

Aus der Neurochirurgie – Klinik,
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar
Direktor: Prof. Dr. med. J. Oertel

Die lumbale mikrochirurgische Bandscheibenoperation

-

Eine Analyse von 158 Patienten im Langzeitverlauf von über 30 Jahren

**Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät**

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2021

vorgelegt von: Marietta Grimm

geb. am 05.12.1988 in Hamburg

Tag der Promotion: 11. Januar 2022

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Michael D. Menger

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Joachim Oertel

Prof. Dr. med. Stefan Landgraeber

Für meine Familie

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
2	Einleitung	3
2.1	Grundlagen.....	3
2.1.1	Anatomie und Funktion der Bandscheibe.....	3
2.1.2	Pathomechanismus des Diskusprolapses.....	5
2.2	Klinik des lumbalen Bandscheibenvorfalls.....	9
2.2.1	Symptome und Beschwerden.....	9
2.2.2	Diagnostik des lumbalen Prolapses.....	14
2.3	Therapieoptionen.....	15
2.3.1	Konservative Behandlung.....	15
2.3.2	Operative Therapie.....	18
2.4	Zielsetzung.....	24
3	Material und Methodik	25
3.1	Einschlusskriterien und Datenerhebung.....	25
3.1.1	Präoperative Datenerhebung.....	29
3.1.2	Postoperative Datenerhebung.....	30
3.1.3	Datenerhebung im Langzeitverlauf.....	30
3.1.4	Datenerhebung der Reoperationen.....	33
3.2	Aufbau der Verlaufsuntersuchung.....	33
4	Ergebnisse	36
4.1	Deskription des Patientenkollektivs.....	36
4.2	Präoperativer neurologischer Status.....	38
4.3	Erfassung der Schmerzintensität.....	39
4.4	Ergebnisse der postoperativen Datenerhebung.....	40
4.5	Nachuntersuchungszeitraum und Langzeitergebnisse.....	43
4.5.1	Erfassung nachfolgender Operationen.....	45
4.5.2	Ergebnisse der Scores.....	48
4.5.3	Aktuelle Schmerzsituation und -medikation.....	51
4.5.4	Klinische Untersuchung.....	52
5	Diskussion	56
6	Literaturverzeichnis	63
7	Publikationen/ Danksagung	76
8	Lebenslauf	77

1 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Langzeitresultate nach initial erfolgter mikrochirurgischer subtotaler Diskektomie mit interlaminärem Zugangsweg zu untersuchen. Der klinische Erfolg, die Reoperationsrate und die damit verbundene gesundheitsbezogene Lebensqualität werden genauer betrachtet. Der lumbale Bandscheibenvorfall ist ein weit verbreitetes Leiden in der Bevölkerung und verursacht enorme Beschwerden. Es gibt nur wenige Studien mit einem Nachuntersuchungszeitraum von über 20 Jahren, welche die Langzeitergebnisse nach initialer lumbaler Diskektomie überprüfen. Darüber hinaus variieren die klinische Erfolgsrate sowie die Reoperationsrate in der bisher dokumentierten Literatur.

Es wurden retrospektiv alle konsekutiven Akten von Patienten gesichtet, welche einen Nachuntersuchungszeitraum von mindestens 25 Jahren gewährleisteten. Ferner mussten die Dokumente nachfolgende Einschlusskriterien erfüllen: Diagnose eines erstmaligen lumbalen Bandscheibenvorfalles, mikrochirurgische subtotale Diskektomie, detaillierter Bericht über die Prozedur sowie eine komplette Dokumentation des präoperativen und postoperativen neurologischen Status. Insgesamt 355 Patienten wurden zufällig ausgewählt, von denen 158 in diese Studie eingeschlossen werden konnten. Es erfolgte eine Kontaktaufnahme der Patienten zur persönlichen Verlaufsuntersuchung und Erhebung des klinischen Oswestry Disability Index (ODI), des EQ-5D sowie des MacNab-Scores. Zudem wurden die Einnahme von Schmerzmedikamenten, Limitationen im Alltag sowie wiederholte Prozeduren an der Wirbelsäule berücksichtigt.

Anhand der MacNab-Kriterien berichteten 86,1% der Probanden über einen klinischen Erfolg. Der mittlere ODI lag bei 9% mit einer Bandbreite von 0 bis 58%. Zum Untersuchungszeitpunkt waren 69,6% der Probanden nicht auf eine Medikamenteneinnahme angewiesen, 13,9% berichteten über eine tägliche Medikamenteneinnahme zur Behandlung von Rücken- und Beinschmerzen. Bei 47 Patienten (29,7%) waren Reoperationen notwendig. Die Rate für Rezidiv-Bandscheibenvorfälle lag bei 8,2%. Insgesamt war es 95,6% der Probanden möglich, wieder zu arbeiten. Alles in allem stellt die mikrochirurgische subtotale Diskektomie auch nach über 30 Jahren eine effektive Therapie mit einer hohen Zufriedenheitsrate sowie der Erholung von motorischen oder sensiblen Funktionen dar.

Summary

The objective of this study was to evaluate the long-term results following microsurgical subtotal discectomy via interlaminar approach. Particularly examined were the clinical outcome, the rate of reoperation and the health-related quality of life following the microsurgical operation of the lumbar disc herniation. The latter is a common disease, causing an enormous amount of discomfort within the population. There are only few studies with a follow-up of more than 20 years investigating the long-term results. The reported rate of clinical success as well as the rate of reoperation are yet to be well apprehended.

Retrospectively, files with a minimum time interval to follow-up of 25 years were thoroughly reviewed to meet the following criteria: diagnosis of a de novo lumbar disc herniation, microsurgical subtotal discectomy, existence of a detailed report on the procedure as well as a complete documentation of preoperative and postoperative neurological status. The availability of full contact information was essential. Overall, 355 patients were randomly selected and 158 with a mean follow-up of 32 years were successfully included in this study. These patients were invited for personal follow-up assessment including the Oswestry Disability Index (ODI), EQ-5D and MacNab criteria as well as the use of pain medication for leg and back pain, limitations in daily life and repeated procedures at the lumbar spine.

The clinical success rate in accordance with the MacNab criteria was 86,1% after a mean follow-up of 32 years. Additionally, the mean ODI was 9% (range: 0-58%). Furthermore, 69,6% of patients were not reliant on pain medication while 13,9% of patients reported the need for daily intake of pain medication to treat leg and back pain. For 47 of the patients (29,7%) reoperations were performed. The rate for recurrent disc herniation was 8,2%. Nonetheless, 95,6% of patients were able to work again in the course of time. Thus, microsurgical subtotal discectomy still represents an effective technique to score a high rate of patient satisfaction as well as a high rate of functional recovery over a period of more than 30 years.

2 Einleitung

In den westlichen Nationen sind Rückenschmerzen keine Seltenheit, so auch in Deutschland. Im Vergleich zu dem europäischen Nachbarstaat Großbritannien weist die deutsche Bevölkerung sogar eine deutlich höhere Prävalenz auf [1].

Das Auftreten von Rückenschmerzen in der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland zeigt eine Punktprävalenz von 37,1% auf, während die Wahrscheinlichkeit, einmal im Leben an Rückenschmerzen zu leiden, bereits bei 85,5% liegt [2]. Das Phänomen der Rückenschmerzen – als Symptom von degenerativen Veränderungen der Wirbelsäule – ist den Menschen auch schon im Mittelalter und sogar in der Antike bekannt gewesen [3]. Der aufrechte Gang, ein zwar evolutionär entscheidender Schritt, begünstigt diese Entwicklung [4]. Im Prinzip also zieht sich dieses Leiden durch die Menschheitsgeschichte.

In der heutigen Gesellschaft ist die Zunahme der lumbalen degenerativen Erkrankungen zu erwarten. Übergewicht sowie Bewegungsmangel fördern zusätzlich zum natürlichen Alterungsprozess den Verschleiß der Wirbelsäule [5]. In den westlichen Industrieländern tritt der lumbale Bandscheibenvorfall mit einer jährlichen Prävalenz von 1 bis 2,5% auf, dabei sind die 30- bis 50-Jährigen am häufigsten betroffen. Die Lebenszeitprävalenz bei 45- bis 55-Jährigen steigt auf über 20% an, bei Menschen unter 35 Jahren liegt sie bei 3,5% [6]. In bis zu 5% aller Fälle ist ein lumbaler Bandscheibenvorfall für isolierte Rückenschmerzen verantwortlich. Zudem ist er die häufigste Ursache für ausstrahlende, radikuläre Schmerzen in den Beinen [7]. Schätzungen zufolge erleiden etwa 5% der männlichen und 2,5% der weiblichen Bevölkerung mindestens einmal einen lumbalen Bandscheibenvorfall [8].

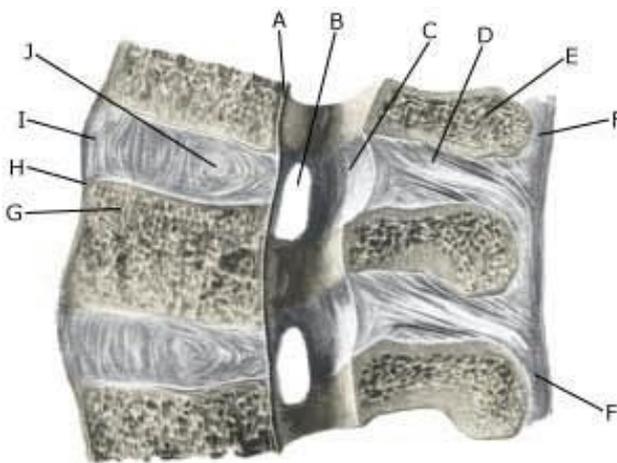
2.1 Grundlagen

2.1.1 Anatomie und Funktion der Bandscheibe

Beim Menschen bildet die Wirbelsäule die zentrale Achse des Körpers. Bestehend aus 7 Halswirbeln, 12 Brust- sowie 5 Lendenwirbeln und dem Kreuzbein ist sie nicht gerade, sondern in sich geschwungen und beweglich. Ihre Form ähnelt einer doppelten S-förmigen Krümmung. Diese entsteht durch eine ventrale Biegung im Bereich der Hals- und Lendenwirbelsäule (Lordose) und eine dorsale Wölbung im Brustbereich und des Kreuzbeins (Kyphose). Dies ist von besonderer Bedeutung, da diese spezielle Form der Wirbelsäule einerseits den aufrechten Gang des Menschen erlaubt, andererseits kann sie so zum Beispiel beim Gehen entstehende Stöße abfedern und die Belastung gleichmäßig verteilen [9].

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule entsteht durch eine Vielzahl von Gelenken und durch die Bandscheiben. Eine Stabilität wird erreicht durch die Zusammensetzung der Wirbel (Vertebrae), der Zwischenwirbelscheiben (Disci intervertebrales) und einem Bandapparat. Ein Wirbel umfasst einen Wirbelkörper, an den sich ein kreisförmiger Wirbelbogen anschließt und den Wirbelkanal einhüllt.

In letzterem liegt geschützt das Rückenmark, welches mit dem Konus medullaris in der Regel auf Höhe des ersten Lendenwirbels endet. Darunter befinden sich die bis zum sakralen Ende des Spinalkanals verlaufenden als Cauda equina bezeichneten Nervenwurzeln. Zwischen den einzelnen Wirbelkörpern befinden sich die Bandscheiben, auch Disci intervertebrales genannt. Sie verbinden die Wirbel stabil miteinander [9] (s. Abb. 2-1). Die Bandscheiben bestehen aus hyalinem Knorpel, der wichtig für ihre Funktion als Bewegungssegment ist. Neben dem Anulus fibrosus und den Deck- sowie Grundplatten der angrenzenden Wirbelkörper sind die Disci intervertebrales auch durch eine Vielzahl von Bändern, die Ligamenta Longitudinalia, in ihrer Lage gesichert. Das Ligamentum longitudinale anterius an der Ventralfläche der Wirbelkörper hat nur eine lockere Verbindung zum Faserring. Das Ligamentum longitudinale posterius hingegen strahlt flächenhaft in die Bandscheiben ein und ist somit fest mit dem Anulus fibrosus verankert. Dieses Band verliert von kranial nach kaudal an Breite und lässt auf Höhe der lumbalen Wirbelkörper die dorsolateralen Teile der Bandscheiben frei. An diesen Lokalisationen kommt es häufig zu einem Prolaps [10].



- A: Ligamentum longitudinale posterius
- B: Foramen intervertebrale
- C: Ligamentum flavum
- D: Ligamentum interspinale
- E: Processus spinosus
- F: Ligamentum supraspinale
- G: Corpus vertebrae
- H: Ligamentum longitudinale anterius
- I: Discus intervertebralis
- J: Nucleus pulposus

Abb. 2-1: Anatomie der Wirbelkörper [11]

Die Bandscheiben selbst bestehen aus einem äußeren Ring, dem sogenannten Anulus fibrosus, sowie aus einem zentral liegenden Gallertkern, dem Nucleus pulposus (s. Abb. 2-2). Der Außenring besitzt eine sehr feste, faserverstärkte und bindegewebige Struktur, während der Kern hingegen eine hohe Mukopolysaccharidkonzentration aufweist, die viel Wasser binden kann und so maßgeblich die Elastizität beeinflusst [12]. Dies ist von besonderer Bedeutung, da der Knorpelkern so als eine Art Wasserkissen fungieren und Druckbelastungen gleichmäßig auf die Wirbelkörperdeckplatten verteilen kann. Der äußere Faserring wiederum hält durch seine feste Struktur den Kern unter Spannung und begrenzt die Bewegungen der Wirbelkörper gegeneinander. In diesem Zusammenspiel wird eine Dämpfung axialer Stöße erreicht und Druck- sowie Biegebelastungen der Wirbelsäule werden optimal ausgeglichen [9].

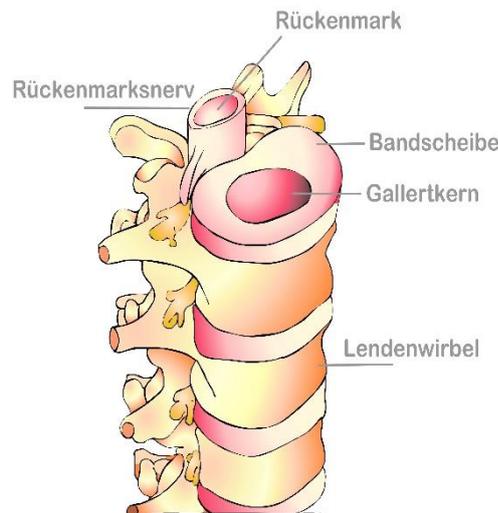


Abb. 2-2: Querschnitt der Wirbelsäule und des Rückenmarks [13]

Die Wirbelsäule ist stets großen Belastungen ausgesetzt. Der als Stoßdämpfer fungierende Nucleus pulposus unterliegt tagtäglich hohen Druckbelastungen, die beispielsweise beim Gehen oder Stehen entstehen. Dabei werden physiologisch geringe Wassermengen aus dem Gallertkern durch den Faserring nach außen gepresst. Es entsteht eine Abflachung der einzelnen Bandscheiben. Durch den Flüssigkeitsverlust kommt es tagsüber zu einer Abnahme der Körpergröße um bis zu 2,5 cm. Die Bandscheibe erholt sich jedoch in der Nacht. Im Liegen kann die entlastete Bandscheibe rehydriert werden und somit den Flüssigkeitsverlust ausgleichen [9]. Die Rehydrierung und somit Ernährung der Bandscheibe erfolgt über die Diffusion durch eine semipermeable Membran, den durch Bewegung und Kompression ausgelösten Flüssigkeitsstrom. Durch den druckabhängigen Flüssigkeitsaustausch der Bandscheibe mit der Wirbelkörperdeckplatte kann sie bei ausreichender Dekompression – insbesondere nachts im Liegen – Wasser und Nährstoffe wie ein Schwamm in sich aufsaugen [10].

2.1.2 Pathomechanismus des Diskusprolapses

Mit zunehmendem Alter kommt es zu einer Degeneration, also einem Verschleiß der Bandscheiben. Meist jedoch bleibt dieser Prozess für den Menschen selbst unbemerkt und ohne Relevanz [10]. Die degenerativen Veränderungen betreffen insbesondere die Lendenwirbelsäule. Siebzig Prozent der Wirbelsäulenbeschwerden sind in diesem Bereich lokalisiert [14]. Mit steigendem Alter kommt es zu einer verminderten Widerstandsfähigkeit des Anulus fibrosus sowie zu einer Abnahme der Fähigkeit zur Wasseraufnahme der Knorpelsubstanz, infolgedessen die Elastizität sinkt [15, 16]. Die physiologischen und degenerativen Veränderungen der Bandscheiben setzen bereits mit dem 20. Lebensjahr ein [10]. Es werden Risse im Faserring begünstigt [17]. Folglich nimmt so auch durch die verminderte Mukopolysaccharid- und Wasserkonzentration die innere Spannkraft des Nucleus pulposus ab und Gefügelockerungen werden gefördert [16]. Unter nun auftretenden starken Belastungen sucht sich der Nucleus pulposus den Weg des geringsten Widerstands, durchbricht sein Gefüge und im Falle der Kompression nervaler Strukturen kommt es zu klinischen Symptomen [17].

Als eine Protrusion wird dabei die Verlagerung des Gallertkerns nach posterius sowie eine Vorwölbung des Anulus fibrosus und des Ligamentum longitudinale posterius bezeichnet [10].

Kommt es hingegen zu einem Prolaps, so zerreißt der Anulus fibrosus und es tritt Bandscheibengewebe aus. Die Kontinuität des Faserrings wird unterbrochen, der Bandscheibenvorfall ist perforiert (s. Abb. 2-3). Bleibt bei diesem Geschehen das hintere Längsband jedoch intakt, so handelt es sich dabei um einen subligamentären Bandscheibenvorfall [10].

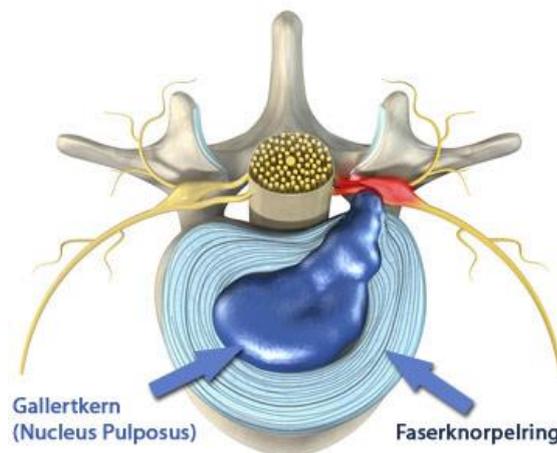


Abb. 2-3: Diskusprolaps [18]

Als freien Sequester bezeichnet man den Austritt von Bandscheibenmaterial, welches keinerlei Verbindung mehr zur ursprünglichen Bandscheibe besitzt [14].

Ein Prolaps kann entweder intraspinal oder extraspinal auftreten. Ein extraspinal gelegener Prolaps befindet sich außerhalb des Spinalkanals, ein intraspinal lokalisierter Vorfall demzufolge innerhalb des Spinalkanals. Nur etwa 10 bis 15% der Bandscheibenvorfälle befinden sich extraspinal. Sie können mitunter zu starken Schmerzen führen, da sie Druck auf den austretenden Spinalnerven ausüben [19].

Je nach Lokalisation und Lage eines intraspinalen Bandscheibenvorfalles kann es zu unterschiedlichen Symptomen kommen. Hierbei wird zwischen medial, mediolateral, intraforaminal und extraforaminal/lateral gelegenen Vorfällen unterschieden. Diese bezeichnen die Richtungen, in welche das Bandscheibengewebe aus dem Anulus fibrosus austritt.

Mit 64% tritt der mediolaterale Bandscheibenvorfall am häufigsten auf [20]. Dieser bezeichnet den Austritt von Bandscheibenmaterial am hinteren Längsband [21]. Dabei weicht der Vorfall mehr oder weniger stark von der Mitte ab (nach links oder rechts), sodass der Nucleus pulposus im Bereich eines Foramen intervertebrale austritt und zu einer direkten Kompression des Spinalnerven führen kann [10, 12] (s. Abb. 2-4).

Bei einem häufig auftretenden medialen / posteromedialen Prolaps kann durch einen medialen Riss des Anulus fibrosus der gallertartige Nucleus pulposus das hintere Längsband durchdringen und so zur Einengung des Spinalkanals führen [12, 21]. In der Literatur gibt es keine eindeutige Angabe, mit welcher Häufigkeit ein medialer Prolaps im Durchschnitt auftritt. Eine Studie, in der die klinischen und

radiologischen Charakteristiken der lumbosakralen lateralen Prolapse mit denen der medialen verglichen werden, beschreibt die Anzahl der medialen Bandscheibenvorfälle als viermal so hoch [22].

Ein intraforaminal gelegener Prolaps bezeichnet einen innerhalb des Neuroforamens, durch welches die Spinalnerven verlaufen, befindlichen Vorfall und komprimiert so die austretende Nervenwurzel [10].

Ein lateraler Prolaps ist seitlich lokalisiert, liegt außerhalb des Wirbelkanals und führt so zu einer Kompression der austretenden Nervenwurzel des darüber liegenden Segments [10, 12]. Dieser tritt mit einer Häufigkeit von 7 bis 12% auf [20, 22, 23].

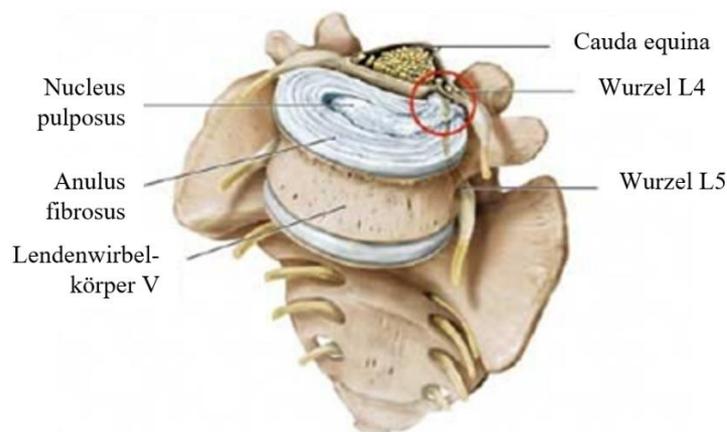


Abb. 2-4: Darstellung eines mediolateral gelegenen lumbalen Prolapses auf Höhe L4/L5 [24]

Der Bandscheibenvorfall kann darüber hinaus auch nach kranial verlagert sein und die darüber liegende Wurzel komprimieren. Ebenfalls denkbar ist die Kompression der darunterliegenden Nervenwurzel durch einen weit kaudal dislozierten Vorfall [10].

Bei einem lumbalen Vorfall sind mit 90% am häufigsten die Segmente L4/L5 sowie L5/S1 betroffen, gefolgt von L3/L4 [6]. Einer Studie aus dem Jahr 2013 zufolge betreffen 95% der lumbalen Bandscheibenvorfälle die beiden unteren Segmente [25]. Es gibt hierbei auch einen altersabhängigen Zusammenhang [26]. Demnach steigt die Inzidenz einer lumbalen Bandscheibendegeneration in den oben erwähnten Segmenten, insbesondere auf Höhe L4/L5, mit zunehmendem Alter [27]. Die beiden untersten Bandscheiben (L4/L5 sowie L5/S1) sind mit die am höchsten beanspruchten Segmente der Wirbelsäule, da sie das meiste Gewicht tragen. Sie nutzen daher schnell ab und es kommt zu Bandscheibenschäden [10]. Ein Prolaps wird begünstigt.

Das höchste Risiko, einen Bandscheibenvorfall zu erleiden, liegt im mittleren Alter zwischen 30 und 50 Jahren. Danach nimmt der Expansionsdrang des Gallertkerns ab, da der Kollagenanteil ansteigt, während die Grundsubstanz abnimmt [10].

Es gibt verschiedene Risikofaktoren, welche die Degeneration der Bandscheiben begünstigen können. Zunächst wird zwischen endogenen und exogenen Faktoren unterschieden, wobei neueren Studien zufolge der erblichen Komponente mehr Relevanz beigemessen wird. Diskutiert wird eine genetische Komponente, bei der bestimmte Typen von Proteoglykanen eine entscheidende Rolle einnehmen.

Insgesamt gibt es drei Gruppen von Genen, die mit den degenerativen Bandscheibenerkrankungen in Beziehung gebracht werden. Dabei handelt es sich um Gene, die der Struktur der Bandscheibe zugehörig sind, Gene, welche u.a. für die Produktion von Zytokinen der extrazellulären Matrix verantwortlich sind und Gene, die mit dem Bindegewebe oder Knochen in Verbindung stehen. Zu Ersteren zählt das Aggrecan-Gen aus der Gruppe der Proteoglykane als wesentlicher Bestandteil des Knorpels und der Bandscheibenstruktur. Es ist mit für den hohen Wassergehalt verantwortlich [28]. Die Studie mit Zwillingen von Battie et al. weist eine genetische und familiäre Prädisposition nach. In dieser zeigt sich auch eine Korrelation der lumbalen Bandscheibendegeneration im Zusammenhang mit Rauchen. Eine dauerhafte Belastung durch Fahrzeugabgase weist hingegen keine Akzeleration des Degenerationsprozesses auf. Im Vergleich zu der erblichen Komponente hat die umweltbedingte laut der Studie nur einen geringen Einfluss [29]. Eine Publikation aus Finnland weist darauf hin, dass mehrere genetische Polymorphismen zur Entstehung der lumbalen Bandscheibendegeneration beitragen, es jedoch an Evidenz mangelt [30]. Dass Rauchen die Proliferation der Bandscheibenzellen sowie die Synthese extrazellulärer Matrix hemmt und so einen schädlichen Einfluss auf das Wachstum des Nucleus pulposus ausübt, belegt eine Arbeit, in der Bandscheibenzellen von Rindern extrahiert und Nikotinrauch ausgesetzt wurden [31]. Alkohol stellt ebenfalls einen Indikator dar, dessen Auswirkungen in der Literatur diskutiert werden. Einer Studie zufolge übt der Konsum von Wein nach der Erstoperation eines lumbalen Bandscheibenvorfalles einen positiven Effekt auf die Stoffwechsellage der Bandscheiben aus. Diese günstige Prognose ist isoliert mit Wein assoziiert, andere Spirituosen weisen einen gegenteiligen Effekt auf [32]. Regelmäßiger bzw. chronischer Alkoholkonsum gilt als Risikofaktor für das Auftreten eines Rezidiv-Bandscheibenvorfalles, ebenso wie das Rauchen [33]. Weiterhin ist Übergewicht ein relevanter Faktor, der eine lumbale Bandscheibendegeneration begünstigt. Insbesondere für Jüngere stellt dieses ein höheres Risiko dar [5]. Darüber hinaus können mechanische Einflüsse wie häufige Über- sowie Fehlbelastungen zu degenerativen Veränderungen der Bandscheibe führen. In der heutigen Gesellschaft sind überwiegend statische Belastungen der Wirbelsäule in der Senkrechten, unphysiologische Bewegungen, das Heben schwerer Gegenstände sowie Haltungskonstanz in ungünstiger Position üblich und fördern so den Degenerationsprozess insbesondere der unteren Segmente der lumbalen Wirbelsäule [34].

Auch das Vorhandensein möglicher prädisponierender Deformitäten, denen eine anhaltende asymmetrische Belastung zugrunde liegt, wie zum Beispiel eine Beinlängendifferenz, fördern die Degeneration. Ebenso können Funktionsstörungen wie eine Skoliose, Spondylolisthesis oder Hyperlordose zu einer frühzeitigen Bandscheibendegeneration führen [10]. Das Krankheitsbild ist leicht vermehrt in der männlichen Bevölkerung vertreten, auch wird diese häufiger operiert [6, 21, 27].

2.2 Klinik des lumbalen Bandscheibenvorfalls

2.2.1 Symptome und Beschwerden

Je nach Lokalisation und Höhe des Bandscheibenvorfalls zeigen sich unterschiedliche Symptome und Beschwerden. Dabei muss die Beschwerdesymptomatik nicht immer mit der bildlichen Darstellung korrelieren [35]. Ein Bandscheibenvorfall tritt zu 90% am häufigsten lumbal auf [12].

Man unterscheidet zwischen lokalen Rückenschmerzen (Lumbago), radikulären, ins Bein ausstrahlenden Schmerzen und pseudoradikulären Schmerzen. Letztere sind Schmerzen, die nicht durch eine Wurzelirritation bedingt sind [10]. Solchen pseudoradikulären Syndromen liegt meist eine orthopädische Ursache zugrunde, wie zum Beispiel ein Facettensyndrom, bei dem die Beschwerden durch eine Höhenminderung der Bandscheiben entstehen. Das neurologische Untersuchungsergebnis ist meist ohne auffälligen Befund. Um zwischen radikulären und pseudoradikulären Beschwerden differenzieren zu können, kann eine Facettengelenksblockade weiterhelfen, welche durch eine Infiltration mit einem Lokalanästhetikum durchgeführt wird. Durch diese Intervention zeigen sich pseudoradikuläre Symptome meist gebessert während hingegen radikuläre Beschwerden in der Regel bestehen bleiben [36].

Im Allgemeinen werden Rückenschmerzen durch verschiedene schmerzempfindliche Strukturen im Bewegungssegment ausgelöst. Dazu zählen dorsale Anteile des hinteren Längsbandes inklusive des Anulus fibrosus, die Wirbelgelenkkapsel sowie die gereizte komprimierte Nervenwurzel. Erstere werden von einem Nervenanteil der Wirbelsäule innerviert, welcher einen dumpfen und schwer lokalisierbaren Schmerz auslöst. Dies kann plötzlich passieren wie beispielsweise bei einer akuten Lumbago [10].

Lokalsyndrome (Lumbago) zeichnen sich oft durch starke Rückenschmerzen im betroffenen Bereich aus in Verbindung mit einer skoliotischen Fehlhaltung, einer ausgeprägt verspannten Muskulatur und einer eingeschränkten Beweglichkeit [10]. Durch den Bandscheibenvorfall wird eine Dehnung des Anulus fibrosus mit nachfolgender Ausschüttung inflammatorischer Substanzen bewirkt und eine Kompression auf das hintere Längsband ausgeübt. So kann ein isolierter Rückenschmerz auftreten [36]. Mit 98% sind die beiden unteren Bandscheiben L5 und S1 die am häufigsten betroffenen Segmente [10].

Der lumbale Diskusprolaps stellt die häufigste Ursache für radikuläre Schmerzausstrahlungen dar [7]. Abhängig von der Höhe des Bandscheibenvorfalls können verschiedene Dermatome betroffen sein. Klassischerweise kommt es zu akuten, ins Bein ausstrahlenden Schmerzen [10]. Eine alleinige Wurzelkompression jedoch kann Studien zufolge nicht die bekannten Symptome auslösen. Einerseits wiesen Patienten mit bildlich nachgewiesenen Diskusherniationen hierbei keinerlei Symptome auf [35, 37], andererseits besaßen Personen, die bereits therapeutische Behandlungen nach vorausgegangener Symptomatik in Anspruch nahmen, noch immer eine Wurzelkompression bei Symptombefreiheit [38]. Einer aktuellen Leitlinie zufolge entsteht der radikuläre Schmerz durch die anhaltende Kompression und die daraus resultierende entzündliche Reaktion der sensibilisierten Nervenwurzel [36]. Es entsteht ein typischer Schmerzcharakter, der als einschneidend, stechend und bohrend beschrieben wird und entlang des

Beines in einem circa 5 cm breiten Band hinabläuft [39]. Untersuchungen zufolge gibt es eine Abhängigkeit zwischen der Stärke des Schmerzes und dem auf die Nervenwurzel ausgeübten Druck bzw. der Größe des Bandscheibenvorfalles [40].

Die Radikulopathie ist eine weitere Entität. Hervorgerufen durch eine Kompression oder Ischämie (Minderversorgung) der Nervenwurzel, führt sie zu einer Leitungsblockade eines Spinalnervs oder seiner Wurzel [39]. Dieses wiederum führt in den sensorischen Axonen zu Taubheit. Zusätzlich können Missempfindungen in Form von Kribbelparästhesien im betroffenen Dermatom, bedingt durch die Irritation des Spinalnervs oder seiner Wurzel, auftreten. Aber auch andere sensible Defizite wie ein vermindertes Empfinden in Form einer Hypästhesie oder gar das Ausbleiben jeglicher Empfindung im Sinne einer Analgesie sind möglich [10]. Eine Blockade der motorischen Axone hat eine Abschwächung bzw. Lähmung der betroffenen Muskeln zur Folge. Eine Abschwächung der Muskeleigenreflexe resultiert entweder aus der sensorischen oder aus der motorischen Blockade [39]. Die nachfolgende Tab. 2-1 gibt einen Überblick über die jeweilige Nervenwurzel mit ihrem zugehörigen Kennmuskel sowie dem betroffenen Dermatom und Reflex.

Tab. 2-1: Übersicht über die betroffenen Nervenwurzeln und das sich ausbildende Syndrom nach einem lumbalen Bandscheibenvorfall [10, 12]

Syndrom	Kennmuskel / Parese	Dermatom (Sensibilitätsstörung / Schmerzausstrahlung)	Reflex (Minderung / Ausfall)
L1-/L2-Syndrom	In der Regel keine	Oberer Lendenwirbelbereich bis vorne in die Leistengegend	In der Regel keine
L3-Syndrom	<ul style="list-style-type: none"> • Kennmuskel: M. quadriceps femoris Bei Parese: Schwäche der Kniegelenkstreckung /ungebremste Kniebeugung • M. iliopsoas Bei Parese: eingeschränkte Hüftbeugung und Wirbelsäuleninklination • Adduktoren 	Vorderseite des Oberschenkels und des Knies	Patellarsehnenreflex (PSR)
L4-Syndrom	<ul style="list-style-type: none"> • Kennmuskel: M. quadriceps femoris • M. tibialis anterior: Bei Parese: Fußheberschwäche und Steppergang (herabhängender Fuß beim Laufen) 	Außenseite des Oberschenkels über die Patella zur Innenseite des Unterschenkels	PSR
L5-Syndrom	<ul style="list-style-type: none"> • Kennmuskel: M. extensor hallucis longus Bei Parese: Großzehenheberschwäche • M. tibialis anterior Bei Parese: Fußheberschwäche und gestörter Hackengang • M. extensor digitorum longus Bei Parese: Schwäche der Zehenstreckung II-IV • M. gluteus medius Bei Parese: Trendelenburg-Hinken 	<ul style="list-style-type: none"> • Dorsolateraler Oberschenkel • Laterale Seite des Unterschenkels • Medialer Fußrücken einschließlich der Großzehe 	Tibialis-posterior-Reflex (TPR)
S1-Syndrom	<ul style="list-style-type: none"> • Kennmuskel: M. triceps surae Bei Parese: Fußsenkerschwäche und gestörter Zehengang • M. gluteus maximus • M. biceps femoris 	<ul style="list-style-type: none"> • Außen- und dorsale Seite des Oberschenkels • Außen- und dorsale Seite des Unterschenkels • Laterale Fußkante 	Achillessehnenreflex (ASR)

Im Falle einer Kompression der Nervenwurzel mit nachfolgender Irritation oder Läsion spricht man von einem Schmerzsyndrom der jeweiligen betroffenen Höhe. Ein L5-Syndrom bezeichnet zum Beispiel eine Kompression der Nervenwurzel L5 [36]. Dieses Schmerzsyndrom tritt nach dem S1-Syndrom (54,2%) mit 43,8% am zweithäufigsten auf [10]. Die Bandscheiben in diesen Segmenten werden hohen Belastungen ausgesetzt und nutzen sich folglich schneller ab.

Einige seltene Komplikationen des lumbalen Bandscheibenvorfalls, die in circa 3% der Fälle mit typischer Beschwerdesymptomatik auftreten, sind das Cauda-equina-Syndrom (CES), das Conus-medullaris-Syndrom sowie das Conus-Cauda-Syndrom [41]. Die häufigste Ursache dieser Syndrome ist der lumbale Bandscheibenprolaps [41, 42]. Es handelt sich hierbei um neurochirurgische Notfälle, deren Resultat in Korrelation mit der schnellen Diagnose und zügigen operativen Intervention steht [43].

Das Cauda-equina-Syndrom tritt in ungefähr 2 bis 6% der Fälle auf [44, 45, 46] und wird durch einen meist sehr großen, oftmals medial gelegenen Prolaps hervorgerufen, der typischerweise oberhalb des Levels L4 lokalisiert ist [47]. Hierbei kommt es zu einer Kompression der Cauda equina. Bei dieser handelt es sich um ein Fasergeflecht sensibler und motorischer Nervenwurzeln unterhalb des Rückenmarks, beginnend ab Lendenwirbelkörper (LWK) 2. Dieses Nervengeflecht innerviert die Beckenorgane sowie die untere Extremität und ermöglicht so die Motorik der Beine sowie des internen und externen Analsphinkters. Weiterhin innerviert es sensibel den Damm und die Harnblase [47]. Der große Bandscheibenvorfall kann den ganzen Wirbelkanal verlegen, wobei das hier befindliche Nervenbündel, die Cauda equina, betroffen sein und massiv gequetscht werden kann. Die Folge sind Sensibilitätsstörungen in den Beinen sowie zunehmend schlaffe Paresen der unteren Extremität als vorherrschendes Zeichen [47]. Die Muskeleigenreflexe der unteren Extremität sowie der Kremasterreflex können ebenfalls betroffen und entweder abgeschwächt oder ganz ausgefallen sein. Die betroffenen Fasern der Cauda equina bestimmen die Lokalisation sowie den Umfang der auftretenden Beschwerden [10]. Ein alarmierendes Signal besteht in Störungen der Blasen- und Mastdarmfunktion sowie einer auftretenden Impotenz [10, 48]. Betroffene Patienten sind entweder nicht mehr in der Lage, ihren Urin anzuhalten und werden zunehmend inkontinent (Miktionsstörung) oder sind gar nicht erst imstande, Harn zu lassen (Harnverhalt). Von einem Harnverhalt sind 50 bis 70% der Patienten betroffen [46]. Ebenfalls ist der anale Sphinkter-Tonus vermindert und kann zu Entleerungsstörungen des Enddarms führen (Defäkationsstörung). Bei Männern mit Cauda-Syndrom kann es zu Erektionsstörungen kommen und die Zeugungsfähigkeit beeinträchtigt werden [47].

Ein weiterer Notfall ist das Conus-medullaris-Syndrom. Hierbei handelt es sich um das kaudale Ende des Rückenmarks, das sich im Wirbelkanal auf Höhe LWK 1 bis 2 befindet. Das Syndrom kann bereits durch einen kleinen, posteriomedialen – auf Höhe LWK 1 bis 2 diagnostizierten – Bandscheibenvorfall ausgelöst werden, der auf der Höhe den Conus medullaris drückt. Die Folge sind beidseitige Sensibilitätsstörungen an der Innenseite der Oberschenkel und im Dammgebiet, in der Region um den Anus sowie den Genitalien. Diese werden als „Reithosenanästhesie“ bezeichnet. Dabei kommt es anatomisch gesehen zu sensiblen Ausfällen in den Dermatomen S3 bis S5 [21]. Die Motorik der unteren Extremität

ist dabei nicht betroffen, dafür kann es mit einem Verlust des Analreflexes einhergehen sowie zu Blasen- und Mastdarmleerungsstörungen bis hin zur Impotenz führen. Beim isolierten Conus-medullaris-Syndrom treten die Defizite der unteren Extremität meist beidseitig und symmetrisch auf. Zudem kann es zu Zeichen der Beteiligung des oberen Motoneurons kommen, wie zum Beispiel einer Hyperreflexie (erhöhte Reflexe) [41].

Möglich ist ebenfalls eine Kombination der beiden vorgenannten Syndrome, das sogenannte Conus-Cauda-Syndrom. Bei einem sehr großen posteriomedialen Vorfall auf Höhe LWK 1 bis 2 sind zusätzlich zum Conus medullaris auch die parallel verlaufenden Nervenwurzeln der Cauda equina betroffen und werden komprimiert. Folglich treten sowohl eine Reithosenanästhesie als auch schlaffe Lähmungen der unteren Extremität auf (s. Abb. 2-5). Des Weiteren klagen betroffene Patienten über Impotenz sowie eine Harn- und Stuhlinkontinenz als Folge einer Kompression der sakralen Rückenmarksegmente einschließlich des Nervus pudendus (S2 bis S4), der für die sensible Wahrnehmung von After, Damm und Hoden bzw. Schamlippen verantwortlich ist [21].

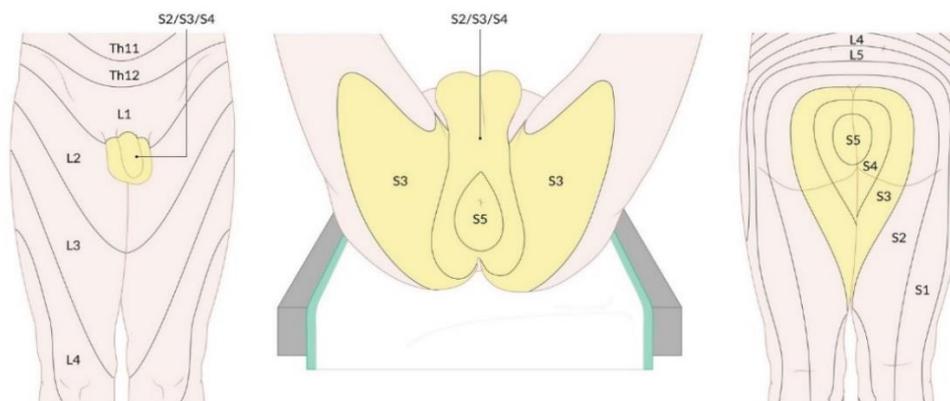


Abb. 2-5: Überblick betroffener Dermatome der Reithosenanästhesie bei Conus-Cauda-Syndrom [21]

In solchen Fällen ist eine schnelle Diagnostik zielführend. Neben der genauen Anamneseerhebung sowie einer klinischen Untersuchung ist eine Bildgebung essenziell. Sobald der Verdacht eines Cauda-equina- oder Conus-medullaris-Syndroms mit Symptomen in Form von Miktions- oder Defäkationsstörungen besteht, sollte eine Magnetresonanztomographie als Methode der Wahl schnellstmöglich durchgeführt werden, um eine genaue Evaluation der vorliegenden Situation mit nachfolgender zeitnaher Therapie zu ermöglichen [49]. Die Therapie besteht in der operativen Versorgung mittels Dekompression, einer Druckentlastung des betroffenen Areals, und eventuell anschließender Diskektomie oder Sequestrektomie, falls notwendig [41]. In der Literatur wird darauf hingewiesen, dass eine Dekompression binnen 48 Stunden erfolgen sollte, da eine frühe operative Intervention mit einer besseren Prognose verbunden ist [41, 50].

Eine anhaltende Kompression dieser Nervenfasern resultiert in schwerwiegenden Einschränkungen des täglichen Lebens. Dies bedeutet, dass selbst im Falle einer Operation mit Druckentlastung Folgeschäden wie Missempfindungen, Lähmungserscheinungen oder Schmerzen dauerhaft verbleiben. Je später die

Operation erfolgt, desto schlechter ist die Prognose [41]. Bestätigt sich in der Bildgebung eine Läsion mit Kompression der Spinalnerven und ist das Cauda-equina-Syndrom diagnostiziert, ist eine umgehende Operation anzuraten [47]. Die Literatur besagt auch, dass bei bereits vor einer Operation bestehenden Blasenstörungen diese mit einer schlechteren Prognose verbunden sind, unabhängig vom Zeitpunkt der Operation. Trotzdem ist die frühzeitige operative Intervention die Methode der Wahl [41].

Besonders alarmierend ist der Rückgang der Schmerzen, als Indiz für einen nahenden Wurzeltod [12]. Hierbei ist der Druck auf die Nervenwurzel so stark, dass letztendlich die Schmerzleitung unterbrochen wird. Trotz schwindender Schmerzen tritt eine zunehmende Lähmung der Beine auf. Um irreversible Wurzelschädigungen zu vermeiden, sollte zügig eine operative Therapie zur Entlastung der Nervenwurzel erfolgen [12, 21].

2.2.2 Diagnostik des lumbalen Prolapses

Jeder Diagnostik liegt eine ausführliche Anamnese zu Grunde, welcher eine klinisch-neurologische Untersuchung nachgeordnet ist. Im Anschluss an diese folgt die bildgebende Diagnostik. Es gibt zahlreiche zur Verfügung stehende Bildgebungen, unter anderem die Magnetresonanztomographie (MRT), die Computertomographie (CT), die Myelographie, die postmyelographische CT sowie das Röntgen.

Bei der Magnetresonanztomographie handelt es sich um ein Schnittbildverfahren, mit dessen Hilfe eine gute Beurteilung insbesondere der Weichteilstrukturen sowie des Nervengewebes möglich ist. Es basiert auf der Erzeugung eines starken Magnetfeldes und ist somit frei von Röntgenstrahlen und sonstigen ionisierenden Strahlen. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass Langzeitschädigungen nicht bekannt sind [51]. Nachteilig ist die relativ lange Untersuchungsdauer.

Die Computertomographie ist ein Schnittbildverfahren, das auf ionisierenden Strahlen basiert. Innerhalb weniger Minuten ist es möglich, eine besonders gute Darstellung der knöchernen Strukturen zu erzielen. Die Bilderzeugung erfolgt mittels einer Röntgenröhre, die um den Patienten rotiert. Ein Nachteil ist die hohe Belastung an Röntgenstrahlung, sodass eine Indikation gerechtfertigt sein sollte [51].

Die Myelographie ist ein invasives Verfahren an der Wirbelsäule und dient der weiterführenden bildgebenden Diagnostik. Es findet Einsatz, wenn eine MRT nicht möglich ist (z.B. bei implantiertem Herzschrittmacher) oder eine MRT/ CT keine ausreichenden Ergebnisse liefert. Bei dieser Untersuchungsmethode wird über eine in den Spinalkanal der Lendenwirbelsäule eingeführte Nadel jodhaltiges Kontrastmittel gespritzt. Anschließend werden Röntgenbilder oder eine CT (postmyelographische CT) der entsprechenden Region der Wirbelsäule angefertigt [51, 52]. Ein Vorteil dieser Untersuchung ist eine exakte bildliche Darstellung. Von Nachteil ist das invasive Verfahren, welches u.a. zu Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit bis hin zu einer Entzündung der Hirnhaut führen kann. Zudem kann das Kontrastmittel eine allergische Reaktion hervorrufen [52].

Das native Röntgen in zwei Ebenen, basierend auf elektromagnetischen Wellen, hat an Bedeutung verloren, da die MRT und die CT als Schnittbildverfahren eine bessere Qualität liefern. Von Vorteil ist die

schnelle und relativ einfache Anwendung. Nachteilig beim Röntgen sind die mitunter schlechte Bildqualität durch projektionsbedingte überlagernde anatomische Strukturen, die nur dürftige Darstellung der Weichteile sowie die Röntgenstrahlung [51]. Es eignet sich jedoch gut, um sich ein erstes Bild über Stellung, Form, Verlauf und Statik der Wirbelsäule zu verschaffen. Des Weiteren erlaubt es eine Aussage über das Profil (Lordose, Kyphose, Skoliose) und deckt mögliche Anomalien oder Instabilitäten auf [53].

Die MRT wird als Methode der ersten Wahl und Goldstandard angesehen [54], da sie eine besonders gute Beurteilung der Weichteile erlaubt und frei von ionisierenden Strahlen ist. Unter Verwendung verschiedener Sequenzen kann in axialer und sagittaler Ebene die lumbale Wirbelsäule strahlenfrei gut dargestellt und ein eventuell vorhandener Bandscheibenvorfall detektiert werden [55].

Die MRT gibt darüber hinaus nicht nur Auskunft über das Ausmaß der Dislokation von Bandscheibengewebe, sondern auch über den Zustand der Nervenwurzel [55]. Insofern ist die Bildqualität entscheidend für den weiteren therapeutischen Verlauf.

2.3 Therapieoptionen

2.3.1 Konservative Behandlung

Im Allgemeinen wird in der Therapie des Bandscheibenvorfalles die konservative von der operativen unterschieden. Standard ist es, vor Beginn einer chirurgischen Maßnahme, mit einer konservativen Therapie zu starten und diese im Rahmen der Möglichkeiten auszuschöpfen.

Verschiedene Studien kommen zu dem Ergebnis, dass nach einer operativen Therapie kurzfristig zwar eine schnellere Schmerzreduktion erzielt werden kann als bei alleiniger konservativer Therapie. Dieser Unterschied verblasst jedoch nach einem Jahr, beide Therapien erzielen über einen längeren Zeitraum betrachtet einen ähnlichen Effekt [56, 57, 58]. Der Untersuchung von Weinstein JN. zufolge, die nach einem Vier-Jahres-Intervall die konservative mit der operativen Therapie vergleicht, scheint der Wiedereintritt in das Berufsleben unabhängig von der vorangegangenen Therapie zu sein. In der Regel kehren die Probanden nach sechs Wochen wieder in ihren Beruf zurück, die Zahl der Arbeitenden nach zwei Jahren liegt in beiden Kohorten bei über 80% [59]. Eine von Atlas et al. erhobene Studie bestätigt die Unabhängigkeit des Berufseintritts von der Therapie [60]. Aufgrund des geringeren Risikos von Komplikationen wird die konservative Therapie oft von Patienten bevorzugt [58]. Bis zu 90% der symptomatischen Bandscheibenvorfälle können durch eine adäquate konservative Behandlung erfolgreich kuriert werden [61]. Diese beinhaltet vielfältige Therapieansätze. In der Regel wird sie über einen Zeitraum von 4 bis 6 Monaten durchgeführt, um Erfolge zu erzielen [62]. Sie sollte aber bereits innerhalb einer Zeitspanne von 6 bis 8 Wochen eine eindeutige Verbesserung der Schmerzen und eine Zunahme der Belastbarkeit bewirken, um eine Effektivität der Behandlung zu unterstreichen [53, 61]. Evidenzbasiert kann dies einerseits durch die Gabe von Analgetika, einer Gruppe schmerzlindernder Substanzen, zu denen u.a. die NSAR (nichtsteroidale Antirheumatika) zählen, erreicht werden [58]. Sie verschaffen

bei akuten Rückenbeschwerden ohne radikuläre Ausfälle Linderung und die Wirksamkeit von NSAR gegenüber Placebo konnte in einer Studie nachgewiesen werden [63]. Paracetamol, ein schwaches Analgetikum, sowie Novaminsulfon, ein Schmerzmedikament mit höherer Potenz, sind weitere Analgetika, die zum Einsatz kommen können. Ferner können Koanalgetika supportiv zur Behandlung eingesetzt werden. Dabei helfen Neuroleptika bei radikulären, Antidepressiva bei chronischen Schmerzen [19] sowie Opioide bei chronifizierenden Schmerzen. Gemäß des WHO-Stufenschemas (s. Abb. 2-6) beginnt man zuerst mit Nicht-Opioide-Analgetika, da Opiate aufgrund ihres Nebenwirkungsprofils größere Risiken bergen [36].

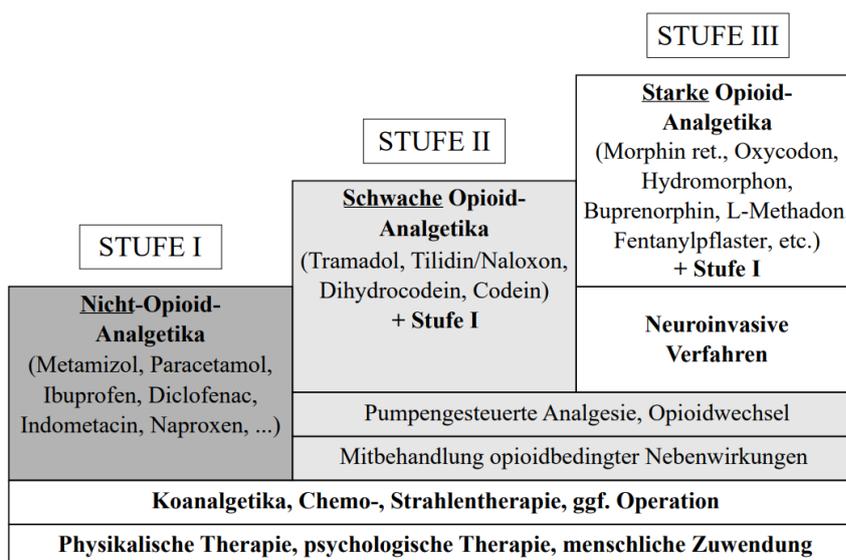


Abb. 2-6: Anwendung des WHO-Stufenschemas bei lumbalem Bandscheibenvorfall, in Anlehnung an [64]

Leitliniengerecht sollten Opioide bei therapieresistenten und akuten Schmerzen über einen Zeitraum von 4 bis 12 Wochen angewendet werden. Tritt innerhalb dieser befristeten Zeit kein klinischer Erfolg mit eindeutiger Schmerzreduktion auf, sollte die nebenwirkungslastige Opioidtherapie nach spätestens 12 Wochen wieder beendet werden [65]. Ebenso kann man auf antiinflammatorische Substanzen wie Steroide zurückgreifen, deren Wirkung allerdings nicht sicher belegt ist [19]. Ein weiterer wichtiger evidenzbasierter Aspekt der konservativen Behandlung ist die Physiotherapie, die eine klinische und radiologisch nachweisliche Verbesserung erzielt [66]. Diese beinhaltet neben der Bewegungstherapie, welche im – unter Analgetikagabe optimalerweise – schmerzfreien Zustand durchgeführt wird, u.a. auch die Anwendung von Massagen, Fangopackungen oder Hydrotherapie. In der Anfangsphase wird durch Wärmeapplikationen wie Fangopackungen oder Wärmebäder ein positiver Effekt nachgewiesen [6]. Ein aktives Rückentraining wird gegenüber einer Ruhigstellung der Lendenwirbelsäule oder einer gar kompletten Bettruhe nachdrücklich empfohlen, der Patient sollte seine täglichen Aktivitäten eher fortführen [67, 68]. Im akuten Stadium ist die Wirksamkeit der Bewegungstherapie und der Distraction durch randomisierte kontrollierte Studien erwiesen. Im chronischen Stadium hat sich das aktive Trainieren der lokalen Rücken- und Bauchmuskulatur zur Stabilisierung bewährt [69]. Darüber hinaus besteht die Option der interventionellen Schmerztherapie, sollte mit den vorher erwähnten Möglichkeiten keine

Besserung erzielt werden. Im Rahmen der wirbelsäulennahen Infiltrationen, die auch CT-gesteuert durchgeführt werden können, wird meist eine Kombination aus Lokalanästhetikum und Steroiden injiziert [19]. Diese Form der konservativen Therapie findet bereits seit mehr als 50 Jahren Anwendung. Die Wirksamkeit der epiduralen Steroid-Injektion bei Lumboischialgie wird in der Literatur diskutiert. In der Studie von Nandi J. liegt die Erfolgsrate nach 4 Wochen bei 68% und demonstriert einen kurzzeitigen Effekt, nach 12 Wochen sinkt sie bereits auf 60% [70]. Eine weitere Studie in Bezug auf lumbale Bandscheibenvorfälle kann ebenfalls einen signifikanten kurzfristigen Nutzen für die Patienten nachweisen [71].

Die Injektion findet am auf der Seite liegenden oder sitzenden Patienten statt und über eine in den Peri-(Epi-)duralraum der Lendenwirbelsäule eingeführte Nadel wird das zu spritzende Medikament appliziert. Es besteht auch die Möglichkeit, einen periduralen Katheter anzulegen, der mehrere Tage verbleibt und über den sich kontinuierlich das gewünschte Medikament applizieren lässt. In diesem Fall kommt der Effekt der Lokalanästhetika, die nach der Infiltration des Gewebes eine reversible Ausschaltung der afferenten Fasern bewirken, zum Tragen. Dies bedeutet, dass zuerst die sensiblen Fasern blockiert werden und – im Falle einer höheren Dosierung – anschließend die motorischen Nervenfasern, was nicht gewünscht ist. Im Idealfall wird eine Schmerzreduktion, eine Desensibilisierung mit Herabsetzung der Nervenerregbarkeit sowie eine erhöhte lokale Durchblutung erreicht [10]. Über eine CT kann eine gezielte periradikuläre Therapie erfolgen, also eine Infiltration nahe der Nervenwurzel mit konsekutiver Nervenwurzelblockade [61]. Letztere Methode ist laut einer Studie der anatomisch orientierten epiduralen Injektion signifikant überlegen. Die CT-gesteuerte, präzise Injektion ist mit einer geringeren Medikamenteneinnahme, weniger Physiotherapie und einem früheren Arbeitseintritt verbunden [72].

Durch die Infiltration kommt es zu einer vorübergehenden Schmerzlinderung. Sobald das Lokalanästhetikum an Wirksamkeit verliert, können rezidivierende Schmerzzustände auftreten. Dies macht wiederholte Infiltrationen erforderlich, durch welche die Intensität der Schmerzen im Verlauf abnimmt. Ein bereits eingetretener chronischer Schmerzzustand kann so durchbrochen werden. In dieser Phase sollte sich direkt eine Bewegungstherapie anschließen, um das Risiko erneuter Reizzustände zu minimieren [10, 19]. Die Therapie ist abhängig vom persönlichen Leidensdruck des Patienten und sollte individuell angepasst werden.

2.3.2 Operative Therapie

Es gibt einige absolute Operationsindikationen:

- CES mit akuter Paraparese bei Massenvorfall
- Blasen- und Mastdarmlähmungen

Laut einer Studie von Heyes G. aus dem Jahr 2018 trägt eine frühzeitige operative Intervention innerhalb der ersten 24 Stunden nach Auftreten eines Cauda-equina-Syndroms nicht maßgeblich zu einer Besserung der Beschwerden bei. Bei allen teilnehmenden Patienten, unabhängig vom Zeitpunkt der Operation, konnte eine Besserung der Symptome durch eine chirurgische Dekompression erreicht werden. Nicht der Zeitpunkt der Operation war ausschlaggebend für das Ergebnis, sondern die Zuführung zur chirurgischen Intervention [73].

Auch McCarthy MJH. beschrieb bereits 2007 in seiner Studie, dass im Rahmen eines CES die Dauer der Symptome vor erfolgter Operation das postoperative Langzeitergebnis über 2 Jahre nicht beeinflusst [74]. Die Publikation von Hogan WB. aus dem Jahr 2019 zieht ebenfalls den Schluss, dass die chirurgische Intervention, unabhängig ob innerhalb des Zeitfensters von 48 Stunden oder wenig später ausgeführt, zu einem verbesserten Resultat führt [75].

In der Literatur gibt es aber auch Hinweise dafür, dass bei akuten motorischen Ausfällen mit einem Kraftgrad (KG) $<3/5$ (Muskelbewegung gegen Schwerkraft möglich) die neurologische Erholung des motorischen Wurzelkompressionssyndroms signifikant besser ist, wenn eine zeitnahe operative Intervention innerhalb der ersten 48 Stunden nach Auftreten der Parese erfolgt [76]. Es handelt sich um eine dringliche Operationsindikation [53].

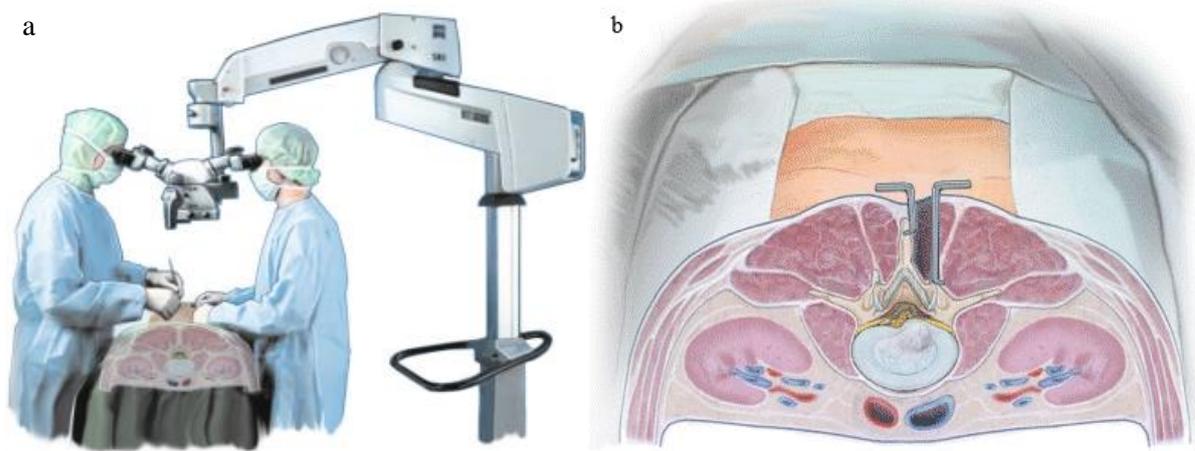
Laut einer weiteren Studie sollte aufgrund des natürlichen Krankheitsverlaufes des lumbalen Bandscheibenvorfalles eine Bildgebung und konsekutive Operation – unabhängig von den absoluten Operationsindikationen – nicht vor einer 6-wöchigen Periode stattfinden [57]. Eine relative Operationsindikation besteht, wenn trotz intensivster konservativer Maßnahmen kein therapeutischer Effekt eingetreten ist, die Lebensqualität durch anhaltende Schmerzsymptomatik beeinträchtigt wird und sich zur persistierenden Beschwerdesymptomatik eine passende bildmorphologische Wurzelkompression zeigt. Ein frühzeitiges operatives Prozedere sollte angestrebt werden [36, 53]. Laut der Studie von Rihn JA. aus dem Jahr 2011 ist mit einem weniger zufriedenstellenden Resultat zu rechnen, falls eine Beschwerdedauer von 6 Monaten oder mehr überschritten wird. Die Publikation vergleicht das Ergebnis operativer und konservativer Therapie jeweils mit einer Beschwerdedauer von weniger und mehr als 6 Monaten, sodass vier Gruppen entstehen. Sie kommt zu dem Schluss, dass die Gruppe der Patienten mit operativer Behandlung in allen Folgeuntersuchungen bis einschließlich 4 Jahre nach initialer Operation ein besseres Resultat erzielt als die Patienten der Gruppe mit konservativer Behandlung [77]. Auch Weinstein JN. zieht in seiner prospektiven Studie aus dem Jahr 2008 nach einem 4-jährigen Untersuchungsintervall das Fazit, dass die Patienten mit operativer Therapie ein signifikant besseres Ergebnis erzielen als die Probanden mit konservativer Behandlung [78].

In Bezug auf den optimalen Operationszeitpunkt spielen viele Faktoren eine Rolle, z. B. die Dauer der präoperativen Beschwerden sowie deren Ausmaß, vorangegangene konservative Behandlungen, das Alter des Patienten sowie dessen Bereitschaft für eine Operation [79].

In den letzten Jahrzehnten haben sich insbesondere zwei Verfahren etabliert, die bis heute als Standardverfahren und Therapie der Wahl in Bezug auf die operative Therapie des lumbalen Bandscheibenvorfalles angesehen werden. Beide Operationstechniken sind minimalinvasiv, werden also möglichst muskelschonend und mit kleinstmöglicher Destruktion des umliegenden Gewebes durchgeführt. Ferner liefern sie vergleichbare klinische Ergebnisse. Zum einen gibt es die mikrochirurgische Technik, bei der das sequestrierte oder prolabierte Bandscheibenmaterial über einen offenen, aber muskelschonenden Zugang unter dem Operationsmikroskop entfernt wird. Hierbei existieren drei verschiedene Zugangswege: interlaminär, extraforaminal und translaminär. Sowohl über den interlaminären als auch den translaminären Zugang können mediale, mediolaterale oder kranial sequestrierte Prolapse exploriert werden. Über den extraforaminalen Zugangsweg werden sehr lateral befindliche Vorfälle detektiert [53]. Des Weiteren muss eine Differenzierung zwischen einer singulären Sequestrektomie, der konservativen alleinigen Entfernung des erkrankten Bandscheibenfragments, und der Diskektomie, der aggressiven Beseitigung der kompletten Bandscheibe mittels Kürettage, erfolgen [80]. Im Rahmen dieses mittlerweile standardisierten Verfahrens wird in interlaminärer Technik mit partieller Resektion von Knochenstrukturen, der Facettengelenke und des Ligamentum flavum das Bandscheibenmaterial entfernt. Diese Technik geht auf die Neurochirurgen Caspar und Loew zurück, die an der Universitätsklinik des Saarlandes praktizierten und im Jahr 1977 mit Einführung des mikrochirurgischen Operationsverfahrens die Ablösung der bis dato standardmäßig durchgeführten offenen Diskektomie bewirkten [81]. Ein weiterer Autor, der Erwähnung finden sollte und mit seinen Berichten einen erheblichen Teil zur Modifizierung der mikrochirurgischen Operationstechnik beigetragen hat, ist Yasargil [82].

Die mikrochirurgische Operation erfolgt einerseits über den interlaminären Zugang, der in Kapitel 3 noch näher erläutert wird. Andererseits gibt es die Möglichkeit des translaminären Zugangs, bei dem kranial sequestrierte Bandscheibenvorfälle über den gleichen Zugangsweg wie beim interlaminären entfernt werden. Allerdings wird die Hautinzision weiter kranial platziert, damit das Caspar-Spekulum, ein Retraktor, der zum Offenhalten des Operationsfeldes dient, direkt auf der Lamina platziert werden kann [53].

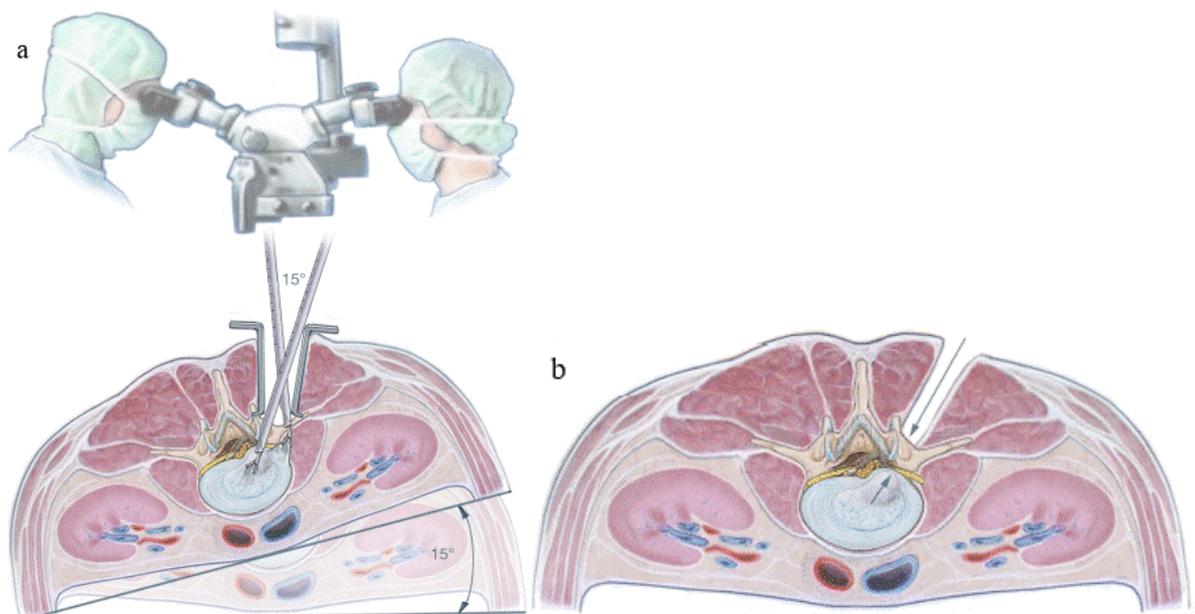
Die nachfolgende Abb. 2-7 zeigt den Gebrauch des Operationsmikroskops und den translaminären Zugangsweg.



Reprinted by permission from Springer Nature Customer Service Centre GmbH: [Springer] [Operative Orthopädie und Traumatologie] [Operative Therapie des lumbalen Bandscheibenvorfalls, Heider FC, Mayer HM] [© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016]

Abb. 2-7: a) Lumbale Bandscheibenoperation unter dem Mikroskop [53]
b) Einsetzen der Instrumente und Erweiterung der translaminären Fensterung [53]

Der extraforaminale Zugang erfolgt intramuskulär zwischen medialer und lateraler Rückenstreckergruppe und lateral des Wirbelgelenks zur Exploration sehr lateral befindlicher Bandscheibenvorfälle [53]. Die Abb. 2-8 zeigt die extraforaminale Technik, bei welcher der Spinalnerv in seinem Austrittspunkt aus dem Foramen intervertebrale dargestellt wird. Für dieses Verfahren ist es von Vorteil, den Operationstisch um etwa 15 Grad zur Gegenseite zu kippen, um einen optimalen Blick durch das Mikroskop auf das Zugangsgebiet zu erlangen.



Reprinted by permission from Springer Nature Customer Service Centre GmbH: [Springer] [Operative Orthopädie und Traumatologie] [Operative Therapie des lumbalen Bandscheibenvorfalls, Heider FC, Mayer HM] [© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016]

Abb. 2-8: a) Kippen des Operationstisches um etwa 15 Grad zur Gegenseite zur optimalen Sicht sowie Einbringen des Langenbeck-Hakens (Wundhaken) in extraforaminaler Technik zwischen medialer und lateraler Rückenstrecker-muskulatur [53] b) Extraforaminaler Zugangsweg [53]

In einer im Jahr 2015 veröffentlichten Metaanalyse werden die Erfolgsquoten der mikrochirurgischen, interlaminären Operationstechnik analysiert. In dieser erzielten 84,3% der Patienten ein „gutes“ bis „exzellentes“ Ergebnis übereinstimmend zu den MacNab-Kriterien, die das funktionelle Ergebnis der Patienten erfassen. Der Nachuntersuchungszeitraum liegt hier im Mittel bei 4,1 Jahren [83]. Eine weitere Metaanalyse aus dem Jahr 2014 zeigt in einem Nachuntersuchungszeitraum von 19 bis 42 Monaten ein fast 100%-iges Ergebnis in Bezug auf den Wiedereintritt in das Berufsleben [84]. In einer Studie aus dem Jahr 2008 von Papavero L. wird die translaminäre Technik anhand eines Patientenkollektivs von 104 Probanden und einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 32 Monaten untersucht. Die Ergebnisse zeigen sich „exzellent“ in 67% und „gut“ in 27% der Fälle. Die Inzidenz eines Rezidiv-Bandscheibenvorfalles liegt bei circa 7%. Evidenzbasiert stellt dieses Verfahren eine Alternative zur konventionellen interlaminären Technik für kranial sequestrierte Vorfälle dar, welche die austretende Nervenwurzel beeinträchtigen [85]. In Bezug auf den extraforaminalen Zugangsweg existiert eine Studie aus dem Jahr 2012 von Marquardt G., welche in einem Nachuntersuchungszeitraum von im Mittel 12,2 Jahren die klinischen Ergebnisse analysiert. Basierend auf der MacNab-Klassifikation rangieren die „exzellenten“ und „guten“ Langzeitergebnisse zwischen 75,9% und 94,3%. Postoperativ treten 72,2% wieder in den alten Beruf ein, 7,2% absolvieren eine Umschulung und wechseln den Beruf, während 16,7% die Erwerbsunfähigkeit beantragen. Das Auftreten eines Rezidiv-Bandscheibenvorfalles liegt bei 10,8%, wobei ein Drittel der Rezidive (3,6%) bereits im ersten postoperativen Jahr auftreten [86]. In der prospektiven Studie von Weinstein JN. aus dem Jahr 2008, in der die Probanden offen makroskopisch operiert wurden, liegt die Reoperationsrate aller inkludierten Operationen innerhalb von 4 Jahren bei 10%, wobei über die Hälfte durch Rezidive auf der gleichen Höhe verursacht wurden [78]. In der Publikation von Abdu RW. aus 2017, welche die SPORT-Studie von Weinstein JN. auf ein Nachuntersuchungsintervall von insgesamt 8 Jahren erweitert und diese in Hinblick auf die Rezidiv-Operationen genauer evaluiert, liegt die Rezidiv-Rate bei 9,1% nach 8 Jahren. Weiterhin erfolgten mehr als ein Drittel (37,8%) aller Revisionsoperationen innerhalb des ersten Jahres [87].

Eine prospektive, randomisierte Studie von Barth M. aus dem Jahr 2008 vergleicht die mikrochirurgische Diskektomie mit der Sequestrektomie in einem Nachuntersuchungszeitraum von 2 Jahren. Die Rezidivrate unterscheidet sich nicht signifikant. In der Diskektomie-Gruppe liegt diese bei 10,5%, in der Gruppe mit Sequestrektomie bei 12,5%. Ebenfalls zeigt sich kein relevanter Unterschied zwischen beiden Gruppen in Bezug auf die Lumboischialgie. Nach 2 Jahren zeichnet sich jedoch ein signifikanter Unterschied in beiden Gruppen in Bezug auf die selbsteingeschätzte Motorik und Sensibilität ab. Diese zeigt sich in der Sequestrektomie-Gruppe stabil bzw. deutlich gebessert im Gegensatz zur Diskektomie-Gruppe. Zusätzlich fällt der Schmerzmittelverbrauch in der Sequestrektomie-Gruppe deutlich geringer aus und das Gesamtergebnis in Bezug auf Vitalität, physischer und sozialer Funktionalität wird in dieser Gruppe signifikant besser bewertet [88].

Der mikrochirurgischen steht die endoskopische Operationstechnik gegenüber, die ebenfalls minimal-invasiv ist, sich aber durch die Visualisierung unterscheidet. Der eröffnete Operationssitus wird mittels eines Endoskops auf einen Monitor übertragen und ermöglicht dem Operateur durch die Optimierung der intraoperativen Licht- und Sichtbedingungen eine genaue Darstellung der anatomischen Strukturen sowie eventueller Pathologien [89]. Hier haben sich heute zwei Systeme etabliert. Zum einen gibt es die vollendoskopische Technik, zum anderen existiert die Möglichkeit, tubulär endoskopisch zu operieren.

Im Rahmen der vollendoskopischen Technik wird der Patient in der Bauchlagerung operiert. Je nach Lokalisation des zu entfernenden Bandscheibenprolapses wird ein transforaminaler oder interlaminärer Zugangsweg gewählt. Der transforaminale Zugang wird bevorzugt, da er aufgrund der verminderten Resektion ossärer sowie ligamentärer Strukturen weniger traumatisch ist. Der interlaminäre Zugang wird gewählt, wenn ein Bandscheibenvorfall transforaminal technisch inoperabel ist [89]. Spezielle Optiken bieten ein 360-Grad-Sichtfeld. Zusätzlich werden durch eine kontinuierliche Spülung exzellente Sichtverhältnisse geschaffen, sodass eine Reduktion der Gewebetraumatisierung erreicht werden kann [53, 89]. Nachteile dieser Technik ergeben sich aus dem reduzierten Arbeitsfeld und der eingeschränkten Mobilität. Es gibt nur begrenzte Möglichkeiten, den bereits bestehenden Zugangsweg bei auftretenden möglichen Komplikationen zu erweitern. Darüber hinaus handelt es sich um eine technisch sehr anspruchsvolle Methode, die viel Erfahrung des Operateurs voraussetzt [53, 89]. Sie kann also als Erweiterung und Alternative der bereits bestehenden Verfahren innerhalb der Wirbelsäulenchirurgie betrachtet werden.

Anhand von zwei prospektiven, randomisierten Studien von Ruetten S. konnte der Erfolg der vollendoskopischen Technik belegt werden [90, 91]. Der Vergleich des vollendoskopischen Verfahrens mit dem mikrochirurgischen Verfahren nach einem 2-jährigen Untersuchungszeitraum zeigt, dass der Anteil der Patienten mit Rücken- und/ oder Wundschmerzen deutlich geringer in der vollendoskopischen Gruppe ist und durch das geringere Zugangstrauma erklärt werden kann. Aus diesem Grund ist auch ein signifikant geringerer postoperativer Schmerzmittelverbrauch in dieser Gruppe nachgewiesen, der mit einer schnelleren Rehabilitation und dem Wiedereintritt in das Berufsleben verbunden ist [90].

Keine signifikanten Unterschiede zeigen sich in Bezug auf die Reduktion der radikulären Beinschmerzen sowie die Rate der Rezidiv-Bandscheibenvorfälle, die in beiden Gruppen bei circa 6% liegt [90, 91].

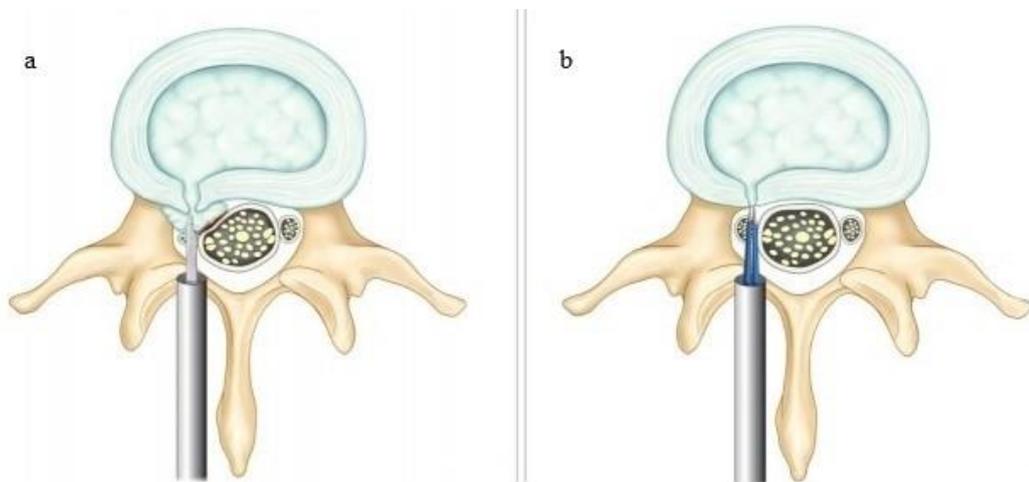
Des Weiteren gibt es die Möglichkeit, tubulär endoskopisch zu operieren. Bei der Entwicklung dieser Methode war es das Ziel, ein System mit einfacher intraoperativer Handhabung in Anlehnung an die mikrochirurgische Technik zu entwickeln um eine prolongierte Lernkurve zu vermeiden. Das Easy GO System wird vielfach angewandt. Im Gegensatz zur vollendoskopischen Methode findet keine kontinuierliche Spülung statt und analog zur mikrochirurgischen Technik wird in diesem Fall mit zwei Instrumenten hantiert, die ebenfalls bei der offenen Operation Anwendung finden. Zudem wird derselbe Zugangsweg gewählt. Dadurch ist das Spektrum der Operateure, die diese Technik anwenden können, breiter und die Lernkurve steiler [92].

Die Abb. 2-9 zeigt den intraoperativen Gebrauch des tubulären endoskopischen Easy GO Systems.



Abb. 2-9: Entfernen von lumbalem Bandscheibenmaterial über ein tubuläres Dilatationssystem [93]

Anhand der Abb. 2-10 wird das Entfernen des sequestrierten Bandscheibenmaterials in interlaminärer Fensterung über das tubuläre Easy GO System dargestellt.



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Abb. 2-10: a) Identifikation des sequestrierten Materials in interlaminärer Fensterung und dessen Entfernung, b) Abschließende adäquate Dekompression der Nervenwurzel [94]

Eine Studie aus dem Jahr 2019 von Priola SM. untersucht das tubuläre Easy GO System. Eine durchgeführte Sequestrektomie mit diesem System weist gute Ergebnisse auf. Nach einem Untersuchungsintervall von 3 Jahren werden keine Komplikationen oder Rezidive verzeichnet, die Probanden zeigen sich sehr zufrieden [94].

Allen erwähnten Methoden liegt das Ziel zugrunde, durch die modifizierten Eingriffe das Operations-trauma zu minimieren, den Aufenthalt im Krankenhaus zu verkürzen und eine schnellere Rehabilitation des Patienten zu ermöglichen [53].

2.4 Zielsetzung

Wie bereits in Kapitel 2.3 beschrieben, unterscheiden die Therapiemöglichkeiten des lumbalen Bandscheibenvorfalls die konservative von der operativen. Bleibt die konservative Behandlung ohne Aussicht auf Erfolg, ermöglicht die operative Methode als eventuell letzte Therapieoption Linderung der Schmerzen sowie die Wiederherstellung verlorener Funktionen. Seit der ersten Beschreibung eines lumbalen Bandscheibenvorfalls und seiner operativen Entfernung im Jahr 1934 durch Mixter gab es bedeutende Fortschritte [10]. Mit Einführung des Mikroskops 1977 wurde die Technik revolutioniert [81, 82]. Bis zum heutigen Tage ist die mikrochirurgische Diskektomie, die unter dem Mikroskop durchgeführte Entfernung des erkrankten Bandscheibenmaterials, das am häufigsten angewandte Verfahren. Die klinischen Ergebnisse variieren abhängig von der Lage des Bandscheibenvorfalls, der Menge an entferntem Bandscheibenmaterial sowie der technischen Ausführung.

Einige Autoren führten Langzeitstudien durch, um Unterschiede zwischen der konservativen und der operativen Therapie zu eruieren [57, 58, 59]. Weitere Studien beschäftigen sich mit dem klinischen Verlauf nach lumbaler Bandscheibenoperation sowie dem klinischen Erfolg [83, 84, 95, 96].

Obwohl sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte zahlreiche verschiedene Operationstechniken entwickelt haben und sich in Hinblick auf die Operationsmöglichkeiten des lumbalen Bandscheibenvorfalls vieles zum Positiven gewandelt hat, gibt es einen Mangel an Langzeitverlaufsuntersuchungen zu den einzelnen Methoden. Derzeit sind etwa 10 bis 15 Studien mit einem Nachuntersuchungszeitraum von mehr als 10 Jahren bekannt. Mit einem Nachuntersuchungszeitraum von über 20 Jahren sind nur wenige Veröffentlichungen verfügbar, die sowohl die mikrochirurgische Technik als auch die Operation über ein interlaminares Fenster behandeln. Insbesondere fehlt es an Studien, die sich mit dem klinischen Erfolg, der Lebensqualität und der notwendigen Anzahl erneuter Operationen nach initialer lumbaler partieller Diskektomie auseinandersetzen.

Das Ziel dieser Arbeit ist daher, nach einem langen Zeitraum von mehr als 30 Jahren, Patienten hinsichtlich der vorgenannten Qualitäten zu untersuchen, um so zu einem besseren Verständnis über den Langzeitverlauf der degenerativen Erkrankungen, in diesem Falle des lumbalen Bandscheibenvorfalls, beizutragen.

3 Material und Methodik

3.1 Einschlusskriterien und Datenerhebung

Zunächst erfolgte die Erfassung aller Akten von Patienten, die an der Klinik für Neurochirurgie an der Universität des Saarlandes vor mindestens 25 Jahren und vor maximal 40 Jahren operativ an der Lendenwirbelsäule behandelt wurden. Dem schloss sich konsekutiv die Identifizierung aller Akten von Patienten an, die an einem lumbalen Bandscheibenvorfall in mikrochirurgischer Technik – wie von Caspar beschrieben [97] – operiert wurden:

Folgende Einschlusskriterien wurden für eine weitere Nachuntersuchung festgelegt:

- Diagnose bei Erstoperation: lumbaler Bandscheibenvorfall
- Keine vorangegangene Operation an der Lendenwirbelsäule
- Detaillierter Operationsbericht des Eingriffs: Mikrochirurgische Sequestrektomie und ggf. partielle Diskektomie wie von Caspar beschrieben [97, 98], siehe Operatives Verfahren, S. 29 ff.
- Dokumentation des neurologischen Status im stationären und ambulanten Verlauf
- Dokumentation von Komplikationen im Rahmen des stationären Aufenthalts
- Dokumentation von weiteren Operationen im Verlauf inklusive der Operationsberichte
- Vorliegen der Kontaktinformation

Keine Berücksichtigung fanden Patienten, welche die vorgenannten Kriterien nicht erfüllten. Gleiches gilt für die Fälle mit einer Kombination aus einer Spinalkanalstenose und einem Bandscheibenvorfall sowie einem intraforaminalen und lateralen Prolaps. Diese wurden ebenfalls von der Nachuntersuchung ausgeschlossen. Insgesamt erfüllten 1775 Patienten die vorgenannten Einschlusskriterien.

Aufgrund der hohen Anzahl der zur Verfügung stehenden Akten ist randomisiert nur jede fünfte der potenziellen 1775 Akten zur weiteren Datenerhebung ausgewählt worden. Zu jedem der 355 Patienten bzw. seinen Angehörigen wurde der Versuch einer Kontaktaufnahme unternommen. Die Abb. 3-1 links gibt einen Überblick über den Erfolg der Kontaktaufnahme. Dreiundvierzig (12,1%) der 355 Patienten waren entweder verstorben oder konnten trotz mehrerer Versuche nicht kontaktiert werden. Die maximale Anzahl der Kontaktaufnahmen lag bei drei Versuchen. Dreihundertzweölf Patienten (87,9%) wurden erfolgreich kontaktiert. Von diesen 312 Patienten nahmen 158 (50,6%) an der Studie teil und komplettierten einen Fragebogen zur Erhebung des aktuellen klinischen Ergebnisses (siehe Anhang 1). Dreißig Patienten (9,6%) sahen sich, bedingt durch starke psychische und/ oder physische Gesundheitsbeeinträchtigungen, nicht in der Lage an der Verlaufsuntersuchung teilzunehmen. Einhundertvierundzwanzig Patienten (39,7%) willigten nicht in die Teilnahme an der Verlaufsuntersuchung ein, ohne spezifische Gründe zu nennen.

Jedem der kontaktierten Patienten wurde neben der Evaluierung durch einen standardisierten Fragebogen eine persönliche Vorstellung für eine körperliche Untersuchung angeboten. Einhundertvierzehn (72,2%) der 158 Patienten komplettierten den Fragebogen und nahmen darüber hinaus an einer persönlichen körperlichen Verlaufsuntersuchung teil.

Die Abb. 3-1 rechts zeigt die Geschlechterverteilung der Studienteilnehmer.

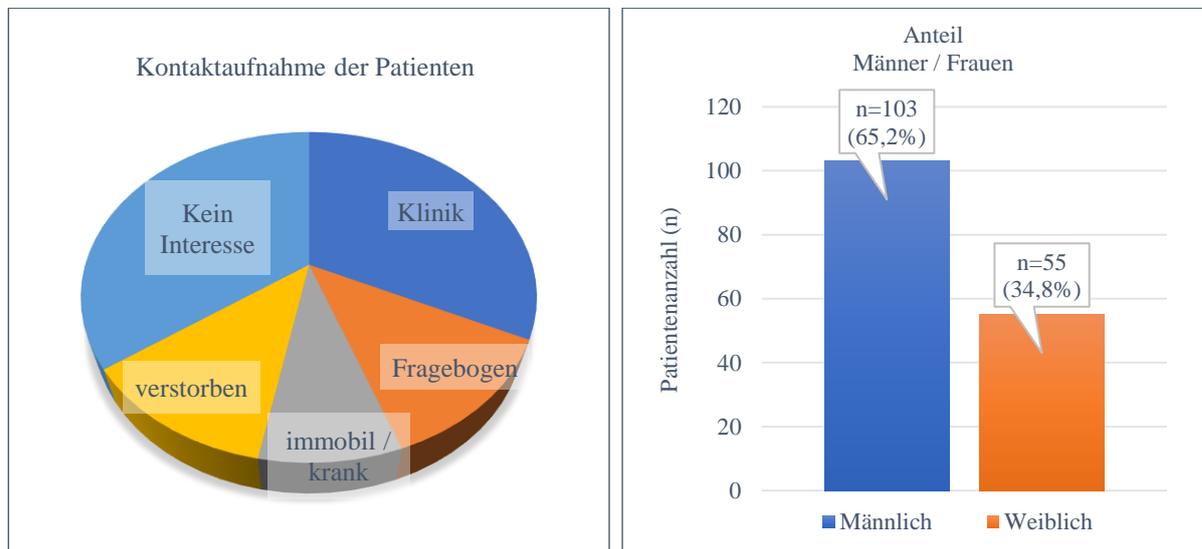


Abb. 3-1: links: Kontaktaufnahme (n=355), rechts: Anteil Männer und Frauen im Patientenkollektiv (n=158)

Alle Patienten gaben ihre schriftliche Einwilligung zur Teilnahme an der Verlaufsuntersuchung. Der Sinn und Zweck sowie der Ablauf der Verlaufsuntersuchung wurde den Probanden zuvor erläutert. Der Studienaufbau wurde bei der Ethikkommission des Saarlandes angezeigt, die keine Bedenken hatte und ihre Zustimmung erteilte.

Operatives Verfahren: mikrochirurgische Diskektomie (MSD)

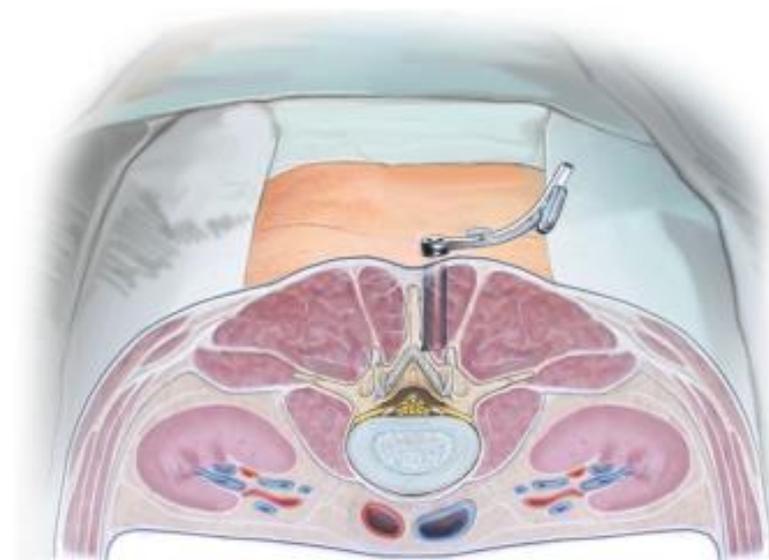
Bei allen Patienten wurde über eine standardisierte interlaminäre Fensterung eine mikrochirurgische, unter dem Mikroskop durchgeführte partielle Diskektomie praktiziert. Alle Prozeduren erfolgten in Allgemeinanästhesie. Die dabei angewandte Knie-Ellenbogen-Lagerung ermöglichte eine Abflachung der LWS-Lordose sowie eine Erweiterung des interlaminären Fensters. Im Rahmen dieser wurden die Patienten in Bauchlagerung gebracht und von Seilzügen gehalten, wodurch das Operationsgebiet besser für den Operateur einsehbar und zugänglich war. Eine weitere Option zur Optimierung der Lagerung war, den Patienten in Bauchlage mit Kissen unter dem Abdomen auszustatten.

Die Identifikation der zu operierenden Höhe erfolgte unter kontinuierlicher röntgenologischer Kontrolle mittels einer vertikal eingeführten Spinalnadel (s. Abb. 3-2).



Abb. 3-2: Höhenlokalisierung des zu operierenden Bandscheibenfaches mittels Spinalnadel

Diese wurde ungefähr 2 cm vom Dornfortsatz entfernt platziert und senkrecht zur erkrankten Bandscheibe auf der kontralateralen Seite des zu operierenden Bereichs eingeführt. Die Inzision der Haut mit einer Länge von circa 3 bis 4 cm erfolgte ungefähr 1 bis 1,5 cm seitlich des Dornfortsatzes. Die Faszie wurde um 1 cm nebst der Mittellinie geöffnet und die Muskelschicht um circa 2 cm zu den Seiten gelöst [97]. Auf diese Weise konnten der untere Rand der oberflächlichen Faszie, der interlaminare Zwischenraum sowie die Facettengelenke dargestellt werden. Mit dem Einsatz eines speziellen Caspar-Spekulums, einem Muskelretractor mit optimaler Länge, wurden dessen Blätter in horizontaler Ebene geöffnet (s. Abb. 3-3 und Abb. 3-4 rechts).



Reprinted by permission from Springer Nature Customer Service Centre GmbH: [Springer] [Operative Orthopädie und Traumatologie] [Operative Therapie des lumbalen Bandscheibenvorfalls, Heider FC, Mayer HM] [© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016]

Abb. 3-3: Einsetzen des Spekulums über das interlaminäre Fenster [53]

Um eine uneingeschränkte Sicht auf das Operationsgebiet zu ermöglichen, wurde ein Gegensperrer, ein sogenannter Counter Retractor, eingesetzt (s. Abb. 3-5). Dieser zog das weiche Gewebe sowie die Muskelfaszie zur lateralen Seite. Es folgte das Einführen des Mikroskops in das Operationsfeld und das Weiterführen unter dreidimensionalen Bedingungen. Mithilfe eines Mikrodissektors und eines weiteren Operationsinstrumentes, der Kerrison Punch (s. Abb. 3-4 links), erfolgte dann die interlaminäre Fensterung sowie die adäquate Entfernung des seitlichen Teils des Ligamentum flavum. Der Duralsack sowie die Nervenwurzel konnten identifiziert werden. An diesem Punkt angelangt, wurde der kaudale Abschnitt der oberflächlichen Faszie herausgeschnitten und, soweit notwendig, eine partielle mediale Facettektomie durchgeführt. Dies erlaubte eine frühe Identifikation der komprimierten Nervenwurzel sowie eine exzellente Darstellung des Operationsfeldes. Die Nervenwurzel wurde medial sanft durch einen Mikrodissektor gehandhabt und mithilfe eines Wurzelhalters gehalten. Der Bandscheibenvorfall konnte so optimal dargestellt und entfernt werden. Es folgte eine Resektion freier Bandscheibenanteile und eine Inspektion der Perforationshöhle. Lockere und freie Bandscheibenanteile wurden aus dem Bandscheibenfach im Sinne einer partiellen Diskektomie entfernt.

Den Abschluss bildete die Inspektion des epiduralen Raums sowie der austretenden Nervenwurzel. Hierbei kam ein stumpfer Nervenhook zum Einsatz. Dabei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Untersuchung der Durchgängigkeit des Neuroforamens gelegt und auf einen spannungsfreien Verlauf der Nervenwurzel geachtet, bevor die Wunde in mehreren Schichten wieder verschlossen wurde [97].

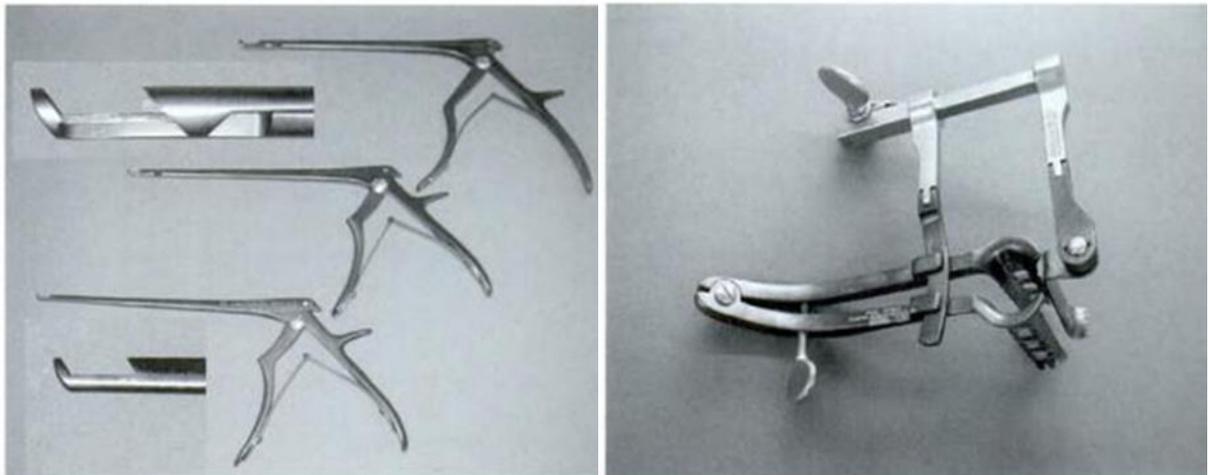


Abb. 3-4: links: Knochenstanzen nach Kerrison [99], rechts: Modifizierter Caspar-Retractor (Spekulum) mit Gegensperrer für die erweiterte Fensterung des Operationsfeldes [99]

Die Instrumente, die bei der mikrochirurgischen lumbalen Bandscheibenoperation u.a. Verwendung finden, sind nachfolgend aufgelistet:

- Caspar-Spekulum
- Gegensperrer
- Operationsmikroskop
- Kerrison Punch



Abb. 3-5: Situserweiterung mittels Retraktor und Gegensperrer [99]

3.1.1 Präoperative Datenerhebung

Die Datenerhebung des präoperativen neurologischen Status der Patienten erfolgte anhand der Operationsberichte und der Dokumentation in den stationären und ambulanten Arztbriefen. Jedes der Dokumente wurde mit Fokus auf folgende Parameter begutachtet:

- Dauer der Rücken- und Beinschmerzen in Wochen
- Art und Dauer einer konservativen Behandlung
- Einnahme von Schmerzmedikamenten
- Auftreten eines sensiblen oder motorischen Defizits
- Vorliegen einer Blasen- und/ oder Mastdarmstörung
- Intensität der Schmerzen (NRS)

Da zum Zeitpunkt der Erstoperation die Analogskala für Schmerzen keine Berücksichtigung fand, erfolgte die Evaluierung der präoperativen Intensität der Schmerzen einerseits durch die Anamneseerhebung der Patienten, andererseits durch die Auswertung der Arztbriefe und wurde anschließend analog auf eine Schmerzskala übertragen. Hierbei findet die Numerische Analog Skala (NRS = Numeric Rating Scale) mit einer standardisierten Schmerzskala von 0 bis 10 Punkten Anwendung. Dabei bedeutet 0 Schmerzfreiheit, 10 der stärkste vorstellbare Schmerz [100] (s. Abb. 3-6).

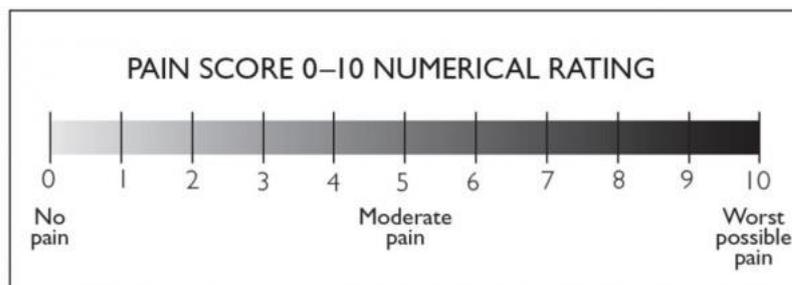


Abb. 3-6: Schmerzskala von 0-10 [101]

Anhand der Arztbriefe werden Formulierungen als „stärkste“ oder „unerträgliche Schmerzen“ NRS 9-10 gleichgesetzt. „Ausgeprägte Schmerzen“ entsprechen NRS 6-8, „moderate Schmerzen“ NRS 3-5, „leichte Schmerzen“ NRS 1-2 sowie „keine Schmerzen“ NRS 0.

3.1.2 Postoperative Datenerhebung

Die Datenerhebung des postoperativen neurologischen Status der Patienten erfolgte ebenfalls anhand der Operationsberichte und der Dokumentation in den stationären und ambulanten Arztbriefen. Folgende Parameter waren für die Datenerhebung von Bedeutung:

- Intensität der Schmerzen (NRS)
- Zeitraum der anhaltenden Schmerzen in Wochen
- Schmerzmedikation in Wochen
- Häufigkeit der Einnahme von Schmerzmedikamenten
- Dosierung der Schmerzmedikation
- Regredienz und Verbesserung bereits präoperativ bestehender sensibler/ motorischer Defizite
- Auftreten neuer sensibler/ motorischer Defizite

In Bezug auf die postoperative Schmerzintensität fand die im Kapitel 3.1.1 dargestellte analoge Schmerzskala NRS Anwendung. Zur Beurteilung des postoperativen funktionellen Ergebnisses wurde der MacNab-Score erhoben, der im nachfolgenden Kapitel 3.1.3 näher erläutert wird.

3.1.3 Datenerhebung im Langzeitverlauf

Die Daten zur Verlaufsuntersuchung wurden mithilfe der 158 Patienten erhoben, die an dieser Untersuchung teilnahmen. Zur Ermittlung des klinischen Ergebnisses der Operation fanden verschiedene etablierte und validierte Scores Anwendung, die im Nachfolgenden näher erläutert werden.

Zur Bewertung der subjektiven Zufriedenheit der Patienten, bezogen auf die Operation, wird der PSI-Score verwendet (PSI = Patient Satisfaction Item). Hier konnten die Probanden, basierend auf dem Schulnotensystem, eine Note von 1 bis 4 vergeben, wobei eine 1 einem „sehr zufrieden“, eine 2 einem „gut zufrieden“, eine 3 einem „befriedigend“ und eine 4 einem „unzufrieden“ entspricht [102].

Des Weiteren findet der MacNab-Score Anwendung, ein anerkanntes Scoring-System, bei dem das funktionelle Ergebnis der Patienten erfasst wird. Dieses unterteilt sich in vier Kategorien (s. Tab. 3-1). Anhand dieser Klassifikation wird der klinische Erfolg definiert, ein „Exzellent“ sowie „Gut“ bedeutet einen Erfolg [103].

In der Studie wurden die Patienten zu ihrem funktionellen Resultat zum Zeitpunkt der Verlaufsuntersuchung befragt (im Follow-Up nach 32 Jahren).

Tab. 3-1: Einteilung der MacNab-Klassifikation [103]

Exzellente	Keine Schmerzen; keine Restriktion in alltäglichen Aktivitäten.
Gut	Gelegentliche Schmerzen mit Beeinträchtigung im Alltag oder bei der Arbeit.
Moderat	Verbesserung der Beschwerden, aber durch intermittierende Schmerzen von erheblicher Intensität eingeschränkt bei der Arbeit oder in der Freizeit.
Schlecht	Keine Verbesserung oder ungenügende Besserung, um Aktivitäten zu ermöglichen; weitere operative Intervention notwendig.

Ein weiteres angewandtes Messinstrument für die aktuelle gesundheitliche Konstitution der Patienten ist der Oswestry Disability Index (ODI). Hierbei handelt es sich um einen Fragebogen zur Erfassung von funktionellen, durch Rückenschmerzen verursachte Einschränkungen [104]. Er dient der Einschätzung und Beurteilung der Schmerzintensität und der daraus entstehenden Behinderung im Alltag und basiert auf einem 5-Punkte-System. Es werden 9 Fragen zur Bewältigung verschiedener alltäglicher Situationen gestellt (u.a. Schlafen, Sitzen, Gehen, körperliche Pflege, Reisen), die mit einer Abstufung von 0 (keine Einschränkung auf diesem Gebiet) bis 5 (maximale Einschränkung) Punkten bewertet werden können. Nach Addition dieser wird abschließend der Einschränkungsgrad in Prozent errechnet gemäß der Formel $ODI (\%) = (\text{erzielte Punktzahl} / \text{maximale Punktzahl}) \cdot 100$ (s. Tab. 3-2). Der detaillierte Fragebogen ist in der deutschen Übersetzung [105] in Anhang 2 dargestellt. Eine zehnte Kategorie mit Fragen bezüglich des Sexuallebens wird aus ethischen Gründen nicht berücksichtigt.

Tab. 3-2: Einteilung und Interpretation des Oswestry Disability Index (ODI) [105]

Einschränkungsgrad	Punktzahl	%
Keine Einschränkung	0-4	0-20
Minimale Einschränkung	5-14	21-40
Mäßige Einschränkung	15-24	41-60
Schwere Einschränkung	25-34	61-80
Komplette Einschränkung	35-50	81-100

Außerdem wird ein Teil des EQ-5D-Scores, ein standardisierter Gesundheitsfragebogen zur Lebensqualität, verwendet. Der angewandte Fragebogen besteht aus fünf Fragen bezüglich Beweglichkeit/ Mobilität, Für sich selbst sorgen, Allgemeine Tätigkeiten, Schmerzen/ Körperliche Beschwerden und Angst/ Niedergeschlagenheit. Jede der fünf Dimensionen kann mit drei verschiedenen Möglichkeiten beantwortet werden (s. Tab. 3-3). Eine maximal erreichbare Punktzahl von 15 bedeutet starke Beschwerden, die minimal erreichbare Punktzahl von 5 entspricht keinen Beschwerden [106].

Einige Probleme sind definiert als Einschränkungen physischer und psychischer Genese, die dazu führen, dass man z.B. alltäglichen Tätigkeiten, wie den Müll hinauszutragen, nicht mehr nachgehen kann. Extreme Probleme dieser Art führen zu starken Einschränkungen. Betroffene sind beispielsweise nicht mehr in der Lage ihrer Arbeit nachzugehen.

Tab. 3-3: Punktevergabe EQ-5D Gesundheitsfragebogen

Punktzahl	Antwortmöglichkeit
1	Keine Probleme sich zu bewegen/ für sich selbst zu sorgen/ alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen/ bezüglich Schmerzen/ bezüglich Gemütszustand
2	Einige Probleme
3	Extreme Probleme

Abschließend wird der Hospital Anxiety and Depression Score (HADS) verwendet, ein Fragebogen zur Beurteilung von Depression und Angstsymptomen. Die englische Fassung stammt aus dem Jahr 1983 [107]. Der Fragebogen umfasst 14 Fragen mit vierstufigen Antwortmöglichkeiten (0-3), wobei jeweils 7 zu Angst und Depression gestellt werden (siehe deutsche Übersetzung in Anhang 3). Durch Addition der erreichten Punktzahl erfolgt die Beurteilung anhand der Depressions- und Angstskala folgendermaßen:

- 0-7 Punkte: unauffälliger Gemütszustand
- 8-10 Punkte: suspekt
- >10 Punkte: auffällig

Zudem wurde die Dauer der Arbeitsunfähigkeit oder ein eventuell stattgefundenener Jobwechsel dokumentiert. Die Berufe wurden in folgende Gruppen unterteilt, um eine übersichtliche Darstellung zu ermöglichen: leichte körperliche Arbeit (z.B. Bürotätigkeit), moderate physische Tätigkeit (z.B. Haushaltsarbeit oder Verkäufer) sowie schwere körperliche Arbeit (z.B. Agrarwirtschaft oder Bauarbeiten).

Des Weiteren erfolgte eine Befragung jedes Patienten in Bezug auf aktuell in den Beinen oder im Rücken vorhandene Schmerzen. Dem schloss sich eine Eruiierung einer möglichen Schmerzmedikamenteneinnahme, deren Dosis sowie die Häufigkeit der Einnahme an. Zudem ließ sich durch die Befragung der Patienten ermitteln, ob diese sich im Falle eines erneut auftretenden Bandscheibenvorfalles wieder für eine Operation entscheiden würden.

3.1.4 Datenerhebung der Reoperationen

Die Erfassung postoperativer Komplikationen und Reoperationen erfolgte anhand der stationären Akten, ambulanter Briefe und der Verlaufsuntersuchung mit persönlicher Vorstellung. Folgende Parameter waren relevant:

- Operation an der Wirbelsäule im Verlauf
- Sofern erfolgt: Datum der zweiten Operation
- Genaue Diagnose und operative Technik bei der zweiten Operation
- Eruierung weiterer Operationen an der Wirbelsäule
- Sofern erfolgt: Zeitpunkt und Art der Operationen

Anhand der vorliegenden Dokumente wurde evaluiert, ob es sich bei der zweiten Operation um einen Rezidiv-Bandscheibenvorfall handelte. Ein Rezidiv-Bandscheibenvorfall wird wie folgt definiert: Bandscheibenvorfall auf gleicher Höhe sowie auf der gleichen Seite wie bei initialer Operation. Beim Auftreten auf gleicher Höhe, aber gegenseitiger Lage wird der Vorfall als kontralaterales Rezidiv bezeichnet.

3.2 Aufbau der Verlaufsuntersuchung

Basierend auf dem in Anhang 4 dargestellten Dokumentationsbogen erfolgte die klinisch-neurologische Untersuchung der Lendenwirbelsäule und ihrer Funktionen. Es wurde eine detaillierte Inspektion der Einzelmuskeln gemäß der Parese-Skala des British Medical Research Council bzw. nach Janda durchgeführt (s. Tab. 3-4) [108, 109].

Tab. 3-4: Einteilung der Muskel-Kraftgrade [108, 109]

Einteilung des Parese- /Kraftgrades	
Grad 5 (5/5)	Normale Kraft gegen Widerstand
Grad 4 (4/5)	Muskelbewegung gegen dosierten Widerstand möglich
Grad 3 (3/5)	Muskelbewegung gegen Schwerkraft möglich
Grad 2 (2/5)	Muskelbewegung unter Aufhebung der Schwerkraft möglich
Grad 1 (1/5)	Muskelkontraktion ohne Bewegung
Grad 0 (0/5)	Keine Bewegung möglich

Mithilfe der Parese-Skala lässt sich der Kraftgrad einer eventuell vorliegenden Parese einteilen. Eine Muskelaktion gegen einen Widerstand entspricht dabei einem Kraftgrad von 5/5, keine Muskelbewegung 0/5. (s. Tab. 3-4). Dabei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Kniestrecker- sowie Fußheber- und Fußsenkerfunktion gelegt (s. Abb. 3-7) sowie auf ein eventuell vorliegendes Trendelenburgzeichen.

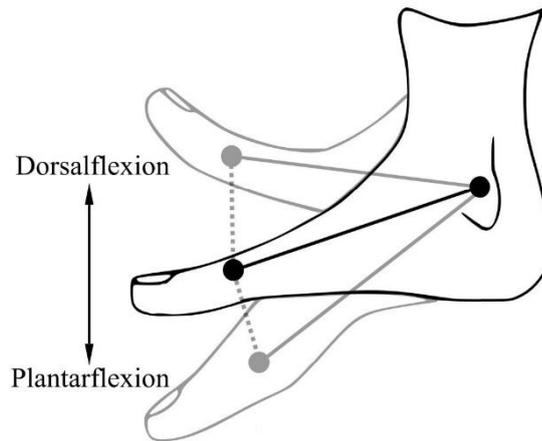


Abb. 3-7: Dorsal- und Plantarflexion zur Überprüfung der Fußheber- und Fußsenkerfunktion, in Anlehnung an [110]

Zudem wurden das monopedale Stehen, der Zehenspitzen- sowie der Hackenstand und -gang überprüft. Daran schloss sich die Kontrolle der Sensibilität an. Mithilfe eines Wattestäbchens erfolgte die Untersuchung der einzelnen Dermatome (s. Abb. 3-8).

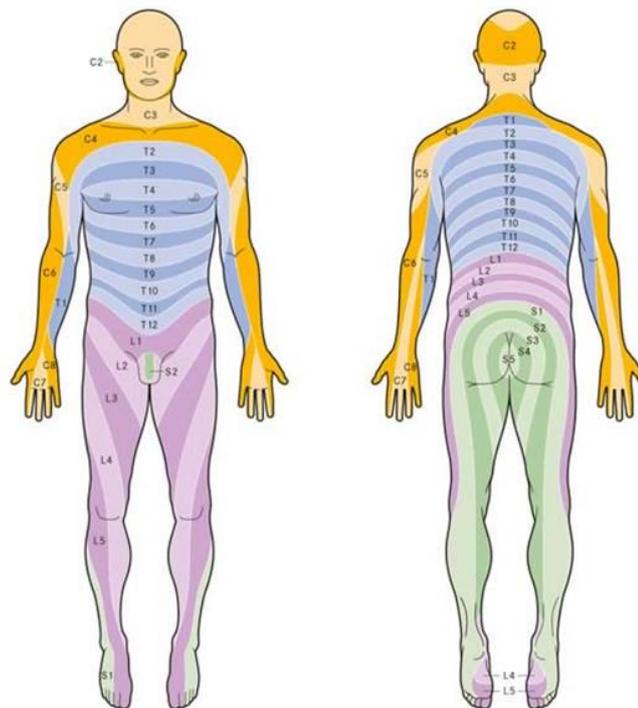


Abb. 3-8: Übersicht der Dermatome [111]

Eine Überprüfung der einzelnen Muskeleigenreflexe (Patellarsehnen-, Tibialis-posterior- & Achillessehnenreflex) mittels Reflexhammer folgte (s. Abb. 3-9).



Abb. 3-9: links: Überprüfung des Patellarsehnenreflexes [112], rechts: Überprüfung des Achillessehnenreflexes mittels Reflexhammer [113]

Anschließend erfolgte eine Überprüfung der Nervendehnungszeichen. Diese beinhalten das Lasègue-Zeichen, das positiv bei schmerzhafter Beugung im Hüftgelenk ist [12], sowie das Pseudo-Lasègue-Zeichen.

Bei auf dem Rücken liegenden Patienten wurde das Lasègue-Zeichen geprüft, welches auf einer Auslösung eines Dehnungsschmerzes der Nervenwurzel L5 oder S1 beruht [17]. Hierbei wird das gestreckte Bein passiv im Hüftgelenk um 40 bis 60 Grad gebeugt (vgl. Abb. 3-10) [21]. Positiv ist es bei plötzlich auftretenden und ausstrahlenden Schmerzen im Rücken- und Ischiasgebiet [10]. Dies könnte u.a. auf einen lumbalen Bandscheibenvorfall hindeuten.

Als Pseudo-Lasègue-Zeichen wird dieser Test bezeichnet, wenn es zu einer allmählichen Schmerzzunahme im Bereich des lumbosakralen Übergangs, der Gesäßregion oder der hinteren Oberschenkelseite kommt. Meist wird der Schmerz erst bei einer Hüftbeugung von mehr als 60 Grad beschrieben [21].

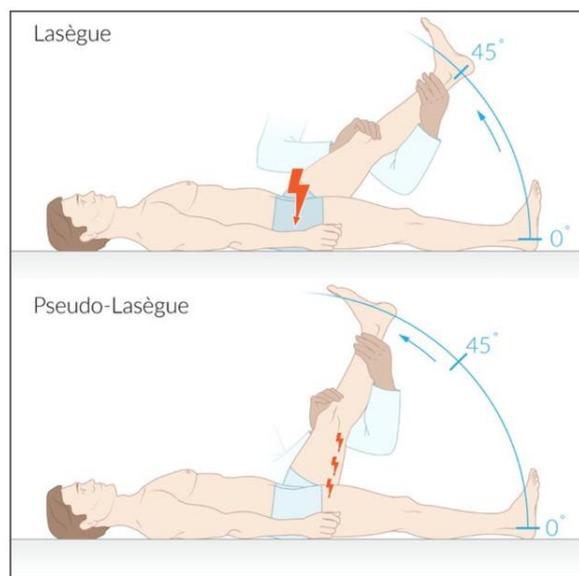


Abb. 3-10: Durchführung des Lasègue-/ Pseudo-Lasègue-Tests [21]

In dieser Untersuchung wird das Lasègue-Zeichen bei einem Gradwinkel bis 70° als positiv bewertet, da darüber hinaus die Schmerzen auch durch eine Verkürzung der Beugemuskulatur bedingt sein können [17, 21].

Abschließend erfolgte eine Inspektion der Wirbelsäule inklusive der OP-Narbe, die Überprüfung auf Klopf- und Druckempfindlichkeit und schmerzhafter LWS-Rotation sowie die Messung des Finger-Boden-Abstandes mittels Maßband.

4 Ergebnisse

4.1 Deskription des Patientenkollektivs

In der Klinik für Neurochirurgie an der Universitätsklinik des Saarlandes sind im Zeitraum zwischen 1972 und 1988 unter anderem 1775 Patienten mit der Diagnose eines lumbalen Bandscheibenvorfalles durch eine mikrochirurgische Sequestrektomie und partielle Diskektomie erstmals operativ behandelt worden. Von diesen wurden randomisiert 355 ausgewählt, von denen 158 Patienten an der Studie teilnahmen. Das Patientenkollektiv umfasst 55 weibliche (34,8%) und 103 männliche Probanden (65,2%). Die Abb. 4-1 zeigt die Altersverteilung des Patientenkollektivs.

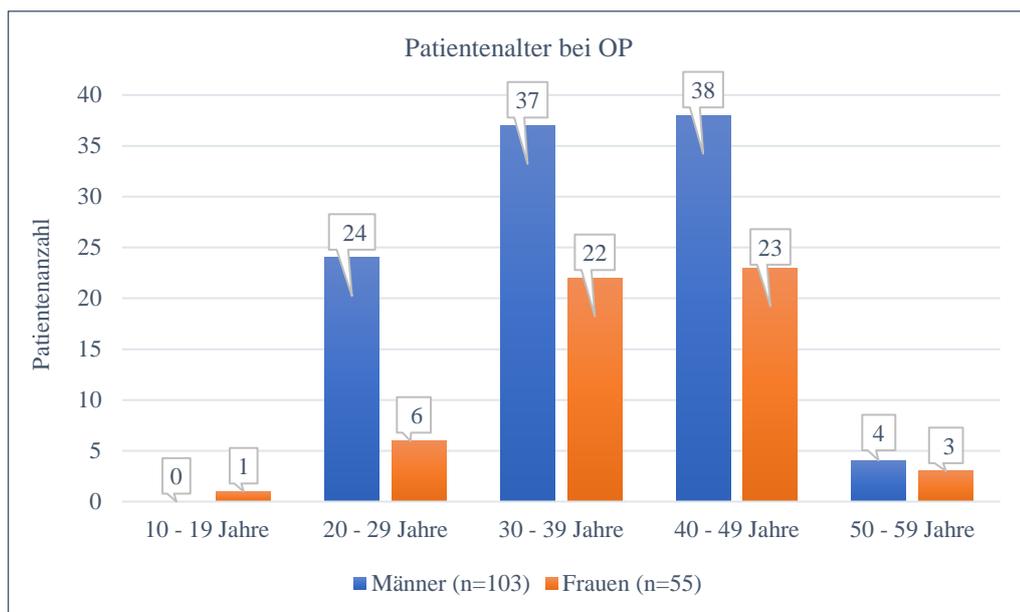


Abb. 4-1: Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Operation (n=158)

Das mittlere Patientenalter bei der Operation betrug 37 Jahre. Die jüngste Patientin war 16, der älteste Patient 52 Jahre alt. Das mittlere Alter der teilnehmenden Probanden bei der finalen Verlaufsuntersuchung lag bei 70 Jahren und rangierte zwischen 50 und 82 Jahren.

Lokalisation der Bandscheibenetagen

Von insgesamt 158 Patienten wurden 148 (93,8%) monosegmental und 10 (6,2%) bisegmental operiert. Am häufigsten wurden monosegmental die Bandscheibenetagen auf Höhe L5/S1 operiert, gefolgt von L4/L5. Die Abb. 4-2 verdeutlicht die Häufigkeitsverteilung der operierten Bandscheibenetagen im Patientenkollektiv.

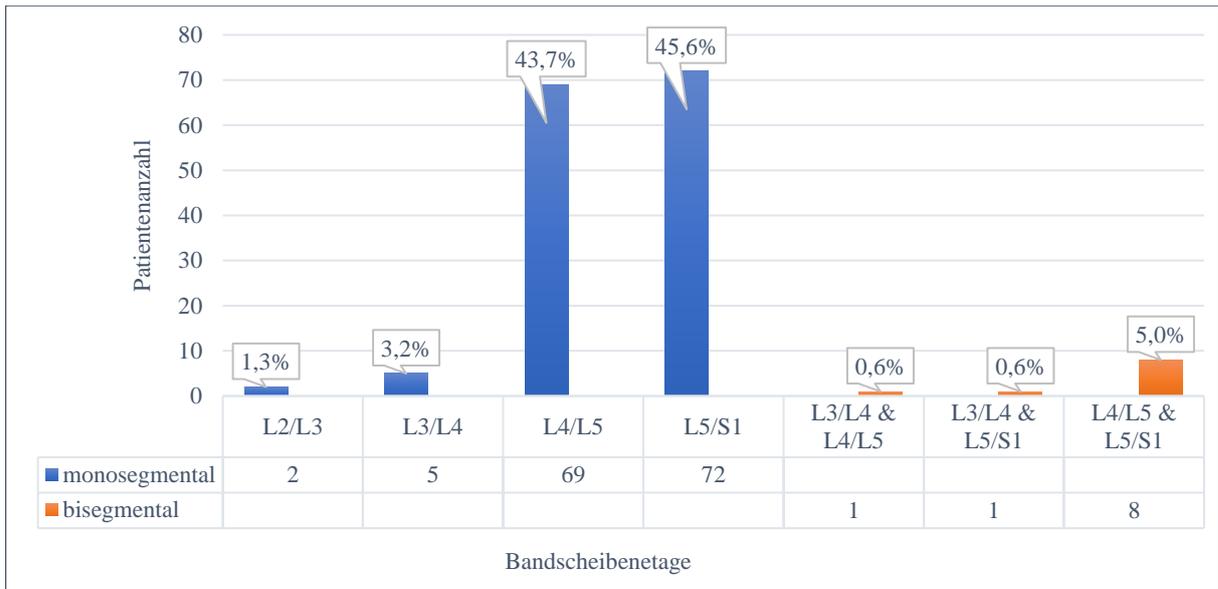


Abb. 4-2: Häufigkeitsverteilung operierter Bandscheibenetagen, aufgeteilt nach monosegmentaler und bisegmentaler Operation (n=158)

Die nachfolgende Abb. 4-3 zeigt die genaue Lokalisation des Prolapses. Am häufigsten konnte ein mediolateraler Vorfall, gefolgt von einem medialen Prolaps diagnostiziert werden. Ein kaudal sowie kranial dislozierter Vorfall fand sich seltener. Die linke Seite war mit 53,2% öfter betroffen als die rechte (43,7%).

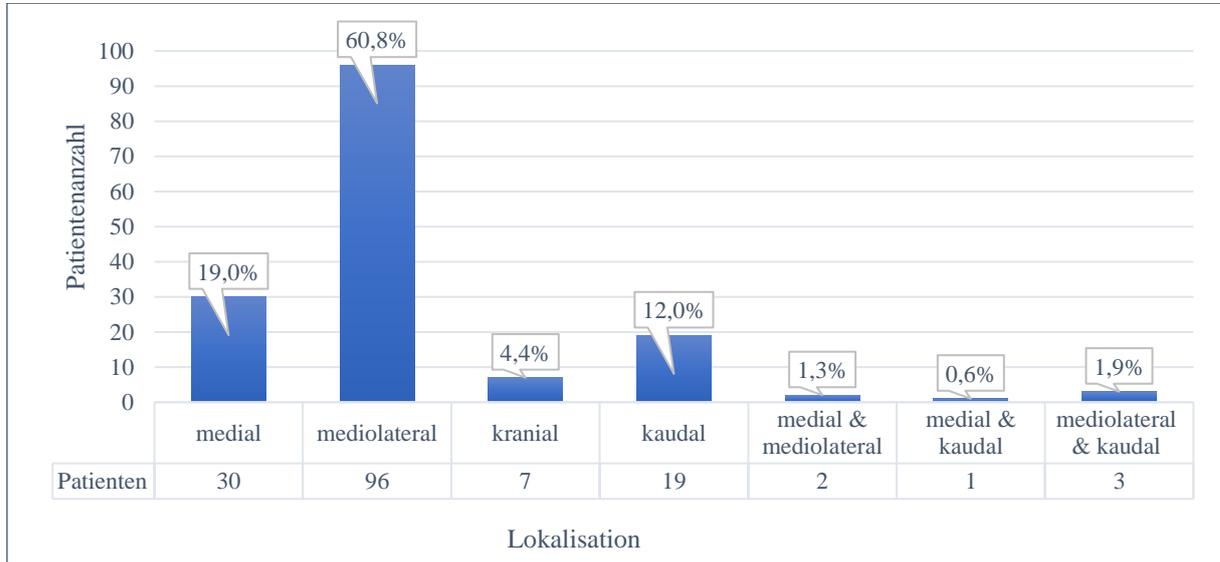


Abb. 4-3: Überblick der Bandscheibenvorfall-Lokalisationen (n=158)

Spektrum der beruflichen Tätigkeiten

Vor der Operation waren 39 Patienten (24,7%) in einem Beruf mit geringer körperlicher Tätigkeit beschäftigt wie z.B. in einem Bürojob. Des Weiteren waren 50 Probanden (31,6%) in einem Beruf mit moderater physischer Belastung tätig wie z.B. als Verkäufer, und 69 (43,7%) in einem Bereich mit schwerer körperlicher Arbeit wie z.B. als Landwirt in der Agrarwirtschaft oder als Handwerker. Letzterer Kategorie waren 56 männliche Probanden (81,2%) sowie 13 weibliche (18,8%) zuzuordnen.

4.2 Präoperativer neurologischer Status

Von den 158 Probanden wiesen 95 (60,1%) eine Parese auf, 63 Patienten (39,9%) hatten keine motorische Funktionseinschränkung. Die häufigsten Lähmungserscheinungen traten in Form einer Großzehenheberparese (66,3%) und einer Fußheberparese (44,2%) auf, wobei ein Patient von mehr als einem motorischen Defizit betroffen sein konnte. Von den 95 Patienten mit nachgewiesener Parese wurden 88 (92,6%) monosegmental und sieben (7,4%) bisegmental operiert. Die nachfolgende Abb. 4-4 verdeutlicht die Kraftgradeinteilung gemäß der Parese-Skala nach Janda [109].

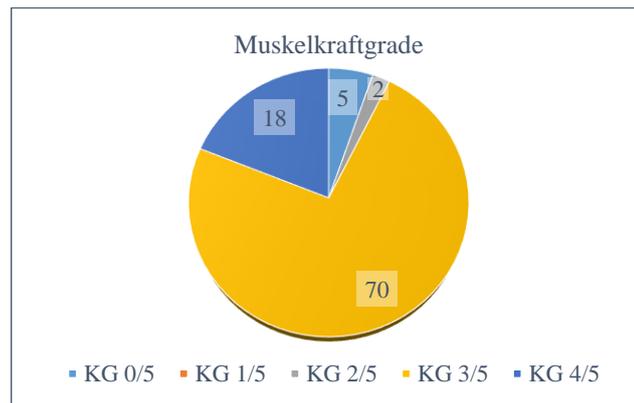


Abb. 4-4: Einteilung der Muskelkraftgrade nach Janda präoperativ im Patientenkollektiv (n=95)

Eine Sensibilitätsstörung wiesen 122 Probanden (77,2%) auf, 36 Patienten (22,8%) wiesen keine sensiblen Ausfälle auf. Von der am häufigsten eruierten Sensibilitätsstörung, der Hypästhesie (vermindertes Berührungs- und Druckempfinden), waren 96 Patienten (78,7%) betroffen. Zusätzlich genannt wurden (Kribbel-)Parästhesie (allgemeine Missempfindung), Anästhesie (Fehlen von Schmerzempfinden), Hypalgesie (herabgesetzte Schmerzempfindung) und Hyperalgesie (gesteigerte Schmerzempfindung) sowie eine Kombination von Ausfällen (s. Abb. 4-5). Mögliche Dermatome variierten von der betroffenen Wurzel L3 bis S5. Es waren sowohl die rechte, die linke oder aber beide Seiten betroffen.

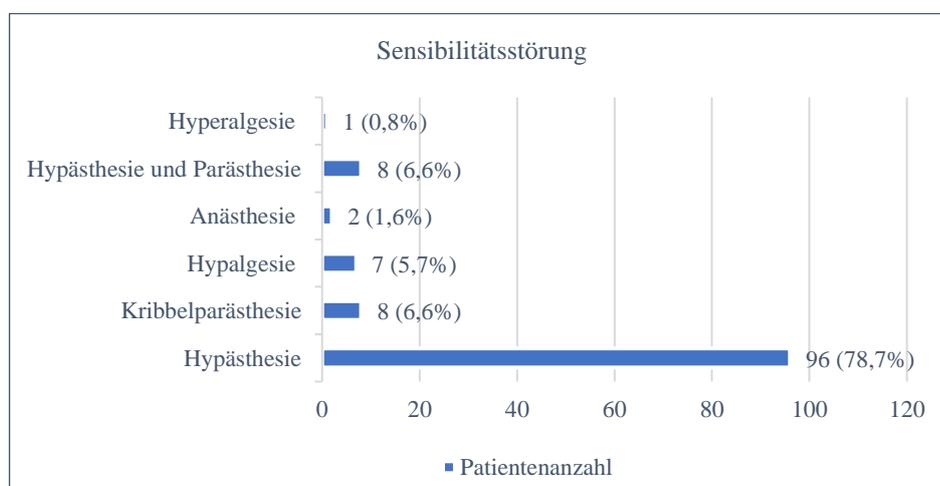


Abb. 4-5: Aufteilung der Sensibilitätsstörungen (n=122)

Bei 13 von 158 Patienten (8,2%) konnte eine Blasen- und Mastdarmbeteiligung festgestellt werden. Aus den alten Arztbriefen entnehmend, wurde dies anamnestisch erhoben. Bei einem Patienten, dessen Operation nach 1985 stattfand, zeigte sich eine akute Blasenretentionsstörung, wobei sich sonographisch ein Restharn von 100 ml feststellen ließ. In 12 Fällen waren die Symptome durch Miktionsstörungen bedingt. In einem Fall kam es durch ein partielles Kaudakompressionssyndrom zu kombinierten Miktions- und Defäkationsstörungen.

Ebenfalls eruiert wurde der Status der Muskeleigenreflexe (MER). Im Patientenkollektiv waren bei 41 Probanden (25,9%) die Reflexe normal auslösbar. Bei 50 Probanden (31,6%) konnte der betroffene Reflex nur vermindert ausgelöst werden und bei 59 Probanden (37,3%) war er ganz ausgefallen. Es sind Kombinationen möglich, da zwei Reflexe untersucht wurden. Der am häufigsten betroffene Muskeleigenreflex mit 76,7% war der Achillessehnenreflex (ASR), gefolgt von einer kombinierten Beteiligung beider Reflexe (ASR und PSR) mit 13,6%. Der Patellarsehnenreflex (PSR) war bei 9,7% der Patienten betroffen.

4.3 Erfassung der Schmerzintensität

Das gesamte Patientenkollektiv war präoperativ von Schmerzen betroffen. Die subjektive Intensität der Schmerzen wurde mittels der NRS erfasst. Der mittlere Wert der Numerischen Analog Skala lag bei 8,9 Punkten präoperativ. Die nachfolgende Abb. 4-6 zeigt die Aufgliederung der präoperativen Schmerzintensität im Patientenkollektiv.

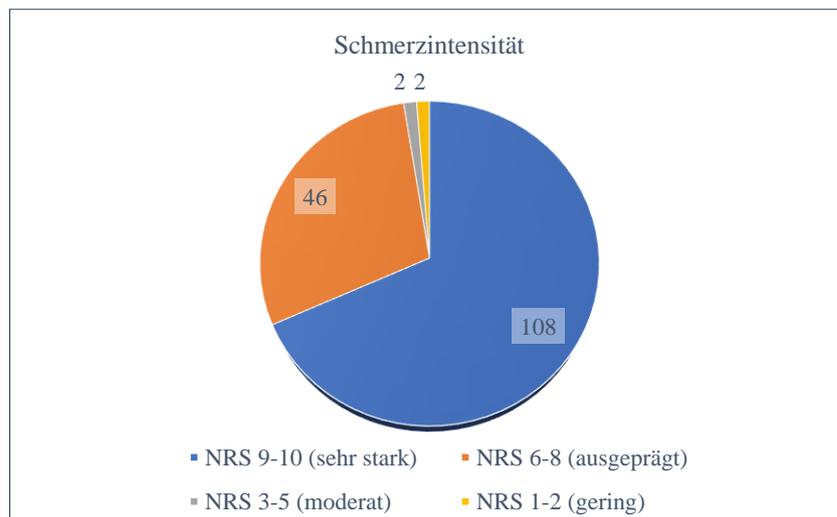


Abb. 4-6: Einteilung der Schmerzintensität präoperativ analog der NRS (n=158)

Bei dem Großteil der Patienten ging der Operation eine Schmerzperiode voraus. Diese rangierte zwischen 0 Wochen und 10 Jahren. Der Mittelwert lag bei 28,9 Wochen. Bei 141 Patienten (89,2%) erfolgte vor der Operation eine intensive konservative Behandlung, die im Mittelwert 21,8 Wochen in Anspruch nahm und sich über einen Zeitraum von minimal 1 Woche bis maximal 3 Jahre erstreckte. Insgesamt 100 Patienten (63,3%) waren von einer kürzeren Schmerzperiode betroffen, die sich von wenigen Tagen

bis 12 Wochen erstreckte. Bei 24 Patienten (15,2%) erstreckte sich diese Periode über 13 bis 26 Wochen, bei 16 Patienten (10,1%) über 27 bis 52 Wochen und bei 18 Patienten (11,4%) über 52 Wochen.

Zudem erfolgte eine weitere Differenzierung in radikuläre Bein- sowie Rückenschmerzen. Präoperativ waren alle Patienten von radikulären Beinschmerzen betroffen, von Rückenschmerzen 139 Patienten (88,0%).

4.4 Ergebnisse der postoperativen Datenerhebung

Bei insgesamt 66 Patienten (41,8%) bestanden postoperativ noch Schmerzen. Der Mittelwert im Patientenkollektiv wurde mit 1,2 Punkten auf der NR-Skala eruiert und rangierte auf dieser von 0 bis 9 Punkten. Insgesamt besserten sich die Schmerzen im Patientenkollektiv um durchschnittlich 7,7 Punkte auf der NR-Skala. Zweiundneunzig Patienten (58,2%) waren postoperativ schmerzfrei, 59 Patienten (37,3%) gaben eine signifikante Schmerzlinderung an. Bei einem Patienten (0,6%) verschlechterte sich der Schmerzzustand. Von geringen Schmerzen (NRS: 1-2) waren postoperativ 44 Patienten (27,8%) betroffen, von moderaten Schmerzen (NRS: 3-5) 12 (7,6%), von ausgeprägten Schmerzen (NRS: 6-8) 9 (5,7%), von stärksten Schmerzen (NRS: 9-10) 1 (0,6%). Die Schmerzen der Patienten hielten postoperativ im Durchschnitt circa 13,5 Wochen an mit einer Dauer von minimal 0 Wochen bis maximal 10 Jahren. Die nachfolgende Tab. 4-1 vergleicht den prä- und den postoperativen neurologischen Status hinsichtlich Bein- und Rückenschmerzen.

Tab. 4-1: Vergleich von Rücken- und radikulären Beinschmerzen prä- und postoperativ

Präoperativ		Postoperativ	
Radikuläre Beinschmerzen	n (%)	Radikuläre Beinschmerzen	n (%)
Total	158 (100%)	Keine	92 (58,2%)
Mild (NRS: 1-2)	2 (1,3%)	Verbesserung	59 (37,3%)
Moderat (NRS: 3-5)	2 (1,3%)	Keine Verbesserung	6 (3,9%)
Ausgeprägt (NRS: 6-8)	46 (29,1%)	Verschlechterung	1 (0,6%)
Stark (NRS: 9-10)	108 (68,3%)		
Rückenschmerzen	n (%)	Rückenschmerzen	n (%)
Total	139 (88,0%)	n.a.	n.a.
Keine (NRS: 0)	19 (12,0%)		
Mild (NRS: 1-2)	22 (13,9%)		
Gering bis moderat (NRS: 3-5)	27 (17,1%)		
Ausgeprägt (NRS: 6-8)	63 (39,9%)		
Stark bis extrem (NRS: 9-10)	27 (17,1%)		

Bei insgesamt 151 Patienten (95,6%) war postoperativ und im frühen Nachuntersuchungsintervall eine Verbesserung der radikulären Beinschmerzen zu verzeichnen. Bei Entlassung blieb die Schmerzintensität bei 6 Patienten (3,9%) gleich und verschlechterte sich bei einem (0,6%). Eine Regredienz der radikulären Beinschmerzen trat innerhalb der ersten postoperativen Woche bei 92 Patienten (58,2%) und innerhalb von 2 bis 4 Wochen bei 19 Patienten (12,0%) ein. Des Weiteren bildeten sich nach 5 bis 8 Wochen bei 13 Patienten (8,2%) die Schmerzen zurück und bei weiteren 22 Patienten (13,9%) innerhalb eines Jahres. Bei 12 Patienten (7,6%) verbesserten sich zwar die radikulären Schmerzen, waren aber nach der Operation nicht mehr vollständig rückläufig. Eine exakte Eruiierung der postoperativen Rückenschmerzen war nicht möglich, da diese nicht im Detail in den Arztbriefen beschrieben wurden.

Bei 113 Patienten (92,6%) trat eine Verbesserung des sensorischen Defizits im Vergleich zum präoperativen Status auf. Davon hatten 64 Probanden (52,5%) postoperativ keine Sensibilitätsstörung mehr. Ein sensibles Defizit zeigte sich noch bei 58 Patienten (47,5%). Bei der noch vorhandenen Sensibilitätsstörung handelte es sich in allen Fällen um eine Hypästhesie. Von den 47,5% mit Hypästhesie zeigte sich dieses sensible Defizit im Vergleich zu präoperativ bei 49 Probanden (40,1%) deutlich gebessert, 9 Patienten (7,4%) klagten über gleichgebliebene Beschwerden oder eine Verschlechterung.

Insgesamt zeigten 115 Probanden (72,8%) postoperativ kein motorisches Defizit auf. Bei 52 Patienten (54,7%) kam es postoperativ zu einer vollständigen Regeneration der motorischen Funktion im Vergleich zum präoperativen Status. Siebenunddreißig Probanden (38,9%) gaben eine Regredienz des motorischen Defizits an. Eine zuvor bestehende Parese blieb bei 6 Patienten (6,3%) unverändert oder verschlechterte sich. Bei den nachgebliebenen Lähmungen handelte es sich um eine Fußheber- sowie Fußsenkerparese, eine Großzehenheberparese und eine Kniegelenksstreckerparese (Quadricepsparese). Bei 5 Patienten im Patientenkollektiv (3,2%) kam es postoperativ zum Auftreten eines neuen motorischen Defizits. Dabei handelte es sich bei 3 Patienten um eine Fußheberparese, bei einem um eine Zehenheberparese und bei einem weiteren um eine leichte Gluteus-medius-Parese. Sieben von 158 Probanden (4,4%) beklagten postoperativ ein neu aufgetretenes sensibles Defizit (s. Abb. 4-7). In allen Fällen handelte es sich dabei um eine Hypästhesie.

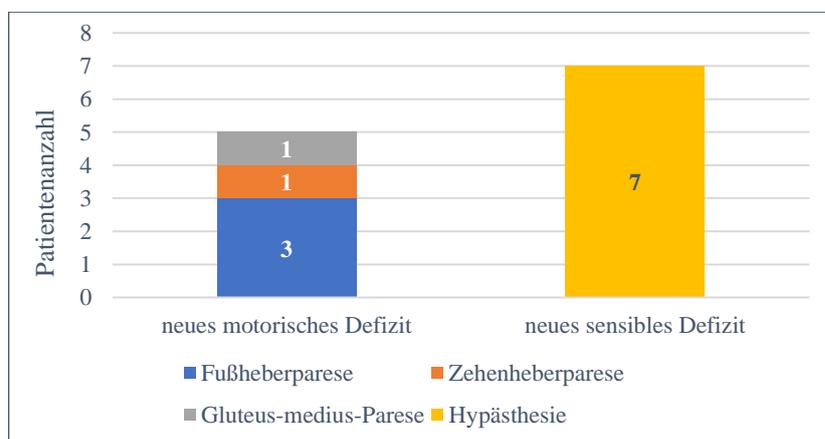


Abb. 4-7: Verteilung neu aufgetretener Defizite postoperativ im Patientenkollektiv (n=158)

Basierend auf den Arztbriefen sowie den evaluierten Fragebögen wurde in Bezug auf das postoperative Ergebnis der MacNab-Score ermittelt (s. Abb. 4-8). Insgesamt 140 Patienten (88,6%) wiesen ein „exzellentes“ bis „gutes“ Ergebnis auf. Bei 72 Probanden (45,6%) hatten sich die präoperativen Symptome verbessert oder waren ganz verschwunden. Auch die neurologischen Defizite waren rückläufig. Bei 68 Patienten (43,0%) fiel der MacNab-Score „gut“ aus mit minimaler Persistenz der Symptomatik und bei 13 (8,2%) „moderat“ mit leichter Verbesserung der Beschwerden. Bei 5 Probanden (3,2%) war keine oder nur eine ungenügende Verbesserung („schlecht“) eingetreten. Des Weiteren wurde zwischen den Geschlechtern differenziert. Bei den männlichen Patienten wurde bei 85,6% ein klinischer Erfolg verzeichnet, bei den weiblichen Patienten bei 92,7%.

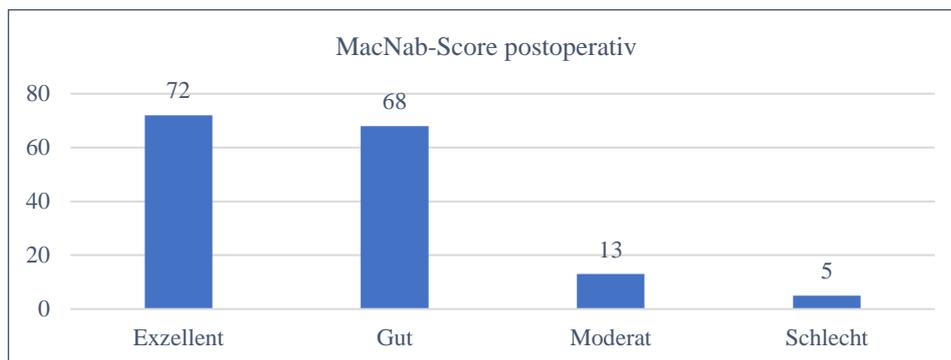


Abb. 4-8: Verteilung des MacNab-Scores im Patientenkollektiv postoperativ (n=158)

Zum Zeitpunkt der Entlassung bestand bei keinem Patienten postoperativ eine Blasen- oder Mastdarmstörung.

Postoperative Rehabilitation

Der postoperative Aufenthalt der Patienten im Krankenhaus betrug im Durchschnitt 11,9 Tage und rangierte zwischen 7 und 37 Tagen. Im Anschluss an die Operation nahmen 53 (33,5%) der Patienten Analgetika ein. Davon gaben 31 (58,5%) an, diese täglich einzunehmen, 22 (41,5%) nahmen die Schmerzmedikation bei Bedarf ein (s. Abb. 4-9).

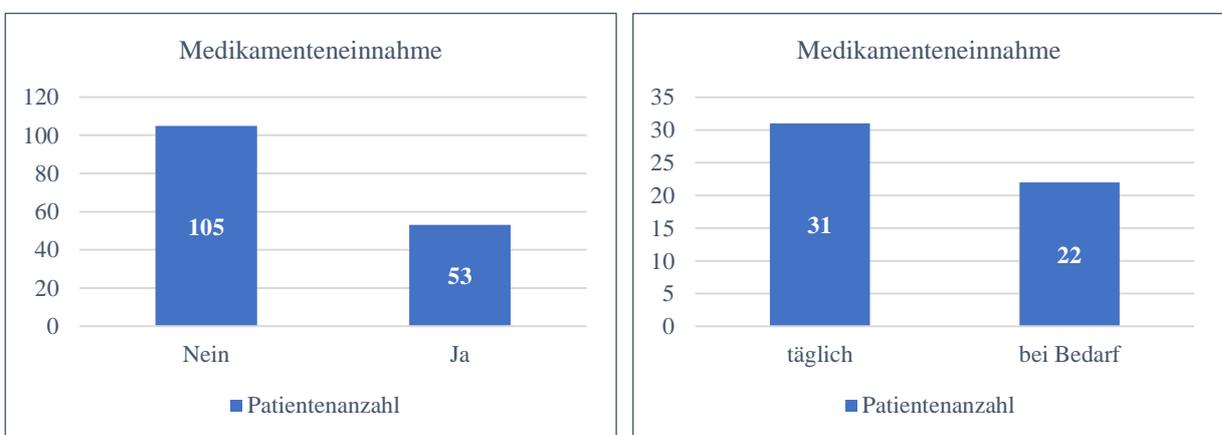


Abb. 4-9: links: Aufteilung der postoperativen Medikamenteneinnahme im Patientenkollektiv (n=158), rechts: Häufigkeit der Medikamenteneinnahme (n=53)

Dabei variierte die Dosis zwischen 5 mg und 2400 mg abhängig vom subjektiven Schmerzzustand und dem Wirkstoff des Medikaments. Eine Dosis von 2400 mg wurde beispielsweise in Tablettenform des Medikaments Ibuprofen (3 x 800 mg) eingenommen, 25 mg in Form einer Tablette Voltaren (Wirkstoff: Diclofenac), beides der WHO-Stufe I zugehörig. Das Opiat Tilidin entsprechend der WHO-Stufe II wurde in Tropfenform (5 mg entsprechen 2 Tropfen) eingenommen.

Die Einnahme der Medikamente erfolgte postoperativ im Durchschnitt für die Dauer von 6,9 Wochen. Fünf der Patienten gaben dabei an, die Medikamente aufgrund anhaltender Schmerzen dauerhaft einzunehmen. Im Gegensatz dazu war der Großteil der Patienten (66,5%) auf eine postoperative Medikamenteneinnahme nicht angewiesen.

Die Zeit der Rekonvaleszenz im Patientenkollektiv nach der Operation betrug im Durchschnitt 25,6 Wochen, während die Dauer der dokumentierten Arbeitsunfähigkeit bei 34 Wochen lag.

4.5 Nachuntersuchungszeitraum und Langzeitergebnisse

Postoperativer Wiedereintritt in das Berufsleben

In der Gruppe mit geringer körperlicher Tätigkeit konnten von 39 Probanden (24,7%) 38 (97,4%) in den bisherigen Job wieder eintreten, ein Proband (2,6%) unterzog sich einer Umschulung, kein Patient war erwerbsunfähig. Die Gruppe mit moderater physischer Arbeit inkludierte 50 Patienten (31,6%), von denen 1 Proband (2,0%) erwerbsunfähig war und einen Antrag auf Erwerbsunfähigkeitsrente stellte. Des Weiteren ließen sich 2 Patienten (4,0%) umschulen. Der Gruppe mit schwerer körperlicher Arbeit waren 69 Patienten (43,7%) zugehörig. Davon kehrten 55 (79,7%) wieder in ihren ursprünglichen Job zurück, 8 Probanden (11,6%) unterzogen sich einer Umschulung, um einen Job der leichten oder moderaten Berufsgruppe zu erlangen. Sechs Patienten (8,7%) beantragten wegen fehlender Erwerbsfähigkeit die Erwerbsunfähigkeitsrente.

Alles in allem kehrten 140 Patienten (88,6%) wieder in ihren ursprünglichen Job zurück. Insgesamt waren 7 Patienten (4,4%) von einer Erwerbsunfähigkeit betroffen und 11 Patienten (7,0%) von einer Umschulung. Von den 7 Patienten mit erwähnter Erwerbsunfähigkeit berichteten 6 von einer täglichen Medikamenteneinnahme.

Die nachfolgende Tab. 4-2 gibt einen Überblick über den Verlauf der verschiedenen Berufsgruppen unter Berücksichtigung des Geschlechts.

Tab. 4-2: Übersicht über die Berufsgruppen nach erfolgter Operation (n= Patientenzahl)

Berufsstatus vor Operation	Präoperativ	Postoperativer Verlauf	
	n (%)	n (%) Umschulung	n (%) Erwerbsunfähigkeit
Leichte Arbeit (z.B. Bürotätigkeit)	39 (24,7%)	1 (2,6%)	0 (0%)
Männlich	27 (69,2%)	1 (3,7%)	0 (0%)
Weiblich	12 (30,8%)	0 (0%)	0 (0%)
Moderate Arbeit (z.B. Verkäufer, Haushalt)	50 (31,6%)	2 (4,0%)	1 (2,0%)
Männlich	20 (40,0%)	2 (10,0%)	1 (5,0%)
Weiblich	30 (60,0%)	0 (0%)	0 (0%)
Schwere manuelle Arbeit (z.B. Agrarwirtschaft, Bauarbeiten)	69 (43,7%)	8 (11,6%)	6 (8,7%)
Männlich	56 (81,2%)	7 (12,5%)	4 (7,1%)
Weiblich	13 (18,8%)	1 (7,7%)	2 (15,4%)

Für einige Patienten bedeutete die Operation den Verzicht auf ursprüngliche Aktivitäten oder war verbunden mit Einschränkungen im Alltag. Die Anzahl derer, die postoperativ auf besonders stark die Wirbelsäule beanspruchende Sportarten verzichteten, wie Tennis spielen oder Ski fahren, betrug 22 (13,9%). Zwei Patienten fingen nach dem Eingriff mit Schwimmen an. Der überwiegende Teil übte Krankengymnastik zur Stärkung der Rückenmuskulatur aus.

Für 11 Patienten (7,0%) war die postoperative Zeit mit geringen Einschränkungen im Alltag verbunden, zum Beispiel bei einfachen Tätigkeiten im Haushalt. Hingegen waren 107 Patienten (67,7%) frei von jeglichen physischen Limitationen.

Die nachfolgende Tab. 4-3 zeigt die Verknüpfung der verschiedenen Berufsgruppen mit vorhandenen Restriktionen im Alltag oder bei sportlichen Aktivitäten.

Tab. 4-3: Übersicht über die Einschränkungen in den Berufsgruppen nach erfolgter Operation

Berufsstatus vor Operation	Präoperativ	Postoperativer Verlauf		
	n (%)	n (%) Keine physischen Einschränkungen	n (%) Keine Limitation im Alltag aber Einschränkung bei sportlicher Aktivität	n (%) Geringe Einschränkungen im Alltag
Leichte Arbeit (z.B. Bürotätigkeit)	39 (24,7%)	33 (84,6%)	3 (7,7%)	2 (5,1%)
Männlich	27 (69,2%)	21 (77,8%)	3 (11,1%)	2 (7,4%)
Weiblich	12 (30,8%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Moderate Arbeit (z.B. Verkäufer, Haushalt)	50 (31,6%)	42 (84,0%)	4 (8,0%)	1 (2,0%)
Männlich	20 (40,0%)	16 (80,0%)	1 (5,0%)	0 (0%)
Weiblich	30 (60,0%)	26 (86,7%)	3 (10,0%)	1 (3,3%)
Schwere manuelle Arbeit (z.B. Agrarwirtschaft, Bauarbeiten)	69 (43,7%)	32 (46,4%)	15 (21,7%)	8 (11,6%)
Männlich	56 (81,2%)	27 (48,2%)	13 (23,2%)	5 (9,0%)
Weiblich	13 (18,8%)	5 (38,4%)	2 (15,4%)	3 (23,1%)

Von Schlafstörungen waren postoperativ 14 Patienten (8,9%) betroffen, von leichten Depressionen 8 (5,1%).

Achtzig Patienten (50,6%) gaben an, nach erfolgter Operation im Durchschnitt über einen Zeitraum von 15,9 Jahre schmerzfrei gewesen zu sein. Bei 12 Probanden (7,6%) hatte sich keine Schmerzfreiheit eingestellt, 66 (41,8%) waren zum Zeitpunkt der Verlaufsuntersuchung immer noch frei von Schmerzen.

Allen Patienten wurde zur postoperativen Rehabilitation geraten, möglichst über einen Zeitraum von 6 Wochen, langes Sitzen zu vermeiden und nach Möglichkeit viele Tätigkeiten (u.a. Essen) im Stehen zu verrichten. Der Großteil der Patienten hatte sich streng an die Vorgaben gehalten und auch übermäßige Anstrengungen für den Rücken (z.B. Bücken, Tragen schwerer Gegenstände) vermieden.

4.5.1 Erfassung nachfolgender Operationen

Im Zusammenhang mit dem klinischen Langzeitverlauf über 32 Jahre wurde ebenfalls die Anzahl der Operationen der einzelnen Patienten an der Wirbelsäule anhand der zur Verfügung stehenden Arztbriefe und Dokumente ermittelt.

Insgesamt 111 Patienten (70,3%) wurden lediglich einmal operiert. Bei 47 Probanden (29,7%) waren zwei Operationen oder mehr notwendig. Die Zahl der wiederholten Prozeduren betrug insgesamt 69.

Von diesen 47 Patienten wurde die zweite Operation genauer evaluiert in Bezug auf Ursache, Zeitpunkt sowie eventuelles Vorliegen eines Rezidivs.

Vierzig Patienten (85,1%) wurden aufgrund degenerativer Erkrankungen operativ revidiert. Dreiunddreißig der Probanden (70,2%) wurden erneut aufgrund eines Bandscheibenvorfalles operiert. Bei drei weiteren Patienten (6,4%) wurde eine Kombination aus Bandscheibenvorfall und Verengung des Spinalkanals diagnostiziert. Insgesamt waren von einem erneuten Diskusprolaps 36 Personen (76,6%) betroffen. Im Zusammenhang mit der ersten Operation stehend, wurden 6 Patienten (12,8%) erneut operativ revidiert. Von ihnen musste bei einem Patienten (2,1%) aufgrund einer anschließenden Spondylodiszitis ein epidurales Empyem operativ ausgeräumt werden. Ein Patient erlitt ein Trauma mit einer Kompressionsfraktur und musste folglich einer mikrochirurgischen Dekompression unterzogen werden. Die Zweitoperationen im Patientenkollektiv fanden im Zeitraum zwischen 1974 und 2012 statt. Diese erfolgten im Mittel 7,5 Jahre nach der ersten Operation. Dabei rangierte der Abstand zwischen null und 27 Jahren. Die Revisionsoperation erfolgte bei etwa einem Drittel der Probanden innerhalb des ersten Jahres nach initialer mikrochirurgischer Diskektomie. Bei dieser Operation waren 37 Probanden (78,7%) männlich und 10 (21,3%) weiblich.

Die nachfolgende Tab. 4-4 gibt einen detaillierten Überblick über die Zweitoperation an der Wirbelsäule.

Tab. 4-4: Übersicht über Art und Revision der zweiten Operation an der Wirbelsäule

Ursache der zweiten Operation	Anzahl der Patienten	Diagnose bei zweiter Operation	Angewandte Technik	Zeitlicher Abstand nach initialer Operation
Degenerativ	36	Lumbaler Bandscheibenvorfall	Mikrochirurgische Diskektomie	0-27 Jahre
Degenerativ	3	Lumbale Spinalkanalstenose	Mikrochirurgische Dekompression	20-26 Jahre
	1	Facettendenerivation	Facetteninfiltration	1 Jahr
In Bezug zu erster Operation stehend	3	Epidurale Fibrose	Wurzeladhäsiolyse	1-12 Monate
	1	Synoviale Zyste	Mikrochirurgische Resektion	1-6 Monate
	1	Wundinfektion	Wundrevision	< 1 Monat
	1	Epidurales Empyem	Ausräumung des Empyems	< 1 Monat
Trauma	1	Kompressionsfraktur	Mikrochirurgische Dekompression	1 Jahr

Zusätzlich wurde differenziert, auf welcher Höhe der wiederholte Bandscheibenvorfall lokalisiert war. Bei 36 Probanden (22,8%) wurde ein erneuter lumbaler Diskusprolaps diagnostiziert, wobei 16 Patienten (10,1%) einen Vorfall auf gleicher Höhe erlitten. Bei 20 Patienten (12,7%) wurde ein Prolaps auf einer anderen Höhe diagnostiziert.

Alles umfassend wurde bei 11 Probanden (7,0%) im Rahmen der zweiten Operation ein Rezidiv auf der gleichen Höhe sowie der gleichen Seite diagnostiziert, fünf Patienten (3,2%) erlitten ein Rezidiv mit kontralateraler Lage.

Bei 13 von den 47 Probanden (27,7%) wurden weitere Eingriffe durchgeführt. Die Zahl der Eingriffe variierte zwischen 3 bis 5 Operationen. Von den 13 Probanden, die ein drittes Mal operiert werden mussten, wurden zehn Patienten an einem Bandscheibenvorfall operiert, zwei Patienten an einer lumbalen Spinalkanalstenose und ein Patient erlitt eine Kompressionsfraktur nach einem Trauma. Weitere sechs der 13 Probanden (12,8%) mussten sich einer vierten chirurgischen Intervention unterziehen und drei von ihnen (6,4%) sogar einer fünften Operation. Alle Eingriffe inkludiert, wurde im Patientenkollektiv bei insgesamt 13 Probanden (8,2%) ein Rezidiv auf der gleichen Höhe sowie der gleichen Seite diagnostiziert und bei acht Patienten (5,1%) ein Rezidiv mit kontralateraler Lokalisation.

Eine Fusion (Spondylodese) wurde bei 2 (4,3%) von 47 Probanden durchgeführt.

Die nachfolgende Tab. 4-5 gibt einen Überblick über die wiederholten Eingriffe an der Wirbelsäule.

Tab. 4-5: Übersicht über die Patienten mit wiederholten Prozeduren an der Wirbelsäule

Ursache der dritten Operation	Anzahl der Patienten	Diagnose bei dritter Operation	Angewandte Technik	Zeitlicher Abstand nach zweiter Operation
Degenerativ	10	Lumbaler Bandscheibenvorfall	Mikrochirurgische Diskektomie	1-21 Jahre
Degenerativ	2	Lumbale Spinalkanalstenose	Mikrochirurgische Dekompression	21-28 Jahre
Trauma	1	Kompressionsfraktur	Perkutane Vertebroplastie	21 Jahre
Ursache der vierten Operation	Anzahl der Patienten	Diagnose bei vierter Operation	Angewandte Technik	Zeitlicher Abstand nach dritter Operation
Degenerativ	1	Lumbaler Bandscheibenvorfall	Mikrochirurgische Diskektomie	23 Jahre
Degenerativ	4	Lumbale Spinalkanalstenose	3x Mikrochirurgische Dekompression und 1x TLIF	27-33 Jahre
	1	Facettendeneration	Facetteninfiltration	30 Jahre
Ursache der fünften Operation	Anzahl der Patienten	Diagnose bei fünfter Operation	Angewandte Technik	Zeitlicher Abstand nach vierter Operation
Degenerativ	1	Lumbaler Bandscheibenvorfall	Mikrochirurgische Diskektomie	4 Jahre
Degenerativ	1	Lumbale Spinalkanalstenose	Mikrochirurgische Dekompression	3 Monate
	1	Facettendeneration	Facetteninfiltration	2 Monate

Die Reoperationsrate innerhalb des ersten Jahres lag bei 9,5%, die Reoperationsrate nach 10 Jahren bei 22,2%. Nach 20 Jahren betrug diese 25,3% und nach über 30 Jahren 29,7%.

4.5.2 Ergebnisse der Scores

Ein wichtiger Aspekt zur Beurteilung des Langzeiterfolgs der mikrochirurgischen Operation ist die subjektive Zufriedenheit der Patienten, welche anhand des „Patient Satisfaction Item“ (PSI) erhoben wurde. In diesen auf Schulnoten basierenden Score fließen jegliche Umstände der Operation ein (s. Kapitel 3.1.3). Die nachfolgende Abb. 4-10 zeigt eine Übersicht der Zufriedenheit im Patientenkollektiv.

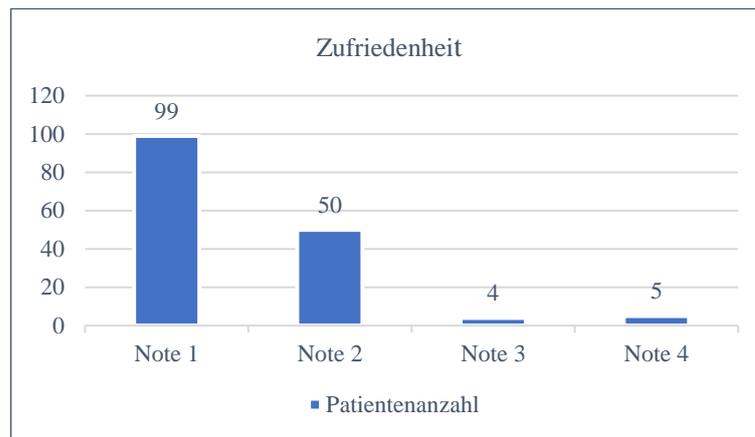


Abb. 4-10: Überblick über die Zufriedenheitsverteilung der Erstoperation im Patientenkollektiv (n=158)

Mit dem Resultat der Operation waren 99 der Probanden (62,7%) „sehr zufrieden“ und 50 (31,6%) „gut zufrieden“. „Befriedigend“ war das Ergebnis für 4 Patienten (2,5%), während sich hingegen 5 (3,2%) „unzufrieden“ mit dem klinischen Ergebnis zeigten.

Die Frage, ob sie sich im Falle eines erneuten Bandscheibenvorfalls mit ebensolchen vergleichbaren Beschwerden wie beim ersten, wieder operieren lassen würden, beantworteten alle Probanden mit ja. Begründet wurde dies mit der Hoffnung auf eine möglichst schnelle Schmerzreduktion durch die chirurgische Intervention.

Ein weiterer angewendeter Score ist der EQ-5D. Dieser aus 5 Dimensionen bestehende standardisierte Gesundheitsfragebogen zur Lebensqualität beinhaltet Fragen bezüglich Beweglichkeit/ Mobilität, Für sich selbst Sorgen, Allgemeine Tätigkeiten, Schmerzen/ Körperliche Beschwerden sowie Angst/ Niedergeschlagenheit. Der Mittelwert des Scores lag bei 5,8 von maximal 15 erreichbaren Punkten. Die nachfolgende Tab. 4-6 zeigt die Ergebnisse der verschiedenen Dimensionen.

Tab. 4-6: Übersichtsverteilung der einzelnen Dimensionen des EQ-5D Scores im Patientenkollektiv (n=158)

Dimension		Level	Aussage zum Gesundheitszustand	Ergebnisse
1	Beweglichkeit/ Mobilität	1	Ich habe keine Probleme herumzugehen	74,7%
		2	Ich habe einige Probleme herumzugehen	25,3%
		3	Ich bin ans Bett gebunden	0,0%
2	Für sich selbst Sorgen	1	Ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen	96,8%
		2	Ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen	3,2%
		3	Ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder anzuziehen	0,0%
3	Allgemeine Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familien- oder Freizeitaktivitäten)	1	Ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen	91,1%
		2	Ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen	8,9%
		3	Ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen	0,0%
4	Schmerzen/ Körperliche Beschwerden	1	Ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden	69,6%
		2	Ich habe mäßige Schmerzen oder Beschwerden	28,5%
		3	Ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden	1,9%
5	Angst/ Niedergeschlagenheit	1	Ich bin nicht ängstlich oder deprimiert	98,7%
		2	Ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert	1,3%
		3	Ich bin äußerst ängstlich oder deprimiert	0,0%

Der überwiegende Teil der Patienten zeigte sich aktuell zufrieden mit seiner Lebensqualität und fühlte sich nicht erheblich eingeschränkt in seinem Lebensumfeld. Fünf Patienten (3,2%) hatten die Punktzahl von 10 erreicht und 3 (1,9%) hatten in einer Dimension (D 4: Schmerzen/ Körperliche Beschwerden) die Punktzahl 3 (Ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden) angegeben.

Die Summe der postoperativen Jahre ohne Einschränkungen im Alltag betrug im Patientenkollektiv 3832. Die Anzahl der postoperativen Jahre mit Limitationen und damit verbundener Erwerbsunfähigkeit lag bei 195. Daraus resultiert ein Verhältnis von etwa 20:1.

Für die gegenwärtige Beurteilung der Symptomatik der Patienten und zur Evaluierung des klinischen Erfolgs kam der MacNab-Score zum Einsatz.

Die nachfolgende Abb. 4-11 stellt in einem Diagramm die Auswertung des MacNab-Scores dar.

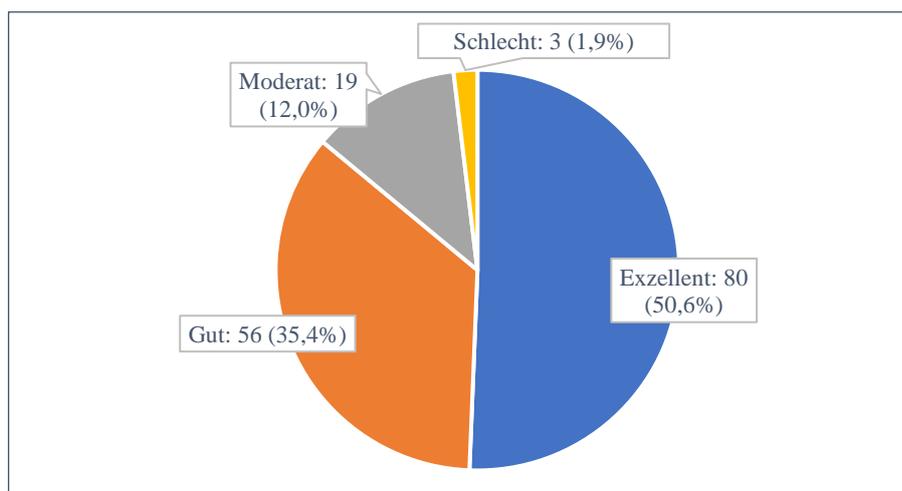


Abb. 4-11: Auswertung des MacNab-Scores im Patientenkollektiv (n=158)

Etwa die Hälfte der Probanden (50,6%) gab eine Regredienz der Symptome oder eine vollständige Rekonvaleszenz an. Bei weiteren 56 Patienten (35,4%) fand sich lediglich eine minimale Persistenz der präoperativen Symptome. Das Ergebnis kann analog der MacNab-Klassifikation als „gut“ eingestuft werden. Insgesamt beträgt die Zahl derer mit „exzellentem“ und „gutem“ Ergebnis 136 (86,1%). Neunzehn Probanden (12,0%) gaben an, dass sich nach über 30 Jahren einige Symptome verbessert haben, andere noch unverändert geblieben sind. Bei 3 Patienten (1,9%) zeigte sich eine nur ungenügende oder keine Besserung.

In Tab. 4-7 ist das Resultat des ODI-Scores im Patientenkollektiv zusammengefasst. Der Oswestry Disability Index (ODI) weist mit einem Mittelwert von 9% darauf hin, dass im Patientenkollektiv keine signifikanten körperlichen Einschränkungen vorliegen. Der angegebene Einschränkungsgrad rangierte zwischen 0 bis maximal 58% (= mäßige Beeinträchtigung).

Tab. 4-7: Überblick über das Ergebnis des ODI im Patientenkollektiv

Einschränkungsgrad (%)	Punktzahl	Patientenanzahl (%)
Keine Einschränkung (0-20)	0-4	131 (82,9)
Minimale Einschränkung (21-40)	5-14	18 (11,4)
Mäßige Einschränkung (41-60)	15-24	9 (5,7)
Schwere Einschränkung (61-80)	25-34	0
Komplette Einschränkung (81-100)	35-50	0

Der Mittelwert des Einschränkungsgrades in Bezug auf das Alter der betroffenen Patienten lag bei Probanden zwischen 50 und 60 Jahren bei 14% (Bandbreite: 0%-58%). Für Patienten zwischen 61 und 70 Jahren lag dieser bei 7% (Bandbreite: 0%-40%).

In der Altersgruppe von 71 bis 80 Jahren lag der Mittelwert bei 8% und rangierte zwischen 0% und 58%. Bei Patienten über 80 Jahren lag dieser bei 18% und rangierte ebenfalls zwischen 0% und 58%.

Der HADS-Score zeigt mit einem Mittelwert von 0,8 bei 45 erreichbaren Punkten im Patientenkollektiv ein unauffälliges Ergebnis. Insgesamt 156 Patienten (98,7%) erreichten einen HADS-Score zwischen 0 und 7 Punkten als Index für einen ausgeglichenen Gemütszustand, zwei Patienten (1,3%) erreichten eine Punktzahl von 8.

4.5.3 Aktuelle Schmerzsituation und -medikation

Im Patientenkollektiv gaben 60 Probanden (38,0%) an, derzeit unter Rücken- und/ oder Beinschmerzen zu leiden, während 98 (62,0%) frei von jeglichen Schmerzen waren (s. Abb. 4-12).

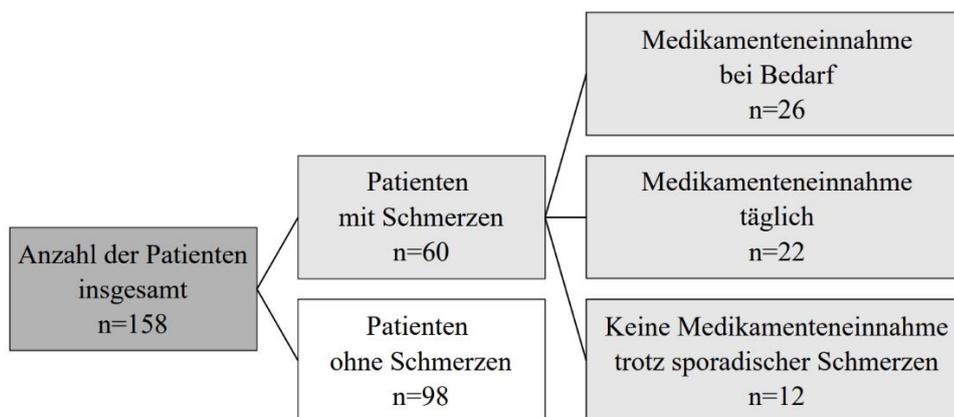


Abb. 4-12: Übersicht über die Medikamenteneinnahme im Patientenkollektiv (n= Anzahl der Patienten)

Von den 60 Patienten mit Schmerzen litten 32 (53,3%) unter isolierten Kreuzschmerzen und jeweils 14 (23,3%) unter radikulärer Schmerzausstrahlung sowie einer Kombination aus beidem. Vierzehn der Patienten mit Schmerzen (23,3%) gaben an, dass diese lediglich sporadisch oder intermittierend in bestimmten Situationen wie zum Beispiel bei körperlicher Belastung oder Aktivität auftreten.

Insgesamt 9 Patienten (15,0%) gaben bei der Verlaufsuntersuchung an, bis heute unter anhaltenden Rücken- und/ oder Beinschmerzen zu leiden (s. Abb. 4-13).

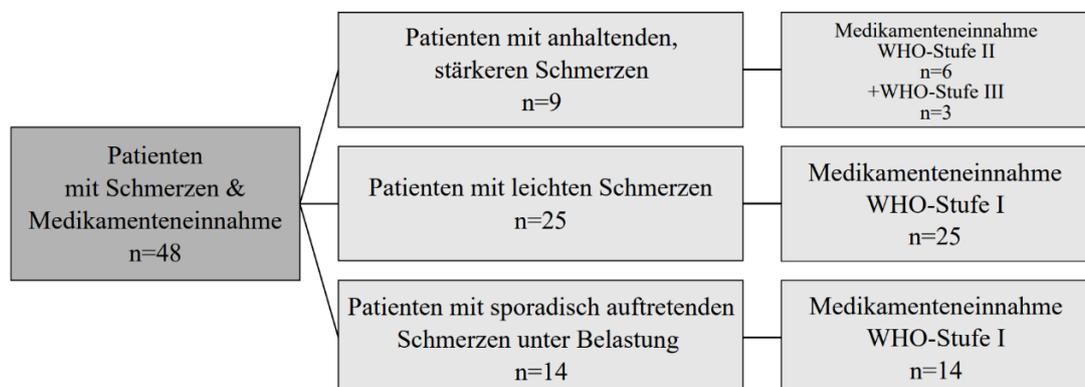


Abb. 4-13: Verknüpfung der Schmerzen mit der Medikamenteneinnahme (n= Anzahl der Patienten)

Auf eine Schmerzmedikation waren 110 Probanden (69,6%) nicht angewiesen. Im Gegensatz dazu griffen 48 Patienten (30,4%) auf Analgetika zurück. Dabei gaben 26 (16,5%) an, die Schmerzmedikamente bei Bedarf einzunehmen, 22 (13,9%) dieser Patienten waren auf eine tägliche Medikation angewiesen, um die Rücken- oder Beinschmerzen adäquat zu therapieren. Zwölf (7,6%) verzichteten auf eine Medikamenteneinnahme trotz der Angabe von Schmerzen. Die analgetisch wirksamen Medikamente der WHO-Stufe 1 wurden von 39 Patienten (24,7%) genannt, gefolgt von dem niederpotenten Opioid Tilidin der WHO-Stufe 2, das von 6 (3,9%) Patienten genannt wurde. Drei Patienten (1,9%) gaben an, auf stärkere Opioide der WHO-Stufe 3 angewiesen zu sein (s. Abb. 4-13 sowie Abb. 4-14). Davon verwendete ein Patient ein Fentanylpflaster, die anderen beiden nahmen eine geringe Dosis an Morphin (4 mg) zur Schmerzlinderung ein.

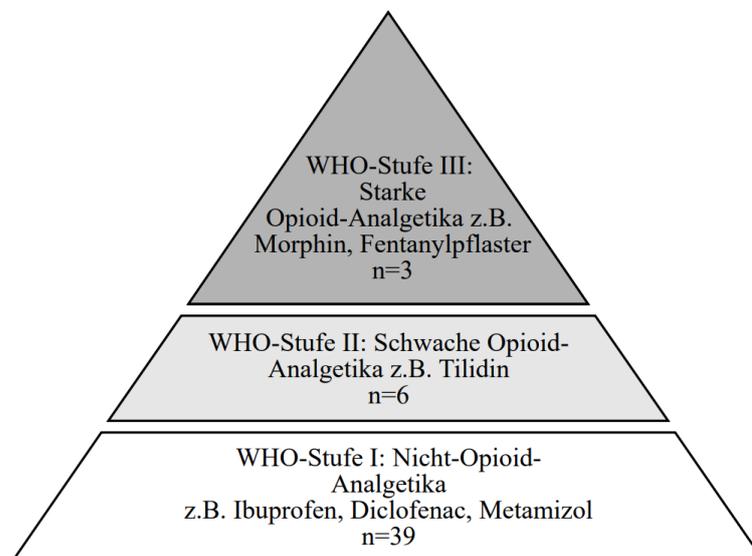


Abb. 4-14: Häufigkeitsverteilung der Medikamenteneinnahme entsprechend den WHO-Stufen

4.5.4 Klinische Untersuchung

Im Nachfolgenden werden die Ergebnisse der klinisch-neurologischen Untersuchung der Patienten dargestellt.

Schmerzfrei waren 70,2% der Patienten, 29,8% gaben an, unter Schmerzen zu leiden. Die Art variierte von lokal im Bereich der Lendenwirbelsäule auftretenden Schmerzen bis hin zu additiven radikulären Ausstrahlungen oder isolierten radikulären Schmerzen.

Einen Überblick über die Schmerzlokalisation im Patientenkollektiv gibt die Abb. 4-15.

Lokale Schmerzen im LWS-Bereich waren bei den genannten 29,8% der Patienten mit 50,0% die häufigste Ursache. Über eine Hypalgesie, eine verminderte Schmerzempfindlichkeit im Bereich der Dermatome der Wurzeln L4/L5 und L5/S1, berichteten 5,9% der Probanden. Bei 26,5% der Patienten bestanden lokale Rückenschmerzen mit radikulärer Ausstrahlung in die Beine. Von alleinigen radikulären Schmerzen waren 17,6% betroffen.

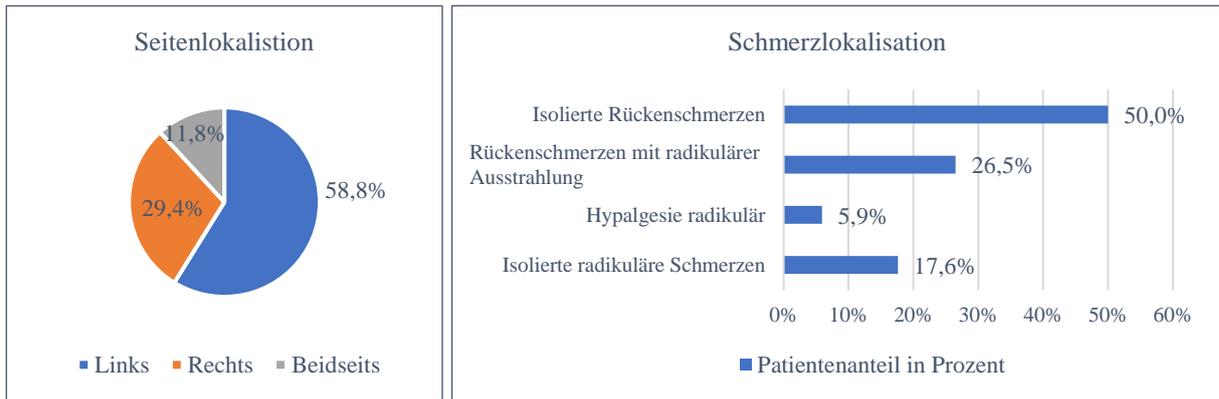


Abb. 4-15: links: Betroffene Seite der radikulären Beschwerden, rechts: Lokalisation der Schmerzen

Ein motorisches Defizit bestand noch bei 24,6% der Probanden im Gegensatz zu 95 Probanden (60,1%) mit präoperativ vorhandener Parese. Darüber hinaus waren 75,4% der Patienten völlig frei von jeglichen Paresen und verfügten allseits über einen Kraftgrad 5/5 (s. Abb. 4-16 rechts).

Bei der Darstellung des nachfolgenden Diagramms (s. Abb. 4-16 links) wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die Seitendifferenz verzichtet und der Schwerpunkt auf die einzelnen Paresen gerichtet. Hierbei waren Mehrfachnennungen möglich. Die Hälfte der Patienten mit motorischem Defizit litt unter mehr als einem, der andere Teil war nur von einer einzigen Parese betroffen. Mit 24 Nennungen war die Fußheberparese die am meisten diagnostizierte Lähmungserscheinung.

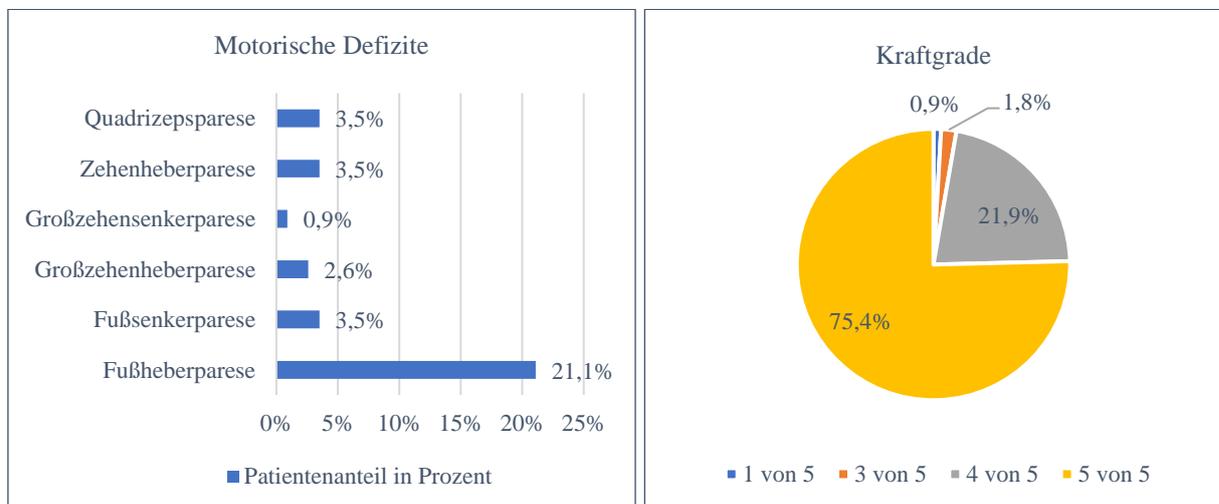


Abb. 4-16: links: Übersicht über motorische Defizite im Patientenkollektiv, rechts: Einteilung der Muskel-Kraftgrade

Wie in Abb. 4-16 rechts dargestellt, war es 21,9% der Probanden möglich, die untere Extremität gegen einen geringen Widerstand zu bewegen (KG 4/5). Insgesamt 1,8% der Probanden waren imstande, eine Muskelbewegung entgegen der Schwerkraft zu erzeugen (KG 3/5), lediglich 0,9% der Patienten war es aufgrund einer Lähmung nicht möglich, die betroffene Extremität zu bewegen. Bei letzterer handelte es sich um eine Großzehenheber- und Großzehensenkerparese, welche die betroffene Person durch das

Tragen einer Orthese im alltäglichen Leben wenig beeinträchtigte. Insgesamt waren die motorischen Defizite für die betroffenen Probanden nicht limitierend im Alltag.

Darüber hinaus wurde die Muskulatur der Probanden hinsichtlich Auffälligkeiten geprüft. Lediglich bei 2,6% der Probanden ergab sich ein Befund. Bei 1,8% der Patienten fand sich eine Atrophie des linken Unterschenkels, bei 0,9% der Probanden fiel eine Atrophie der rechten Wade auf. Diese Umfangsdifferenz war mit bloßem Auge erkennbar.

Die Hälfte der Patienten wies in der Verlaufsuntersuchung eine Sensibilitätsstörung auf im Gegensatz zu 122 Probanden (77,2%) mit präoperativ vorhandenem sensiblen Defizit. Dabei waren 47,3% von einer Hypästhesie betroffen. Nur 0,9% der Probanden wiesen eine Parästhesie auf, welche in beiden Beinen und insbesondere nachts auftrat. Von beidem waren 1,8% betroffen.

In der nachfolgenden Abb. 4-17 sind die Wurzeln aufgeführt sowie die Seitenlokalisation der Hypästhesie. Es sind Mehrfachnennungen möglich. Am häufigsten mit 33,3% zeigte sich die L5 Wurzel mit einem Sensibilitätsausfall im Bereich der Außenseite des Unterschenkels, des Fußrückens und/ oder der Großzehe – auch isolierte Ausfälle möglich – betroffen.

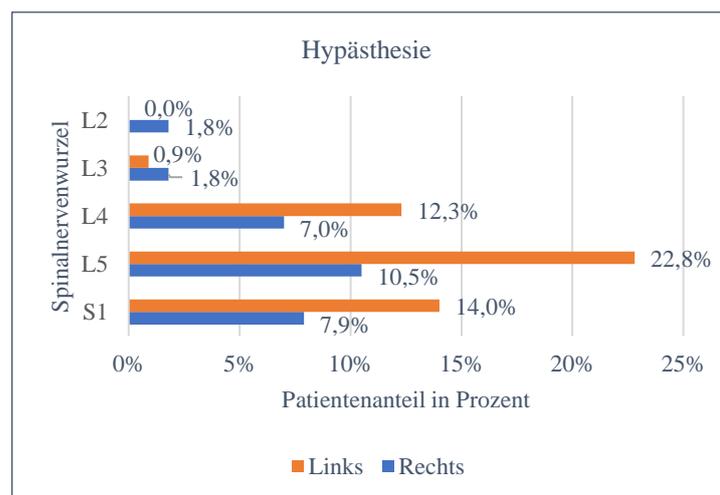


Abb. 4-17: Überblick über die Seitenlokalisation des sensiblen Defizits der betroffenen Wurzel

Die Überprüfung der Muskeleigenreflexe inkludierte den Patellarsehnen-, Tibialis posterior- und Achillessehnenreflex. Insgesamt besaßen 68,4% der Patienten normal auslösbare Reflexe, 31,6% der Probanden wiesen abweichende Ergebnisse auf. Bei 0,9% der Patienten konnte ein kompletter Ausfall der Reflexe der linken Seite nachgewiesen werden, 1,8% waren von einem Ausfall der Muskeleigenreflexe auf der rechten Seite betroffen. Eine Verminderung des jeweiligen Reflexes war am häufigsten zu beobachten (29,8%).

In den nachfolgenden Diagrammen (s. Abb. 4-18) werden die Pathologien des Patellar- sowie des Achillessehnenreflexes der jeweiligen betroffenen Seite zugeordnet.

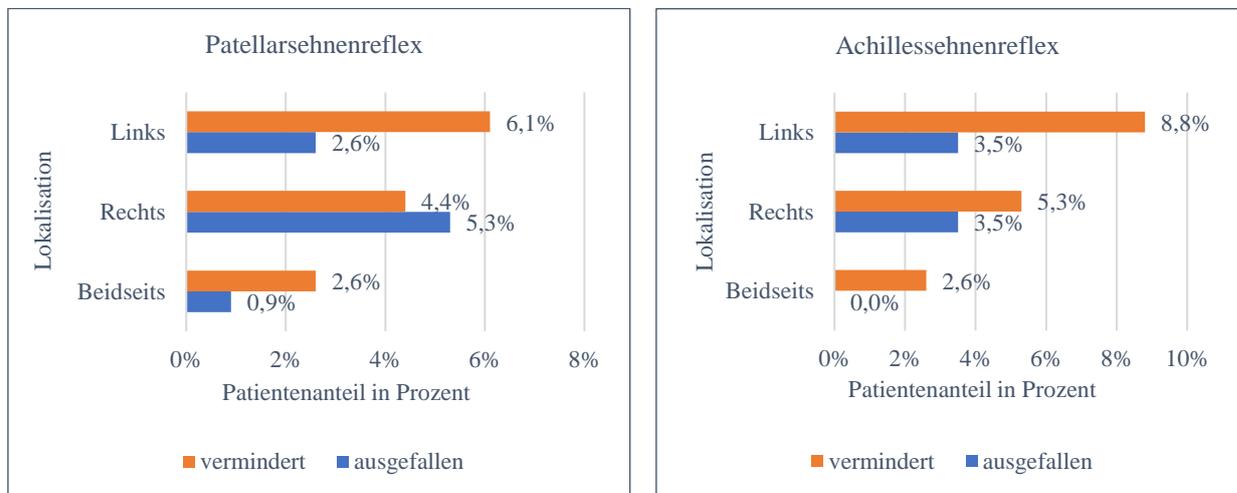


Abb. 4-18: links: Pathologien des PSR, rechts: Pathologien des ASR

Bei dem überwiegenden Teil im Patientenkollektiv (78,0%) war das Lasègue-Zeichen negativ, positiv war es bei 22,0% im Rahmen eines Nervendehnungsschmerzes. Bei allen teilnehmenden Probanden war zum Zeitpunkt der Untersuchung das Trendelenburg-Zeichen negativ.

Der Zehenspitzenengang war für 11,4% nicht möglich, teils schmerzbedingt, teils auch nur einseitig. Der Hackengang war bei 86,8% ohne auffälligen Befund, nur 7,0% waren unsicher und 6,2% nicht in der Lage, diese Untersuchung auszuführen. Darüber hinaus wurden die Patienten hinsichtlich ihres Gangbildes beurteilt und der Blindgang, Seiltänzerengang sowie der Seiltänzerblindgang untersucht. Zudem wurde das monopedale Stehen, das Stehen auf einem Bein, beurteilt. Diese Untersuchungen waren bei dem Großteil unauffällig, bei 85,1% zeigte das Gangbild keinen auffälligen Befund, bei 14,9% konnte ein unsicheres Gangbild beobachtet werden mit teils kleinschrittiger Gangart. Einige Untersuchungen mussten aufgrund von Unsicherheit/ Stolperisiko vorzeitig abgebrochen werden, insbesondere der Blind- sowie Seiltänzerblindgang. Das Stehen auf einem Bein bewältigten alle Patienten außer einem. Dieser Patient konnte sich ohne Rollator nicht mobilisieren und konnte diesen vier Untersuchungen nicht nachkommen. Zudem wurden die OP-Narben der Patienten inspiziert. Die Länge rangierte zwischen minimal 3 und maximal 10 cm und darüber hinaus waren alle Narben reizlos. Nachfolgend wurde der Finger-Boden-Abstand eruiert. Eine nur geringe Inklination aufgrund von Schmerzen war bei 1,8% der Probanden möglich, keine Beugung schmerzbedingt bei 0,9% der Patienten. Ein Patient besaß einen Rollator und wurde von dieser Untersuchung exkludiert. Zuletzt wurde die Wirbelsäule von kranial nach kaudal abgeklopft, um eine Druck- oder Klopfschmerzhaftigkeit zu eruieren. Dabei gaben 11,4% der Probanden Schmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule an, 0,9% im Brustwirbelbereich. Ein Patient war sowohl im Bereich der Hals- als auch der Brustwirbelsäule empfindlich, er litt bekannterweise an Morbus Bechterew. Der Großteil (86,8%) war frei von Beschwerden.

5 Diskussion

Das Langzeitresultat nach initial erfolgter mikrochirurgischer lumbaler partieller Diskektomie über ein interlaminares Fenster ist anhand der Ergebnisse auch nach über 30 Jahren zufriedenstellend bezüglich des klinischen Erfolgs, der Lebensqualität und der notwendigen Anzahl erneuter Operationen. Im Nachfolgenden wird dieses Ergebnis genauer erörtert und mit anderen Studien verglichen.

Von insgesamt 158 Probanden in dieser Studie sind 34,8% dem weiblichen und 65,2% dem männlichen Geschlecht zugehörig. Diese Häufigkeitsverteilung entspricht der Auffassung in der Literatur, die besagt, dass Männer generell öfter an dem Krankheitsbild des Bandscheibenvorfalles leiden und vermehrt operiert werden [21, 27]. Die durch Mariconda M. durchgeführte Langzeitstudie zeigt mit einem Frauenanteil von 41,3% sowie einem Männeranteil von 58,7% eine ähnliche Verteilung auf und bekräftigt somit diese Aussage [114].

In Bezug auf die Lokalisation des Bandscheibenvorfalles wurden die teilnehmenden Probanden dieser Studie mit 60,8% am häufigsten an einem mediolateral gelegenen Bandscheibenvorfall bei initialem Eingriff operiert. Die Arbeit von Ebeling U. kommt mit 64% zu einem vergleichbaren Ergebnis [20]. Zudem befanden sich die am häufigsten betroffenen Segmente in dieser Arbeit auf Höhe L5/S1, gefolgt von L4/L5. Mit knapp 90% entspricht dies der Darstellung in der Literatur. Hier sind die beiden unteren Segmente der lumbalen Wirbelsäule mit über 90% am häufigsten von einem Bandscheibenvorfall betroffen [6, 25].

Nach initial erfolgter Operation ist das postoperative klinische Ergebnis dieser Studie anhand des MacNab-Scores überwiegend als gut zu bewerten. Insgesamt beträgt die Zahl derer mit „exzellentem“ bis „gutem“ Ergebnis 88,6%. Die Operation kann infolgedessen als klinischer Erfolg gewertet werden. In der Studie von Findlay GF., im Rahmen derer anhand eines 10-jährigen Nachuntersuchungszeitraums der klinische Erfolg nach initial erfolgter lumbaler mikrochirurgischer Diskektomie untersucht wurde, fand ebenfalls postoperativ die Erhebung des MacNab-Scores statt. Dieser beträgt 91% und dokumentiert ein vergleichbar gutes Ergebnis in Bezug auf den klinischen Erfolg unmittelbar nach erfolgter Erstoperation [115].

Es war 140 Patienten (88,6%) möglich, wieder in ihren ursprünglichen Beruf zurückzukehren und 95,6% der Probanden waren imstande wieder zu arbeiten. Eine Umschulung mussten 7,0% in Anspruch nehmen, erwerbsunfähig waren lediglich 4,4%. Der Studie von Salenius P. zufolge war es nur 63% möglich, wieder in den vorherigen Beruf zurückzukehren [116]. Marquardt G. berichtet in seiner Veröffentlichung aus dem Jahr 2012 mit einem Nachuntersuchungszeitraum von 12,2 Jahren, dass 72,2% wieder in der Lage waren, ihrer ursprünglich erlernten Beschäftigung nachzugehen. In diesem Fall waren 7,2% von einer Umschulung mit nachfolgendem Jobwechsel und 16,7% von einer Erwerbsunfähigkeit betroffen [86]. Im Vergleich mit den Ergebnissen aus der vorliegenden Arbeit ist die Zahl der Probanden, die

wieder in den Job zurückkehren, gering. Eine mögliche Ursache dafür kann die Operationstechnik sein, da die Patienten – zugehörig zu der Studie von Marquardt G. – in extraforaminaler Technik operiert wurden und die Probanden – zugehörig zu der Studie von Salenius P. – offen makrochirurgisch, was mit einem vergleichsweise größeren Trauma assoziiert ist. In beiden Studien ist beschrieben, dass eine Facettektomie, eine operative Abtragung des Wirbelgelenkfortsatzes, selten notwendig war. In der Studie von Salenius P. jedoch fand die Exploration durch eine regelmäßige partielle Abtragung von laminaem Knochen oberhalb und zum Teil auch unterhalb der ausgewählten Höhe statt. Hieraus lässt sich auch ein möglicher Einfluss herleiten.

Die Publikation von Loupasis GA. verknüpft ein schlechtes Langzeitergebnis mit dem Beruf. Demzufolge ist das Ausüben schwerer körperlicher Tätigkeit, insbesondere landwirtschaftliche Arbeit, als negativer Prädiktor für ein mangelhaftes klinisches Langzeitergebnis zu werten [117]. Aus der hier vorliegenden Studie lässt sich ein ähnliches Ergebnis ableiten. Es waren 43,7% der Probanden der Gruppe mit schwerer körperlicher Tätigkeit zuzuordnen. Letztere beinhaltet ebenfalls die Landwirtschaft und Handwerksberufe. Davon waren 8,7% erwerbsunfähig, und 11,6% mussten sich einer Umschulung unterziehen. In dieser Gruppe traten Limitationen im Alltag am häufigsten auf (11,6%) sowie Einschränkungen bei sportlicher Aktivität (21,7%). Ein Beruf mit schwerer körperlicher Tätigkeit deutet auf Einschränkungen hinsichtlich eines guten klinischen Langzeitergebnisses hin.

Die Reoperationsrate in dieser Studie beträgt für den über 30-jährigen Untersuchungszeitraum fast 30%. In Anbetracht des langen Nachuntersuchungszeitraumes von 32 Jahren ist die höhere Reoperationsrate erklärlich, da kumulativ mehr Reoperationen erfasst werden konnten. Verglichen mit anderen Publikationen liegt die Zahl über dem Durchschnitt. Beispielsweise liegt in der Langzeitstudie von Mariconda M. die Reoperationsrate nach durchschnittlich 25 Jahren bei 10,4% [114]. Die Reoperationsrate dieser Studie liegt nach 20 Jahren schon bei 25,3%. In der Veröffentlichung von Mariconda M. wird die durchgeführte Technik als offene, standardisierte Diskektomie beschrieben. Einerseits kann die Reoperationsrate der zuletzt erwähnten Studie nicht mit dieser verglichen werden, da die zugrundeliegende Technik eine andere ist, andererseits ist die Reoperationsrate nicht näher definiert und erschwert einen Vergleich. So wird keine Differenzierung zwischen den Arten der zweiten Operation gemacht (z.B. Rezidiv-Operation, erneuter lumbaler Bandscheibenvorfall auf anderer Höhe oder generell Operation an der Wirbelsäule) [114].

Im Gegensatz dazu erfolgt in der vorliegenden Arbeit eine genaue Differenzierung der Art der Revisionsoperation. Darüber hinaus wurden alle an der Wirbelsäule durchgeführten Operationen berücksichtigt. In der Veröffentlichung von Loupasis GA. mit einem Nachuntersuchungszeitraum von 12,2 Jahren nach initialer konventionell offener Diskektomie liegt die Reoperationsrate bei 7,3%. Hierbei werden Operationen im Bereich der lumbalen Wirbelsäule beschrieben [117]. Weiteren Publikationen zufolge – mit einem Studienintervall von über 10 Jahren – variiert die Reoperationsrate zwischen 0% und 14,8% [96, 115, 118]. In der Studie von Padua R., in der eine standardisierte offene Operation durchgeführt wurde, liegt die Reoperationsrate nach 10-15 Jahren bei 0%. Diese Zahl bezieht sich auf Reoperationen

auf der gleichen Höhe [96]. Demzufolge lässt sich, bei ebenfalls abweichender Technik und aufgrund anderer Einschlusskriterien der Reoperationsrate, kein Vergleich ziehen. Der Veröffentlichung von Findlay G. zufolge liegt die Reoperationsrate nach 10 Jahren bei 6,3%. Hierbei wurde in mikrochirurgischer Technik operiert, und es sind Rezidive sowie erneute lumbale Bandscheibenvorfälle auf anderer Höhe berücksichtigt worden [115]. Daraus ergibt sich, dass die Zahl in dieser vorliegenden Studie aufgrund des längeren Nachuntersuchungszeitraumes und der erweiterten Definition der Reoperationen höher ist. Die Publikation von Yorimitsu E. beschreibt eine Reoperationsrate von 12,5% nach 10 Jahren [118]. Hierbei werden Rezidive sowie lumbale Bandscheibenvorfälle erfasst. In der Studie von Weinstein JN. beträgt die Reoperationsrate 6% nach einem Jahr, 8% nach 2 Jahren, 9% nach 3 Jahren sowie 10% nach 4 Jahren. Über die Hälfte dieser Reoperationen wurden durch Rezidive (beschrieben auf gleicher Höhe) ausgelöst. Es lässt sich eine Rezidivrate von 6,1% nach 4 Jahren bestimmen [78]. Die Art der übrigen Reoperationen wird nicht im Detail beschrieben. In der zuletzt erwähnten Studie ist die Tendenz zu erkennen, dass mit zunehmendem zeitlichen Abstand zur ersten Operation die Reoperationsrate kontinuierlich steigt. Auch die Publikation von Mariconda M. kommt zu dem Ergebnis, dass die Prävalenz einer Reoperation mit der Zeit zunimmt [114]. Verglichen mit dieser Studie ist anzumerken, dass tendenziell die Reoperationsrate mit zunehmendem zeitlichen Abstand zur ersten Operation ebenfalls ansteigt, die meisten Reoperationen – fast ein Drittel – aber innerhalb des ersten Jahres stattfinden. Die Publikation von Abdu RW., bei der mehr als ein Drittel (37,8%) aller Revisionsoperationen innerhalb des ersten Jahres erfolgten, zeigt ein ähnliches Ergebnis [87].

Die Rezidivrate der lumbalen Bandscheibenvorfälle der aktuellen Untersuchung beträgt 8,2%. In der Studie von Papavero L. beispielsweise mit einem 32-monatigen Untersuchungsintervall liegt die Rezidivrate bei circa 7%, in der Veröffentlichung von Marquardt G. beträgt diese 10,8%, wobei ein Drittel der Rezidive innerhalb des ersten Jahres auftrat [85, 86]. In der Ausführung von Barth M. wird hinsichtlich der Technik zwischen mikrochirurgischer Diskektomie sowie Sequestrektomie nach einem 2-jährigen Verlaufsintervall differenziert. Hierbei beträgt die Rate der Rezidive in Bezug auf die Diskektomie 10,5% sowie 12,5% bei der Sequestrektomie [88]. In der Studie von Abdu RW. liegt die Rezidivrate bei 9,1% nach 8 Jahren [87]. Verglichen mit den angeführten Studien ist die Rezidivrate dieser Untersuchung nach längerem Untersuchungsintervall niedriger.

In Hinblick auf die hohe Reoperationsrate der vorliegenden Arbeit ist anzumerken, dass über 60% der wiederholten Prozeduren an der Wirbelsäule in dieser gegenwärtigen Studie nicht direkt der initialen Operation zuzuordnen sind. Durch die mikrochirurgische Diskektomie wird zwar das sequestrierte und funktionelle Beschwerden verursachende Bandscheibenmaterial entfernt und bietet somit eine optimale Therapiemöglichkeit, jedoch setzt sich der Prozess der natürlichen Degeneration der Bandscheibe sowie der angrenzenden Strukturen weiter fort und Rezidiv-Bandscheibenvorfälle, Spinalkanalstenosen oder Facettendeneration können infolgedessen auftreten und weiterführende Operationen notwendig machen. Folglich ist es möglich, dass die ermittelte hohe Reoperationsrate nach über 30 Jahren mehr dem

natürlichen Degenerationsprozess geschuldet und weniger auf die initiale mikrochirurgische Diskektomie zurückzuführen ist.

Ein wichtiges Instrument zur Evaluierung des klinischen Erfolgs stellen die Scores dar. In dieser Studie kommt u.a. der PSI zur Anwendung. Demnach sind nach über 30 Jahren 94,3% der Patienten „sehr zufrieden“ bis „gut zufrieden“ mit dem Gesamtergebnis der Operation. In der Studie von Mariconda M. liegt dieses Ergebnis bei 90%, wobei der Operationszeitpunkt 25 Jahre zurückliegt [114]. Loupasis GA. beschreibt eine 94%-ige Zufriedenheitsquote nach 12,2 Jahren [117]. In der Publikation von Weinstein JN. wird nach 4 Jahren ein Vergleich zwischen der Gruppe mit operativer und konservativer Therapie gezogen. Die selbstevaluierte Zufriedenheitsquote in der Gruppe mit Operation liegt bei 79,2% im Gegensatz zu 51,7% in der konservativen Gruppe. Darüber hinaus weist die erste Gruppe eine signifikante Verbesserung bezüglich der Schmerzen, der motorischen Funktion, der Zufriedenheit sowie des selbstevaluierten Fortschritts auf und der generelle Nutzen einer operativen Therapie wird dargelegt [78].

Der MacNab-Score, welcher den klinischen Erfolg repräsentiert, weist in der gegenwärtigen Ausführung bei 86,1% der Probanden nach über 30 Jahren ein „exzellentes“ bis „gutes“ Ergebnis auf. In der mir zugänglichen Literatur variiert die Angabe der positiven Ergebnisse zwischen 64% bis 94% nach einem über 10-jährigen Nachuntersuchungsintervall [86, 115, 117]. Der Studie von Salenius P. zufolge kommt es zu einer Abnahme erfolgversprechender Resultate nach einem längeren Intervall. Dieser beschreibt für 70% der Probanden, bei denen die Operation 6 Jahre zurückliegt, ein gutes klinisches Ergebnis, nach bis zu 11 Jahren jedoch verzeichnet er einen Rückgang auf 56%. Findlay GF. beschreibt eine geringe Abnahme des klinischen Erfolges nach 10 Jahren von initial 91% auf 83% [115]. Der postoperative klinische Erfolg dieser Studie liegt bei 88,6% (MacNab-Score), und nach über 30 Jahren liegt der ermittelte Score geringfügig darunter. Demzufolge bleibt die initial hohe Erfolgsrate nach erfolgter lumbaler mikrochirurgischer partieller Diskektomie auch im Langzeitverlauf nach über 30 Jahren bestehen.

Ein weiterer Score, der Oswestry Disability Index, welcher der Erfassung von funktionellen, durch Rückenschmerzen verursachten Einschränkungen dient, liegt mit 9% unter dem Durchschnitt der Ergebnisse vergleichbarer Studien. Hier variieren die Resultate zwischen 13,2% und 18,9% [114, 117, 119]. Dies impliziert ein zufriedenstellendes Ergebnis der hier ausgeführten Methode mit geringeren Beeinträchtigungen bei gleichzeitig längerem Nachuntersuchungsintervall, verglichen mit der gegenübergestellten Literatur.

Obwohl der Zeitraum der Nachuntersuchung in der gegenwärtigen Arbeit wesentlich länger ist, verglichen mit anderen Publikationen, ist die Rate des klinischen Erfolges hoch und der Einschränkungsgrad niedrig. Im Vergleich mit der Studie von Salenius P. [116] kann dies zum einen damit zusammenhängen, dass der Einsatz des Mikroskops in dieser Ausführung einen medizinischen Fortschritt bedeutet, wodurch das Operationstrauma minimiert und die Rekonvaleszenzzeit verkürzt wird. Darüber hinaus wurden in dieser Arbeit die Patienten nach strikter Selektion der Operation zugeführt. Negative Einflussfaktoren wie z. B. Rauchen, Übergewicht und Non-Compliance wirkten sich nachteilig auf die

Auswahl aus. Zum Teil ließen sich diese durch persönliche Kommunikation eruieren, eventuelle präoperative Komorbiditäten waren nicht den Akten zu entnehmen. Des Weiteren spielt die angewandte OP-Technik eine Rolle. Die Operation in mikrochirurgischer Technik mit interlaminärer Fensterung und partieller Diskektomie ist weit weniger invasiv und schonender in Hinblick auf Muskel- und Gewebestrukturen. Im Vergleich mit der Studie von Salenius P. [116], in der im Rahmen des makrochirurgischen Eingriffs das Trauma für Weichteil- und Muskelgewebe wahrscheinlich größer war, erscheint die Diskrepanz in den Ergebnissen nachvollziehbar.

Der Studie von Barth M. zufolge gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen der Diskektomie- und der Sequestrektomie-Gruppe. Demnach ist die selbsteingeschätzte Sensibilität und Motorik nach 2 Jahren in der Sequestrektomie-Gruppe besser, ebenso ist der Analgetikaverbrauch geringer und das klinische Gesamtergebnis höher [88]. Dies stützt die These, dass die Menge an entferntem Bandscheibenmaterial Auswirkungen auf das Langzeitergebnis hat und eine Sequestrektomie bevorzugt werden sollte.

Von insgesamt 158 Probanden nehmen zum Untersuchungszeitpunkt 110 (69,6%) keine Medikamente aufgrund von Rücken- oder Beinschmerzen ein. Hingegen leiden noch 60 (38,0%) unter leichten Rücken- und Beinschmerzen. Unter signifikanten Rücken- und Beinschmerzen, die eine tägliche Analgetikaeinnahme erforderlich machen, leiden 22 Patienten (13,9%). In der Studie von Yorimitsu E. mit einem Nachuntersuchungszeitraum von über 10 Jahren liegt die Rate der remanenten Rückenschmerzen bei 74,6%, jedoch sind nur 12,7% von schweren Rückenschmerzen betroffen [118]. Der Studie von Loupasis GA. zufolge leiden nach 12,2 Jahren nach der Erstoperation noch 28% unter signifikanten Bein- und Rückenschmerzen [117]. Verglichen mit diesen Veröffentlichungen ist die Rate der fortdauernden Rückenschmerzen in der vorliegenden Untersuchung verhältnismäßig niedrig. Als mögliche Ursache kommt die Operationstechnik in Frage. Den Studien von Loupasis GA. und Yorimitsu E. liegt eine konventionelle Standarddiskektomie zugrunde. Somit bestätigt sich die Wirksamkeit sowie der Erfolg der hier über ein interlaminäres Fenster mit schonendem Muskel- und Gewebszugang ausgeführten mikrochirurgischen Technik auch nach einem langen Untersuchungsintervall von über 30 Jahren.

Eine allgemeingültige Aussage bezüglich bestehender Unterschiede zwischen Männern und Frauen in Hinblick auf das klinische Ergebnis ist schwer abzuleiten. In der Studie von Mariconda M. sind ein männliches Geschlecht in Kombination mit einem hohen Einkommen wichtige Prädiktoren für ein positiv bewertetes Ergebnis. Hingegen wird das weibliche Geschlecht mit einem geringeren Zufriedenheitslevel sowie einem höheren Einschränkungsgang assoziiert. Ursächlich hierfür werden sekundäre Auslöser wie die Neigung postmenopausaler Frauen zur Chronifizierung von Beschwerden genannt [119]. Weitere Studien zeigen ähnliche Ergebnisse auf [117, 120]. In dieser Arbeit haben weibliche Probanden hingegen ein deutlich geringeres Risiko für eine Reoperation infolge degenerativer Prozesse, männliche Patienten wurden 3,7-mal so häufig reoperiert. Zudem waren 54,4% der männlichen Probanden der Berufsgruppe mit schwerer körperlicher Arbeit zugehörig, fast doppelt so viele wie weibliche Probanden (23,6%). Wie bereits dargestellt, wirkte sich dies nachteilig auf ein positives Langzeitergebnis aus.

In dieser Studie wurden insgesamt 158 Patienten nach einem über 30-jährigen Untersuchungsintervall hinsichtlich des klinischen Erfolgs, der Lebensqualität sowie der notwendigen Anzahl erneuter Operationen nach initial erfolgter lumbaler mikrochirurgischer Diskektomie überprüft. Von anfangs 355 potenziellen Studienteilnehmern mussten 43 (12,1%) exkludiert werden, da diese bereits verstorben waren. Da das mittlere Alter der Probanden im Nachuntersuchungszeitraum 70 Jahre betrug, erklärt sich die Anzahl derer, die entweder verstorben oder aber durch physische und psychische Beeinträchtigungen nicht in der Lage waren, an der Studie teilzunehmen. Diese lag bei insgesamt 73 (20,6%), sodass die Anzahl der möglichen Kandidaten sich auf 282 reduzierte. Darauf bezogen ergibt sich der Anteil der an der Studie teilnehmenden Probanden mit 56%.

In anderen Studien mit ebenfalls einem Nachuntersuchungszeitraum von über 10 Jahren variiert das Kontingent zwischen 50% und 95% [114, 115, 117, 118, 119]. Der besonders langen Nachuntersuchungsperiode und dem retrospektiven Charakter dieser Studie ist es geschuldet, dass nicht alle Patienten und deren Angehörige kontaktiert werden konnten. In der Studie von Mariconda M. aus dem Jahr 2008 wurden 180 Patienten nach initial erfolgter lumbaler konventioneller Diskektomie nach 25,4 Jahren im Mittel erneut untersucht. Auch hier beträgt die Summe der an der Untersuchung teilnehmenden Probanden 56% [119]. In der Arbeit von Yorimitsu E. liegt die Untersuchungsrate ebenfalls bei 55% [118]. Diese stützen die These, dass es herausfordernd ist, nach einem derart langen Zeitraum eine hohe Anzahl an Teilnehmern zu rekrutieren. Sie zeigen aber auch, dass die Daten dieser Studie vergleichbar sind.

Insgesamt ist festzustellen, dass es eine geringe Anzahl an Publikationen mit einem 10-jährigen Nachuntersuchungsintervall nach erfolgter lumbaler mikrochirurgischer Diskektomie gibt, welche die Reoperationsrate und den klinischen Erfolg evaluieren. Hier ist ein aussagekräftiger Vergleich schwierig, da oftmals die zugrundeliegende Operationstechnik variiert oder nicht im Detail beschrieben wird [86, 96, 114, 117, 118]. Im Gegensatz dazu wird in dieser vorliegenden Arbeit die Operationstechnik genau dargestellt. Darüber hinaus gibt es nur wenige Studien mit einem Nachuntersuchungszeitraum von über 20 Jahren, die vorgenannte Qualitäten bewerten [114, 119]. In der mir zugänglichen Literatur ist jedoch keine Studie mit Aussage über den klinischen Erfolg, die Rezidivrate und die Anzahl der Reoperationen mit einem Nachuntersuchungszeitraum von über 30 Jahren vorhanden.

Obwohl diese Studie mit einer Gesamtzahl von 158 Patienten vergleichsweise klein ist, so ist sie dennoch aussagekräftig in Hinblick auf den klinischen Erfolg, die Anzahl erneuter Operationen sowie die Rezidivrate und erlaubt so diesbezüglich ein Fazit. Insbesondere der Beschäftigungsstatus stellt in der Bevölkerung einen wichtigen Faktor für den klinischen Erfolg dar. Da der überwiegende Teil der Probanden wieder imstande war zu arbeiten, wird der Nutzen der mikrochirurgischen Operationstechnik in einem gesellschaftlichen Kontext verdeutlicht. Trotz der Entwicklung neuer Operationstechniken stellt die mikrochirurgische partielle Diskektomie mit interlaminärer Fensterung als minimalinvasive Technik nach wie vor eine effektive Therapiemöglichkeit des lumbalen Bandscheibenvorfalles mit gutem klinischen Langzeiterfolg auch nach über 30 Jahren dar.

Weiterführende Studien sind notwendig, um Vergleiche zwischen den einzelnen Ergebnissen zu ermöglichen. Insbesondere wären Langzeitstudien in Bezug auf die endoskopische Technik mit tubulärem System wünschenswert, da bereits die Publikation von Priola SM. zufriedenstellende Resultate nach kürzerem Untersuchungsintervall zeigt [94].

Außerdem wäre es interessant zu erfahren, ob die Resultate in Studien mit kürzerem Nachuntersuchungsintervall in den Langzeitstudien Bestand haben, oder sich womöglich eine andere Tendenz entwickelt.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Raspe H, Croft P, Matthias C et al. (2004) Variation in back pain between countries: the example of Britain and Germany. *Spine* 29:1017-1021
- [2] Schmidt CO, Basler HD, Eich W, Hasenbring M, Kohlmann T, Pflingsten M, Raspe H (2007) Back pain in the German adult population: prevalence, severity, and sociodemographic correlates in a multiregional survey. *Spine* 32:2005-2011
- [3] Breitenfelder J (2003) Historische Bemerkungen zur Therapie von lumbalen Bandscheibenerkrankungen. In: Breitenfelder J, Haaker R (eds) *Der lumbale Bandscheibenvorfall*. Steinkopff, Darmstadt, pp 2-5
- [4] Krämer J (1994) Kreuzschmerzen aus orthopädischer Sicht. *Deutsches Ärzteblatt* 5:A270-A277
- [5] Liuke M, Lamminen A, Solovieva S et al. (2005) Disc degeneration of the lumbar spine in relation to overweight. *International Journal of Obesity* 29:903-908
- [6] Mayer HM, Heider FC (2016) Der lumbale Bandscheibenvorfall. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date* 11:427-447
- [7] Bogduk N (2005) *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*. 4th ed. Elsevier, Edinburgh
- [8] Börm W (2017) Lumbaler Bandscheibenvorfall. In: Börm W, Bullmann V et al. (eds) *Wirbelsäule interdisziplinär: Operative und konservative Therapie*. Schattauer, Stuttgart, pp 93-100
- [9] Aumüller G et al. (2020) *Duale Reihe Anatomie*. 5. Auflage Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- [10] Krämer R, Matussek J, Theodoridis T (2014) *Bandscheibenbedingte Erkrankungen*. 6. Auflage Thieme, Stuttgart
- [11] <https://sportnetdoc.com/2011/06/21/slipped-disc/> (Zugriff: 01.11.2020)
- [12] Müller M und Mitarbeiter (2010/11) *Chirurgie für Studium und Praxis*. 10. Auflage Medizinische Verlags- und Informationsdienste, Breisach
- [13] <https://stock.adobe.com/de/images/wirbelsaule/50139921> (Wirbelsäule / xtaska)
- [14] Niethard FU, Biberthaler P, Pfeil J (2017) *Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie*. 8. Auflage Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- [15] Rössler H, Rütger W (2007) *Orthopädie und Unfallchirurgie*. 19. Auflage Elsevier, Urban & Fischer Verlag, München

- [16] Newell N, Adam CJ, Adams MA, Christou A, Little JP, Masouros SD (2017) Biomechanics of the human intervertebral disc: A review of testing techniques and results. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 69:420-434
- [17] Reichelt A (2000) Degenerative Wirbelsäulenerkrankungen. In: Reichelt A (ed) *Orthopädie*. Steinkopff, Darmstadt, pp 181-188
- [18] <http://drugline.info/ail/pathography/bandscheibenvorfall-diagnose/> (Zugriff: 01.11.2020)
- [19] Greitemann B, Schmidt R et al. (2020) S2k-Leitlinie zur konservativen, operativen und rehabilitativen Versorgung bei Bandscheibenvorfällen mit radikulärer Symptomatik. Online: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/033-0481_S2k_Konservative-operative_rehabilitative-Versorgung-Bandscheibenvorfall-radikulae_2020-09_01.pdf (Zugriff: 01.11.2020)
- [20] Ebeling U, Reulen HJ (1992) Are there typical localisations of lumbar disc herniations? A prospective study. *Acta Neurochirurgica, the European Journal of Neurosurgery* 117:143-148
- [21] Amboss GmbH, Bandscheibenprolaps. Online: <https://www.amboss.com/de/wissen/Bandscheibenprolaps/> (Zugriff: 08.11.2020)
- [22] Lee JH, Lee SH (2016) Clinical and Radiological Characteristics of Lumbosacral Lateral Disc Herniation in Comparison With Those of Medial Disc Herniation. *Medicine (Baltimore)* 95:e2733
- [23] Epstein NE (2002) Foraminal and far lateral lumbar disc herniations: surgical alternatives and outcome measures. *Spinal Cord* 40:491-500
- [24] Schünke M et al. (2006) *Prometheus – LernAtlas der Anatomie: Kopf und Neuroanatomie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York
- [25] Ma D, Liang Y, Wang D et al. (2013) Trend of the incidence of lumbar disc herniation: decreasing with aging in the elderly. *Clinical Interventions in Aging* 8:1047-1050
- [26] Dammers R, Koehler PJ (2002) Lumbar disc herniation: level increases with age. *Surgical Neurology* 58:209-212
- [27] Miller JA, Schmatz C, Schultz AB (1988) Lumbar disc degeneration: correlation with age, sex, and spine level in 600 autopsy specimens. *Spine* 13:173-178
- [28] Kawaguchi Y (2018) Genetic background of degenerative disc disease in the lumbar spine. *Spine Surgery and Related Research* 2:98-112
- [29] Battié MC, Kaprio J, Videman T et al. (2009) The Twin Spine Study: contributions to a changing view of disc degeneration. *The Spine Journal* 9:47-59
- [30] Eskola PJ, Kjaer P, Lemmelä S et al. (2012) Genetic Association Studies in Lumbar Disc Degeneration: A Systematic Review. *PLoS One* 7:e49995

- [31] Akmal M, Anand B, Goodship A, Kesani A, Singh A, Wiseman M (2004) Effect of nicotine on spinal disc cells: a cellular mechanism for disc degeneration. *Spine* 29:568-575
- [32] Rasmussen C (1998) Lumbar disc herniation: favourable outcome associated with intake of wine. *European Spine Journal* 7:24-28
- [33] Shin BJ (2014) Risk Factors for Recurrent Lumbar Disc Herniations. *Asian Spine Journal* 8:211-215
- [34] Hadjipavlou AG, Bogduk N, Tzermiadianos MN, Zindrick MR (2008) The pathophysiology of disc degeneration: a critical review. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 90:1261-1270
- [35] Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Malkasian D, Modic MT, Obuchowski N, Ross JS (1994) Magnetic Resonance Imaging of the Lumbar Spine in People without Back Pain. *The New England Journal of Medicine* 331:69-73
- [36] Glocker F et al. (2018) Lumbale Radikulopathie, S2k-Leitlinie. In: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (eds), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/030-058l_S2k_Lumbale_Radikulopathie_2018-04.pdf (Zugriff: 01.11.2020)
- [37] Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ, Wiesel SW (1990) Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 72:403-408
- [38] Delauche-Cavallier MC, Ballner I, Budet C, Debie B, Dorfmann H, Laredo JD, Wybier M (1992) Lumbar disc herniation. Computed tomography scan changes after conservative treatment of nerve root compression. *Spine* 17:927-933
- [39] Bogduk N (2009) On the definitions and physiology of back pain, referred pain, and radicular pain. *Pain* 147:17-19
- [40] Govind J (2004) Lumbar radicular pain. *Australian Family Physician* 33:409-412
- [41] Rider LS, Marra EM (2020) Cauda Equina and Conus Medullaris Syndromes. StatPearls Publishing
- [42] Ma B, Jia LS, Shi JG, Shi GD, Wu H, Yuan W (2009) Cauda equina syndrome: a review of clinical progress. *Chinese Medical Journal* 122:1214-1222
- [43] Olivero WC, Elwood PW, Hanigan WC, Henderson JP, Lister JR, Lyle L, Tracy PT, Wang H (2009) Cauda equina syndrome (CES) from lumbar disc herniations. *Journal of Spinal Disorders and Techniques* 22:202-206

- [44] Radulovic D, Jokovic M, Nikolic I, Tasic G (2004) The role of surgical decompression of cauda equina in lumbar disc herniation and recovery of bladder function. *Medicinski pregled* 57:327-330
- [45] Gitelman A, Casden A, Hishmeh S, Joseph SA Jr, Kuflik P, Morelli BN, Neuwirth M, Stephen M (2008) Cauda equina syndrome: a comprehensive review. *American Journal of orthopedics* 37:556-562
- [46] Gardner A, Gardner E, Morley T (2011) Cauda equina syndrome: a review of the current clinical and medico-legal position. *European Spine Journal* 20:690-697
- [47] Strigenz T (2014) Cauda Equina Syndrome. *Journal of Pain and Palliative Care Pharmacotherapy* 28:75-77
- [48] Fraser S, Murphy E, Roberts L (2009) Cauda equina syndrome: a literature review of its definition and clinical presentation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 90:1964-1968
- [49] Bell DA, Collie D, Statham PF (2007) Cauda equina syndrome - What is the correlation between clinical assessment and MRI scanning? *British Journal of Neurosurgery* 21:201-203
- [50] Thakur JD, Ahmed O, Dossani RH, Kalakoti P, Menger RP, Nanda A, Sharma K, Storey C, Sun H (2017) Early intervention in cauda equina syndrome associated with better outcomes: a myth or reality? Insights from the Nationwide Inpatient Sample database (2005-2011). *The Spine Journal* 17:1435-1448
- [51] Wetzke M (2007) *Basics Bildgebende Verfahren*. 1. Auflage Elsevier, Urban & Fischer Verlag, München
- [52] Shah ML, Aldred BW, Anzai Y, Gibbs WN, Hutchins TA, Kranz PG, Pierson N, Wiggins RH (2018) Critical Assessment of Myelography Practices: A Call for Rational Guideline Revision. *American Journal of Neuroradiology* 39:2378-2384
- [53] Heider FC, Mayer HM (2017) Operative Therapie des lumbalen Bandscheibenvorfalles. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 29:59-85
- [54] Albeck MJ, Gjerris F, Henriksen O, Hilden J, Holtas S, Kjaer L, Praestholm J (1995) A controlled comparison of myelography, computed tomography, and magnetic resonance imaging in clinically suspected lumbar disc herniation. *Spine* 20:443-448
- [55] Suthar P, Mehta C, Patel N, Patel R (2015) MRI Evaluation of Lumbar Disc Degenerative Disease. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 9:TC04-TC09
- [56] Peul WC, van den Hout WB, van Houwelingen HC et al. (2007) Surgery versus Prolonged Conservative Treatment for Sciatica. *The New England Journal of Medicine* 356:2245-2256

- [57] Delgado-López PD, Martín-Alonso J, Martín-Velasco V, Rodríguez-Salazar A (2017) Lumbar disc herniation: Natural history, role of physical examination, timing of surgery, treatment options and conflicts of interests. *Neurocirugia* 28:124-134
- [58] Gugliotta M, da Costa BR, Dabis E et al. (2016) Surgical versus conservative treatment for lumbar disc herniation: a prospective cohort study. *BMJ Open* 6:e012938
- [59] Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD et al. (2006) Surgical vs Nonoperative Treatment for Lumbar Disc Herniation. The Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) Observational Cohort. *JAMA* 296:2451-2459
- [60] Atlas SJ, Deyo RA, Keller RB et al. (1996) The Maine Lumbar Spine Study, Part II. 1-Year Outcomes of Surgical and Nonsurgical Management of Sciatica. *Spine* 21:1777-1786
- [61] Börm W, Herdmann J, Ohmann C, Papavero L, Schwerdtfeger K, Steiger H (2005) Leitlinie: Lumbaler Bandscheibenvorfall. In: Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie (DGNC)
- [62] Corniola MV, Gautschi OP, Schaller K, Tessitore E (2014) Lumbar disc herniation – Diagnosis and Treatment. *Revue médicale suisse* 10:2376-2382
- [63] Enthoven WTM, Deyo RA, Koes BW, Roelofs PDDM, van Tulder MW (2016) Non-steroidal anti-inflammatory drugs for chronic low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews* Art. No.:CD012087
- [64] Benrath J et al. (2012) *Repetitorium Schmerztherapie*. 3. Auflage Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- [65] Häuser W et al. (2020) 2. Aktualisierung der S3 Leitlinie „Langzeitanwendungen von Opioiden bei chronischen nicht-tumorbedingten Schmerzen „LONTS“. *Der Schmerz* 34:204-244
- [66] Demirel A, Ergun N, Yorubulut M (2017) Regression of lumbar disc herniation by physiotherapy. Does non-surgical spinal decompression therapy make a difference? Double-blind randomized controlled trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 30:1015-1022
- [67] Hilde G, Hagen KB, Jamtvedt G, Winnem M (2002) Advice to stay active as a single treatment for low back pain and sciatica. *Cochrane Database of Systematic Reviews* CD003632
- [68] Hofstee DJ, Gijtenbeek JM, Hoogland PH et al. (2002) Westeinde Sciatica Trial: randomized controlled study of bed rest and physiotherapy for acute sciatica. *Journal of Neurosurgery* 96:45-49
- [69] Stoll T, Germann D, Hagmann H (2001) Physiotherapy in lumbar disc herniation. *Therapeutische Umschau* 58:487-492

- [70] Nandi J, Chowdhery, A (2017) A Randomized Controlled Clinical Trial to Determine the Effectiveness of Caudal Epidural Steroid Injection in Lumbosacral Sciatica. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 11:RC04-RC08
- [71] Ng LCL, Sell P (2004) Outcomes of a prospective cohort study on peri-radicular infiltration for radicular pain in patients with lumbar disc herniation and spinal stenosis. *European Spine Journal* 13:325-329
- [72] Deml MC, Buhr M, Wimmer MD et al. (2015) CT-guided infiltration saves surgical intervention and fastens return to work compared to anatomical landmark-guided infiltration in patients with lumbosciatica. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology* 25:177-182
- [73] Heyes G, Darwish N, Eames N, Jones M, McLorinan G, Verzin E (2018) Influence of timing of surgery on Cauda equina syndrome: Outcomes at a national spinal centre. *Journal of Orthopaedics* 15:210-215
- [74] McCarthy MJH, Aylott CEW, Grevitt MP, Hegarty J (2007) Cauda Equina Syndrome: Factors Affecting Long-term Functional and Sphincteric Outcome. *Spine* 32:207-216
- [75] Hogan WB, Daniels AH, Durand WM, Eltorai AEM, Kuris EO (2019) Timing of Surgical Decompression for Cauda Equina Syndrome. *World Neurosurgery* 132:e732-e738
- [76] Petr O, Brawanski K, Freyschlag C, Glodny B, Hartmann S, Kerschbaumer J, Ortler M, Pinggera D, Rehwald R, Thomé C (2019) Immediate Versus Delayed Surgical Treatment of Lumbar Disc Herniation for Acute Motor Deficits: The Impact of Surgical Timing on Functional Outcome. *Spine* 44:454-463
- [77] Rihn JA, Hilibrand AS, Radcliff K et al. (2011) Duration of Symptoms Resulting from Lumbar Disc Herniation: Effect on Treatment Outcomes. Analysis of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT). *The Journal of Bone and Joint Surgery* 93:1906-1914
- [78] Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD et al. (2008) Surgical versus Non-Operative Treatment for Lumbar Disc Herniation: Four-Year Results for the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT). *Spine* 33:2789-2800
- [79] Sabnis AB, Diwan AD (2014) The timing of surgery in lumbar disc prolapse: A systematic review. *Indian Journal of Orthopaedics* 48:127-135
- [80] Ran J, Hu Y, Jing Y, Xu K, Zheng H, Zheng Z, Zhu T (2015) Comparison of Discectomy versus Sequestrectomy in Lumbar Disc Herniation: A Meta-Analysis of Comparative Studies. *PLoS One* 10:e0121816

- [81] Caspar W (1977) A New Surgical Procedure for Lumbar Disc Herniation Causing Less Tissue Damage Through a Microsurgical Approach. In: Wüllenweber R, Brock M et al. (eds) Lumbar Disc Adult Hydrocephalus. Advances in Neurosurgery. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp 74-80
- [82] Yasargil MG (1977) Microsurgical Operation of Herniated Lumbar Disc. In: Wüllenweber R, Brock M et al. (eds) Lumbar Disc Adult Hydrocephalus. Advances in Neurosurgery. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp 81-82
- [83] Dohrmann GJ, Mansour N (2015) Long-Term Results of Various Operations for Lumbar Disc Herniation: Analysis of over 39,000 Patients. Medical Principles and Practice 24:285-290
- [84] Rasouli MR, Chou R, Moradi-Lakeh M, Rahimi-Movaghar V, Shokraneh F (2014) Minimally invasive discectomy versus microdiscectomy/open discectomy for symptomatic lumbar disc herniation. Cochrane Database of Systematic Reviews CD010328
- [85] Papavero L, Emami P, Fritzsche E, Kothe R, Langer N, Westphal M (2008) The translaminar approach to lumbar disc herniations impinging the exiting root. Neurosurgery 62:173-178
- [86] Marquardt G, Bruder M, Seifert V, Setzer M, Theuss S (2012) Ultra-long-term outcome of surgically treated far-lateral, extraforaminal lumbar disc herniations: a single-center series. European Spine Journal 21:660-665
- [87] Abdu RW, Abdu WA, Lurie JD, Pearson AM, Weinstein JN, Zhao W (2017) Reoperation for Recurrent Intervertebral Disc Herniation in the Spine Patient Outcomes Research Trial: Analysis of Rate, Risk Factors, and Outcome. Spine 42:1106-1114
- [88] Barth M, Thomé C, Weiss C (2008) Two-Year Outcome After Lumbar Microdiscectomy Versus Microscopic Sequestrectomy: Part 1: Evaluation of Clinical Outcome. Spine 33:265-272
- [89] Ruetten S (2009) Vollendoskopische Operationen der Wirbelsäule bei Bandscheibenvorfall und Spinalkanalstenose. OP-JOURNAL 25:88-101
- [90] Ruetten S, Godolias G, Komp M, Merk H (2008) Full-Endoscopic Interlaminar and Transforaminal Lumbar Discectomy Versus Conventional Microsurgical Technique: A Prospective, Randomized, Controlled Study. Spine 33:931-939
- [91] Ruetten S, Godolias G, Komp M, Merk H (2009) Recurrent Lumbar Disc Herniation after Conventional Discectomy: A Prospective, Randomized Study Comparing Full-endoscopic Interlaminar and Transforaminal Versus Microsurgical Revision. Journal of Spinal Disorders and Techniques 22:122-129

- [92] Oertel JMK, Gaab MR, Mondorf Y (2009) A new endoscopic spine system: the first results with "Easy GO". *Acta Neurochirurgica, the European Journal of Neurosurgery* 151:1027-1033
- [93] http://www.uniklinikum-saarland.de/en/einrichtungen/departments_and_institutes/neurochirurgie/patienteninfo/behandlungsschwerpunkte/wirbelsaeule/endoskopische_op_technik/ (Zugriff 08.11.2020)
- [94] Priola SM, Farrash F, Ganau M, Germanò A, Raffa G, Scibilia A (2019) A Pilot Study of Percutaneous Interlaminar Endoscopic Lumbar Sequestrectomy: A Modern Strategy to Tackle Medically-Refractory Radiculopathies and Restore Spinal Function. *Neurospine* 16:120-129
- [95] Carragee EJ, Alamin TF, Spinnickie AO et al. (2006) A Prospective Controlled Study of Limited Versus Subtotal Posterior Discectomy: Short-Term Outcomes in Patients with Herniated Lumbar Intervertebral Discs and Large Posterior Anular Defect. *Spine* 31:653-657
- [96] Padua R, Padua L, Padua S, Romanini E, De Santis E (1999) Ten- to 15-year outcome of surgery for lumbar disc herniation: radiographic instability and clinical findings. *European Spine Journal* 8:70-74
- [97] Caspar W, Loew F (1977) Mikrochirurgische Operation des lumbalen Bandscheibenvorfalls. *Deutsches Ärzteblatt* 13:863-868
- [98] Caspar W, Barbier DD, Campbell B, Gotfried Y, Kretschmmer R (1991) The Caspar microsurgical discectomy and comparison with a conventional standard lumbar disc procedure. *Neurosurgery* 28:78-87
- [99] Krämer R, Herdmann J, Krämer J (2005) Mikrochirurgie der Wirbelsäule. Lumbaler Bandscheibenvorfall und Spinalkanalstenose: Indikation, Technik, Nachbehandlung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York
- [100] Hawker GA, French M, Kendzerska T, Mian S (2011) Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care and Research* 63:240-252
- [101] http://www.physio-pedia.com/Numeric_Pain_Rating_Scale (Zugriff: 08.11.2020)
- [102] Al-Abri R, Al-Balushi A (2014) Patient Satisfaction Survey as a Tool Towards Quality Improvement. *Oman Medical Journal* 29:3-7

- [103] Türk CÇ, Biliciler B, Kara NN, Karasoy M (2015) Clinical outcomes and efficacy of transforaminal lumbar endoscopic discectomy. *Journal of Neurosciences in Rural Practice* 6:344-348
- [104] Fairbank JC, Pynsent PB (2000) The Oswestry Disability Index. *Spine* 25:2940-2952
- [105] Mannion AF, Dvorak J, Fairbank JCT, Grob D, Junge A (2006) Development of a German version of the Oswestry Disability Index. Part 1: cross-cultural adaptation, reliability, and validity. *European Spine Journal* 15:55-65
- [106] Herdman M, Badia X, Bonsel G, Gudex C, Janssen MF, Kind P, Lloyd A, Parkin D (2011) Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L). *Quality of Life Research* 20:1727-1736
- [107] Zigmond AS, Snaith RP (1983) The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica* 67:361-370
- [108] Medical Research Council (1976) Aids to the examination of the peripheral nervous system. Memorandum No. 45. London: Her Majesty's Stationery Office
- [109] Janda V (2000) Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik. 4. Auflage Elsevier, Urban & Fischer Verlag, München
- [110] Aiello L, Dean C (2002) An Introduction to Human Evolutionary Anatomy. Elsevier, London
- [111] Wort & Bild Verlag/Apotheken Umschau/Jörg Neisel. Online: <https://www.apotheken-umschau.de/diagnose/diagnoseverfahren/klinisch-neurologische-untersuchung-744731.html> (Zugriff: 08.11.2020)
- [112] <https://www.istockphoto.com/de/foto/%C3%BCberpr%C3%BCfung-der-reaktion-gm534165367-56582864> (Überprüfung der Reaktion / KatarzynaBialasiewicz)
- [113] <https://m.thieme.de/viamedici/klinik-faecher-neurologie-1538/a/neurobefund-in-fuenf-minuten-31184.htm> (Zugriff: 08.11.2020)
- [114] Mariconda M, Galasso O, Milano C, Rotonda GD, Secondulfo V (2006) Minimum 25-Year Outcome and Functional Assessment of Lumbar Discectomy. *Spine* 31:2593-2599
- [115] Findlay GF, Fear SC, Hall BI, Musa BS, Oliveira MD (1998) A 10-Year Follow-Up of the Outcome of Lumbar Microdiscectomy. *Spine* 23:1168-1171
- [116] Salenius P, Laurent LE (1977) Results of operative treatment of lumbar disc herniation. A survey of 886 patients. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 48:630-634
- [117] Loupasis GA, Hartofilakidis G, Katonis PG, Korres DS, Sapkas G, Stamos K (1999) Seven- to 20-Year Outcome of Lumbar Discectomy. *Spine* 24:2313-2317

- [118] Yorimitsu E, Chiba K, Hirabayashi K, Toyama Y (2001) Long-Term Outcomes of Standard Discectomy for Lumbar Disc Herniation: A Follow-Up Study of More Than 10 Years. *Spine* 26:652-657
- [119] Mariconda M, Cozzolino A, Galasso O, Milano C, Secondulfo V (2008) The functional relevance of neurological recovery after lumbar discectomy: a follow-up of more than 20 years. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 90:622-628
- [120] Sedighi M, Haghnegahdar A (2014) Lumbar Disk Herniation Surgery: Outcome and Predictors. *Global Spine Journal* 4:233-244

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Anatomie der Wirbelkörper [11] 4

Abb. 2-2: Querschnitt der Wirbelsäule und des Rückenmarks [13] 5

Abb. 2-3: Diskusprolaps [18] 6

Abb. 2-4: Darstellung eines mediolateral gelegenen lumbalen Prolapses auf Höhe L4/L5 [24] 7

Abb. 2-5: Überblick betroffener Dermatome der Reithosenanästhesie bei Conus-Cauda-Syndrom [21] 13

Abb. 2-6: Anwendung des WHO-Stufenschemas bei lumbalem Bandscheibenvorfall, in Anlehnung an [64] 16

Abb. 2-7: a) Lumbale Bandscheibenoperation unter dem Mikroskop [53] b) Einsetzen der Instrumente und Erweiterung der translaminären Fensterung [53] 20

Abb. 2-8: a) Kippen des Operationstisches um etwa 15 Grad zur Gegenseite zur optimalen Sicht sowie Einbringen des Langenbeck-Hakens (Wundhaken) in extraforaminaler Technik zwischen medialer und lateraler Rückenstrecker-muskulatur [53] b) Extraforaminaler Zugangsweg [53] 20

Abb. 2-9: Entfernen von lumbalem Bandscheibenmaterial über ein tubuläres Dilatationssystem [93] 23

Abb. 2-10: a) Identifikation des sequestrierten Materials in interlaminärer Fensterung und dessen Entfernung, b) Abschließende adäquate Dekompression der Nervenwurzel [94] 23

Abb. 3-1: links: Kontaktaufnahme (n=355), rechts: Anteil Männer und Frauen im Patientenkollektiv (n=158) 26

Abb. 3-2: Höhenlokalisierung des zu operierenden Bandscheibenfaches mittels Spinalnadel 27

Abb. 3-3: Einsetzen des Spekulum über das interlaminäre Fenster [53] 27

Abb. 3-4: links: Knochenstanzen nach Kerrison [99], rechts: Modifizierter Caspar-Retraktor (Spekulum) mit Gegensperrerr für die erweiterte Fensterung des Operationsfeldes [99] 28

Abb. 3-5: Situserweiterung mittels Retraktor und Gegensperrerr [99] 29

Abb. 3-6: Schmerzskala von 0-10 [101] 29

Abb. 3-7: Dorsal- und Plantarflexion zur Überprüfung der Fußheber- und Fußsenkerfunktion, in Anlehnung an [110] 34

Abb. 3-8: Übersicht der Dermatome [111] 34

Abb. 3-9: links: Überprüfung des Patellarsehnenreflexes [112], rechts: Überprüfung des Achillessehnenreflexes mittels Reflexhammer [113] 35

Abb. 3-10: Durchführung des Lasègue-/ Pseudo-Lasègue-Tests [21] 35

Abb. 4-1: Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Operation (n=158) 36

Abb. 4-2: Häufigkeitsverteilung operierter Bandscheibenetagen, aufgeteilt nach monosegmentaler und bisegmentaler Operation (n=158) 37

Abb. 4-3: Überblick der Bandscheibenvorfall-Lokalisationen (n=158) 37

Abb. 4-4: Einteilung der Muskelkraftgrade nach Janda präoperativ im Patientenkollektiv (n=95) 38

Abb. 4-5: Aufteilung der Sensibilitätsstörungen (n=122) 38

Abb. 4-6: Einteilung der Schmerzintensität präoperativ analog der NRS (n=158)	39
Abb. 4-7: Verteilung neu aufgetretener Defizite postoperativ im Patientenkollektiv (n=158)	41
Abb. 4-8: Verteilung des MacNab-Scores im Patientenkollektiv postoperativ (n=158)	42
Abb. 4-9: links: Aufteilung der postoperativen Medikamenteneinnahme im Patientenkollektiv (n=158), rechts: Häufigkeit der Medikamenteneinnahme (n=53)	42
Abb. 4-10: Überblick über die Zufriedenheitsverteilung der Erstoperation im Patientenkollektiv (n=158)	48
Abb. 4-11: Auswertung des MacNab-Scores im Patientenkollektiv (n=158)	50
Abb. 4-12: Übersicht über die Medikamenteneinnahme im Patientenkollektiv (n= Anzahl der Patienten)	51
Abb. 4-13: Verknüpfung der Schmerzen mit der Medikamenteneinnahme (n= Anzahl der Patienten)	51
Abb. 4-14: Häufigkeitsverteilung der Medikamenteneinnahme entsprechend den WHO-Stufen	52
Abb. 4-15: links: Betroffene Seite der radikulären Beschwerden, rechts: Lokalisation der Schmerzen	53
Abb. 4-16: links: Übersicht über motorische Defizite im Patientenkollektiv, rechts: Einteilung der Muskel-Kraftgrade	53
Abb. 4-17: Überblick über die Seitenlokalisierung des sensiblen Defizits der betroffenen Wurzel	54
Abb. 4-18: links: Pathologien des PSR, rechts: Pathologien des ASR	55

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1: Übersicht über die betroffenen Nervenwurzeln und das sich ausbildende Syndrom nach einem lumbalen Bandscheibenvorfall [10, 12].....	11
Tab. 3-1: Einteilung der MacNab-Klassifikation [103]	31
Tab. 3-2: Einteilung und Interpretation des Oswestry Disability Index (ODI) [105]	31
Tab. 3-3: Punktevergabe EQ-5D Gesundheitsfragebogen	32
Tab. 3-4: Einteilung der Muskel-Kraftgrade [108, 109]	33
Tab. 4-1: Vergleich von Rücken- und radikulären Beinschmerzen prä- und postoperativ	40
Tab. 4-2: Übersicht über die Berufsgruppen nach erfolgter Operation (n= Patientenzahl).....	44
Tab. 4-3: Übersicht über die Einschränkungen in den Berufsgruppen nach erfolgter Operation	45
Tab. 4-4: Übersicht über Art und Revision der zweiten Operation an der Wirbelsäule.....	46
Tab. 4-5: Übersicht über die Patienten mit wiederholten Prozeduren an der Wirbelsäule.....	47
Tab. 4-6: Übersichtsverteilung der einzelnen Dimensionen des EQ-5D Scores im Patientenkollektiv (n=158).....	49
Tab. 4-7: Überblick über das Ergebnis des ODI im Patientenkollektiv	50

7 Publikationen/ Danksagung

Diese Dissertation entstand an der Klinik für Neurochirurgie der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes, im Rahmen derer an folgender Publikation mitgewirkt wurde:

Burkhardt BW, Grimm M, Oertel JM, Schwerdtfeger K (2019) The Microsurgical Treatment of Lumbar Disc Herniation: A Report of 158 Patients With a Mean Follow-up of More Than 32 Years. Spine 44:1426-1434

An dieser Stelle möchte ich allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, meinen Dank aussprechen.

Ein besonderer Dank gilt dabei meinem Betreuer, Dr. med. Benedikt Burkhardt, der mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand. Aufkommende Fragestellungen hat er geduldig mit mir erörtert und neue Impulse für die weiterführende Arbeit gegeben. Außerdem danke ich ihm für die Anleitung zur wissenschaftlichen Arbeit.

Des Weiteren danke ich meinem Doktorvater, Prof. Dr. med. Joachim Oertel, für die Zurverfügungstellung meines Dissertationsthemas.

Darüber hinaus gilt mein weiterer Dank allen Studienteilnehmer/-innen, ohne deren Mitwirkung diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre. Insbesondere bedanke ich mich für die Bereitschaft, dass mitunter auch eine weite Anreise für die Teilnahme an der Studie in Kauf genommen wurde.

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern, die mir das Studium der Humanmedizin und somit auch die Durchführung dieser Dissertation ermöglicht haben. Meinem Großvater und meinem Freund danke ich für ihre moralische Unterstützung während der Entstehung dieser Arbeit. Sie alle haben mich stets ermutigt, diese zu vollenden.

8 Lebenslauf

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.

ANHANG 1: Fragebogen zur Datenerhebung

Kontaktinformationen	
Name:	
Vorname:	
Geburtsdatum:	
Anschrift:	
Telefonnummer:	
Akten-Nummer:	
Präoperative Datenerhebung	
Datum der 1. Operation	
Auslöser/Hergang des Bandscheibenvorfalls	
Dauer der Rücken- und Beinschmerzen in Wochen	
Art und Dauer einer konservativen Behandlung	
Auftreten eines sensiblen oder motorischen Defizits Falls ja, welches?	<input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein
Vorliegen einer Blasen- und/oder Mastdarmstörung	<input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein
Intensität der Schmerzen präoperativ (NPRS 0-10)	
Postoperative Datenerhebung	
Intensität der Schmerzen postoperativ (NRS 0-10)	
Zeitraum der anhaltenden Schmerzen in Wochen	

Schmerzmedikation in Wochen	
Häufigkeit der Einnahme von Schmerzmedikamenten	
Dosierung der Schmerzmedikation	
Regredienz und Verbesserung bereits präoperativ bestehender sensibler/ motorischer Defizite	
Auftreten neuer sensibler/motorischer Defizite Falls ja, welche?	<input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein
Datenerhebung im Langzeitverlauf	
Subjektive Zufriedenheit (1-4)	<input type="checkbox"/> 1 = „sehr zufrieden“ <input type="checkbox"/> 2 = „gut zufrieden“ <input type="checkbox"/> 3 = „befriedigend“ <input type="checkbox"/> 4 = „unzufrieden“
Arbeitsunfähigkeit in Wochen / Rekonvaleszenzzeit	
Jobwechsel / Erwerbsunfähigkeit	
Verzicht auf Freizeitaktivitäten	
Einschränkung sozialer Kontakte oder allgemeiner Tätigkeiten / Mobilität / Selbstversorgung	
Auftreten von Depressionen/ Schlafproblemen	
Operation an der Wirbelsäule im Verlauf	<input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein
Sofern erfolgt: Datum der zweiten Operation	
Genaue Diagnose und operative Technik bei der zweiten Operation	
Eruierung weiterer Operationen an der Wirbelsäule	
Sofern erfolgt: Zeitpunkt und Art der Operationen	

Anhang

Entscheidung für erneute Operation	<input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein
Dauer der aktuell vorhandenen Rücken- oder Beinschmerzen in Wochen sowie deren Lokalisation	
Schmerzmedikation in Wochen	
Häufigkeit der Einnahme von Schmerzmedikamenten	
Dosierung der Schmerzmedikation	

ANHANG 2: Fragebogen zum Oswestry Disability Index (Deutsche Übersetzung)

Sektion		Antwortmöglichkeit	Punktzahl
1	Schmerzintensität	Ich habe momentan keine Schmerzen	0
		Die Schmerzen sind momentan sehr schwach	1
		Die Schmerzen sind momentan mäßig	2
		Die Schmerzen sind momentan ziemlich stark	3
		Die Schmerzen sind momentan sehr stark	4
		Die Schmerzen sind momentan so schlimm wie nur vorstellbar	5
2	Körperpflege (Waschen, Anziehen, etc.)	Ich kann meine Körperpflege normal durchführen, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden	0
		Ich kann meine Körperpflege normal durchführen, aber es ist schmerzhaft	1
		Meine Körperpflege normal durchzuführen ist schmerzhaft, und ich bin langsam und vorsichtig	2
		Ich brauche bei der Körperpflege etwas Hilfe, bewältige das meiste aber selbst	3
		Ich brauche täglich Hilfe bei den meisten Aspekten der Körperpflege	4
		Ich kann mich nicht selbst anziehen, wasche mich mit Mühe und bleibe im Bett	5
3	Heben	Ich kann schwere Gegenstände heben, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden	0
		Ich kann schwere Gegenstände heben, aber die Schmerzen werden dadurch stärker	1
		Schmerzen hindern mich daran, schwere Gegenstände vom Boden zu heben, aber es geht, wenn sie geeignet stehen (z.B. auf einem Tisch)	2
		Schmerzen hindern mich daran, schwere Gegenstände zu heben, aber ich kann leichte bis mittelschwere Gegenstände heben, wenn sie geeignet stehen	3
		Ich kann nur sehr leichte Gegenstände heben	4
		Ich kann überhaupt nichts heben oder tragen	5
4	Gehen	Schmerzen hindern mich nicht daran, so weit zu gehen, wie ich möchte	0
		Schmerzen hindern mich daran, mehr als 1-2 km zu gehen	1
		Schmerzen hindern mich daran, mehr als 0,5 km zu gehen	2
		Schmerzen hindern mich daran, mehr als 100 m zu gehen	3
		Ich kann nur mit einem Stock oder Krücken gehen	4
		Ich bin die meiste Zeit im Bett und muss mich zur Toilette schleppen	5
5	Sitzen	Ich kann auf jedem Stuhl so lange sitzen wie ich möchte	0
		Ich kann auf meinem Lieblingsstuhl so lange sitzen wie ich möchte	1
		Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu sitzen	2
		Schmerzen hindern mich daran, länger als eine halbe Stunde zu sitzen	3
		Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu sitzen	4
		Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu sitzen	5

6	Stehen	Ich kann so lange stehen wie ich möchte, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden	0
		Ich kann so lange stehen wie ich möchte, aber die Schmerzen werden dadurch stärker	1
		Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu stehen	2
		Schmerzen hindern mich daran, länger als eine halbe Stunde zu stehen	3
		Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu stehen	4
		Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu stehen	5
7	Schlafen	Mein Schlaf ist nie durch Schmerzen gestört	0
		Mein Schlaf ist gelegentlich durch Schmerzen gestört	1
		Ich schlafe aufgrund von Schmerzen weniger als 6 Stunden	2
		Ich schlafe aufgrund von Schmerzen weniger als 4 Stunden	3
		Ich schlafe aufgrund von Schmerzen weniger als 2 Stunden	4
		Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu schlafen	5
8	Sozialleben	Mein Sozialleben ist normal, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker	0
		Mein Sozialleben ist normal, aber die Schmerzen werden dadurch stärker	1
		Schmerzen haben keinen wesentlichen Einfluss auf mein Sozialleben, außer dass sie meine eher aktiven Interessen, z.B. Sport einschränken	2
		Schmerzen schränken mein Sozialleben ein, und ich gehe nicht mehr so oft aus	3
		Schmerzen schränken mein Sozialleben auf mein Zuhause ein	4
		Ich habe aufgrund von Schmerzen kein Sozialleben	5
9	Reisen	Ich kann überall hinreisen, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker	0
		Ich kann überall hinreisen, aber die Schmerzen werden dadurch stärker	1
		Trotz starker Schmerzen kann ich länger als 2 Stunden unterwegs sein	2
		Ich kann aufgrund von Schmerzen höchstens 1 Stunde unterwegs sein	3
		Ich kann aufgrund vom Schmerzen nur kurze notwendige Fahrten unter 30 Minuten machen	4
		Schmerzen hindern mich daran, Fahrten zu machen, außer zur medizinischen Behandlung	5

ANHANG 3: Fragebogen zu Depression und Angst (HADS) (Übersetzt aus dem Englischen)

A= Angst/ D= Depression

Sektion		Antwortmöglichkeit	Punktzahl
A	Ich fühle mich angespannt oder überreizt	meistens	3
		oft	2
		von Zeit zu Zeit/ gelegentlich	1
		überhaupt nicht	0
D	Ich kann mich heute noch so freuen wie früher	ganz genau so	0
		nicht ganz so sehr	1
		nur noch ein wenig	2
		kaum oder gar nicht	3
A	Mich überkommt eine ängstliche Vorahnung, dass etwas Schreckliches passieren könnte	ja, sehr stark	3
		ja, aber nicht allzu stark	2
		etwas, aber es macht mir keine Sorgen	1
		überhaupt nicht	0
D	Ich kann lachen und die lustige Seite der Dinge sehen	ja, so viel wie immer	0
		nicht mehr ganz so viel	1
		inzwischen viel weniger	2
		überhaupt nicht	3
A	Mir gehen beunruhigende Gedanken durch den Kopf	einen Großteil der Zeit	3
		verhältnismäßig oft	2
		von Zeit zu Zeit, aber nicht allzu oft	1
		nur gelegentlich	0
D	Ich fühle mich glücklich	überhaupt nicht	3
		selten	2
		manchmal	1
		meistens	0
A	Ich kann bequem dasitzen und mich entspannen	ja, auf jeden Fall	0
		gewöhnlich schon	1
		nicht oft	2
		überhaupt nicht	3
D	Ich fühle mich in meinen Aktivitäten gebremst	fast immer	3
		sehr oft	2
		manchmal	1
		überhaupt nicht	0

A	Ich habe manchmal ein ängstliches Gefühl in der Magengegend	überhaupt nicht	0
		gelegentlich	1
		ziemlich oft	2
		sehr oft	3
D	Ich habe das Interesse an meiner äußeren Erscheinung verloren	ja, auf jeden Fall	3
		ich kümmere mich nicht so sehr darum, wie ich sollte	2
		möglicherweise kümmere ich mich zu wenig darum	1
		ich kümmere mich so viel darum wie immer	0
A	Ich fühle mich rastlos, muss immer in Bewegung sein	ja, tatsächlich sehr	3
		ziemlich	2
		nicht sehr	1
		überhaupt nicht	0
D	Ich blicke mit Freude in die Zukunft	ja, so sehr wie immer	0
		eher weniger als früher	1
		viel weniger als früher	2
		kaum bis gar nicht	3
A	Mich überkommt plötzlich ein panikartiger Zustand	ja, tatsächlich sehr oft	3
		ziemlich oft	2
		nicht sehr oft	1
		überhaupt nicht	0
D	Ich kann mich an einem guten Buch, einer Radio- oder Fernsehsendung freuen	oft	0
		manchmal	1
		eher selten	2
		sehr selten	3

ANHANG 4: Dokumentationsbogen zur klinisch-neurologischen Untersuchung

UNIVERSITÄTSKLINIKUM DES SAARLANDES



Datum: _____ Uhrzeit: _____

Untersucher:
Unterschrift: _____

Klinisch-neurologische Untersuchung der Wirbelsäule

Inspektion des Rumpfes

1. Verletzungen oder Narben

HWS:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
BWS:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
LWS:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
Sakrum:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____

2. Konfiguration

HWS:	o.B. <input type="checkbox"/>	Skoliose <input type="checkbox"/>	Kyphose <input type="checkbox"/>	Lordose <input type="checkbox"/>
BWS:	o.B. <input type="checkbox"/>	Skoliose <input type="checkbox"/>	Kyphose <input type="checkbox"/>	Lordose <input type="checkbox"/>
LWS:	o.B. <input type="checkbox"/>	Skoliose <input type="checkbox"/>	Kyphose <input type="checkbox"/>	Lordose <input type="checkbox"/>

3. Beweglichkeit

Kinn-Sternum-Abstand:	_____	cm		
HWS-Inklination: schmerzhaft			ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
HWS-Reklination: schmerzhaft			ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
HWS-Rotation re.:	0-35° <input type="checkbox"/>	35-70° <input type="checkbox"/>	>70° <input type="checkbox"/>	
HWS-Rotation li.:	0-35° <input type="checkbox"/>	35-70° <input type="checkbox"/>	>70° <input type="checkbox"/>	
HWS-Rotation: schmerzhaft			ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
BWS-Flexion:	0-15° <input type="checkbox"/>	15-30° <input type="checkbox"/>	30-45° <input type="checkbox"/>	
BWS-Extension:	0-10° <input type="checkbox"/>	10-20° <input type="checkbox"/>	>20° <input type="checkbox"/>	
BWS-Rotation re.:	0-15° <input type="checkbox"/>	15-30° <input type="checkbox"/>	>30° <input type="checkbox"/>	
BWS-Rotation li.:	0-15° <input type="checkbox"/>	15-30° <input type="checkbox"/>	>30° <input type="checkbox"/>	
BWS-Rotation: schmerzhaft			ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Finger-Boden-Abstand:	_____	cm		
LWS-Flexion:	0-15° <input type="checkbox"/>	15-30° <input type="checkbox"/>	30-45° <input type="checkbox"/>	
LWS-Extension:	0-10° <input type="checkbox"/>	10-20° <input type="checkbox"/>	20-30° <input type="checkbox"/>	
LWS-Rotation re.:	0-20° <input type="checkbox"/>	20-40° <input type="checkbox"/>	40-60° <input type="checkbox"/>	
LWS-Rotation li.:	0-20° <input type="checkbox"/>	20-40° <input type="checkbox"/>	40-60° <input type="checkbox"/>	
LWS-Rotation: schmerzhaft			ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>

Lasèque-Zeichen re.:	<input type="checkbox"/>	pos. bei ____ Grad	<input type="checkbox"/>	neg.
Lasèque-Zeichen li.:	<input type="checkbox"/>	pos. bei ____ Grad	<input type="checkbox"/>	neg.
pseudo Lasèque-Zeichen re.:	<input type="checkbox"/>	pos. bei ____ Grad	<input type="checkbox"/>	neg.
pseudo Lasèque-Zeichen li.:	<input type="checkbox"/>	pos. bei ____ Grad	<input type="checkbox"/>	neg.

4. Druck- und Klopfempfindlichkeit

HWS-Facettensyndrom:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
BWS-Facettensyndrom:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
LWS-Facettensyndrom:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
ISG-Syndrom:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>

Motorik

1. Passive Beweglichkeit

Arm re.:	eingeschränkt	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
Arm li.:	eingeschränkt	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
Bein re.:	eingeschränkt	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
Bein li.:	eingeschränkt	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
Hand:	eingeschränkt	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
Finger:	eingeschränkt	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____

2. Muskulatur

Erkennbare Atrophie:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
Faszikulation:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____
Trendelenburg:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	_____

Zehenspitzenengang:	nicht möglich <input type="checkbox"/>	Hackengang:	nicht möglich <input type="checkbox"/>
	unsicher <input type="checkbox"/>		unsicher <input type="checkbox"/>
	schmerzbedingt nicht möglich <input type="checkbox"/>		schmerzbedingt nicht möglich <input type="checkbox"/>
	o.B. <input type="checkbox"/>		o.B. <input type="checkbox"/>

Stuhlsteigen:	nicht möglich <input type="checkbox"/>	Gangbild:	sicher <input type="checkbox"/>
	unsicher <input type="checkbox"/>		unsicher <input type="checkbox"/>
	schmerzbedingt nicht möglich <input type="checkbox"/>		spastisch <input type="checkbox"/>
	o.B. <input type="checkbox"/>		paretisch <input type="checkbox"/>
			ataktisch <input type="checkbox"/>
			kleinschrittig <input type="checkbox"/>
			hinkend <input type="checkbox"/>

AVHV:	o.B. <input type="checkbox"/>	BVHV:	o.B. <input type="checkbox"/>
Pronationstendenz	li. <input type="checkbox"/>	Schweregefühl	li. <input type="checkbox"/>
Absinktendenz	re. <input type="checkbox"/>	Absinktendenz	re. <input type="checkbox"/>
	li. <input type="checkbox"/>		li. <input type="checkbox"/>
	re. <input type="checkbox"/>		re. <input type="checkbox"/>

Paresen

1. C5

M. deltoideus re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. deltoideus li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5

2. C6

M. biceps brachii re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. biceps brachii li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. brachioradialis re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. brachioradialis li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5

3. C7

M. triceps brachii re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. triceps brachii li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. extensor digitorum re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. extensor digitorum li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5

4. C8

Mm. interossei re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 Mm. interossei li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 Mm. Flexor digitorum prof. re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 Mm. Flexor digitorum prof. li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5

5. L4

M. quadriceps re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. quadriceps li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5

6. L5

M. tibialis re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. tibialis li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. extensor hallucis long re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. extensor hallucis long li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. gluteus medius re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. gluteus medius li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5

7. S1

M. triceps surae re.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5
 M. triceps surae li.: KG 0/5 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5

Reflexe

1. C6

BSR re.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert
 BSR li.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

2. C5

RPR re.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert
 RPR li.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

3. C7

TSR re.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert
 TSR li.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

4. Th7-12

BHR re.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert
 BHR li.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

5. L1/2

Kremastareflex re.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert
 Kremastareflex li.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

6. L2/3

AdR re.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert
 AdR li.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

7. L3/4

PSR re.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert
 PSR li.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

8. L5

TpR re.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert
 TpR li.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

9. S1

ASR re.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert
 ASR li.: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

10. S3-5

Analreflex: fehlend vermindert normal lebhaft gesteigert

11. Pathologische Reflexe

Babinski re.: pos. neg. Oppenheim re.: pos. neg.
 Babinski li.: pos. neg. Oppenheim li.: pos. neg.
 Gordon re.: pos. neg. Knips-/Trömnerreflex (einseitig): re.
 Gordon li.: pos. neg. li.

Sensibilität

1. Berührung

Hyperästhesie: nein ja , entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.
 Hypästhesie: nein ja , entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.
 Anästhesie: nein ja , entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.
 Dysästhesie: nein ja , entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.

2. Zweipunktdiskriminaton

gestört: nein ja , entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.

3. Schmerzempfinden

Hyperalgesie: nein ja , entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.
 Hypalgesie: nein ja , entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.
 Analgesie: nein ja , entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.

4. Bewegungs- und Lageempfinden

gestört: nein ja _____ re. li. bds.

5. Temperaturempfinden

Wärme: o.B. gestört entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.
 Kälte: o.B. gestört entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.

6. Vibration

o.B. gestört entsprechend Dermatome _____ re. li. bds.

Koordination

1. Gangbild

Fallneigung: o.B. re. li. vorne hinten
 Blindgang: o.B. sicher unsicher mit Fallneigung nach _____ n. mögl.
 Seit tänzergang: o.B. sicher unsicher mit Fallneigung nach _____ n. mögl.
 Seit tänzerblindgang o.B. sicher unsicher mit Fallneigung nach _____ n. mögl.

2. Rhomberg

offene Augen: o.B. sicher unsicher mit Fallneigung nach _____ n. mögl.
 geschl. Augen: o.B. sicher unsicher mit Fallneigung nach _____ n. mögl.

3. Monopedales Stehen:

sicher unsicher n. mögl. Trendelenburg-Zeichen pos.: neg.:

4. Hüpfen auf einem Bein

sicher unsicher n. mögl.

Diagnose: _____

Ursache: _____