682.
114. SigmaStat. Statistical Software. SPSS Inc. Version 2.0 (1992-1997).
115. Simmons ED. Surgical treatment of patients with lumbar spinal stenosis with associated scoliosis. *Clin Orthop Relat Res* (2001) 348:45-53.
116. Sinikallio S, Aalto T, Airaksinen O et al. Depression and associated factors in patients with lumbar spinal stenosis. *Disabil Rehabil* (2006) 28: 415-422.
117. Sinikallio S, Aalto T, Airaksinen O et al. Somatic comorbidity and younger age are associated with life dissatisfaction among patients with lumbar spinal stenosis before surgical treatment. *Eur Spine J* (2006) Mar 15.
118. Snyder DL, Doggett D, Turkelson C. Treatment of degenerative lumbar spinal stenosis. *Am Fam Physician*. (2004) 70(3):517-20.
119. SPSS. Statistische Software. Version 13.
120. Stratford PW, Binkley JM. Measurement properties of the RM-18. A modified version of the Roland-Morris Disability Scale. *Spine* (1997) 22(20):2416-21.
121. Suarez-Almazor ME, Kendall C et al. Use of health status measures in patients with low back pain in clinical settings. Comparison of specific, generic and preference-based instruments. *Rheumatology* (2000) 39:783-790.
122. Tafazal SI, Sell PJ. Outcome scores in spinal surgery quantified: excellent, good, fair and poor in terms of patient-completed tools. *Eur Spine J* (2006) 15(11):1653-1660.
123. Taylor SJ, Taylor AE et al. Responsiveness of common outcome measures for patients with low back pain. *Spine* (1999) 24(17):1805-1812.
124. Thome C, Zevgaridis D, Leheta O, Bazner H, Pockler-Schoniger C, Wohrle J, Schmiedek P. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. *J Neurosurg Spine*. (2005) 3(2):129-41.

125. Thornbury JR, Fryback DG, Tursik PA. Disk-caused nerve compression in patients with acute low-back pain: Diagnosis with MR, CT Myelographie and plain CT. *Radiology* (1993) 186: 731-738.
126. Torgerson WR, Dotter WE. Comparative roentgenographic study of the asymptomatic and symptomatic lumbar spine. *J Bone J Surg* (1976) 58-A: 850-853.
127. Toyone T, Tanaka T, Kato D et al. Patients expectations and satisfaction in lumbar spine surgery. *Spine* (2005) 30 :2689-2694.
128. Truumees E. Spinal stenosis: pathophysiology, clinical and radiologic classification. *Instr Course Lect.* (2005) 54:287-302.
129. van Tulder MW, Koes B, Malmivaara A. Outcome of invasive treatment modalities on back pain and sciatica: an evidence-based review. *Eur Spine J* (2006) 15:S82-92.
130. van Tulder MW, Koes B, Seitsalo S, Malmivaara A. Outcome of non-invasive treatment modalities on back pain: an evidence-based review. *Eur Spine J* (2006) 15:S64-81.
131. von Stempel A. *Die Wirbelsäule Thieme* (2001).
132. Wiesinger GF, Nuhr M, Quittan M, Ebenbichler G, Wolf G, Fialka-Moser V. Cross-cultural adaptation of the Roland-Morris questionnaire for German-speaking patients with low back pain. *Spine* (1999) 24(11):1099-103.
133. Wildi LM, Kurrer MO, Benini A, Weishaupt D, Michel BA, Bruhlmann P. Pseudocystic degeneration of the lumbar ligamentum flavum: a little known entity. *J Spinal Disord Tech.* (2004) 17(5):395-400.
134. Yakut E, Duger T, Oksuz C, Yorukan S, Ureten K, Turan D, Frat T, Kiraz S, Krd N, Kayhan H, Yakut Y, Guler C. Validation of the Turkish version of the Oswestry Disability Index for patients with low back pain. *Spine* (2004) 29(5):581-585.
135. Yamashita K, Hayashi J, Ohzono K, Hiroshima K. Correlation of patient satisfaction with symptom severity and walking ability after surgical treatment for degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine* (2003) 28(21):2477-2481.
136. Yamashita K, Ohzono K, Hiroshima K. Five-year outcome of surgical treatment for degenerative lumbar spinal stenosis: a prospective observational study of symptom severity at standard intervals after surgery. *Spine* (2006) 31(13):1484-1490.
137. Yayama T, Baba H, Furusawa N, Kobayashi S, Uchida K, Kokubo Y, Noriki S, Imamura Y, Fukuda M. Pathogenesis of calcium crystal deposition in the ligamentum flavum correlates with lumbar spinal canal stenosis. *Clin Exp Rheumatol.* (2005) 23(5):637-43.

138. Yazaki S, Muramatsu T, Yoneda M, Fujita K. Venous pressure in the vertebral venous plexus and its role in cauda equina claudication. *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi*. (1988) 62(8):733-45.
139. Yukawa Y, Lenke LG, Tenhula J, Bridwell KH, Riew KD, Blanke K. A comprehensive study of patients with surgically treated lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication. *J Bone Joint Surg Am*. (2002) 84-A(11):1954-9.
140. Zucherman JF, Hsu KY, Hartjen CA et al. A multicenter, prospective, randomized trial evaluating the X-STOP interspinous process decompression system for the treatment of neurogenic intermittent claudication: two-year follow-up results. *Spine* (2005) 30:1351-1358.

7. Anhang

Fragebogen „Rückenschmerz“ (Oswestry Disability Score)

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

- 1. Schmerzintensität** Punkte
- § 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 u. 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 zusätzlichem Schmerz(1)
 - § Schmerzen halten mich vom Heben schwerer Gewichte vom Boden ab, aber ich kann sie heben 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 aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 1000 m gehen(1)
 - § Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 500 m gehen(2)
 - § Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 200 m gehen(3)
 - § Ich kann nur mit Gehstock oder –stütze laufen(4)
 - § Ich liege die meiste Zeit im 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 lang sitzen wie ich möchte(1)
- § Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 1 Stunde sitzen(2)
- § Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 30 Minuten sitzen(3)
- § Ich kann aufgrund meiner Schmerzen nicht mehr als 10 Minuten sitzen(4)
- § Ich kann aufgrund meiner Schmerzen überhaupt nicht sitzen(5)

6. Stehen

- § Ich kann stehen solange wie ich möchte ohne zusätzliche Schmerzen(0)
- § Ich kann stehen solange wie ich möchte aber mit zusätzlichen Schmerzen(1)
- § Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 1 Stunde stehen(3)
- § Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 30 Minuten stehen(4)
- § Ich kann vor Schmerzen nicht mehr als 10 Minuten 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. Sexualleben

- § Mein Sexualleben ist normal und verursacht keine zusätzlichen Schmerzen(0)
- § Mein Sexualleben ist normal, aber es verstärkt meine Schmerzen(1)
- § Mein Sexualleben ist nahezu normal, aber es ist sehr schmerzhaft(2)
- § Mein Sexualleben ist erheblich eingeschränkt durch Schmerzen(3)
- § Mein Sexualleben ist nahezu unmöglich durch Schmerzen(4)
- § Schmerzen lassen ein Sexualleben 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 sportlichen Tätigkeiten z. B. Tanzen(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 von Fahrten, 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)

Visuelle Analog Skala zur Beurteilung von Schmerzintensitäten

Sehr geehrte(r) Patient(in)!

Um das Ausmaß Ihrer Beschwerden am heutigen Tage beurteilen zu können, bitten wir Sie, auf der unten abgebildeten Skala diejenige Zahl anzukreuzen, die Ihrer Schmerzintensität entspricht:

Hierfür gilt: **0 = keine Schmerzen**
 10 = unerträgliche Schmerzen

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Roland Morris Score

Sehr geehrte/r Patient/in!

Wenn Sie Rückenschmerzen haben, sind alltägliche Dinge oft schwer zu erledigen. Diese Liste enthält Sätze, die Leute verwendet haben, um Ihre Rückenschmerzen zu beschreiben. Wenn Sie die Liste durchlesen, fällt Ihnen auf, dass der eine oder andere Satz Ihre Beschwerden von heute am besten beschreibt. Denken Sie bitte nur an die Beschwerden von heute. Trifft ein Satz für Ihre Beschwerden von heute zu, kreuzen Sie diesen Satz bitte an. Falls ein Satz Sie nicht beschreibt, kreuzen Sie diesen Satz nicht an und gehen zum nächsten.

Achtung: Kreuzen Sie nur Sätze an, die am besten Ihre Beschwerden von heute beschreiben:

- (1) Aufgrund meiner Rückenschmerzen verlasse ich das Haus/die Wohnung selten.
- (2) Ich wechsele häufig meine Körperhaltung, um meinen Rücken zu entlasten.
- (3) Ich gehe aufgrund meiner Rückenschmerzen langsamer als üblich.
- (4) Meine Rückenschmerzen hindern mich daran, ansonsten übliche Arbeiten im Haushalt zu verrichten.
- (5) Aufgrund meiner Rückenschmerzen halte ich mich beim Stiegensteigen stets am Geländer fest.
- (6) Aufgrund meiner Rückenschmerzen lege ich mich häufig zum Ausruhen hin.
- (7) Aufgrund meiner Rückenschmerzen muss ich mich an etwas festhalten, um aus einem Polstersessel hochzukommen.
- (8) Aufgrund meiner Rückenschmerzen bitte ich häufig andere Menschen, etwas für mich zu erledigen.
- (9) Aufgrund meiner Rückenschmerzen brauche ich zum Ankleiden länger als üblich.
- (10) Aufgrund meiner Rückenschmerzen achte ich darauf, nie allzu lange Zeit stehen zu müssen.
- (11) Aufgrund meiner Rückenschmerzen achte ich darauf, mich so wenig wie möglich zu bücken oder niederzuknien.
- (12) Ich komme aufgrund meiner Rückenschmerzen nur schwer aus einem Sessel hoch.
- (13) Ich leide beinahe ständig unter Rückenschmerzen.
- (14) Meine Rückenschmerzen erschweren mir das Umdrehen im Bett.
- (15) Meine Rückenschmerzen wirken sich negativ auf meinen Appetit aus.
- (16) Bedingt durch meine Rückenschmerzen habe ich Probleme beim Anziehen von Socken (Kniestrümpfe).
- (17) Meine Rückenschmerzen erlauben es mir nicht, längere Strecken zu gehen.
- (18) Meine Rückenschmerzen beeinträchtigen meinen Schlaf.
- (19) Aufgrund meiner Rückenschmerzen benötige ich beim Ankleiden Hilfe.
- (20) Bedingt durch meine Rückenschmerzen verbringe ich die meiste Zeit sitzend.
- (21) Aufgrund meiner Rückenschmerzen versuche ich schwere Arbeiten im Haushalt zu vermeiden.
- (22) Aufgrund meiner Rückenschmerzen bin ich wesentlich reizbarer und launischer als üblich.
- (23) Bedingt durch meine Rückenschmerzen kann ich Treppen nur sehr langsam hinaufgehen.
- (24) Aufgrund meiner Rückenschmerzen verbringe ich die meiste Zeit im Bett.

Danksagung

Für die Durchführung einer solchen Arbeit bedarf es der Unterstützung und Zusammenarbeit vieler Personen. So gilt mein Dank Prof. Dr. Wülker für die Übernahme des Erstgutachtens und Prof. Dr. Aldinger für die Übernahme des Zweitgutachtens. Außerdem möchte ich meinem Betreuer PD Dr. T. Niemeyer danken, sowie Dr. T. Kluba und Dr. A. Schulze Bövingloh für ihre Mithilfe.

Viele Studien sind natürlich nicht ohne die Patienten durchführbar. So möchte ich allen Patienten herzlich danken, die sich bereit erklärt haben, an dieser Studie teilzunehmen, und den zum Teil weiten Weg an die Universitätsklinik Tübingen aufzunehmen.

Viele Personen haben mich auf meinem bisherigen Lebensweg und meinem Studium unterstützt. So danke ich herzlich meiner Familie, vor allem meinen Eltern und meiner Großmutter. Mein besonderer Dank gilt Sven Weisser, der mich sehr bei dieser Arbeit unterstützte.

Auch erwähnen und danken möchte ich meiner Kommilitonin Myriam Merkle, sowie Heidrun Lotta Mayer, auch meiner statistischen Beratung und all denen, die hier jetzt nicht namentlich genannt sind und mich trotzdem unterstützen.

Vielen Dank für eure Hilfe.

Lebenslauf

Name: Corinna Simone Baldauf

Geboren: 19.09.1981 in Villingen-Schwenningen

Eltern: Reinhard Baldauf
Renate Baldauf (geb. Malmshheimer)

Geschwister: Sandra Baldauf

1988 – 1992 Grundschule, VS-Weilersbach

1992 – 1998 Realschule am Deutenberg, VS-Schwenningen

1998 – 2001 Technisches Gymnasium, VS-Schwenningen

25.06.2001 Zeugnis der Allgemeinen Hochschulreife

10/2001 – 01/2002 Lehrgang zur Rettungssanitäterin

seit 01/2002 ehrenamtliche Tätigkeit als Rettungssanitäterin beim
Rettungsdienst DRK Villingen-Schwenningen

04/2002 Immatrikulation für Humanmedizin an der Eberhard-Karls-
Universität Tübingen

03/2004 Ärztliche Vorprüfung im Fach Humanmedizin

02/2007 – 01/2008 Praktisches Jahr im Klinikverbund Südwest, Kliniken
Böblingen und Sindelfingen

18.11.2008 Ärztliche Prüfung (2. Staatsexamen)