

**Aus dem Fachbereich Medizin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main**

**Neurochirurgische Klinik und Ambulanz  
Klinikum Offenbach GmbH  
Direktor: PD Dr. med. habil. Peter T. Ulrich  
Akademisches Lehrkrankenhaus der Johann Wolfgang Goethe Universität  
Frankfurt am Main**

**Der Einfluss des Sitzens nach lumbalen Bandscheibenoperationen auf  
den Verlauf der postoperativen Beschwerden und die berufliche  
Wiedereingliederung**

**Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main**

**Vorgelegt von**

**Lars Holzer  
aus Frankfurt am Main**

**Frankfurt am Main, 2011**

Dekan: Prof. Dr. med. Josef M. Pfeilschifter  
Referent: Priv. Doz. Dr. med. habil. Peter T. Ulrich  
Koreferent: Univ.-Prof. Dr. Dr. med. Kai Zacharowski, FRCA

Tag der mündlichen Prüfung: 4. April 2012

Meiner Familie  
in  
Dankbarkeit

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<hr/>		
<b>2</b>	<b>Der Bandscheibenvorfall</b>	<b>3</b>
<hr/>		
2.1	Ätiologie	3
2.2	Anatomie und Biomechanik der Zwischenwirbelscheibe	5
2.3	Pathologie und Einteilung	9
2.4	Klinik und Symptomatik	15
2.5	Diagnostik	18
2.6	Therapie	20
<b>3</b>	<b>Arbeitshypothese</b>	<b>23</b>
<hr/>		
3.1	Geschichte	23
3.2	Die postoperative Therapie	24
3.3	Studien	28
3.3.1	Studie A. Nachemson 1966	28
3.3.2	Studie H.J. Wilke et al. 1999	29
3.3.3	Studie A. Rohlmann et al. 1999	31
3.3.4	Studie A. Rohlmann et al. 2002	33
3.3.5	Studie A. Althoff et al. 1992	34
3.4	Arbeitshypothese	37
<b>4</b>	<b>Methodik</b>	<b>39</b>
<hr/>		
4.1	Studiendesign	39
4.2	Aufnahme- und Untersuchungsprotokoll	41
4.3	Visuelle Analogskala	45
4.4	Sitz- und Schmerztagebuch	45
4.5	Oswestry Schmerzskala	48
4.6	Allgemeine Depressionsskala	49
<b>5</b>	<b>Ergebnisteil</b>	<b>51</b>
<hr/>		
5.1	Studienverlauf	51
5.1.0	Übersicht über das Patientenkollektiv	51
5.1.1	Vergleich der Gruppen hinsichtlich des Alters	52
5.1.2	Vergleich der Gruppen hinsichtlich der BSV- Verteilung	52
5.1.3	Vergleich hinsichtlich drop out, Krankenschreibung, Arbeitsaufnahme und Wiedereingliederung	53
5.1.4	Vergleich der Gruppen hinsichtlich der Drop out	55

5.1.5	Vergleich der Gruppen hinsichtlich der Rehabilitationsmaßnahmen	56
5.1.6	Vergleich der Gruppen hinsichtlich der Arbeitsaufnahme	56
5.2	Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich der klinischen Befunde	58
5.2.1	Untersuchung der Schmerzlokalisierung	61
5.2.2	Untersuchung der Schmerzexistenz	62
5.2.3	Untersuchung von Paresen	64
5.2.4	Untersuchung von Wurzeldehnungszeichen	66
5.2.5	Untersuchung von Sensibilitätsstörungen	68
5.2.6	Untersuchung der Schmerzintensität mittels der VAS	70
5.3	Vergleich beider Gruppen hinsichtlich des Sitz- u. Schmerztagebuches	72
5.3.1	Auswertung der Sitzdauer, -möglichkeit und Rückenposition	77
5.3.2	Auswertung der Schmerzintensität	79
5.3.3	Auswertung der Symptomatik	81
5.3.4	Auswertung der Medikamenteneinnahme	82
5.4	Vergleich beider Gruppen anhand der Oswestry- Schmerzskala	84
5.5	Vergleich beider Gruppen anhand der ADS- L	90
5.6	Auswertung der MRT Untersuchung der LWS vor u. nach KM	91
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>94</b>
6.1	Diskussion der Studienergebnisse von Nachemson, Wilke, Rohlmann und Althoff	97
6.2	Diskussion der klinischen Untersuchungsergebnisse	98
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>105</b>
<b>8</b>	<b>Summary</b>	<b>107</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>109</b>
	Abbildungsverzeichnis	109
	Tabellenverzeichnis	110
	Literaturverzeichnis	111
	Danksagung	117
	Lebenslauf	118
	Schriftliche Erklärung	120

## **Abkürzungsverzeichnis**

<b>ADS</b>	Allgemeine Depressionsskala
<b>AHB</b>	Anschlußheilbehandlung
<b>AWMF</b>	Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften
<b>BSV</b>	Bandscheibenvorfall
<b>BWS</b>	Brustwirbelsäule
<b>CT</b>	Computertomographie
<b>EMG</b>	Elektromyographie
<b>HWS</b>	Halswirbelsäule
<b>KG</b>	Kraftgrad
<b>KM</b>	Kontrastmittel
<b>KHK</b>	Koronare Herzkrankheit
<b>LWK</b>	Lendenwirbelkörper
<b>LWS</b>	Lendenwirbelsäule
<b>MRT</b>	Magnetresonanztomographie
<b>NLG</b>	Nervenleitgeschwindigkeit
<b>NU</b>	Nachuntersuchung
<b>pAVK</b>	periphere arterielle Verschlusskrankheit
<b>VAS</b>	Visuelle Analogskala

# 1 Einleitung

Rückenschmerzen, engl. Low Back Pain, erleben ca. 85-90% der Bevölkerung westlicher Industrienationen mindestens einmal in ihrem Leben.

Bei 80-90% der Patienten tritt innerhalb eines Monats eine Verbesserung der Beschwerden auf. In etwa 1% der Fälle klagen die Patienten über radikuläre Symptome. Aber nur 1-3% der Patienten, die über Schmerzen im lumbalen Wirbelsäulenbereich klagen, hat einen Bandscheibenvorfall. Die Behandlungskosten der Patienten mit Rückenschmerzen aller Genesen belaufen sich in Deutschland schätzungsweise auf 15-20 Milliarden Euro pro Jahr. Vor allem bei einem chronischen Verlauf gehört diese Erkrankung somit zu den teuersten in Deutschland und den westlichen Industrienationen [41].

Das Nachsorgekonzept nach lumbalen Bandscheiben-Operationen beruht auf biomechanischen Untersuchungen von Nachemson, die bereits in den 60-ziger Jahren des 20. Jahrhunderts publiziert worden sind [63, 64, 65, 66]. Seine Studien zeigten, dass sich das Sitzen nach Bandscheiben-Operationen, aber auch bei Rückenschmerzpatienten ohne Operation ungünstig auf den Rehabilitationsprozess auswirkte. Aufgrund dieser Befunde wurde ein Sitzverbot in das Rehabilitationskonzept aufgenommen, das auch heute noch weit verbreitet ist. Eine Verankerung in den Leitlinien erfolgte aber nicht.

In Akut- und Rehabilitationskliniken werden z.B. für die Patienten Stehtische bereitgestellt, an denen sie ihre Mahlzeiten einnehmen sollen.

Problematisch erweist sich das Konzept häufig bei der Wiedereingliederung am Arbeitsplatz. Hier werden für die Mitarbeiter/ -innen Stehpulte eingerichtet bzw. spezielle Sitzmöbel zur Lordosierung der LWS angeschafft. Häufig werden auch die Arbeitsabläufe umstrukturiert, um längere Sitzphasen zu vermeiden. Viele Patienten entwickeln zudem ein ängstliches Vermeidungsverhalten, so dass muskuläre Dysbalancen auftreten. Dies wiederum führt zu einem erhöhten Tonus der Erector trunci- Muskulatur, und so können myotendinotische Sekundärbeschwerden entstehen, die zu einer verzögerten beruflichen und sozialen Wiedereingliederung beitragen. Die auf diese Weise verzögerte berufliche Reintegration wird somit auch zu einem volkswirtschaftlich relevanten Problem [41].

Neuere biomechanische Untersuchungen, z.B. nach Wilke et al. [91, 92, 93], zeigen allerdings andere Ergebnisse als die Untersuchungen von Nachemson.

Ob eine allgemeine Sitzurlaubnis möglich ist und ob von einem Sitzverbot, wie in den AWMF Leitlinien von 2005 [8] vorgegeben, Abstand genommen werden kann und ob eine Umstrukturierung des Rehabilitationsprozesses erfolgen könnte, soll in dieser Arbeit untersucht werden.

## 2 Der Bandscheibenvorfall

### 2.1 Ätiologie

Der Bandscheibenvorfall, engl. slipped disc oder intervertebral disc herniation, hat in der Fachsprache viele Synonyme. Dazu gehören Bandscheibenprotrusion, Bandscheibenprolaps, Nucleus pulposus Prolaps, Diskusprolaps und Diskushernie. Im Folgenden soll er nach dem gängigen klinischen Gebrauch mit „Bandscheibenvorfall“ benannt und mit BSV abgekürzt werden.

Auch wenn nur 1-3% aller Rückenschmerzpatienten einen diagnostisch nachweisbaren BSV haben [8], so gehört dieser doch zu den häufigsten neurochirurgischen Krankheitsbildern.

In mehreren Studien konnte nachgewiesen werden, dass schon bei jungen Erwachsenen, mit fortschreitendem Alter zunehmend, BSV in der CT oder im MRT nachweisbar sind, zumeist völlig ohne Beschwerden.

In den Studien von Weishaupt et al. [90] z.B. wurde 1998 bei 60 asymptomatischen Patienten eine MRT- Untersuchung der lumbalen Wirbelsäule durchgeführt. Dabei fanden sich bei 39 von ihnen (64%) Bandscheibenprotrusionen oder leichte BSV, bei 11 (18%) sogar eindeutige BSV. Bei 19 Patienten (32,5%) konnte ein Austritt von Bandscheibengewebe in den Anulus fibrosus nachgewiesen werden und vier (6%) hatten deutliche Veränderungen der Deckplatten oder der angrenzenden Wirbelkörper.

Daraus schlossen die Autoren, dass bei Patienten mit einem Alter unter 50 Jahren substanzielle BSV, Veränderungen an Wirbelkörpern, an Grund- oder Deckplatten sowie osteochondrotische Veränderungen der Facettengelenke selten sind, Bandscheibenprotrusionen und leichte BSV dagegen häufig vorkommen.

Die Ergebnisse dieser Studien bestätigten somit Untersuchungen von Modic et al. [61] aus dem Jahre 1988 und Boos et al. [13] aus dem Jahre 1995.

Als Ursache für einen BSV werden in erster Linie degenerative Prozesse angegeben. Dazu gehören Wasserverlust und Höhenminderung der Bandscheibe und/ oder spondylitische Veränderungen an den Wirbelkörpern.

Die Lehrmeinung, dass diese Patienten ungünstigen Tätigkeiten nachgehen, ist nach wie vor weit verbreitet. Dazu gehören körperliche Tätigkeiten oder

Arbeiten in ungünstigen Haltungen, z.B. bei verdrehter Körperachse. Auch langes und häufiges Sitzen sowie Vibrationen, wie sie beim Führen von Kraftfahrzeugen oder Baumaschinen vorkommt, sollen zu einer frühen Degeneration der Bandscheibe führen.

In einer Arbeit durch Elfering et al. [26] wurden bei 41 Patienten über fünf Jahre hinweg regelmäßig MRT Untersuchungen der LWS durchgeführt. Dabei wurde bei 17 (41%) eine Veränderung des Bandscheibenstatus beobachtet. Unter Berücksichtigung der körperlichen Tätigkeit in diesem Untersuchungszeitraum fand man eine geringe Korrelation zwischen fortschreitender Degeneration und Rückenschmerzen. Daraus wurde geschlossen, dass keine dieser klassischen Risikofaktoren zu einer fortschreitenden Degeneration disponiert, zumindest nicht alleine. Vielmehr wurden fehlende sportliche Aktivitäten, Übergewicht, Nacht- oder Schichtarbeit und sogar Unzufriedenheit am Arbeitsplatz, also psychosoziale Faktoren, für progrediente Degenerationen der Bandscheiben verantwortlich gemacht. U. a. wurde dies auch bei einer Untersuchung durch Bigos et al. [12] festgestellt.

Weiter konnte nachgewiesen werden, dass eine schon bei der Eingangsuntersuchung eines Patienten ausgeprägte Degeneration schneller voranschreitet als bei Patienten mit weniger ausgeprägten Befunden.

Biomechanische Untersuchungen [41] zeigen allerdings, dass die Bauteile des menschlichen Körpers nicht mit denen der Mechanik vergleichbar sind. In der Mechanik wird versucht, die verwendeten Teile zu schonen, um so eine lange Lebenszeit zu garantieren. Die menschlichen Bauteile dagegen müssen beansprucht werden. Speziell die Bandscheiben brauchen Belastung, denn nur so ist eine ausreichende Ernährung gewährleistet und die Verletzungsgefahr sinkt. Aus der Erkenntnis, dass Belastung vorteilhaft für den Rücken ist, ziehen Adams et al. [2,3] die Schlussfolgerung, dass eine Bandscheibendegeneration nicht allein auf psychosoziale Faktoren zurückgeführt werden kann; Rückenschmerzen und BSV sind vielmehr eine multifaktorielle Erscheinung.

So wichtig einerseits eine tägliche Belastung der Bandscheiben ist, so schreitet andererseits eine Degeneration immer weiter fort, wenn die Belastung ihre sehr langsamen Regenerationsmöglichkeiten überschreitet. Und so reicht bei einer weit fortgeschrittenen Degeneration manchmal schon eine kleine Überlastung,

und es kommt zum Vorfall. Beide Sichtweisen werden heute noch kontrovers diskutiert.

Weitere Faktoren für Bandscheibendegenerationen, Rückenschmerzen und BSV sind genetische Dispositionen. Dies wurde durch einige Studien in den 90er Jahren belegt, auf die aber in dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden soll. Auch soll in dieser Arbeit nicht näher auf mathematische Modelle eingegangen werden [44], da sie von einigen Autoren als zu unpräzise eingestuft werden.

Einige Autoren benutzen den Terminus Diskose für eine fortschreitende Bandscheibendegeneration anstatt des von Schmorl und Junghanns [81] geprägten Begriffs Chondrosis intervertebralis. Dieser Begriff allerdings erscheint verwirrend, da er im engeren Sinne nur die Veränderungen am Knorpel selbst beschreibt. Unter Diskose dagegen versteht man alle im Rahmen der Bandscheibendegeneration auftretenden pathologisch-anatomischen, biochemischen und biomechanischen Veränderungen im Zwischenwirbelabschnitt [50].

Dabei kommt der Diskose noch kein Krankheitswert zu, sondern sie zeigt lediglich eine Krankheitsbereitschaft. Erst wenn Funktionsstörungen oder Schmerzen auftreten, spricht man aufgrund degenerativer Veränderungen von einer bandscheibenbedingten Erkrankung.

## **2.2 Anatomie und Biomechanik der Zwischenwirbelscheibe**

Auf eine ausführliche anatomische Darstellung des knöchernen und muskulären Aufbaus der Wirbelsäule wird in dieser Arbeit verzichtet. Dagegen wird die Bandscheibe aufgrund der anatomischen und biomechanischen Eigenschaften und deren Zusammenhang mit der Ätiologie des Bandscheibenvorfalles näher beleuchtet.

Jede Zwischenwirbelscheibe besteht aus einem im Zentrum gelegenen Gallertkern (Nucleus pulposus), der von konzentrisch angeordneten Fasermassen (Anulus fibrosus) umgeben ist. Während der äußere Faserring mit den Randleisten der Wirbelkörper verbunden ist, sind die inneren Ringe im hyalinen Knorpelbelag der Deckplatten verankert.

Mit dem Kollagentypen I, II, III, V, IX, XI und XII sind sieben Kollagentypen in der Bandscheibe vertreten.

Kollagentyp I kommt vor allem in Ligamenten vor. Er ist zum größten Teil im äußeren Bereich des Anulus fibrosus vorhanden. Zum Nucleus pulposus nimmt die Menge dann ab.

Kollagentyp II findet sich vor allem im Nucleus pulposus und ist hauptsächlicher Bestandteil des Knorpels. Die Menge nimmt, entgegen der Anordnung vom Kollagentyp I, zum äußeren Anulusbereich hin ab.

Alle anderen Kollagentypen sind nur Nebenbestandteil im Anulus fibrosus und Nucleus pulposus und bedürfen somit keiner näheren Betrachtung.

Die Kollagentypen spiegeln die mechanische Funktion der Bandscheibe wider. Kollagentyp I ist von seinen biomechanischen Eigenschaften her optimal gegen Zugspannungen konstruiert, während Typ II einen sehr guten Widerstand gegen Kompressionskräfte aufweist.

Die Aufgabe der Zwischenwirbelscheiben besteht vor allem darin, den Druck, der auf der Wirbelsäule lastet, abzufedern und zu mindern. So verringert sich bei Druck die Höhe der Zwischenwirbelscheiben, im Lendenwirbelbereich ca. 10 mm, durch Abpressen von Gewebsflüssigkeit, u. a. ein Grund dafür, dass die Körperlänge, im Alter mit geringeren Schwankungen, morgens größer ist als abends. Die Grundsubstanz weist braune Pigmentierungen und Verfettungen mit Fetttropfen in den Zellen des Anulus fibrosus, wobei die Verfärbungen in den Bereichen entstehen, in denen Spalten und Risse durch Lücken in den Knorpelplatten bis an Gefäßwucherungen heranreichen, die vom Knochenmark ausgehen. So wird natürlich auch die Nachgiebigkeit reduziert und die Bandscheibe wird anfälliger gegen Verletzungen [14].

Die Aufgabe des Gallertkerns, der unter normalen Bedingungen immer unter Druck steht, besteht darin, die Wirbelkörper auseinander zu treiben.

Ein Auseinandersprennen wird durch den Faserring, die Längsbänder und durch den Druck der Körperlast verhindert. Wird die Wirbelsäule in eine Richtung gebeugt, so werden die Zwischenwirbelscheiben auf der konkaven Seite niedriger und auf der entgegengesetzten Seite höher. Der Gallertkern verteilt den Druck nach allen Seiten gleichmäßig und fungiert somit als nicht komprimierbares Wasserkissen. Die Fasern des Anulus fibrosus werden hierbei unter Spannung gesetzt und federn so den aufkommenden Druck ab.

Im Säuglingsalter findet noch ein reger Stoffaustausch in den unbelasteten Zwischenwirbelabschnitten statt. Gefäße gelangen von außen aus einem Gefäßnetz direkt in den äußeren Bereich des Anulus fibrosus.

Die zentralen Anteile der Bandscheibe dagegen sind nicht von Gefäßen durchzogen. Hier findet der Stoffaustausch durch Diffusion statt. Mit Beginn der aufrechten Haltung verändert sich die Situation grundlegend. Durch den aufkommenden Belastungsdruck aus Körpergewicht und Muskeltonus werden die Blutgefäße komprimiert; sie degenerieren infolge der Druckatrophie und verschwinden. Das gut vaskularisierte Gewebe verwandelt sich zum größten bradytrophen Gewebe des Körpers, und im äußersten Bereich des Anulus fibrosus [15] findet man nur noch kapilläre Gefäße. Die Versorgung des Gewebes geschieht somit ausschließlich über Diffusion.

Dabei fungieren die Gewebsschichten der Zwischenwirbelscheiben als semipermeable Membranen, wobei die Durchlässigkeit für Flüssigkeiten und gelöste Stoffe nicht in allen Abschnitten gleich ist. Da die Knorpelplatte und der Bandscheibenring die Permeabilitätsbarriere bilden, entstehen zwei unterschiedliche biologische und mechanische Geweberäume, die durch die Barrieren getrennt werden. Dazu zählen Bandscheibeninnenraum einerseits und paravertebrales Gewebe bzw. Wirbelkörperspongiosa andererseits.

Die beiden Räume unterscheiden sich im Wesentlichen durch ihren hydrostatischen Druck, den so genannten Belastungsdruck. Während er im paravertebralen Raum nur wenige mmHg beträgt, liegt im Zwischenwirbelabschnitt, je nach Körperposition, ein Druck bis zu 1000 N vor.

Zur Minderung des hohen Belastungsdruckes im Bandscheibeninnenraum gibt es einen entgegengesetzten Flüssigkeitsstrom, ohne den die Bandscheiben ausgepresst und austrocknen würden. Dieser Flüssigkeitsstrom gegen den Belastungsdruck ist u. a. auf osmotisch wirksame Kräfte zurückzuführen. Es entsteht ein Ansaugdruck durch Makromoleküle, die im Bandscheibeninnenraum in hoher Konzentration vorliegen und eine hohe Wasseranziehungskraft besitzen.

Die durch die unterschiedlich hohen Drücke aufgebaute Flüssigkeitsbewegung geschieht so lange, bis sich ein Gleichgewicht eingestellt hat. Unter physiologischen Bedingungen sind den Flüssigkeitsverschiebungen allerdings Grenzen gesetzt. Eine Wasseraufnahme verdünnt die Makromoleküle und die Ansaugkraft reduziert sich. Umgekehrt führt ein hoher Belastungsdruck zu einem großen Flüssigkeitsverlust. Die Konzentration der Makromoleküle steigt an, der Ansaugdruck erhöht sich, und es kommt zum Wassereinstrom. Die Bandscheibe wird deshalb nur bis zu einem bestimmten Maß ausgepresst.

Zusätzlich ist der Quelldruck in der Bandscheibe von großer Bedeutung. Dieser Quelldruck ist definiert als der Druck, mit dem sich ein quellbarer Körper bei Wasserangebot gegen Widerstände ausdehnt [51]. Die Quellkraft ist von den elastischen Eigenschaften der Bandscheibe und deren Wasseraufnahmevermögen abhängig.

Die Wechselbeziehung zwischen den extra- und intradiskalen Drücken ist von wesentlicher Bedeutung für die Ernährung des Bandscheibengewebes.

Mit zunehmendem Alter entstehen lange Diffusionswege von teilweise bis zu einem Zentimeter. Zusätzlich führen Verkalkungen und Umbauvorgänge des Kollagenfasernetzes zu Diffusionsbehinderungen. Eine Mangelversorgung des Nucleus pulposus ist somit vorprogrammiert. Dies ist eine Erklärung für die bereits in jungen Jahren auftretenden regressiven Veränderungen im Anulus fibrosus.

Vor allem in der HWS kommt es schon frühzeitig zu einer Alterung der Bandscheiben. Diese altersbedingten Umbauvorgänge beginnen zuerst im Nucleus pulposus, später dann auch im Anulus fibrosus und an den Wirbelkörperendplatten. Der Alterungsprozess ist gekennzeichnet durch eine Verringerung der Proteoglykane und Mukopolysacchariden, die für den Wasserspeicher im Nucleus pulposus zuständig sind. Sie werden mit einem geringeren Molekulargewicht nachproduziert und erhalten so die Möglichkeit, die semipermeablen Grenzschichten zu passieren. Aus diesem Grund reduziert sich im Verlauf der osmotische Druck. Dieser Vorgang unterstützt zusätzlich die Passage der Moleküle, da der Belastungsdruck nur ungenügend ausgeglichen werden kann. Folglich sinkt der Wassergehalt. Während bei einem Neugeborenen der Wassergehalt noch ca. 88% beträgt, liegt er bei einem 12-jährigen Kind bei ca. 83% und bei einem Erwachsenen von 72 Jahren nur noch bei 70%. Es kommt zu einer Volumen- und Höhenminderung des Zwischenwirbelraumes. Im Nucleus pulposus führt diese Höhenminderung zu einer Erschlaffung der Fasern. Diese zermürben, und der Nucleus pulposus wird unelastisch. Eine fortschreitende Austrocknung verstärkt den Effekt, und damit können Belastungen weniger gedämpft werden.

Im Anulus fibrosus selbst, der wenig Proteoglykane und einen geringen Wassergehalt hat, verändern sich dagegen die Kollagenmoleküle: Sie aggregieren und bilden dicke Bündel. Damit sinkt die Widerstandsfähigkeit, und der Anulus wird ebenfalls anfälliger für Verletzungen.

Ein weiteres Problem sind Veränderungen in den aktiven Zellen, die eine gewisse Reparatur des betroffenen Gewebes der Bandscheibe ermöglichen. So können u. a. Mikrotraumen durch sie repariert werden. Durch die zunehmende schlechtere Ernährung, die nur noch durch Diffusion erfolgen kann, werden nun Stoffwechselprodukte nicht schnell genug bzw. nur unzureichend in das Innere der Bandscheibe befördert, wo sie benötigt werden. Auf diese Weise gesellen sich nicht selten zu einem nicht oder nur unzureichend reparierten Mikrotrauma weitere Traumen hinzu. Die beiden aufgezeigten degenerativen Prozesse führen häufig schon zum Ende des ersten Lebensjahrzehnts zum Auftreten von Spalten und Rissen, die dann in der zweiten und dritten Lebensdekade den gesamten Diskus unterteilen bzw. durchtrennen können, ohne dass dieser durch ausreichende Elastizität oder Reparaturprozesse adäquat reagieren kann. Damit wird auch der Faserring weiter geschwächt, und der unter Druck stehende Gallertkern dringt nach außen; es kommt zur Protrusion. Bricht der Faserring vollständig, so tritt der Gallertkern aus, meist gefolgt von Anteilen des Faserrings; es kommt zum Prolaps.

### **2.3 Pathologie und Einteilung**

Bandscheiben, Wirbelgelenke und die Bandverbindungen müssen als eine Einheit gesehen werden. Junghanns (1951) [45] führte in seinen Arbeiten dafür den Begriff „Bewegungssegment“ ein. Daraus folgt natürlich, dass eine Veränderung in der mechanischen Stabilität der Bandscheibe Einfluss nimmt auf die anderen Anteile der Einheit.

Eine Bandscheibendegeneration verläuft in drei Stadien:

Stadium 1 beginnt mit dem Verschwinden der Blutgefäße im Kindesalter, aber noch wird die Bandscheibe durch die Diffusion gut ernährt. Dies liegt zum einen an dem geringen Körpergewicht des Kindes und zum anderen an dem Bewegungsreichtum, der das Kindesalter kennzeichnet.

Im jugendlichen Alter und mit zunehmendem Körpergewicht erhöht sich die axiale Belastung auf den unteren LWS Bereich. Hinzu kommt noch eine relative Bewegungsarmut durch Schule oder Beruf. Der schlecht versorgte Anulus fibrosus hält dem inneren Druck des Nucleus pulposus nicht mehr in dem Maße stand, wie dies in der Säuglings- und Kinderzeit möglich war, und dadurch kann

es zwischen dem 12. und 20. Lebensjahr zu Vorwölbungen der Bandscheibe kommen. Durch Reizungen des hinteren Längsbandes können zudem in diesem Alter erstmals Beschwerden auftreten.

Stadium 2 betrifft die 20- bis 60- jährigen. Im Anulus fibrosus werden, wie bereits oben beschrieben, Fasern von minderer Qualität gebildet. Es entstehen Spalten und Risse, in die der Nucleus pulposus eintreten kann.

Bei Belastung können so Protrusionen, Prolapse oder Sequester durch den Weg des geringsten Widerstandes über die Bandscheibengrenzen hinaustreten. Entgegen der Darstellung in vielen Anatomiebüchern bedeckt das hintere Längsband nicht die gesamte dorsale Bandscheibenbegrenzung, sodass die dorsolateralen Anteile der Bandscheibe frei liegen [84]. Ein großer Teil der BSV tritt in diesem Bereich auf [83].

Bei einem intakten äußeren Ring des Anulus fibrosus ist zwar eine Rückverlagerung des ausgetretenen Gewebes möglich, andernfalls kommt es jedoch zum Austritt des Gewebes in den Spinalkanal (s. u.).

Die meisten therapeutischen Eingriffe fallen in das Stadium 2 der Bandscheibendegeneration [50].

Stadium 3 beginnt nach dem 60. Lebensjahr.

Die Verlagerung von zentralem Bandscheibengewebe schreitet nicht weiter voran, da das Gewebe austrocknet, fibrosiert und sich schließlich verfestigt. Im weiteren Verlauf kommt es zu einer Verknöcherung der intervertebralen Bandverbindungen, es entsteht eine „wohltätige“ Teilversteifung der Wirbelsäule im Alter [50]. Nach dem 60. Lebensjahr gehen Symptome und Beschwerden eher von sekundären degenerativen Veränderungen im dorsalen Anteil des Bewegungssegmentes aus.

Die Diskose in all ihren Ausprägungsgraden stellt keine Krankheit dar, sondern ist vielmehr ein biologischer Regelvorgang mit einem allerdings großen Potential zu funktionellen Störungsmöglichkeiten in bestimmten Lebensabschnitten [52]. Problematisch dabei werden immer schnell und akut auftretende Veränderungen, während langsam fortschreitende Veränderungen von den meisten Menschen dagegen nicht einmal registriert werden.

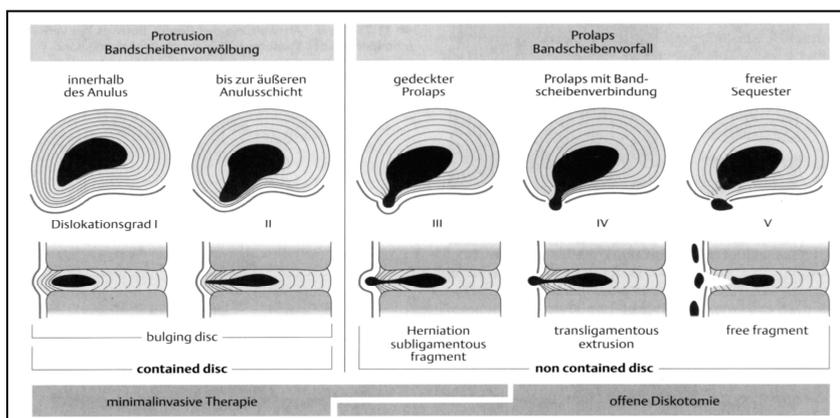
Treten Wurzelkompressionsyndrome auf, können hier ebenfalls verschiedene Formen und Grade unterscheiden werden, wie die Abbildungen 2.1 und 2.2 offenbaren. Protrusio, Prolaps und Sequester stehen dabei für unterschiedliche Ausprägungen solcher Veränderungen.

Als Protrusio bezeichnet man die Vorwölbung der Bandscheibe an das hintere Längsband. Dabei besteht ein weitestgehend intakter Anulus fibrosus.

Eine Protrusion entspricht dem Dislokationsgrad I und II [50].

Ein Prolaps ist gekennzeichnet durch einen Vorfall von Bandscheibengewebe durch den Nucleus pulposus durch das hintere Längsband, wobei der vorgefallene Teil noch in Verbindung steht mit dem restlichen Gewebe. Dabei werden ebenfalls zwei Grade unterschieden: Beim Dislokationsgrad III [50] spricht man von einem gedeckten Prolaps, da dieser noch von einer dünnen Membran umgeben ist. Durch den bestehenden Kontakt mit dem intakten Bandscheibengewebe entsteht eine besondere Situation. Das prolabierte Stück nimmt an den druckabhängigen Flüssigkeitsverschiebungen teil, d.h. es wird immer noch per Diffusion aus dem intakten Teil ernährt. Zugleich partizipiert es an den Konsistenzänderungen und Volumenschwankung. Ist die umhüllende Membran besonders fest, weil sie z.B. aus der äußersten Lamelle des Anulus fibrosus besteht, ist eine Rückverlagerung des dislozierten Gewebes möglich. Beim Dislokationsgrad IV [50] liegt das vorgefallene Bandscheibengewebe frei im Spinalkanal. Aber auch hier besteht noch eine Verbindung zum intakten Bandscheibengewebe.

Von einem Sequester spricht man, wenn vorgefallenes Gewebe abgesprengt wurde und keine Verbindung mehr zum restlichen Bandscheibengewebe besteht. Dies entspricht dem Dislokationsgrad V [50]. Der Sequester kann sich frei im Raum bewegen.

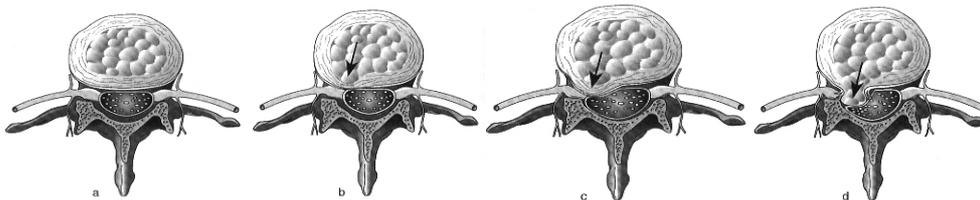


**Abb. 2.1:** Die verschiedenen Dislokationsgrade mit Protrusion und Prolaps mit zusätzlicher Angabe der möglichen Therapieoptionen (aus Krämer J: Bandscheibenbedingte Erkrankungen, Thieme Verlag, 2006)

Bei einem frei im Spinalkanal liegenden Sequester ändern sich die Stoffwechselbedingungen, da die Verbindung zum intakten Bandscheibengewebe unterbrochen ist. Eine Ernährung durch Diffusion ist nicht möglich. Das dislozierte Gewebe quillt aufgrund des onkotischen Druckes und des Quelldruckes durch Flüssigkeitsaufnahme auf, das Volumen nimmt deutlich zu. Ursache dafür ist der Wegfall des intradiskalen Belastungsdruckes. Die Folge kann eine Progression der vorhandenen Symptome sein. Im MRT ist bei T2-gewichteten Bildern eine höhere Signalintensität nachweisbar.

Der Zustand kann mehrere Wochen anhalten. Mit Verlust der Proteoglykane beginnt die Dehydratation, und der Sequester schrumpft.

Die unten genannten biochemischen Veränderungen können ebenfalls zum Abbau des Sequesters beitragen. Sie führen bei kleinen Teilen zu einem enzymatischen Abbau durch Phagozytose. Größere Teile werden nach Vaskularisierung und bindegewebiger Organisation eher zellulär abgebaut. Eine spontane Resorption ist aber immer von der Größe und der Lage des Sequesters abhängig.



**Abb. 2.2:** Ausprägung eines Bandscheibenvorfalles

- (a) Normale Bandscheibenverhältnisse
- (b) Bandscheibenprotrusion
- (c) Bandscheibenprolaps
- (d) Sequestrierter Bandscheibenprolaps

(modifiziert aus Schirmer M: Neurochirurgie, Elsevier, Urban & Fischer, 2005)

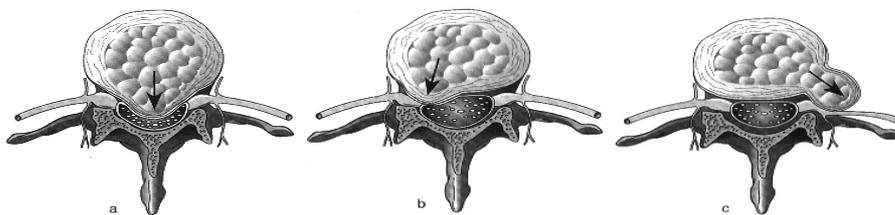
Vorfälle können zudem durch die Richtung ihrer Ausdehnung eingeteilt werden (s. hierzu auch Abb. 2.3). Dabei unterscheidet man zwischen medialen, mediolateralen und extraforaminalen Prolaps

- **Medialer Prolaps:** Der Vorfall erfolgt in die Mitte des Spinalkanals, es kommt zu einer Kompression des Rückenmarkes mit Myelopathie oder Conus- Cauda Syndrom.

- **Mediolateraler Prolaps:** Der Vorfall erfolgt seitlich in den Spinalkanal, die Kompression betrifft je nach Lage des Vorfalles das Rückenmark, das Rückenmark und den Spinalnerv oder nur den abgehenden Spinalnerv.
- **Intraforaminaler Prolaps:** Der Vorfall erfolgt in das Foramen intervetebralia mit Kompression des durchlaufenden Spinalnervs.
- **Extraforaminaler Prolaps:** Der Vorfall liegt außerhalb des Foramen und führt zur Kompression des austretenden Spinalnervs

Verlagert sich das Bandscheibengewebe innerhalb des Zwischenwirbelabschnittes, ohne dass es zu einer wesentlichen Vorwölbung der Bandscheibenkonturen kommt, so spricht man von einer intradiskalen Massenverschiebung (Dérangement interne).

Nach ventral hernierte, also in den Bauchraum gehende Vorfälle, sind sehr selten.



**Abb. 2.3:** Mögliche Richtungen eines Bandscheibenvorfalles

- (a) Medialer Bandscheibenvorfall
- (b) Mediolateraler Bandscheibenvorfall
- (c) Beispiel für einen intraforaminalen oder extraforaminalen Bandscheibenvorfall  
(modifiziert aus Schirmer M: Neurochirurgie, Elsevier, Urban & Fischer, 2005)

Des Weiteren können arthrotische degenerative Veränderungen zu einem Wurzelkompressionssyndrom führen. Dazu gehören

- Arthrose der Zwischenwirbelgelenke (Spondylarthrose): Durch die Verdickung des Gelenkes kommt es zur Kompression.
- Knöchernen Ausziehungen an den Grund- und Deckplatten (Osteophyten), die ebenfalls zu einer Einengung des Spinalkanals oder der Foramina führen.

Da das hintere Längsband in der Mitte am stärksten ist, kommt es am häufigsten zu einer mediolateralen bis lateralen Herniation.

65% der auftretenden Sequester wandern [34], davon die meisten nach kaudal. Eine Wanderung größerer Sequester wird durch mediale bindegewebige Stränge zwischen dorsaler Bandscheibengrenze, Wirbelkörperhinterwand und ventraler Dura verhindert. Die Aufhängung der Dura teilt den Raum in ein linkes und rechtes Kompartiment [42].

90% der Wurzelkompressionssyndrome finden sich im LWS, 10% im HWS-Bereich. Bei den lumbalen überwiegt der klassische BSV hervorgerufen durch prolabierte Bandscheibengewebe, im zervikalen wird die Kompression eher durch arthrotisch degenerative Veränderungen hervorgerufen. Im BWS Bereich kommt es nur in 0,2% der Fälle zu einem Wurzelkompressionssyndrom [32].

Am häufigsten ist die Wurzel L5 zwischen LWK4 und LWK5 betroffen, seltener die Wurzel S1 zwischen LWK5 und SWK1 und die Wurzeln L3 und L4.

Kompressionen und Dehnungen werden durch die Nervenwurzel in einem gewissen Maße toleriert, sonst wären Schäden an den Wurzeln schon durch die physiologischen Bewegungen der Wirbelsäule zu erwarten. Ein typischer mediolateraler BSV komprimiert und deformiert allerdings die Nervenwurzel, und gleichzeitig entsteht eine Zugspannung in der Wurzel. Dabei können bis zu 400 mmHg Kontaktdruck auf die Wurzel aufgebaut werden [83]. Zwischen dem auf die Nervenwurzel ausgeübten Druck und dem neurologischen Defizit besteht eine Korrelation [86]. Bei identischen Druckwerten führen zudem schnelle Druckanstiege zu stärkeren Schäden als langsame.

In frühen Studien konnte gezeigt werden, dass Drücke über 200 mmHg die Leitungsgeschwindigkeit beeinflussen, Drücke unter 200 mmHg dagegen zu einer Störung der Mikrozirkulation mit Behinderung des venösen Abflusses führen. Durch die Verminderung der Ernährung kommt es zur Entwicklung von radikulären Dysfunktionen. Hier reichen teilweise schon Druckwerte von 10 mmHg. Die Folge der Minderdurchblutung ist eine reaktive Permeabilitätserhöhung mit der Bildung eines perivasalen Ödems [49] und einem weiteren Druckanstieg. Ein Circulus vitiosus entsteht, der in ein geschlossenes lokales Kompartmentsyndrom übergeht. Eine zügige Wiederherstellung durch Dekompression korreliert mit der Restitutio ad integrum [39]. Langes Fortbestehen pathologischer Druckverhältnisse führt unter Umständen zu einer Fibrosierung der Nervenwurzel mit irreversiblen Funktionsverlust.

Neben der mechanischen ist auch eine biochemische Läsion an der Nervenwurzel von Bedeutung. Hierbei gibt es fließende Übergänge, d.h. es kann eine rein mechanische bis eine rein biochemische Form vorliegen. Experimentelle Untersuchungen zeigten, dass eine entzündliche Genese sehr häufig mitverantwortlich für eine radikuläre Symptomatik ist [89]. Hierfür sind Substanzen aus dem Nucleus pulposus und aus den anatomisch angrenzenden Strukturen verantwortlich.

In den Experimenten, die teilweise an Tieren durchgeführt wurden, wurde autolog entnommenes Nucleus pulposus Gewebe in den Bereich der Nervenwurzel überführt [58, 67]. Dabei kam es zu einer Verminderung der Leitungsgeschwindigkeit, zur Ausbildung eines intraneuralen Ödems und zu einer Reduzierung des intraneuralen Blutflusses.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde die Zugabe von Methylprednisolon untersucht. Erfolgt die Gabe innerhalb von 24 Stunden nach Applikation des Nucleus pulposus Gewebes, so werden die o. g. Vorgänge unterbrochen. Eine spätere Gabe verhindert die Vorgänge nicht [18].

In anderen Experimenten konnte eine massive Kumulation von Leukozyten nachgewiesen werden [68].

Weiterhin konnte eine Vielzahl von Entzündungsmediatoren gefunden werden, zu deren Bedeutung in der Entzündungskaskade allerdings weiterhin Forschungsbedarf besteht.

Durch die mechanische und biochemische Irritation und der damit einhergehenden Schädigung der Nervenwurzel kommt es zu der typischen radikulären Symptomatik, die im folgenden Kapitel beschrieben wird.

## **2.4 Klinik und Symptomatik**

Wichtig für die Lokalisation eines BSV ist die segmentale Innervation der Haut. Jeder Spinalnerv innerviert ein bestimmtes Hautareal. Dieses Areal wird Dermatome genannt. Häufig können Patienten Parästhesien einem bestimmten Dermatome zuordnen. Zu bedenken ist aber, dass benachbarte Dermatome sich überlappen. Das heißt, dass die Haut von den Nervenfasern zweier Nachbardermatome versorgt wird.

Weiterhin muss man bedenken, dass auch die Skelettmuskulatur von mindestens zwei Segmenten versorgt wird. Häufig treten deshalb bei einem BSV nur latente Paresen auf. Daraus folgt aber auch, dass eine Nervenwurzel mehrere Muskeln innerviert. Trotzdem gibt es klinisch so genannte Kennmuskeln, deren Schwächung auf ein bestimmtes Segment hinweisen, ein weiteres wichtiges Diagnosekriterium.

In der Regel äußert sich die Klinik des BSV nach der Pathologie und der Höhe des betroffenen Segmentes. Mediale BSV führen durch die Reizung der Rr. meningei der Spinalnerven eher zu einer Lumbalgie ohne radikuläre Symptomatik, da diese das hintere Längsband sensibel versorgen. Unter Lumbago versteht man heftige bewegungsabhängige Schmerzen im Bereich der LWS.

Bei besonders großen Vorfällen kann es im Extremfall zu einem Kauda-Syndrom mit Blasen- Mastdarmstörungen, Sensibilitätsstörungen im Genitoanalbereich und Reithosenanästhesie kommen. Zudem können Störungen der Sexualfunktion auftreten.

Mediolaterale und laterale Vorfälle führen eher zu einem so genannten Wurzelreizsyndrom, das sich in der Regel in einer monoradikulären Schmerzsymptomatik äußert, einhergehend mit sensiblen und/ oder motorischen Defiziten. Betroffen ist das Versorgungsgebiet der betroffenen Spinalnerven. Es kommt zur Schmerzausstrahlung in das betreffende Dermatom, wobei jedoch auch nur Teilbereiche angesprochen werden können. Häufig geht das Wurzelreizsyndrom mit lokalen Beschwerden einher. Dazu gehören Rückenschmerzen, LWS- Klopfschmerz und Myogelosen der Paravertebralmuskulatur.

Die radikuläre Symptomatik tritt bei den meisten Patienten mit einiger Latenz zu den Lokalbeschwerden auf.

Je nach betroffenem Segment, spricht man von einer Femoralgie (Beschwerden entlang des N. femoralis aus L2- L4) oder Ischialgie (Beschwerden entlang des N. ischiadicus aus L4- S3). Treten Rückenschmerzen und Schmerzausstrahlung gleichzeitig auf, so verwendet man die Begriffe Lumbofemoralgie oder Lumboischialgie. Oft bessern sich die lokalen LWS- Beschwerden, wenn es zur radikulären Symptomatik kommt.

Sensible Defizite äußern sich im entsprechenden Dermatom durch Dysästhesien wie Kribbeln, Ameisenlaufen, Kältegefühl oder ähnliches. Weiterhin kommen Hypästhesien und Hypalgesien vor.

Motorische Defizite werden wegen der multisegmentalen Versorgung nur selten vom Patienten selbst erkannt. Nicht selten kann eine latente Parese nur schwer von einer schmerzbedingten Minderinnervation unterschieden werden. Die so genannten Kennmuskeln (siehe Tabelle unten) helfen bei der Feststellung von Paresen und bei der Zuordnung zu einem Segment. Hochgradige Paresen diagnostiziert man bei einer monoradikulären Symptomatik selten.

So wie man sensible Defizite einem Segment zuordnen kann, kann man dies auch bei Kennmuskeln und Kennreflexen. Ein Kennmuskel ist definiert als Muskel, dessen isolierte Lähmung auf ein bestimmtes Segment hinweist. Das gleiche gilt für die Kennreflexe. Bei einem Wurzelreizsyndrom kann es zu einer Reflexabschwächung bis hin zum Verlust kommen.

In der Tabelle 2.1 (s. S.18) sind die in dieser Studie untersuchten Segmente mit den dazugehörigen Dermatomen, Kennmuskeln und Kennreflexen aufgelistet.

Allgemeine Symptome eines BSV können zusätzlich sein:

- Schmerzverstärkung in bestimmten Positionen: Die Patienten sind häufig gezwungen, ihre Position zu wechseln, um sich Linderung zu verschaffen.
- Schmerzverstärkung bei Husten und/ oder Niesen.

Diese Schmerzverstärkung beruht dabei auf eine Druckerhöhung in Schädel, Thorax und Abdomen mit Auswirkung auf den Venenplexus der Wirbelsäule. Die Venen bilden von der Schädelbasis bis zum Kreuzbein eine durchgehende Anastomosenkette. Über Verbindungen zu den Vv. Cavae superiores et inferiores und dem Azygos- System bilden sie einen Kollateralkreislauf, der bei Druckerhöhung wirksam in Erscheinung tritt. Die vermehrte Füllung des Venenplexus führt zu einer Verengung des Spinalkanals und somit zu einer Schmerzverstärkung [10].

Eine zusätzliche Schmerzprovokation kann durch das Lasègue- Manöver oder einen Femoralis- Dehnungstest, den so genannten Dehnungszeichen, hervorgerufen werden. Bei diesen Manövern wird durch die Streckung des betroffenen Beines die durch den BSV eingeengte Nervenwurzel gedehnt. Da die Wurzel in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt ist und dem Zug nicht

nachgeben kann, führen diese Manöver zu einer Schmerzverstärkung entlang der betroffenen Nervenbahn.

Wurzel	Dermatom	Kennmuskel	Kennreflex
L3	Vorderaußenseite, Oberschenkel	M. quadrizeps (Hüftbeuger, Kniestrecker), M. iliopsoas (Hüftbeugung)	PSR
L4	Außenseite Oberschenkel, Innenseite Unterschenkel	M. quadrizeps, M. tibialis anterior (Fuß- und Fußaußenrandheber)	PSR
L5	Außenseite Unterschenkel, Fußrücken, Großzehe	M. extensor hallucis longus (Großzehenheber), M. extensor digitorum (Zehenheber), M. gluteus medius (Abduktion Hüftgelenk)	evtl. Tibialis posterior Reflex
S1	Unterschenkel laterodorsal, laterale Fußaußenkante, Fußsohle	M. triceps surae (Fußsenker), M. gluteus maximus (Extension, Außenrotation, Abduktion)	ASR

Tab. 2.1: Nervenwurzel mit betroffenem Dermatom, Kennmuskel und Kennreflex

## 2.5 Diagnostik

Zur Diagnostik gehören, neben der apparativen Untersuchung, natürlich auch Anamnese und Untersuchung. Bei der Anamnese sollte im Rahmen der oben genannten Untersuchungen, nicht nur nach Trauma, Rotationsbewegungen, schwerem Heben, chiropraktischen Behandlungen oder früheren Lumbago oder Ischialgien gefragt werden, sondern auch nach sportlicher Aktivität, Schicht- und/ oder Nachtarbeit und anderen psychosozialen Faktoren. Weiterhin sollten Schmerzausstrahlung, Gefühlsstörungen und Lähmungserscheinungen festgehalten werden sowie Blasen- Mastdarmstörungen.

Die neurologische Untersuchung sollte eine Erkundung des Wirbelsäulenstatus mit Inspektion der Wirbelsäule nach Skoliosen oder Steilhaltung beinhalten, des Weiteren eine Überprüfung der Beweglichkeit mit dem Finger- Boden- Abstands Test und Schober- und Ott- Zeichen. Der Fersen- Fall- und der Reklinationsschmerz sollten ebenfalls getestet werden, wie eine Druck- und Klopferschmerzhaftigkeit über der LWS, paravertebral und über dem Iliosakralgelenk. Der Patient sollte auch auf Muskelverspannungen (Myogelosen) untersucht werden, da Verspannungen zu Schmerzen führen und diese wiederum zu Verspannungen.

Als Nächstes solltet sich eine Untersuchung nach Sensibilitätsstörungen in den einzelnen Segmenten anschließen sowie eine Untersuchung auf Kennmuskelschwäche und Kennreflexabschwächung.

Die Testung der Nervendehnungszeichen beinhaltet das Manöver nach Lasègue, den umgekehrten Lasègue (so genanntes Femoralis-Dehnungszeichen) und den gekreuzten Lasègue.

Als Letztes schließen sich Gang- und Standprüfungen an, wobei insbesondere der Zehenspitzen- und der Hackengang gehören. Bei Verdacht auf L5 Syndrom sollte man zudem den Test nach Trendelenburg durchführen, um eine Schwäche des M. gluteus medius festzustellen.

Durch die Labordiagnostik können einige Krankheitsbilder von vornherein ausgeschlossen werden. Die Laborparameter CRP und BSG erhärten den Verdacht auf entzündliche Erkrankungen, wobei in einer Studie von 2000 durch LeGars et al. [57] bei 33 Patienten mit Radikulopathie bei Bandscheibenvorfall eine signifikante CRP- Erhöhung gegenüber gesunden Probanden festgestellt werden konnte. Eine Bestimmung von HbA1C hilft bei der Differentialdiagnose der diabetischen Polyneuropathie. Auch immunologische Erkrankungen wie z.B. Borreliose können laborchemisch ausgeschlossen werden.

Eine konventionelle Röntgenaufnahme in zwei Ebenen, möglichst im Stehen, hilft zwar bei der Diagnose eines BSV nicht besonders, dient jedoch zum Ausschluss einer Spondylolisthesis (Funktionsaufnahme in Inklination und Reklination), zur Quantifizierung einer Wirbelkörperfraktur oder aber zur Feststellung der Anzahl der lumbalen Wirbel. Hier hat also die Röntgendiagnostik immer noch ihren Stellenwert.

Eine akut aufgetretene radikuläre Symptomatik, aber auch ein chronisches lumbales Schmerzsyndrom sollten durch ein Schnittbildverfahren abgeklärt werden. Hier bieten sich die Computertomographie (CT) und die Kernspintomographie (MRT) an. Während die CT eine bessere Beurteilung der knöchernen Strukturen erlaubt, ermöglicht die MRT eine bessere Einschätzung der Weichteile und des Myelons. Je nach Schwere der Symptomatik und nach dem weiteren therapeutischen Vorgehen kann man auch beide Verfahren miteinander kombinieren. Bei der CT sollte man allerdings die Strahlenbelastung bedenken.

Um den Zustand der Nervenwurzel zu beurteilen, bedient man sich bisweilen einer Myelographie oder einer Myelo- CT. Beides sind jedoch mit Risiken verbundene invasive Maßnahmen, die sich von Nackenhinterkopfschmerzen über Übelkeit, Erbrechen und Schwindel (Postmyelographiesyndrom) bis hin zu

einer Meningitis erstrecken. Angewendet werden die Methoden, wenn eine MRT nicht möglich ist, z.B. bei einem Schrittmacherpatienten oder einem Metallimplantat, aber auch wenn die CT keine eindeutigen Ergebnisse liefert. Eine Myelo-CT trägt hier meist entscheidend zur Klärung der Situation bei.

Bei speziellen Fragestellungen bietet sich die Funktionsmyelographie an, und auch elektrophysiologische Untersuchungen sind eher speziellen Fragestellungen vorbehalten. Sie dienen zur Beurteilung der Erregungsleitung der betroffenen Nervenwurzel. Dazu gehören die Elektromyographie (EMG) und die Messung der Nervenleitgeschwindigkeit (NLG). Mit diesen beiden Verfahren ist es möglich, subklinische neurogene Läsionen zu erkennen, eine Myopathie abzugrenzen oder eine (Poly-) Neuropathie zu verifizieren.

## **2.6 Therapie**

Eine absolute OP-Indikation besteht beim Kauda-Syndrom, eine dringliche bei ausgeprägten oder akuten Lähmungen mit einem Kraftgrad 3/5 oder weniger [70]. Sind diese Umstände nicht gegeben, empfiehlt sich eine konservative Therapie über sechs bis acht Wochen.

Sollte sich in diesem Zeitraum keine Besserung der Symptomatik, speziell eine Abnahme der Schmerzen oder eine Zunahme der Belastbarkeit, einstellen, so sind eine Umstellung der Therapie, respektive eine operative Therapie anzuraten [79]. Eine unkritische Fortführung der Therapie würde eine Chronifizierung des Leidens begünstigen.

Nach den aktuellen Leitlinien der AWMF (Arbeitsgemeinschaften der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften e.V.) können ca. 90% der Patienten durch eine konservative Therapie behandelt werden. Deshalb wird eine adäquate nichtchirurgische Therapie als Therapie der ersten Wahl angesehen, zumal ein Überangebot von Therapiemöglichkeiten besteht. Ein Goldstandard kann aus diesem Angebot nicht definiert werden.

Wichtig ist und bleibt eine adäquate Schmerztherapie und eine Funktionsnormalisierung der Rückenmuskulatur. Folgende Empfehlungen und Therapieoptionen sind evidenzbasiert festgelegt:

**Evidenzgrad A:** Die Aussagen zur Wirksamkeit werden durch mehrere adäquate, valide klinische Studien (RCT - randomised controlled trial) bzw. durch eine oder mehrere valide Meta-Analysen oder systematische Reviews gestützt.

Unter Evidenzgrad A fallen Bettruhe und Stufenlagerung, die nur noch über einen kurzen Zeitraum eingehalten werden sollten. Empfohlen wird eine reduzierte bis normale Fortführung der täglichen Aktivitäten [40].

Eine medikamentöse Schmerztherapie mit Analgetika sowie steroidal und nichtsteroidal Antiphlogistika sollte durchgeführt werden [94]. Die Wirksamkeit gegenüber einem Placebo wurde nachgewiesen, obwohl eine bestimmte Substanz nach van Tulder et al. 2004 [88] nicht hervorgehoben werden kann.

Myotonolytika können bei ausgeprägter Myogelose hilfreich sein [94].

**Evidenzgrad B:** Die Aussage zur Wirksamkeit wird durch zumindest eine adäquate, valide klinische Studie (RCT - randomised controlled trial) gestützt. Zum Evidenzgrad B liegen keine Aussagen vor.

**Evidenzgrad C:** Die Aussage zur Wirksamkeit wird durch mehrere adäquate, valide Anwenderbeobachtungen gestützt. Auch bei Evidenzgrad C liegen keine Aussagen vor.

**Evidenzgrad D:** Es liegen keine sicheren Studienergebnisse vor. Die Aussage zur Wirksamkeit wird durch Fallbeschreibungen und Expertenmeinung gestützt. Unter diesen Evidenzgrad fallen z. B. die Anwendungen von Wärmeapplikationen mit Hilfe von Fangopackungen, Wärmflasche oder Rotlicht. Diese bewirken durch eine reaktive Hyperämie eine Lockerung der verspannten Muskulatur [50].

Eine peridurale Infiltration oder eine Applikation über einen Peridural-Katheter von Lokalanästhetika und/ oder Steroiden kann zusätzlich von Nutzen sein. Man sollte aber immer das Risiko von Komplikationen beachten, da noch nicht ausreichende Erfahrungen über diese Therapie vorliegen.

Unter den Evidenzgrad D fallen weiterhin sowohl passive als auch aktive Anwendungen. Zu den passiven gehört u. a. die Massage, zu den aktiven Entspannungsübungen, Bewegungstherapie und isometrische

Spannungsübungen. Sie zielen darauf ab, die Belastbarkeit der Muskulatur zu verbessern [38].

Bei einer Konstellation mit massiven akuten Lähmungen oder einem Konus-Kauda- Syndrom, bei massiven radikulären Schmerzen und einem adäquaten radiologischen Befund oder nach einer erfolglosen konservativen Therapie wird zu einer Operation des betroffenen Segmentes geraten [8].

In dem Standardverfahren, auf dem auch diese Studie basiert, werden die Patienten in mikrochirurgischer Technik über einen dorsalen Zugang mit intralaminärer Fensterung operiert. Unter Schonung der Nervenstrukturen wurde das Bandscheibensegment dargestellt und das gelockerte Gewebe entfernt, gegebenenfalls unter Ausräumung des Bandscheibenfaches. Der kleinere Zugang, die Operation in mikrochirurgischer Technik, die bessere Ausleuchtung und das damit weniger traumatische Vorgehen lassen diese Technik vorteilhaft erscheinen [55, 87]. Allerdings konnten gegenüber einer makrochirurgischen Operation keine Vorteile festgestellt werden [30].

Eine Operation zeigt zwar bei den Patienten eine schnellere Erholung von Schmerzen und Bewegungseinschränkungen als eine konservative Therapie, allerdings gleichen sich im Langzeitverlauf die Ergebnisse beider Verfahren wieder an [30]. Andere Verfahren, wie z.B. die Chemonukleolyse, sind dem operativen Verfahren unterlegen [8, 30]. Rezidivvorfälle nach Standarddiskektomie treten in 5- 11% der Fälle auf [8]. Ein ipsilateraler BSV kommt dabei häufiger vor als ein kontralateraler [86]. Es gelten bei einem Rezidivvorfall die gleichen oben ausgeführten Richtlinien wie bei einem Erstvorfall [85]. Die Therapie nach einer Operation, die im folgenden Kapitel 3.2 näher beleuchtet wird, gleicht im Wesentlichen der konservativen Therapie.

### **3 Arbeitshypothese**

#### **3.1 Geschichte**

Die ersten Beschreibungen von Wirbelsäulenbeschwerden stammten von Hippokrates (460-377 v. Chr.) und Galenus von Pergamon (129-199 n. Chr.). Beide haben die Beschwerden auf eine ausschweifende Lebensweise zurückgeführt. Vesalius (1543) hat als Erster die Bandscheibe genau beschrieben und Sydenham (1624-1689) gebrauchte zum ersten Mal den Begriff „Lumbago“ [50]. Im Volksmund wird die Symptomatik von Wirbelsäulenbeschwerden mit Schmerzen im LWS- Bereich, und häufig damit einhergehend, mit nach vorn gebeugter Oberkörperhaltung als Hexenschuss bezeichnet. Die Bezeichnung lässt sich in das 16. Jahrhundert zurückverfolgen. Die Menschen glaubten damals, dass der oder die Betroffene vom Schuss einer Hexe getroffen worden ist und darauf deren Gestalt angenommen hat.

Die erste Operation an der Lendenwirbelsäule wurde 1883 von W. A. Lane durchgeführt, indem er den Spinalkanal bei Verdacht auf Wirbelversatz dekomprimierte [30].

Im Jahre 1909 wurde von einer ersten erfolgreichen Bandscheibenoperation durch F. Krause und Oppenheim [53] berichtet, gefolgt von Goldthwait im Jahre 1911 [33]. Sie behandelten ein Cauda- equina Syndrom durch eine Bandscheibenläsion. Weitere Berichte erfolgten erst wieder in den zwanziger und dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Zu diesem Zeitpunkt erkannte man aber noch nicht den kausalen Zusammenhang zwischen einem Prolapsgeschehen und einer Ischias- Neuralgie. Erst die beiden amerikanischen Autoren Mixer und Barr berichteten hierüber im Jahre 1934 im Zusammenhang mit einer Veröffentlichung über 58 Bandscheibenoperationen [60].

Zu Beginn der operativen Ära war noch die komplette Laminektomie die gängige Operationsmethode, wobei sich die Indikation zur Operation auf Patienten mit einem Cauda- Syndrom beschränkte.

Gegen Ende der zwanziger Jahre wurde die Methode der Hemilaminektomie übernommen, bis sich Ende der dreißiger Jahre der interlaminärer Zugang durchsetzte. Der Zugang besteht dabei in der Exzision des Ligamentum flavum. Als Variante entwickelte sich noch die partielle Hemilaminektomie. Beide

Verfahren versuchen die Statik der Wirbelsäule möglichst zu erhalten bzw. nur unwesentlich zu beeinflussen.

1977 wurde durch Loew und Caspar das erste Mal über die Verwendung des Operationsmikroskops und von speziellen mikrochirurgischen Instrumenten berichtet [19, 30].

Die Wirbelsäulendiagnostik entscheidend gefördert und bereichert hat die Entwicklung der Computertomographie Ende der siebziger Jahre und der Kernspintomographie Ende der achtziger Jahre; erst diese beiden Arten der bildgebenden Diagnostik ermöglichen eine genaue anatomische Darstellung der Wirbelsäulenstrukturen beim lebenden Menschen.

Die Inzidenz der in Deutschland durchgeführten Bandscheibenoperationen betrug in den neunziger Jahren etwa 61/ 100000 Einwohner [46], wobei sich ein deutlicher Anstieg der ambulant durchgeführten Operationen zeigt. Im Gegensatz zu den USA blieb die Inzidenz aber bis heute in etwa gleich [46].

### **3.2 Die postoperative Therapie**

Die postoperative Therapie hat sich in den letzten fünf bis zehn Jahren verändert. Allerdings erkennt man, wie Studien und Bücher der achtziger und neunziger Jahre zeigen, doch einige Grundprinzipien in den Behandlungsregimen, wobei zusätzlich viele eigene Erfahrungen der Autoren in die Empfehlungen einfließen.

Teilweise erhielten die Patienten mehrere Tage Bettruhe, gefolgt von einer minimalen Mobilisation, die dann langsam gesteigert wurde. Mit Krankengymnastik wurde erst nach der Entfernung des Nahtmaterial oder noch später begonnen. Auftretende Schmerzen führten zum Aussetzen der krankengymnastischen Behandlung.

Kurzes Sitzen wurde meist erst zwischen dem 10. und 14. postoperativen Tag erlaubt, längeres Sitzen und Stehen erst nach ca. drei bis vier Wochen. Das Grundgerüst der Behandlung entsprach der konservativen Therapie des lumbalen Bandscheibenvorfalles. Als ungünstig wurde des Weiteren zu langes Stehen oder Sitzen, wirbelsäulenbelastende Sportarten, das Heben und Tragen schwerer Lasten sowie das Verdrehen der Wirbelsäule angesehen.

Empfohlen wurden häufiges Wechseln der Körperhaltung, isometrische Kräftigung der Rückenmuskulatur und Sportarten wie Radfahren, Wandern und Rückenschwimmen [16, 20, 29, 54].

Die Veränderungen der postoperativen Behandlung innerhalb der letzten Jahre haben zu einer früheren Mobilisierung des Patienten geführt, während Immobilisation und körperliche Schonung weitgehend aus den Regimen verschwunden sind. Studien hatten nämlich gezeigt, dass es keine Evidenz für die Wirksamkeit einer prolongierten Schonung nach einer Bandscheibenoperation gibt [19, 23, 47, 48]. Dagegen werden Krankengymnastik und Rückenschule mit eventueller Fortführung einer antiphlogistischen und analgetisch medikamentösen Therapie empfohlen.

Eine erhöhte Re- Operationsrate nach zu intensiver Nachbehandlung wird dabei in der Literatur nicht gestützt. Ob eine stationäre oder ambulante Rehabilitation erfolgen soll kann nach der aktuellen Literatur nicht beantwortet werden. Auffällig war aber in einer Untersuchung, dass die Patienten mit der medizinischen Rehabilitation zufriedener waren, als mit der Beruflichen [72].

Deshalb sollten mit dieser aktiven Nachbehandlung bestimmte Ziele verfolgt, multidisziplinär verarbeitet und individuell auf den Patienten abgestimmt werden [35]. Zum einen sollen damit aktuelle Funktionseinbußen verbessert werden, zu denen z. B. muskuläre Dysbalancen durch Verkürzung der Muskulatur bei unnötig langen Schonungszeiten gehören. Da die Schonungszeit schmerzbedingt meist schon präoperativ beginnt, führt sie zu chronischen Fehlhaltungen, die die postoperative Rehabilitation erschweren und verlängern. Häufig gehören dazu eine schmerzhafte Hyperlordose und damit verbundene Verkürzungen der Bauchmuskulatur sowie das Iliosakralgelenk- Syndrom. Aus diesem Grund sollten als erstes ein Aufbau und eine Kräftigung der Muskulatur erfolgen. Erreicht werden kann dies mit einer allgemeinen Krankengymnastik, mit Krankengymnastik im Bad oder mit einer gerätegestützten Krankengymnastik bzw. mit Hilfe sporttherapeutischer Übungen schlechthin. Eine Schmerz- Ödemreduktion erreicht man mit einer medikamentösen Therapie, eine Elektro- und Thermotherapie sowie medizinischen Bädern. Zum anderen sollte eine sekundäre Prävention erfolgen mit dem Ziel, unter Anleitung rückschonende Verhaltensweisen zu erlernen. Dies kann erreicht

werden durch Rückenschule, Ergotherapie und Krankengymnastik, verbunden mit einer Arbeitsplatzberatung und Wiedereingliederung in den Arbeitsprozess. Zum Dritten sollte der ganze Lebensbereich des Patienten in die Maßnahmen mit einbezogen werden, um so eine möglichst individuelle Rehabilitation zu erreichen [56]. Hierzu gehören vor allem eine angemessene Krankheitsbewältigung durch Informationen über die Erkrankung, Entspannungsverfahren, Schmerzbewältigung, Stressbewältigung und ggf. psychologische Betreuung und Therapie.

Um die gesteckten Ziele zu erreichen, empfehlen einige Autoren einen möglichst frühen Beginn der postoperativen Maßnahmen, wobei jedoch nach wie vor unklar bleibt, ob ein früher Beginn dieser Maßnahmen Vor- oder Nachteile bringt. Bei fortbestehenden postoperativen Beschwerden sollte die aktive Nachbehandlung vier bis sechs Wochen nach der Operation erfolgen [69]. Die Ziele sind zum einen Schmerzlinderung bis Schmerzfreiheit, Ödemreduktion und Kräftigung der Rumpfmuskulatur, zum anderen Vermittlung der Körperwahrnehmung und von ökonomischen Bewegungsverhalten [37, 82]. Mit einer Schmerz- und Ödembehandlung sollte schon frühzeitig, also noch möglichst in der Akutklinik, begonnen werden. Erreicht werden kann dies durch eine medikamentöse Therapie, Atemtraining und Krankengymnastik mit dem Erlernen von rückengerechten Alltagsbewegungen im Bett und beim Aufstehen. Dies soll der Sicherung des operativen Behandlungserfolges dienen.

Der Patient soll Selbstvertrauen in seine spätere Leistungsfähigkeit bekommen. Gegebenenfalls sollte Übergewicht durch adäquate Maßnahmen wie Diätberatung, Reduktionskost und Lehrküche behandelt werden.

Das Antrainieren der Rumpfmuskulatur sollte unter Schonung des betroffenen Bewegungssegments erfolgen. Begonnen werden kann mit Einzelbehandlung, der eine Gruppenbehandlung folgt. Den Abschluss bildet das Simulieren von berufsspezifischen Bewegungsabläufen.

Dem weiterbehandelnden Hausarzt sollte bei Entlassung aus der Rehabilitation Therapieempfehlungen übermittelt werden, damit die Handlungsanweisungen und Übungen im häuslichen Milieu weitergeführt werden können [28].

Kontraindikationen einer Rehabilitationsbehandlung sind entzündliche Prozesse, eine nicht rückläufige radikuläre Symptomatik, Schmerzen bei nur geringer Bewegung und ein Re- Prolaps.

Die Schmerzgrenze ist und bleibt auch weiterhin ein limitierender Faktor. Bei Schmerzen sollte ein isometrisches Muskeltraining erfolgen, und eine lokale Wärme- oder Kältetherapie kann verordnet werden.

Bei radikulärer Restsymptomatik kann eventuell eine nervale Stimulationsbehandlung sinnvoll sein.

Aufgrund der Erkenntnisse wird die Verordnung von Stützmitteln oder ein Sitzverbot von manchen Autoren nicht mehr angeraten, wobei das Sitzen häufig immer noch als bandscheibenschädigend angesehen wird. Dabei kann beobachtet werden, dass viele Patienten das Sitzen nach längeren Phasen des Gehens und Stehens als angenehm empfinden.

Grund für diese Empfindung ist der Übergang der LWS von einer Hyperlordosierung in eine Streckstellung. Dabei erweitern sich die Foramina intervertebralia, und der Wirbelkanal wird größer.

Die therapeutische Rückenschule unterscheidet zwischen drei Sitzhaltungen, wobei sich der Oberkörperschwerpunkt entweder vor, senkrecht über oder hinter der Sitzfläche befindet.

In der vorderen Sitzhaltung ist, wie in den im nächsten Kapitel folgenden Studien bestätigt, der Belastungsdruck am größten. Zusätzlich führt der Druck auf die Vorderkanten zu einer Verlagerung des Bandscheibengewebes nach dorsal.

Die hinter Sitzhaltung dagegen kommt der Horizontallagerung, also dem Liegen, mit einer fast vollständigen Entlastung der LWS am nächsten. Für eine kurze Zeit wird diese Sitzhaltung mit Anlehnung an eine feste Stuhllehne als sehr angenehm empfunden. Allerdings entsteht dabei eine Totalkyphose wegen fehlender Unterstützung der LWS.

Eine vollständige Entlastung erreicht man im Sitzen durch das Zurücklehnen mit einer die physiologische Wirbelsäulenkrümmung unterstützenden Rückenlehne. Bei einer zusätzlichen Unterstützung der Kopf- Hals- Region werden sowohl die Wirbelsäule als auch die Bänder und die Muskulatur entlastet, weil die Haltearbeit von Hals- und Rumpfmuskulatur hierbei auf ein Minimum reduziert wird. Der Belastungsdruck auf die Wirbelsäule entspricht hier annähernd Werten der horizontalen Körperposition.

Die Rückenschule empfiehlt heute ein dynamisches Sitzen, d.h. das Einnehmen unterschiedlicher Sitzpositionen. Grund für diese Empfehlung ist die Erkenntnis, dass unterschiedliche Belastungsdrücke auch im Sitzen herrschen, die zu einer

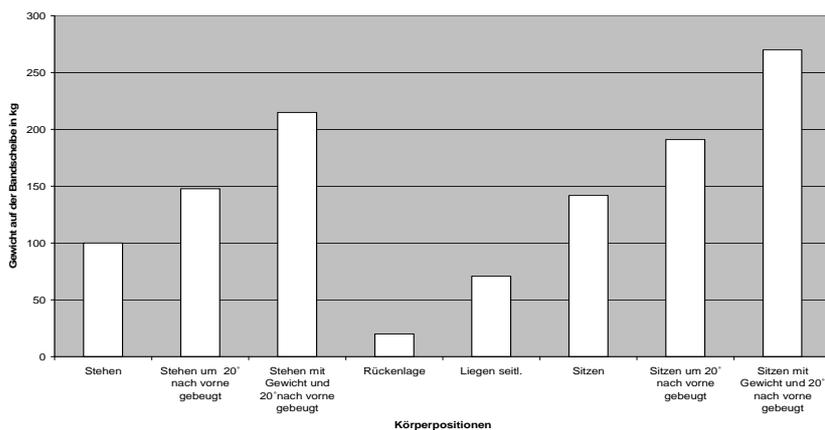
Be- und Entlastung der Bandscheibe mit Flüssigkeitsaufnahme und –abgabe führen. Die Bandscheibe wird somit trainiert und ernährt.

### 3.3 Studien

#### 3.3.1 Studie von A. Nachemson 1966

Grundlage für die Aufrechterhaltung des Sitzverbotes ist die Studie von A. Nachemson von 1966 „The load on lumbar discs in different positions of the body.“ [65]

Bei dieser Studie wurden freiwilligen Probanden Messsonden in die Bandscheiben L2, L3 oder L4 platziert und über diese Sonden der Druck auf die betroffenen Bandscheiben gemessen. Die Messung erfolgte in verschiedenen Positionen: einmal sowohl im Stehen als auch im Sitzen mit aufgerichtetem Oberkörper, zum anderen mit nach vorne gebeugtem Oberkörper sowohl mit als auch ohne Gewicht in den Händen. Außerdem wurden das Liegen in der Rücken- und der Seitenlage untersucht und elektromyographisch die Aktivitäten des Psoasmuskels abgeleitet. Dabei wurde der Druck auf die markierte Bandscheibe im Stehen als 100% definiert und alle weiteren Messwerte in Korrelation zu diesem Wert gestellt. Abbildung 3.1 gibt einen Überblick über die gemessenen Werte.



**Abb. 3.1:** Graphische Darstellung des totalen Druckes auf die Bandscheibe L3 bei einem 70kg schweren Probanden (modifiziert aus A. Nachemson: The load on lumbar discs in different positions of the body, 1966)

Die geringsten Werte wurden, wie die Abbildung zeigt, mit 20kg (20%) in Rückenlage gemessen. Bereits die Seitenlage erhöhte den gemessenen Wert auf 71kg (71%), und beugte der Proband sich in der stehenden Position um 20° nach vorne, so steigerte sich der Druck auf 148kg (148%). Wurde dazu noch

ein Gewicht von 10kg in jeweils eine Hand genommen, so stieg der Druck sogar auf 215kg (215%).

Auffällig zeigten sich die gemessenen Werte in der sitzenden Position. So wurde bereits beim entspannten Sitzen ein Wert von 142kg (142%) erreicht, womit dieser deutlich über den gemessenen Wert beim Stehen lag. Beugten sich die Probanden wieder um 20° nach vorne, so wurde ein Druck von 191kg (191%) gemessen und mit Gewichten sogar Spitzenwerte von 270kg (270%) erreicht.

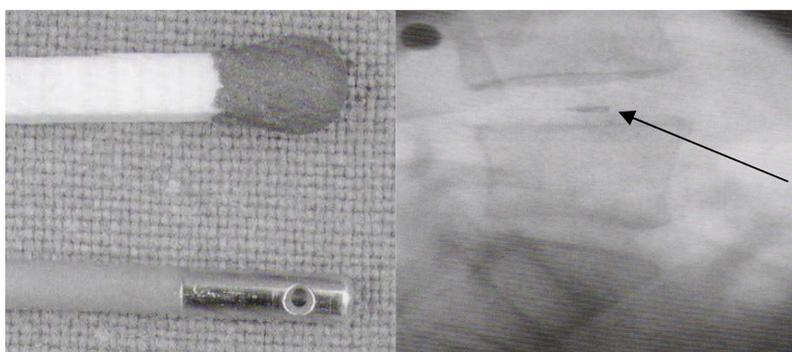
Als Ergebnis kann somit festgehalten werden, dass die gemessenen Gewichtswerte selbst beim entspannten Stehen um ein Vielfaches höher lagen als das Gesamtgewicht der darüber liegenden Körperteile und die Beanspruchung der LWS beim Sitzen um ein Vielfaches höher ist als im Stehen.

Nimmt man das Ergebnis und überträgt es auf die Belastung der an Bandscheiben operierter Patienten, so ist verständlich, dass das Sitzen generell verboten wurde, da davon ausgegangen wurde, dass es zu einer verzögerten Heilung kommt

Weitere Untersuchungen wurden in dieser Form bis 1999 nicht mehr durchgeführt, und wohl auch deshalb wurden die Ergebnisse von Biomechanikern immer wieder kritisch beleuchtet.

### 3.3.2 Studie von H. J. Wilke et al. 1999

Im Jahre 1999 sollte die Untersuchung mit moderner Messtechnik wiederholt werden. Durchgeführt wurde sie durch Wilke et al. 1999 [91, 92].



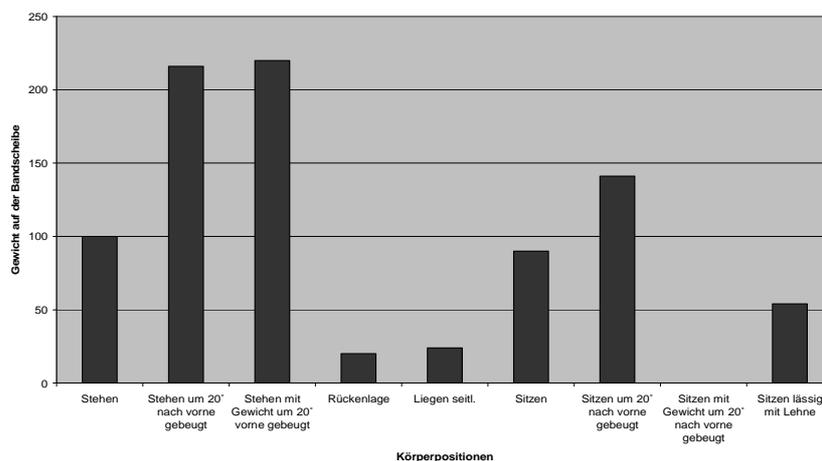
**Abb. 3.2 und 3.3:**  
Die Größe des Drucksensors **(links)** und eine Röntgenaufnahme n. Implantation Höhe LWK4/ 5 **(rechts)**  
(aus Krämer J: Bandscheibenbedingte Erkrankungen, Thieme Verlag, 2006)

In dieser Studie wurde zwei freiwilligen Probanden über einen dorsolateralen, transforaminalen Zugang ein flexibler Druckaufnehmer direkt in den Nucleus pulposus platziert.

Während beim ersten Probanden die Sonde schon auf dem Operationstisch dislozierte, konnte sie beim zweiten erfolgreich in die Bandscheibe LWK4/ LWK5 implantiert werden. Dabei wurden die durch die Sonde gemessenen Werte telemetrisch auf einen Computer übertragen. Der gemessene Wert in der stehenden Körperposition wurde wiederum als 100% definiert und die erhobenen Werte in Korrelation dazu gesetzt (s. hierzu Tab. 3.1 und Abb. 3.4)

Position	Druck [Mpa]	Werte in %
Stehen	0,5	100%
Stehen nach vorne gebeugt	1,10	216%
Halten von 20kg am Körper	1,10	220%
Liegen sup.	0,10	20%
Liegen seitlich	0,12	24%
Sitzen bequem ohne Lehne	0,46	90%
Sitzen nach vorne gebeugt	0,83	141%
Sitzen, lässig mit Lehne	0,27	54%

**Tab. 3.1:** Tabellarisch Darstellung der gemessenen Werte bei intradiskaler In- vivo- Druckmessung (modifiziert aus Wilke et al.: Neue intradiskale In- vivo- Druckmessung bei Alltagsbelastung, 1999)



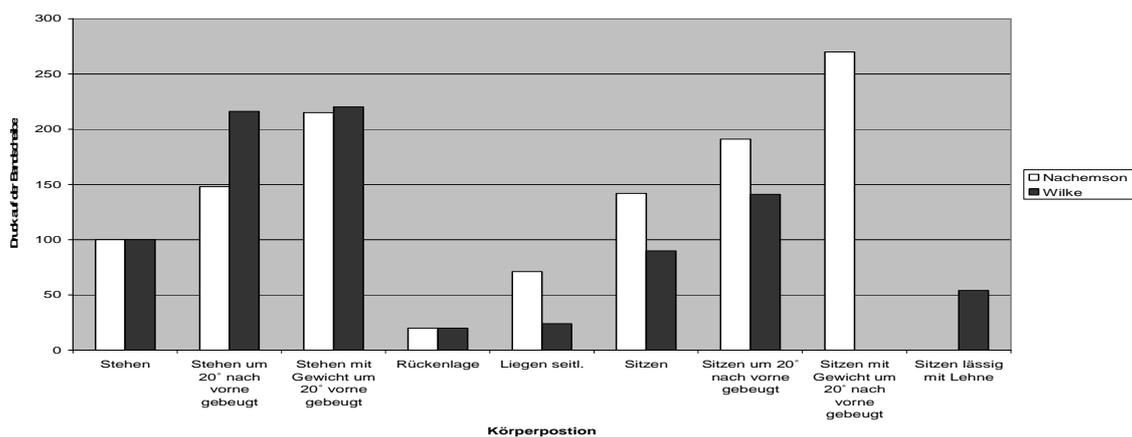
**Abb. 3.4:** Graphische Darstellung des totalen Druckes auf die Bandscheibe LWK4/ LWK5 bei einem 70kg schweren Probanden (modifiziert aus Wilke et al.: Neue intradiskale In- vivo- Druckmessung bei Alltagsbelastungen, 1999)

Der beim entspannten Stehen gemessene Druckwert von 0,50 MPa, der sich bei der Beugung des Oberkörpers nach vorne auf 1,10 MPa erhöhte und im Liegen auf 0,10 MPa reduzierte, stimmte weitestgehend mit dem von Nachemson überein.

In der sitzenden Körperhaltung dagegen wurde lediglich ein Wert von 0,46 MPa gemessen, der beim entspannten Sitzen mit Lehne sogar auf 0,27 MPa sank. Damit ergaben sich wesentliche Differenzen zur Studie von 1966.

Ein Sitzverbot sollte also nicht mehr generell ausgesprochen werden, zumal nach neueren Erkenntnissen eine Ernährung der Bandscheibe über die Diffusion in einer sitzenden Position nicht gefährdet ist.

Abbildung 3.5 mit dem Vergleich der Messergebnisse beider Studien.



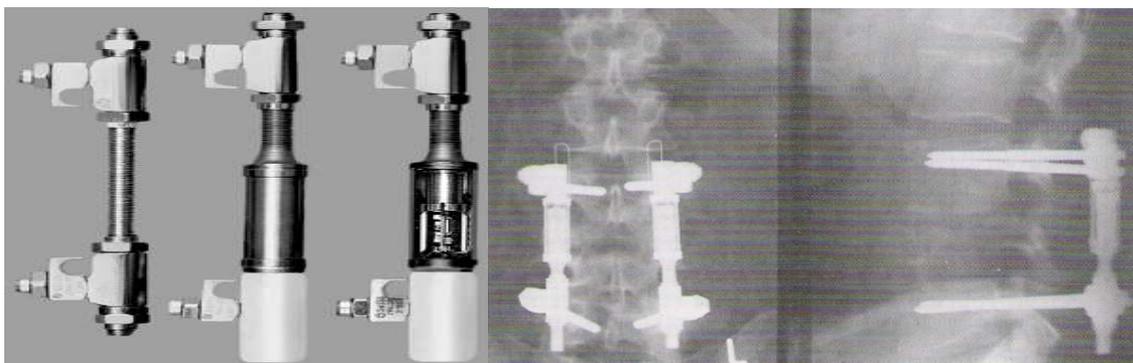
**Abb. 3.5:** Graphischer Vergleich der beiden Studienergebnisse nach Nachemson und Wilke et al.

(modifiziert aus A. Nachemson: The load on lumbar discs in different positions of the body, 1966 und Wilke et al.: Neue intradiskale In- vivo- Druckmessung bei Alltagsbelastungen, 1999)

### 3.3.3 Studie von A. Rohlmann 1999

Weitere invasive Untersuchungen wurden ebenfalls in den Jahren 1994 bis 2002 durch Rohlmann et al [73, 74, 75, 76, 77] durchgeführt. In zwei Studien, auf die in dieser Arbeit eingegangen wird, wurde der Druck auf implantierte Wirbelsäulenfixateure gemessen. Auch hier erfolgten die Messungen in unterschiedlichen Körperpositionen.

Die Fixateure wurden speziell hierfür modifiziert, indem man eine Messhülse in die Längsträger integrierte (s. Abb. 3.6 und 3.7). Der Fixateur erlaubte somit die Messungen von drei Kraft- und Momentenkomponenten, die im Zentrum der Messhülse auftraten. Die Daten wurden telemetrisch an einen Computer gesendet und dort dargestellt.



**Abb. 3.6 und 3.7:** Links: Originalimplantat (links), modifizierter Fixateur Interne zur Belastungsmessung (Mitte) und Schnittmodell des Messfixateur (rechts);

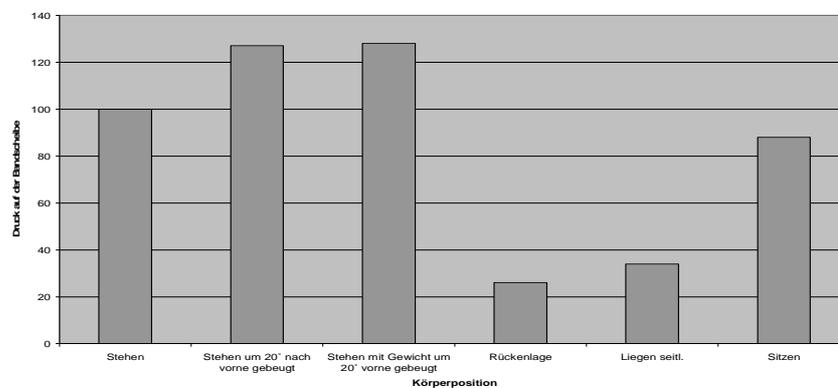
Rechts: Röntgenaufnahme nach Implantation des modifizierten Fixateur interne (aus Krämer J: Bandscheibenbedingte Erkrankungen, Thieme Verlag, 2006)

Bei der ersten Studie wurden insgesamt zehn Patienten, die durch ihre Grunderkrankung einen Fixateur interne benötigten, ein modifizierter

implantiert. In einer zweiten Operation wurde dann eine ventrale Fusion durchgeführt. Zwischen der ersten und zweiten und nach der zweiten Operation wurden die Messungen vorgenommen. Nach erfolgreich abgeheilter Fusion wurden die Fixateure dann nach einem Jahr wieder ausgebaut.

Insgesamt wurden 25 unterschiedliche Messungen durchgeführt und dabei verschiedene Aktivitäten und Körperpositionen untersucht. Dazu gehörten Sitzen, Laufen und Stehen mit verschiedenen Oberkörperpositionen. Bei einem Probanden wurden sogar Messungen während des Trampolinspringens, beim Seilhüpfen, Jogging und Krabbeln auf Händen und Knien unternommen.

Ein Teil der Ergebnisse wird in der folgenden Abbildung (Abb. 3.7) dargestellt.



**Abb. 3.8:** Graphische Darstellung der gemessenen Druckwerte auf einen internen Wirbelsäulenfixateur (modifiziert aus Rohlmann et al: Loads on an internal spinal fixator measured in different body positions, 1999)

Im Stehen wurden, wie in der Studie nach Wilke et al., 0,50 MPa gemessen. Dieser Wert wurde wieder als 100% definiert. Alle weiteren Werte wurden in Relation dazu in Prozentwerten angegeben. Somit war ein Vergleich mit den vorangegangenen Studien möglich.

Während die liegende Position wiederum die geringsten Werte ergab, wurden in der Rückenlage 26% des Wertes im Stehen gemessen und in der seitlichen Position 34%.

Bei der sitzenden Position ergaben sich mit 89% des Ausgangswertes ähnliche Ergebnisse wie bei Wilke et al. [91, 92].

Beide Studien zeigten beim Sitzen mit einem geraden Rücken, wie es die Rückenschule lehrt, einen Wert von 100% (Rohlmann et al.) bzw. 110% (Wilke et al.) Diese Position erreichte damit höhere Werte als die stehende Körperhaltung. Beugte der Proband im Stehen den Oberkörper nach vorne, so wurde ein Wert von 120% erreicht (Wilke: 218%).

Die Ergebnisse beider Studien aus dem Jahre 1999 stimmen somit in einigen Körperpositionen mit den Beobachtungen von Nachemson überein, allerdings

konnte die Messung der Druckwerte in den Fixateuren die Werte von 1966 in der sitzenden Körperhaltung nicht bestätigen. Abbildung 3.8 zeigt graphisch vergleichend noch einmal die gemessenen Werte aus den drei genannten Studien.

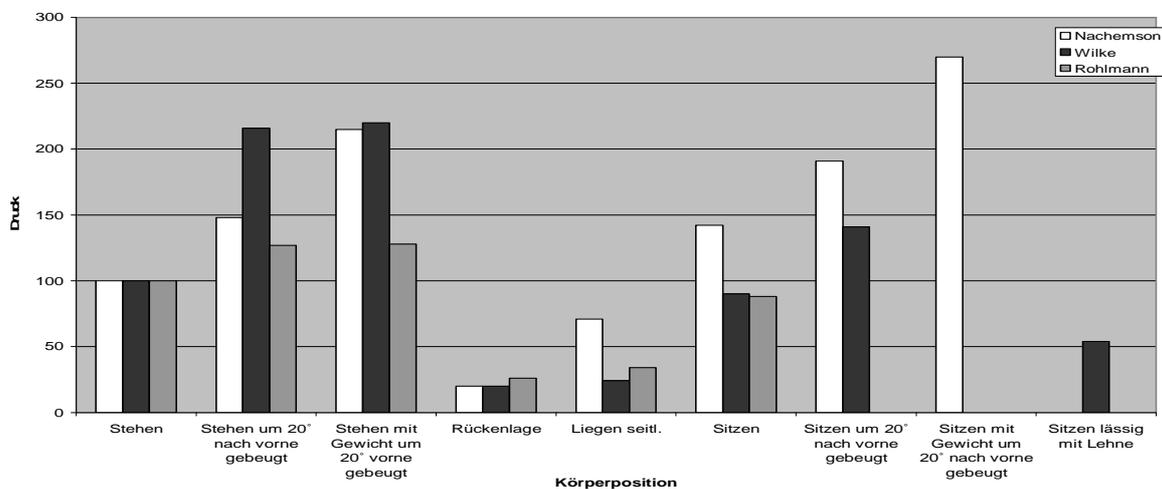


Abb. 3.9: Graphische Darstellung der Druckwerte aus den drei oben beschriebenen Studien zum Vergleich (modifiziert)

### 3.3.4 Studie von A. Rohlmann et al. 2002

In einer weiteren Studie aus dem Jahre 2002 führten Rohlmann et al. bei zwei Patienten mit implantierten Wirbelsäulenfixateuren Druckmessungen beim Sitzen auf verschiedenen Stühlen durch [76].

Allen Stühlen war gemeinsam, dass die Rückenlehne nach hinten geneigt werden konnte, bei einigen war die Kippbewegung zudem mit einer Verschiebung der Sitzfläche nach vorne gekoppelt.

Während fünf Stühle die lordotische Form der Lendenwirbelsäule beim Neigen nach hinten erhielten, erlaubten zwei Stühle eine kyphotische Form in der hinteren Endposition.

Bei beiden Probanden wurden zwei Rückenpositionen untersucht: Zum einen in der vorderen Endposition mit fast senkrechter Lehne, zum anderen in der hinteren Endposition mit maximal nach hinten geneigter Lehne. Dabei wurde die Lastenänderung während des Positionswechsels gemessen.

Die Fixateurbelastung unterschied sich bei beiden Probanden nur unwesentlich, war allerdings in der hinteren Endposition geringer als in der vorderen. Es traten keine bedenklichen Überlastungen des Fixateur auf, und aus diesem Grund war auch keine hohe Wirbelsäulenbelastung zu erwarten.

Die Untersucher schlossen aus dem Ergebnis, dass bei starren Rückenlehnen kein wesentlicher Flüssigkeitstransport in die oder aus der Bandscheibe zu erwarten ist.

Bei Stühlen aber, die eine kyphotische Form der LWS in der hinteren Endposition unterstützen, rechneten die Untersucher mit einer deutlichen Formveränderung der Bandscheibe beim Wechsel der Sitzposition. Dies führt zu einer Flüssigkeitsverschiebung in der Bandscheibe und damit zu einer besseren Ernährung derselben.

Auch wenn zwischen den Messungen des intradiskalen Druckes und den Belastungen der Wirbelsäulenfixateure kein einfacher Zusammenhang besteht und die Probandengruppen in den Untersuchungen mit den Fixateur interne sehr klein waren, stimmen die Ergebnisse gut mit den anderen genannten Studien überein. Gerade in der sitzenden Position ergaben sich ebenfalls Unterschiede zu den von Nachemson gemessenen Werten.

Angesichts der erweiterten Messverfahren und der moderneren Technik kann man davon ausgehen, dass die neuen Untersuchungen den tatsächlichen Verhältnissen am nächsten kommen.

### **3.3.5 Studie von A. Althoff et al. 1992**

Eine weitere Studie soll die Ergebnisse von Wilke et al. und Rohlmann et al. stützen. Durch Althoff et al. wurde 1992 [4, 17] eine nicht-invasive Untersuchung durch die Bestimmung der Belastung der Wirbelsäule mit Hilfe einer Präzisionsmessung der Körpergröße durchgeführt.

Die Untersuchung stützte sich auf die lang bekannte Beobachtung, dass die Körpergröße im Laufe eines Tages abnimmt und während der Nachtruhe wieder zunimmt [22, 25]. Man nimmt an, dass die Größenabnahme während des Tagesablaufes auf die relativ höhere Belastung zurückzuführen ist.

Während des Tages bewirkt die Belastung eine Flüssigkeitsabnahme der Bandscheibe und eine viskoelastische Verformung. Beide Effekte führen zu einer Höhenabnahme der Bandscheibe und damit wiederum zu einer Größenabnahme des Körpers.

Aufgrund dieser Erkenntnis wurde ein Verfahren entwickelt, die Abnahme der Körpergröße und die damit verbundene Höhenminderung der Bandscheibe als Maß für die Wirbelsäulenbelastung zu nutzen.

Vorangegangene Studien zeigten immer, dass eine messbare Änderung der Körpergröße von der Höhe und der Dauer der Wirbelsäulenbelastung abhängig ist. Eklund und Corlett [24] entwickelten 1984 eine Messapparatur, mit der kurzfristig wiederholt Messungen der Körpergröße mit einer Standardabweichung von 0,6 mm durchgeführt werden konnten.

Die Messapparatur wurde in der vorliegenden Studie weiter verbessert. Die Messungen erfolgten in einer entspannt stehenden Haltung des Probanden, wobei der Messrahmen, in dem der Patient stehend gemessen wurde, um 20° nach hinten geneigt war. Zur reproduzierbaren Genauigkeit wurden die Beckenkipfung, die Wirbelsäulenkontur (Kyphose und Lordose) und die Kopfhaltung ständig kontrolliert.

Die Vermessung der Körpergröße erfolgte allerdings nicht, wie bei den vorangegangenen Studien, über einen auf die Schädelkalotte aufgebrachten Tasters, nachdem es durch die hohe Beweglichkeit der HWS und des Kopfes immer wieder zu Messungenauigkeiten gekommen war. Man brachte vielmehr einen Marker etwa 1 – 1,5 cm oberhalb des 7. Halswirbels (Vertebra prominens) an. Dieser Punkt wurde gewählt, da eine Verminderung der Halslordose den oberen Teil des Halses nach oben verschiebt, während sich der 7. Halswirbel hingegen nach unten bewegt.

Dazwischen liegt ein Bereich, in dem die Verschiebung minimal ist. Der optimale Punkt wurde bei jedem Probanden experimentell ermittelt, so dass die Halswirbelsäule nicht in die Vermessungen einging.

In den durchgeführten Messreihen wurde eine Messungenauigkeit von lediglich 0,4 mm erreicht.

Die für diese Arbeit wichtigste Untersuchung war die Bestimmung der Belastung der Wirbelsäule in sitzender Körperposition.

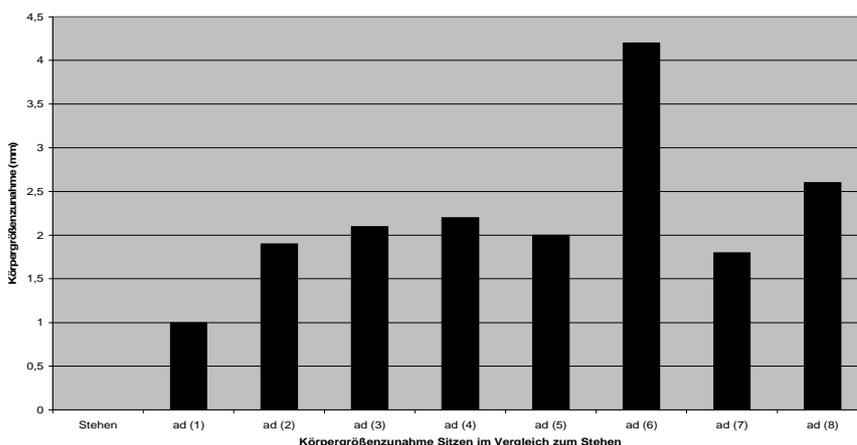
Folgende Sitzpositionen wurden hierbei untersucht:

- (1) aufrechtes Sitzen auf einem Hocker ohne Lehne
- (2) entspanntes Sitzen auf einem Hocker ohne Lehne
- (3) Sitzen auf einem Bürostuhl mit Unterstützung des LWS Bereiches
- (4) Sitzen auf einem Stuhl mit vorgeneigter Sitzfläche und senkrechter Rückenlehne
- (5) Sitzen auf einem Stuhl mit vorgeneigter Sitzfläche und nach vorn geneigter Lehne

- (6) Sitzen auf einem Stuhl mit waagrechtter Sitzfläche und nach hinten geneigter Lehne
- (7) Sitzen auf einem „Balans“ ohne Lehne und Kniestütze
- (8) Sitzen auf einem „Balans“ mit Rückenlehne

In dieser Versuchreihe wurden insgesamt zehn Probanden innerhalb von 30- 40 Minuten in Intervallen von drei Minuten vermessen. Dabei standen sie oder liefen langsam auf und ab, bevor die Sitzphase mit einer Dauer von 30 Minuten folgte. Die Messung geschah dann in einem 5 Minuten- Intervall.

In der dritten Phase, der so genannten Nachlaufphase mit einer Dauer von 15- 20 Minuten, erfolgten wiederum Messungen in regelmäßigen Intervallen. Dabei wurde beobachtet, ob und ggf. wie schnell sich die Körpergröße nach der jeweiligen Sitzposition veränderte (s. Abb. 3.10).



**Abb. 3.10:** Graphische Darstellung der Größenzunahme in verschiedenen Sitzpositionen angegeben in Millimeter (modifiziert aus Althoff et al.: Die Bestimmung der Belastung der Wirbelsäule mit Hilfe einer Präzisionsmessung der Körpergröße, 1992)

Die Ergebnisse offenbarten bei alle Probanden der Versuchsreihe eine Zunahme der Körpergröße. Sie war mit lediglich einem Millimeter am geringsten beim aufrechten Sitzen auf einem Hocker ohne Lehne und mit über vier Millimeter am größten beim Sitzen auf einem Stuhl mit waagrechtter Sitzfläche und nach hinten geneigter Lehne. Alle anderen Positionen ergaben im Schnitt eine Zunahme von immerhin noch zwei Millimeter. Die Untersucher schlossen hieraus, dass die Belastung der Wirbelsäule in der sitzenden Körperhaltung kleiner ist als in einer stehenden Position und die Sitzposition somit sogar entlastend wirkt.

Damit widerspricht auch diese Studie den von Nachemson gemessenen Werten.

### 3.4 Arbeitshypothese

Aufgrund der Ergebnisse der oben aufgeführten Studien und der neu gewonnenen Erkenntnisse könnte das Sitzverbot eine veraltete Therapieoption sein und die Wahl der Körperposition dem Rückenschmerzpatienten bzw. den an der Bandscheibe operierten Patienten selbst überlassen werden. Ein limitierender Faktor sollten dabei sowohl im Sitzen als auch im Stehen auftretende Schmerzen sein, denn sie sind immer ein Zeichen dafür, dass die obere Grenze der körperlichen Belastung erreicht ist. Ab diesem Punkt sollte deshalb konsequent die liegende Körperposition eingenommen werden, die in allen Studien ein gemeinsames Ergebnis zeigt: Sie entlastet die Wirbelsäule am besten.

Gestützt auf diese Erkenntnisse sollen in dieser Studie 50 Patienten, aufgeteilt in zwei Gruppen, untersucht werden. Eine davon wird nach dem herkömmlichen Regime, also mit Sitzverbot, und die zweite nach einem liberalen Regime, also mit einer absoluten Sitzurlaubnis, behandelt werden.

Beide Gruppen sollen im Verlauf der Untersuchung miteinander verglichen werden, wobei allerdings davon ausgegangen werden kann, dass der liberalen Gruppe aufgrund der neueren Untersuchung keine Nachteile entstehen.

Die Hypothesen dieser Arbeit lauten daher wie folgt:

1.) Die Wahl der Körperposition und damit auch das Sitzen, was die neuere Studienlage bestätigt, nimmt keinen negativen Einfluss auf den Heilungs- bzw. Rehabilitationsprozess. Und:

Den Patienten wird durch diese Option mehr Mobilität im Alltag gegeben und ein ängstliches Vermeidungsverhalten abgewendet.

2.) Die Patienten der liberalen Gruppe klagen weniger über postoperative Beschwerden wie z. B. Rücken- oder Beinschmerzen.

3.) Die Patienten der liberalen Gruppe unterliegen weniger Einschränkungen im Alltag.

4.) Die Patienten, die z. B. in ihrem Beruf einer sitzenden Tätigkeit nachgehen, wird ein früherer Wiedereinstieg ins Berufsleben ermöglicht. Eine Verkürzung der Arbeitsunfähigkeit wäre die Folge, was wiederum eine Entlastung der Krankenkassen nach sich ziehen würde.

Der Aufbau der Studie, die Antworten auf diese Hypothesen sucht, wird im folgenden Kapitel beschrieben.

## 4 Methodik

### 4.1 Studiendesign

Die Studie wurde nach den Vorgaben der Ethikkommission des Klinikums der Johann Wolfgang Goethe Universität durchgeführt. Alle Patienten erhielten ein ausführliches Aufklärungsgespräch über mögliche Risiken und Nebenwirkungen der Studie und willigten schriftlich in die Teilnahme der Studie ein. Die Patienten wurden ebenfalls darüber aufgeklärt, dass ein Ausstieg aus der Studie ohne Angaben von Gründen jederzeit möglich ist.

Die Studie wurde kontrolliert randomisiert durchgeführt. Es wurden insgesamt 50 Patienten aufgenommen und in zwei Gruppen randomisiert.

- Gruppe A: Behandlung nach herkömmlichem (konventionellem) Regime (n=25): nicht länger als 5-10 Min Sitzen über 4- 6 Wochen.
- Gruppe B: Behandlung nach neuem (liberalem) Regime (n=25): bequemes Sitzen ohne zeitliche Begrenzung prinzipiell erlaubt.

Die Randomisierung erfolgte durch folgende Zahlentabelle [1]:

9251804376	8364925107	9412857036	3427095618	8410973625
6154209837	7294385601	1298347560	5408972631	8462957013
6705493281	6417382095	3956247108	9260485713	4930718256
2413697805	6054829731	7614058923	7198240536	6723814590
2368940751	8945261703	8241530796	1486937025	6438207915
8365142079	2857946130	2840639175	9614083572	8473509621
0653427891	3209467815	1403596827	7860241395	3498750615
0759241368	5679320184	0216348975	2397546017	4089261375
4260359781	1370856249	3890561470	0682351947	4859127306
0874596231	4982761035	5724089631	4187960352	7631845209
6753924081	9260835417	4968721530	8476305219	6379814025
0578241396	6934718025	1745698320	8496520731	9184052736
0263518749	8691234705	8139524706	0281975436	3619702584
6510837294	3940268517	1928364057	5027986431	7315092684
4509278613	6594783102	7968154302	3024179658	0492316758
9384017256	3708125469	9183254076	1362950874	2763085941
4781659203	3457608192	4971260538	4031628957	4387620591
4259708613	5286791403	4317290568	8107632945	5164793028
6028945713	5280316479	0421597683	7039486215	9763524081
0914372568	6743219580	1652389470	8321960457	1879034256

**Tab. 4.1:**  
Randomisierungszahlentabelle  
(modifiziert aus Abt:  
Arbeitsunterlagen Biomathematik  
für Mediziner, Onlineversion, 2004  
[1])

Wie aus der vorangehenden Tabelle ersichtlich, bestehen die Zahlenreihen aus jeweils einer Zahl von Null bis Neun und es ergibt sich somit immer eine Zahlenreihe aus zehn Zahlen. Um eine Randomisierung durchführen zu können, wurde eine Zahlenreihe ausgewählt und die folgenden zehn Patienten, in der Reihenfolge ihrer Aufnahme in die Studie, der Zahlenreihe zugeordnet. Vor Studienbeginn wurde festgelegt, dass die Zahlen Null bis Vier einen Patienten der konventionellen Gruppe zuordneten, was im Umkehrschluss

bedeutet, dass eine Zuordnung der Zahlen Fünf bis Neun die Patienten in die liberale Gruppe einteilte. Die Randomisierung erfolgte durch den Doktoranden bei Aufnahme der Patienten in die Studie am präoperativen oder spätestens am Operationstag. Anschließend erfolgte eine Untersuchung nach einem standardisierten Protokoll. Zusätzlich hatten die Patienten zwei Fragebögen zu beantworten, die zum einen auf der Oswestry- Schmerzskala und zum anderen auf der Allgemeine Depressionsskala- Langversion basierten. Eine Darstellung des Protokolls und der Fragebögen erfolgt in den nächsten Kapiteln.

Als **Einschlusskriterien** galten:

- Alter 20- 55 Jahre
- Lumboischialgien mit oder ohne neurologischem Defizit
- weiche BSV zwischen LW 3 bis SW 1, durch MRT gesichert
- Operation über erweiterte, interarkuäre Fensterung in mikrochirurgischer Technik
- Beginn einer AHB (Anschlussheilbehandlung) frühestens 8- 14 Tage postoperativ

Die **Ausschlusskriterien** waren:

- andere BSV als oben genannte, z.B. extralaterale BSV
- intraoperative Duraverletzung mit Liquorleck
- überwiegend osteochondrotische Wurzelkompressionen
- alter verkalkter Prolaps
- Rezidiv- BSV
- Operateur nicht im Facharztstatus
- Beginn der AHB innerhalb des Zeitraumes von 8- 14 Tagen postoperativ

Allen Patienten gemeinsam war eine Operation mit Entfernung des prolabierte oder sequestrierte Bandscheibengewebe in mikrochirurgischer Technik.

Die Nachuntersuchungen erfolgten sechs, 12 und 24 Wochen nach der Operation. Die Patienten wurden bei diesen Terminen durch einen „blinded observer“, einen Oberarzt der Neurologischen Klinik am Klinikum Offenbach, nach dem standardisierten Untersuchungsprotokoll nachuntersucht. Des Weiteren hatten die Patienten wie in der Aufnahmeuntersuchung jeweils beide Fragebögen zu beantworten. In der dritten und letzten Nachuntersuchung erfolgte zusätzlich eine MRT- Untersuchung der LWS vor und nach

Kontrastmittelgabe. Direkt postoperativ mussten die Patienten mit dem Ausfüllen eines Sitz- und Schmerztagebuchs beginnen, das in den folgenden Kapiteln dargestellt wird.

Als Endpunkte der Studie wurden festgelegt:

**Primäre Endpunkte:**

- Zeitpunkt der beruflichen Wiedereingliederung postoperativ
- Grad der Beschwerden nach 6 bzw. 12 Wochen postoperativ
- Rückenschmerzen
- Beinschmerzen

**Sekundäre Endpunkte:**

- Grad der Restbeschwerden 24 Wochen postoperativ
- Rückenschmerzen
- Beinschmerzen
- MRT- Befund 24 Wochen postoperativ vor und nach KM

Die statistische Auswertung erfolgte nach Anlegen einer Datenbank mit SPSS, in die alle klinischen Untersuchungen, die Werte der Visuellen Analogskala, der Oswestry- Schmerzskala und der Allgemeinen Depressionsskala einfließen. Das Sitztagebuch wurde ebenfalls in die Datenbank eingepflegt und statistisch ausgewertet. Zur Auswertung wurden folgende statistische Tests durchgeführt: T- Test, der exakte Test nach Fisher und der Mann- Whitney- U Test. Einige Daten wurden nur deskriptiv ausgewertet.

Das Signifikanzniveau  $\alpha$  wurde in dieser Arbeit für die Auswertung auf den Wert  $\alpha= 0,05$  festgelegt.

## **4.2 Aufnahme- und Untersuchungsprotokoll**

Aufgenommen wurde der Patient durch ein standardisiertes Untersuchungsprotokoll in Anlehnung an das Aufnahmeprotokoll der neurochirurgischen Klinik des Klinikums Offenbach.

Das Untersuchungsprotokoll erfasst auf der ersten Seite neben den Patientendaten die vom aufnehmenden Arzt gestellte Aufnahmediagnose. Die folgenden Spalten dienen der Erhebung der eigen- oder fremdanamnestischen

Krankengeschichte mit der Frage nach Krankheitsverlauf und aktuellen Beschwerden, früheren Operationen und Erkrankungen, evtl. chronischen Erkrankungen und der aktuellen Medikation. Abgeschlossen wird die Seite 1 mit dem Erfassen einer vegetativen Symptomatik und den American Society of Anesthesiologists (ASA) Score. Der ASA Score wurde 1963 eingeführt, um den präoperativen Zustand eines Patienten zu erheben. Er besteht heute aus fünf Kategorien [78]:

- ASA1: ansonsten gesunder Patient
- ASA2: Leichte Allgemeinerkrankung, keine Leistungseinschränkung
- ASA3: Schwere Allgemeinerkrankung mit Leistungseinschränkung
- ASA4: Schwere Allgemeinerkrankung mit Leistungseinschränkung, prinzipiell lebensbedrohlich mit oder ohne Operation
- ASA5: Patient liegt im Sterben, Tod mit oder ohne Operation innerhalb von 24 Stunden zu erwarten

Seite 2 beginnt mit der Erhebung des neurologischen Status. Im Rahmen dieser Erhebung wurden in der ersten Spalte Finger- Boden- Abstand und Fersen-Fall- Schmerz eingetragen, in den nächsten Spalten die aktuelle, vom Patienten empfundene Schmerzausstrahlung. Durch einfaches Ankreuzen konnten die Dermatome markiert oder die Frage nach Schmerzen, evtl. nur über der LWS, beantwortet werden. Weiter erfasst wurden Klopf- und Druckschmerz durch eine manuelle Untersuchung, und die Frage nach einem Reklinationsschmerz beim Zurückbeugen war mit ja oder nein zu beantworten.

Paresen wurden durch das allgemein gültige Verfahren der British Medical Research Council (BMRC), 1978, mit der Erfassung der Kraftgrade notiert, kurz als KG abgekürzt und je nach Stärke der Kraft, mit römischen Zahlen, versehen.

- KG V: normale Kraft
- KG IV: aktive Bewegung gegen Widerstand
- KG III: aktive Bewegung gegen die Schwerkraft
- KG II: Bewegung bei Ausschaltung der Schwerkraft
- KG I: eben sichtbare Muskelanspannung
- KG 0: fehlende Muskelkontraktion

Die folgenden Spalten geben Antwort auf Fragen nach einer Kaudasymptomatik, der Schmerzpräsenz, einer Spinalkanalstenose durch Erfragen der Gehstrecke bis zum Auftreten von Claudicatio spinalis-Symptomen und schließlich die Prüfung des Zehenspitzen- und Hackengangs, die die Patienten durchführen mussten.

Bei der Reflexprüfung wurden nur der Patellar- und der Achillessehnenreflex geprüft, da der Tibialis-posterior Reflex meist nur sehr schwer auslösbar ist. Des Weiteren wurden die Nervendehnungszeichen in Rückenlage durch den Test nach Lasègue notiert, wobei das Ergebnis mit der Gradzahl, bei der ein Schmerz auftrat, angegeben wird. Weitere geprüfte Zeichen sind der gekreuzte Lasègue bei Elevation des kontralateralen Beines und der Femoralisdehnungsschmerz durch Retroversion des Beines in Bauchlage.

In Form einer manuellen Untersuchung wurde abschließend noch durch Abtasten der einzelnen Dermatomen deren Sensibilität geprüft.

Die folgenden Seiten geben das Untersuchungsprotokoll als Abbildung wieder.

### **Erfassungsbogen zur klinische Studie über BSV und den Einfluss des Sitzens**

Aufkleber	Patientenname, Anschrift, Telefonnummer				
	Datum:				
	Untersucher:				
	Patientennummer:				
	Konventionelle Gruppe (Sitzverbot (ROT)):				
Liberale Gruppe (Sitzgruppe (BLAU)):					
<b>Aufnahmediagnose:</b>				<b>Aufnahmeanlass</b>	
				Diagnostik: Diagnostik u. Therapie: Therapie:	
<b>Aktuelle Beschwerden ( + Fremdanamnese ):</b>					
<b>Frühere Erkrankungen und Operationen:</b>					
<b>Medikamente:</b>				Marcumar: ASS:	
<b>Vegetative Anamnese/ Risikofaktoren</b>					
Appetit/ Durst		Nikotin		Größe:	
Miktio/ Nykturie		Alkohol		cm	
Stuhlgang		Drogen			
Schlaf		Diabetes		Gewicht	
Husten/ Auswurf		Blutungsneigung		kg	
Allergie					
<b>ASA</b>	<b>I.</b>	<b>II.</b>	<b>III.</b>	<b>IV.</b>	<b>V.</b>
<b>Neurologischer Status: Wirbelsäule</b>					

<b>Aktuelle Schmerzausstrahlung</b>						
radikulär	rechts	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>		
		Leiste	Leiste	Leiste	OS	
radikulär	links	Leiste	Leiste	Leiste	OS	
		<b>L4</b>	<b>L5</b>			
radikulär	rechts	OS	US	OS	US	Fuß
	links	OS	US	OS	US	Fuß
radikulär	rechts	<b>S1</b>				
	links	OS	US	Fuß		

pseudo-radikulär	rechts	Gesäß	OS	US	Fuß
	links	Gesäß	OS	US	Fuß
	nur lokal LWS:			keine Schmerzen:	

**Druckschmerz**

rechts	L1-L3	L4-S1	ISG	paravert.	Leiste	Trochanter
links	L1-L3	L4-S1	ISG	paravert.	Leiste	Trochanter
rechts	keiner					
links	keiner					

**Klopfschmerz**

rechts	L1-L3	L4-S1	ISG	paravert.	keiner
links	L1-L3	L4-S1	ISG	paravert.	keiner

**Reklinationsschmerz**

ja	nein
----	------

**Paresen**

		<b>KG V</b>	<b>KG IV</b>	<b>KG III-II</b>	<b>KG I</b>	<b>KG 0</b>
Iliopsoas	rechts					
	links					
Quadrizeps	rechts					
	links					
Fußheber	rechts					
	links					
Fußrandheber	rechts					
	links					
Goßzehenheber	rechts					
	links					
Fußsenker	rechts					
	links					

Kaudasymptome:	Keine	Reithose	Inkontinenz	komplett
Schmerzpräsenz:	Belastungsabhängig		konstant	

Gehstrecke: Meter

Claudicatio - Symptome:	Ja	Nein
-------------------------	----	------

Zehenspitzenang:	rechts	Normal	Eingeschränkt
	links	Normal	Eingeschränkt
Fersengang:	rechts	Normal	Eingeschränkt
	links	Normal	Eingeschränkt

**Reflexe**

rechts	PSR	PSR	PSR	ASR	ASR	ASR
	unauffällig	schwach	aufgehoben	unauffällig	schwach	aufgehoben
links	PSR	PSR	PSR	ASR	ASR	ASR
	unauffällig	schwach	aufgehoben	unauffällig	schwach	aufgehoben



- B in die Spalte 2 die Schmerzintensität, die der Patient im Laufe des Tages, also auch während des Sitzens, empfunden hat; als Orientierung dient hier ebenfalls die VAS;
- C in die Spalte 3 die Sitzposition, d.h. die vom Patienten genutzte Art der Sitzmöglichkeit, z.B. das Sitzen in einem Sessel, auf einem Hocker auf einem Stuhl, im Bett o.ä.;
- D in die Spalte 4 die vom Patienten gewählte Rückenposition mit Hilfe von Vorgaben wie aufrecht, angelehnt, gemütlich oder auch mit Hinweisen auf den Gebrauch lordosierender Sitzhilfen.
- E in Spalte 5 Symptome, die der Patient während des Sitzens empfunden hat;
- F in der Spalte 6 die Medikamente, die noch postoperativ eingenommen wurden, in erster Linie Analgetika;
- G in die Spalte 7 schließlich mögliche Therapieerfolge, wobei dieses Ergebnis allerdings erst dann vom Patienten eingetragen werden musste, wenn ein solcher Erfolg der Medikation für ihn auch spürbar geworden war.

Im Grunde konnte der Patient jedoch die Angaben beliebig erweitern, z.B. durch einen Verweis auf eine andere, von ihm bevorzugte Sitzposition. Entscheidend war, dass erkennbar und nachvollziehbar wurde, wie sein postoperativer Tagesablauf sich gestaltete.

Für Patienten der konventionellen Gruppe entfielen die Spalten 1, 3 und 4, da für sie die implizierten Fragestellungen nicht relevant waren.

Min/Std						Schmerz (VAS)	Sitzposition	Rückenpostion	Symptome	Therapie	Therapieerfolg
10	20	30	40	50							
00:00											
01:00											
02:00											
03:00											
04:00											
05:00											
06:00											
07:00											
08:00	—	(A)				5 (B)	St (C)	AUFRECHT (D)	Kribbeln im rechten Bein bis Fußsohle (E)	Voltaren 1 Tab. (F)	JA (G)
09:00											
10:00											
11:00											
12:00											
13:00											
14:00											
15:00											
16:00											
17:00											
18:00											
19:00											
20:00	—					4	Se	gemütlich	—	—	—
21:00											
22:00											
23:00											

Die Dauer des Sitzens als Strich eintragen.

VAS: 1-10

Sitzposition: St= Stuhl ; Se= Sessel ; Ho= Hocker

Rückenposition: aufrecht; angelehnt; gemütlich;

Sitzhilfe

Abb. 4.3: Seite aus dem Sitz- und Schmerztagbuch

Symptome: Taubheitsgefühl; Kribbeln; Schmerzen; Lähmungen etc.

Therapie: Tabletten oder Tropfen mit Mengenangabe

Therapieerfolg: JA oder NEIN

## 4.5 Oswestry Schmerzskala

Unter der Oswestry Schmerzskala versteht man einen Erhebungsbogen, der die Patienten nach Schmerz, Wohlbefinden und sozialer Situation befragt. Für diese Arbeit wurde die modifizierte Version nach Fairbank et al. 1980 verwendet [27]. In zehn Sektionen mussten die Patienten zwischen jeweils sechs Antworten wählen und sich dabei für die entscheiden, die am ehesten auf ihre jeweilige Situation zutraf. Die Antworten sind mit Zahlen von 0- 5 durchnummeriert und die Antwortnummern am Ende zu einer Gesamtpunktzahl addiert. Je höher die Punktzahl ausfiel, desto ausgeprägter waren die Einschränkungen des Patienten in seiner momentanen Alltagssituation.

Folgende 10 Sektionen werden abgefragt:

- Schmerzintensität
- Fähigkeit zur persönlichen Pflege wie Waschen, Anziehen etc.
- Heben von Gegenständen
- Gehen
- Sitzen
- Stehen
- Schlafen
- soziale Aktivitäten
- eventuell Reisen, wobei in diesem Fall nicht nach Urlaubsreisen gefragt ist, sondern z.B. nach Fahrten zur Klinik o.ä.
- Veränderung in der Intensität des Schmerzes

Die niedrigste Punktzahl ist 0, die höchste, die erreicht werden kann, ist 50.

Dabei ergeben sich aus der Summe der Zahlen folgende Kategorien:

- 0- 4 Punkte: keine Einschränkungen
- 5- 14 Punkte: geringgradige Einschränkung
- 15- 24 Punkte: mittelgradige Einschränkung
- 25- 34 Punkte: hochgradige Einschränkung
- über 34 Punkte: komplette Einschränkung

Die erste Befragung der Patienten erfolgte bei der Aufnahme in die Studie und bezog sich auf die Zeit vor der Operation. Die weiteren Befragungen wurden

jeweils zum Zeitpunkt der Nachuntersuchungen durchgeführt und bezogen sich auf die Zeit vor bzw. zwischen den jeweiligen Untersuchungen. Eine Veränderung der Punktzahl innerhalb der Befragungen war dabei Ausdruck eines veränderten Therapiezustandes des Patienten. Eine Veränderung der Gesamtsituation lag aber nur dann vor, wenn sich die Summe der Punktzahl aus eine der o. g. Kategorien in eine nächst höhere oder niedrigere veränderte. Da beide Patientengruppen diesen Fragebogen beantworten mussten, war zudem ein Vergleich der Ergebnisse beider Gruppen und damit auch der Therapieerfolge möglich.

#### **4.6 Allgemeine Depressionsskala (ADS)**

Die Allgemeine Depressionsskala ist ein Selbstbeurteilungsinstrument, entstanden als deutsche Version der von Radloff 1977 entwickelten Center of Epidemiological Studies Depression Scale (CES – D). Sie ist auch außerhalb des klinischen Rahmens als Screening- Instrument einsetzbar [36]. Sie dient einmal der Erfassung depressiver Auffälligkeiten, zum anderen aber auch als erste Stufe eines mehrphasigen diagnostischen Prozesses. Sie liegt dabei in einer kürzeren Version mit fünfzehn Fragen und in einer längeren mit zwanzig Fragen vor. Beide Versionen besitzen eine Korrelation von  $r = .90$  zur Befindlichkeitsskala (Bf-S), der Hamilton Depressionsskala (HAMD) und dem Beck Depressionsinventar (BDI).

In der in dieser Studie verwendeten langen Version, deren Fragen sich auf die letzten sieben Tage bezogen, wurde nicht nur die Existenz, sondern auch die Dauer einer Beeinträchtigung erfragt. Als Beeinträchtigungen galten dabei Niedergeschlagenheit, Traurigkeit, Erschöpfung, Verunsicherung, Hoffnungslosigkeit, Einsamkeit, Selbstabwertung, Antriebslosigkeit, Weinen, Rückzug, Angst, also depressive Affekte und körperliche Beschwerden, motorische Hemmungen, motivationale Defizite und negative Denkmuster.

Da Schmerzen eine individuelle Empfindung sind und man somit große Bandbreiten zwischen den Aussagen der einzelnen Patienten entdecken kann, diente die ADS in dieser Studie zur Differenzierung und damit zu einer besseren Einschätzung der von den Patienten empfundenen Schmerzen.

Außerdem zeigte sich in einigen mit der ADS durchgeführten Studien bei Patienten mit einer „negativen“ Grundeinstellung ein verlängerter und erschwerter postoperativer Verlauf. Mit dem vorliegenden Score konnten somit auch erschwerte postoperative Verläufe besser ermittelt werden.

Um ein stereotypes Ankreuzen, bzw. um ein unehrliches oder unaufmerksames Ankreuzen zu detektieren, beinhaltet der Fragebogen 16 positiv und 4 negativ gepolte Items. Dies bedeutet, dass die 16 Items so ausgerichtet sind, dass die Beantwortung mit „meistens“ auf eine depressive Verstimmung hin weist. Die umgekehrt gepolten Items drücken dann eine depressive Symptomatik aus, wenn sie mit „selten“ beantwortet werden.

Daraus ergibt sich dann eine vierstufige Beantwortungsmöglichkeit:

- 0 = selten oder überhaupt nicht = weniger als ein Tag
- 1 = manchmal = ein bis zwei Tage lang
- 2 = öfters = drei bis vier Tage lang
- 3 = meistens, die ganze Zeit = fünf und mehr Tage lang

Um die unsachgemäß ausgefüllten Fragebögen herauszufiltern, wird am Ende des Fragebogens die vierfache Summe der negativ gepolten Items von der Summe der positiv gepolten abgezogen. Dies geschieht nach folgender Formel:

$$\sum \text{positiv gepolte Items} \textit{ minus } 4x \sum \text{negativ gepolte Items}$$

Wird nach dieser Formel ein kritischer Wert von < -28 Punkten erreicht, so sollte der Fragebogen als nicht glaubwürdig angesehen werden.

Der kritische Wert, der für eine depressive Verstimmung spricht, liegt bei > 23 Punkten, und dieser Wert gilt auch bei der Anwendung auf Schmerzpatienten.

Um ein Ergebnis zu erhalten, werden die Summen der positiv und negativ gepolten Items addiert. Dabei kann ein Ergebnis zwischen 0 und 60 Punkten erreicht werden.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Studienverlauf

#### 5.1.0 Übersicht über das Patientenkollektiv

Die Patienten gingen zum Zeitpunkt der Befragung folgenden Berufen nach:

- **Liberale Gruppe:**

Haushälterin im Kindergarten	Krankenschwester
Student	Hausfrau und Mutter
Bürokauffrau/ -mann (2 Patienten)	Metallschleifer (arbeitslos)
Lokführer (Regionalbahn)	Kellnerin
Versicherungskauffrau	Dreher
Drei Selbstständige Patienten Kaufmann, Ärztin (eigene Praxis)	Rechtsanwalt, Elektromeister Sachbearbeiter/ -in (zwei Pat.)
LKW- Fahrer	Maler und Verputzer
Systemadministrator	Prozessanalytiker im
Verkäuferin im Außendienst	Vorruhestand

- **Konventionelle Gruppe:**

Straßenbauarbeiter	Facharzt für Neurologie
Bankangestellter	Staplerfahrer
KFZ Mechaniker (zwei Patienten)	Arzthelferin und Mutter
Arbeiterin am Fließband	Erzieherin
Telekommitarbeiter im Außendienst	Grundschullehrerin
Fachärztin für Anästhesie	Bankkauffrau
Hausfrau (drei Patientinnen)	Sicherheitsdienstmitarbeiter
Pharmazeutisch- technische Assistentin	LKW- Fahrer Altenpflegerin
Empfangsdame	Maschineninstallateur
Landschaftsgärtner (arbeitslos)	Verkäuferin (zwei Patientinnen)

Ein Vergleich des Gesamtkollektivs und der beiden Gruppen erlaubt die folgende Tabelle.

Übersichtstabelle	Gesamtkollektiv	liberale Gruppe	p- Wert	konventionelle Gruppe
Klinikum Offenbach	∑ 23	12		11
NCH Praxis	∑ 27	13		14
weiblich	∑ 22	9		13
männlich	∑ 28	16		12
Alter (Mittelwert + Spannweite)	41 (24-55)	40 (27-55)	0,749	45 (24-55)
Verteilung der BSV				
LWK 3/4	∑ 03	3	0,235	0
LWK 4/5	∑ 19	9	1,000	10
LWK 5/ SWK1	∑ 28	13	0,776	15

Tab. 5.1: Übersicht über die eingeschlossenen Patienten

### 5.1.1 Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich des Alters

Das Alter, als erste Vergleichsmöglichkeit der beiden Gruppen lag zwischen 24 und 55 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 40,62 Jahren. In der liberalen Gruppe war der jüngste Patient 27 Jahre alt und der älteste 55, in der konventionellen Gruppe der jüngste 24 Jahre und der älteste ebenfalls 55. Das Durchschnittsalter betrug somit in der liberalen Gruppe 40,24 Jahre und in der konventionellen Gruppe 44,88 Jahre. Im Mann-Whitney-U-Test lag der p-Wert bei  $p = 0,749$ . Damit ergab sich nach statistischen Kriterien kein Unterschied in der Altersverteilung vor.

Das folgende Diagramm soll diese Ausführungen bestätigen.

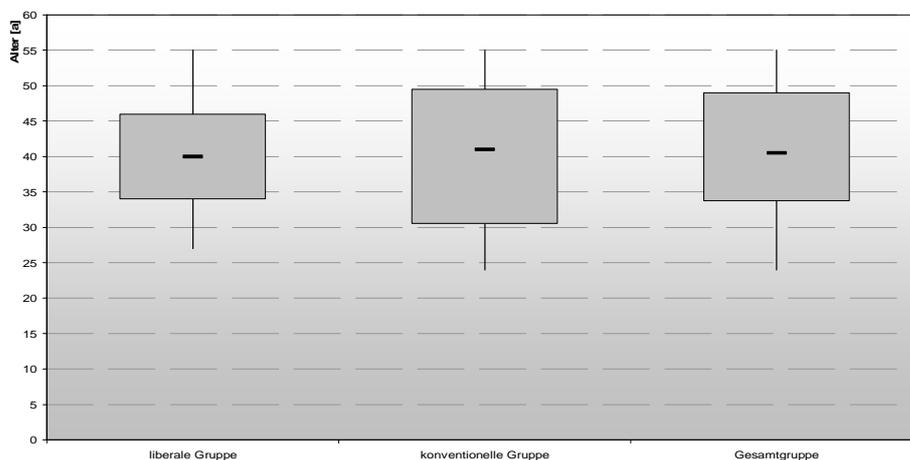
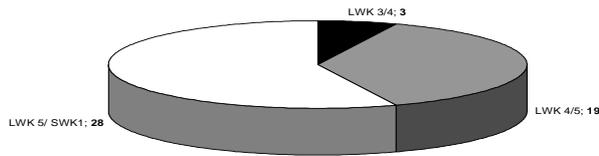


Abb. 5.1: Darstellung der mittleren Altersverteilung

### 5.1.2 Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich der BSV Verteilung

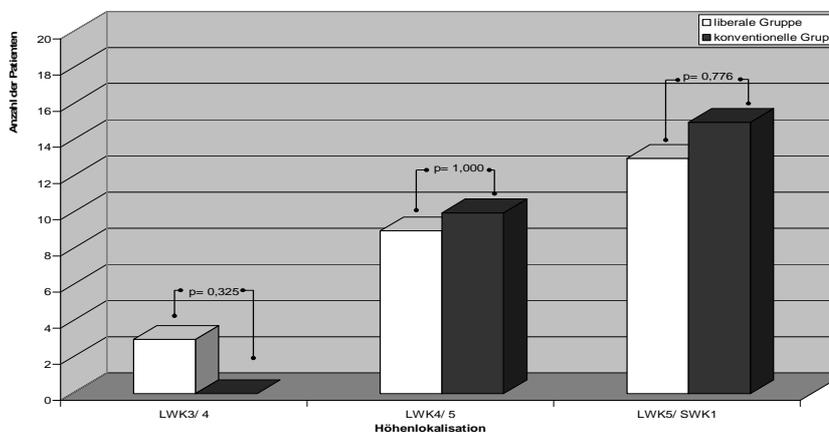
Die Verteilung der aufgenommenen BSV in der Gesamtgruppe zeigt Tabelle 5.1. Das folgende Diagramm verdeutlicht noch einmal die Verteilung.

**Abb. 5.2:** Häufigkeit der aufgetretenen BSV in der Gesamtgruppe



In der liberalen Gruppe gab es drei Patienten mit einem BSV in LWK 3/4 (einen links, zwei rechts), was einem Anteil von 12% entspricht, neun BSV und damit 36% in Höhe LWK 4/5 (fünf links, vier rechts) und 13 BSV in Höhe LWK 5/ SWK1 (sechs links, sieben rechts). Diese machen damit einen Anteil von 52% aus.

In der konventionellen Gruppe lag kein BSV im Segment LWK 3/4 vor. Zehn (40%) traten in Höhe LWK 4/5 auf (fünf links, fünf rechts) und 15 in Höhe LWK5/ SWK1 (neun links, sechs rechts). Mit 60% hatten diese BSV damit den größten Anteil beider Gruppen. Im exakten Test nach Fisher lag keine Signifikanz vor.

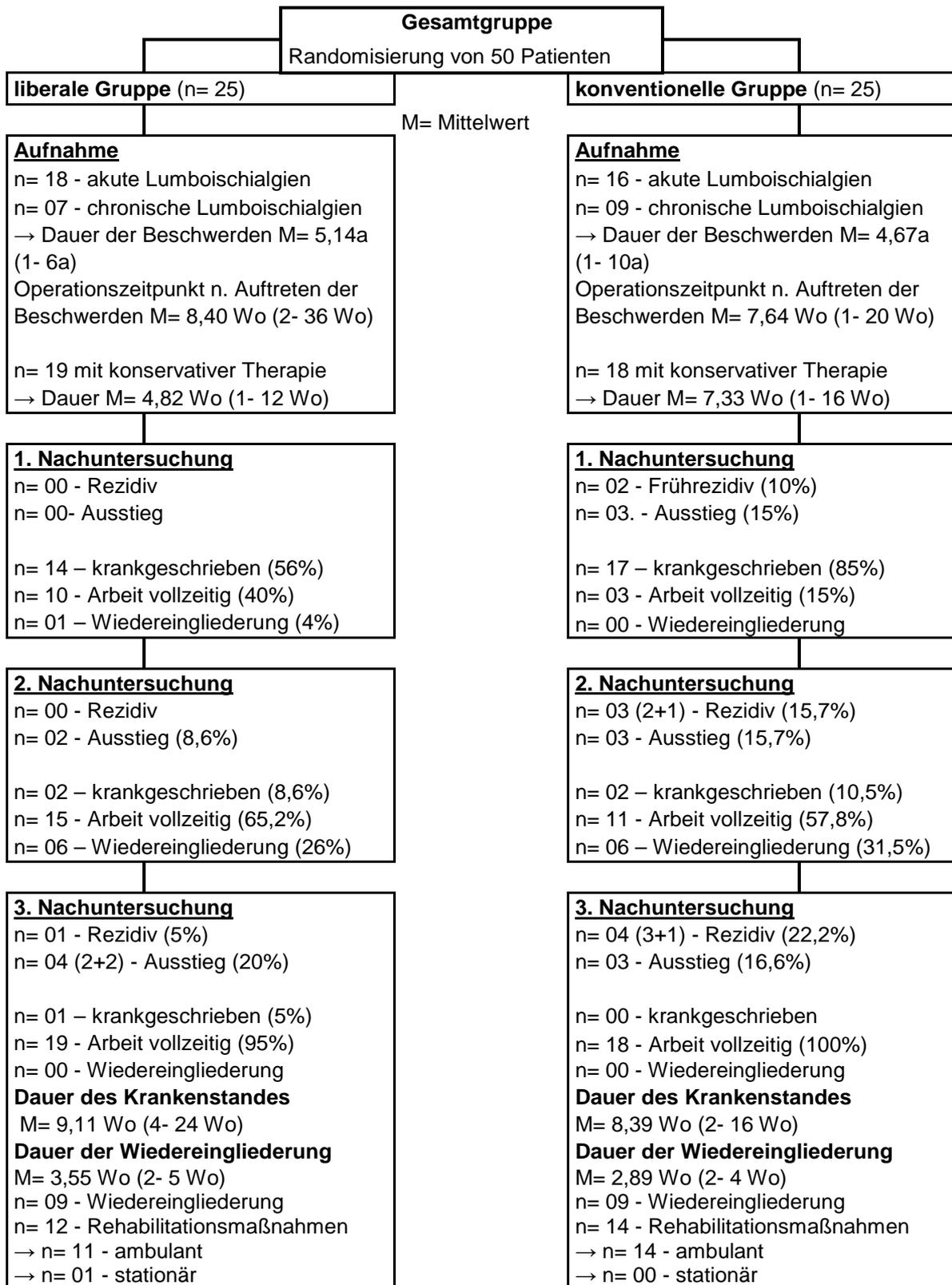


**Abb. 5.3:** Verteilung der Bandscheibenvorfälle in beiden Gruppen

### 5.1.3 Gesamtübersicht hinsichtlich Drop out, Krankschreibungen, Arbeitsaufnahme, Wiedereingliederung im Verlauf

Zunächst ein Flussdiagramm über den Gesamtverlauf der Studie.

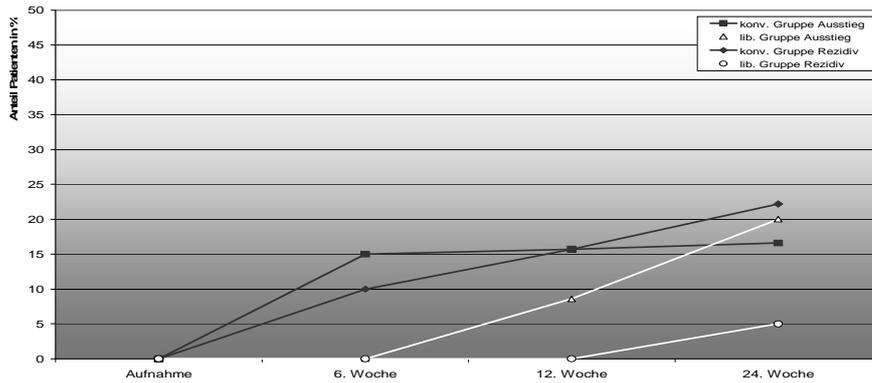
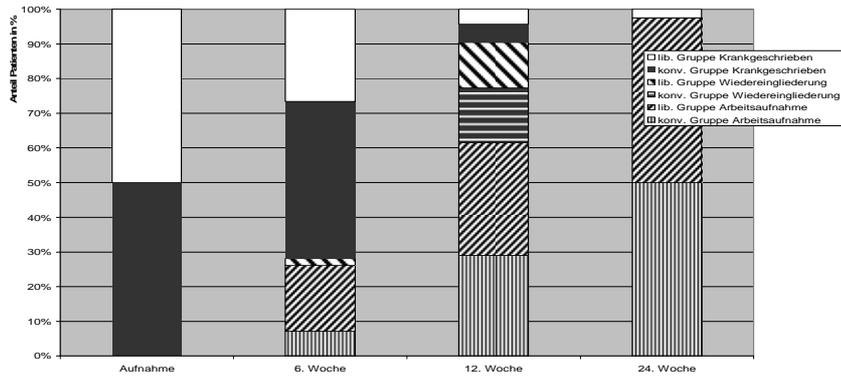
Das Flussdiagramm stellt einen Überblick über Krankschreibungen, Arbeitsaufnahme, vorzeitige Beendigung und Rezidivquote dar.



**Abb. 5.4:** Flussdiagramm zum Verlauf der Studie mit Drop out, Wiedereingliederung, Arbeitsaufnahme, Rehabilitationsmaßnahmen und Krankschreibungen

Zusätzlich folgen noch zwei Diagramme über den Anteil der Patienten im Verlauf in Bezug auf Krankheit, Wiedereingliederung und Aufnahme und in Bezug auf vorzeitige Beendigung und Rezidivquote.

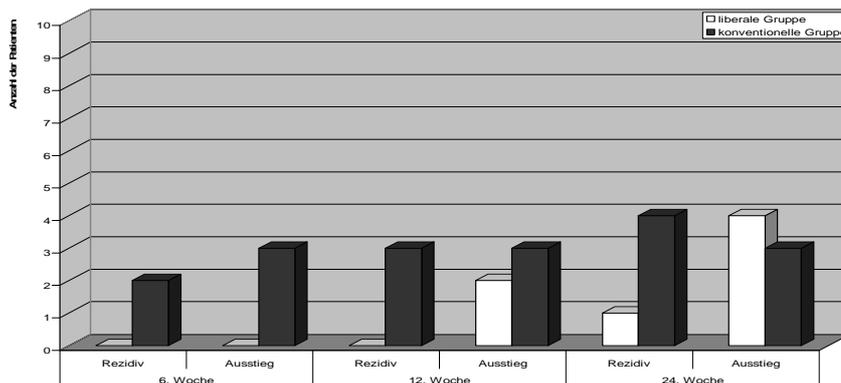
**Abb. 5.5:** Verlauf von Krankheit, Wiedereingliederung und Arbeitsaufnahme beider Gruppen



**Abb. 5.6:** Anteil an Patienten mit Rezidivvorfall oder als Aussteiger aus der Studie

#### 5.1.4 Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich der Drop out

Wie die zwei folgenden Tabellen zeigen, gab es insgesamt zwölf Drop out in der Studie. Dies waren 5/ 25 Patienten in der liberalen und 7/ 25 Patienten in der konventionellen Gruppe. Die Gründe für einen Ausfall aus der Untersuchung waren zum einen Rezidivvorfälle zum anderen Ausstiege aus privaten Gründen. In der liberalen Gruppe lag ein Rezidivvorfall vor, in der konventionellen waren es insgesamt vier. Dafür stiegen insgesamt vier Patienten aus der liberalen Gruppe und drei aus der konventionellen aus. Vergleicht man zu jeder Untersuchung die Gruppen mittels des exakten Test nach Fisher, ergibt sich zu keinem Zeitpunkt im Bezug auf die Rezidiv- oder Ausfallquote ein signifikanter Unterschied.



**Abb. 5.7:** Rezidivquote und Quote der vorzeitigen Beendigung in beiden Gruppen

Rezidivquote		Rezidiv	p-Wert	Ausstiegsquote		Ausstieg	p-Wert
		$\Sigma$				$\Sigma$	
6. Woche	liberale Gruppe	0	0,490	liberale Gruppe	0	3	0,235
	konventionelle Gruppe	2		konventionelle Gruppe	3		
12. Woche	liberale Gruppe	0	0,235	liberale Gruppe	2	3	1,000
	konventionelle Gruppe	3		konventionelle Gruppe	3		
24. Woche	liberale Gruppe	1	0,349	liberale Gruppe	4	3	0,742
	konventionelle Gruppe	4		konventionelle Gruppe	3		

Tab. 5.2 und 5.3: Rezidivquote und Quote der vorzeitigen Beendigung in beiden Gruppen im Verlauf

### 5.1.5 Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich der Rehabilitationsmaßnahmen

Am Ende der Studie hatten 12/ 25 Patienten der liberalen und 14/ 25 Patienten der konventionellen Gruppe Rehabilitationsmaßnahmen durchgeführt. Eingeschlossen sind darin ebenfalls die Rezidivpatienten und die Patienten, die die Studie vorzeitig beendet hatten. In der Gesamtübersicht besteht im exakten Test nach Fisher ein p- Wert von  $p= 0,778$ . Bei elf Patienten der liberalen Gruppe erfolgte diese Maßnahme ambulant und bei einem stationär, in der anderen Gruppe bei allen 14 ambulant. Die Rehabilitationsdauer betrug minimal vier und maximal zwölf Wochen in der liberalen und minimal drei bzw. maximal acht Wochen in der konventionellen Gruppe. Die Mittelwerte liegen damit bei genau 6,00 Wochen in der liberalen und 4,64 in der konventionellen Gruppe ( $p= 0,628$ ). Ein signifikanter Unterschied liegt nicht vor.

Rehabilitation		liberale Gruppe	konventionelle Gruppe	p- Wert
Durchführung	ja	12	14	0,778
	nein	13	11	
Art	ambulant	11	14	0,462
	stationär	1	0	
Zeitdauer (Mittelwert)	Wochen	6	4,64	0.628

Tab. 5.4: Verlauf der Rehabilitationsmaßnahmen

### 5.1.6 Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich der Arbeitsaufnahme

Mit eingerechnet in die Gruppe der Tätigen sind in allen Untersuchungsergebnissen die Hausfrauen, der Patient im Ruhestand und der

Student, da diese weitestgehend wieder ihre normalen Alltagsaufgaben wahrnahmen.

Vergleicht man die beiden Gruppen zu den jeweiligen Nachuntersuchungen mit dem exakten Test nach Fisher, hinsichtlich einer Arbeitsaufnahme, so erhält man zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Unterschied.

Die folgende Tabelle stellt nochmals den Verlauf der Wiederaufnahme einer Tätigkeit in den einzelnen Untersuchungen dar, während das dazugehörige Diagramm die Anzahl der Patienten in den einzelnen Untersuchungen graphisch aufträgt.

Arbeitsaufnahme		liberale Gruppe	konventionelle Gruppe	p- Wert
6. Woche	ja	10	3	0,100
	nein	15	17	
12. Woche	ja	21	17	1,000
	nein	2	2	
24. Woche	ja	19	18	1,000
	nein	1	0	

Tab. 5.5: Verlauf der Arbeitsaufnahme in beiden Gruppen

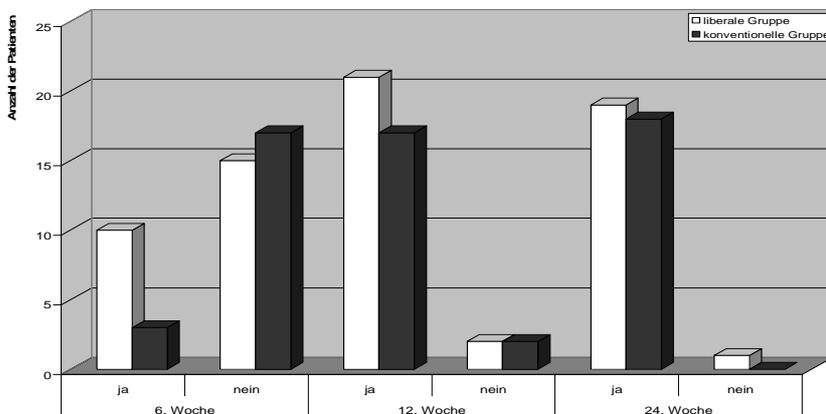


Abb. 5.8: Arbeitsaufnahme in beiden Gruppen im Verlauf

Die letzte graphische Darstellung stellt die Anzahl der Patienten mit Arbeitsaufnahme, Wiedereingliederung, Rezidiv, Ausstieg und Krankenstand während der drei Untersuchungen dar.

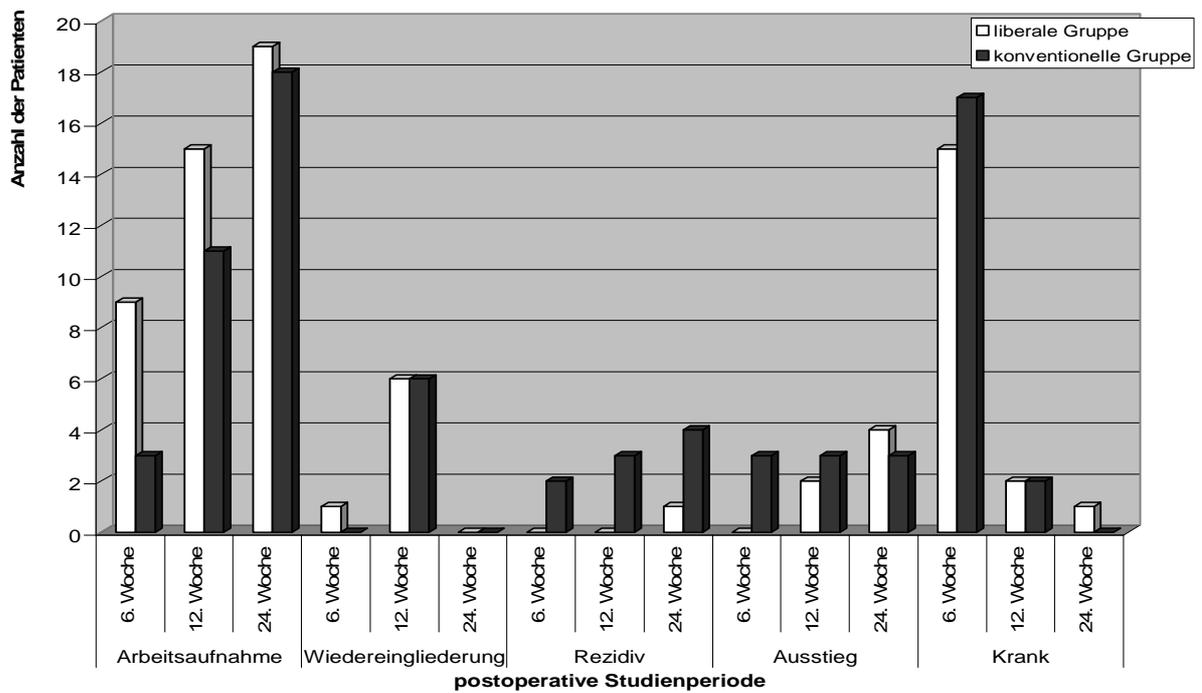


Abb. 5.9: Darstellung des postoperativen Verlaufs

## 5.2 Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich der klinischen Befunde

Zunächst eine Gesamtübersicht über die erhobenen Befunde im Verlauf der Studie.

Aufnahmebefunde		liberale Gruppe	konventionelle Gruppe	p- Wert
Schmerzlokalisierung	radikulär	25	24	konstant
	pseudoradikulär	0	1	
	lokal	0	0	
	kein Schmerz	0	0	
Reklinationsschmerz		10	13	0,571
Schmerzexistenz	konstant	19	23	0,127
	belastungsabhängig	6	2	
	kein Schmerz	0	0	
Paresen	Quadrizeps	1	0	0,396
	Fuß-/ Großzehenheber	5	7	
	Fußsenker	2	6	
	Mangelinnervation	2	2	
	keine Parese	15	11	
Zehengang	normal	20	15	0,217
	eingeschränkt	5	10	
Hackengang	normal	17	15	0,769
	eingeschränkt	8	10	
Wurzeldehnungszeichen	positiv	23	24	1,000
	negativ	2	1	
Sensibilitätsstörung	Dermatom	16	18	1,000
	kein Dermatom	5	2	
	kein Defizit	4	5	

Tab. 5.6: Erhobene Befunde bei Aufnahme in die Studie

1. Nachuntersuchung		liberale Gruppe	konventionelle Gruppe	p- Wert
Schmerzlokalisierung	radikulär	0	3	0,755
	pseudoradikulär	5	2	
	lokal	3	3	
	kein Schmerz	17	12	
Reklinationsschmerz		0	2	0,192
Schmerzexistenz	konstant	0	2	0,506
	belastungsabhängig	9	4	
	kein Schmerz	16	14	
Paresen	Quadrizeps	0	0	0,710
	Fuß-/ Großzehenheber	4	2	
	Fußsenker	2	1	
	Mangelinnervation	0	0	
	keine Parese	19	17	
Zehengang	normal	23	18	1,000
	eingeschränkt	2	2	
Hackengang	normal	22	17	1,000
	eingeschränkt	3	3	
Wurzeldehnungszeichen	positiv	3	3	1,000
	negativ	22	17	
Sensibilitätsstörung	Dermatom	3	2	0,745
	kein Dermatom	5	3	
	kein Defizit	17	15	

Tab. 5.7: Erhobene Befunde in der ersten Nachuntersuchung

2. Nachuntersuchung		liberale Gruppe	konventionelle Gruppe	p- Wert
Schmerzlokalisierung	radikulär	0	0	0,208
	pseudoradikulär	4	4	
	lokal	7	1	
	kein Schmerz	12	14	
Reklinationsschmerz		1	0	1,000
Schmerzexistenz	konstant	0	2	0,587
	belastungsabhängig	5	4	
	kein Schmerz	18	13	
Paresen	Quadrizeps	0	0	1,000
	Fuß-/ Großzehenheber	3	2	
	Fußsenker	1	1	
	Mangelinnervation	0	0	
	keine Parese	19	16	
Zehengang	normal	22	17	0,581
	eingeschränkt	1	2	
Hackengang	normal	21	16	0,644
	eingeschränkt	2	3	
Wurzeldehnungszeichen	positiv	1	2	0,581
	negativ	22	17	
Sensibilitätsstörung	Dermatom	2	4	1,000
	kein Dermatom	3	1	
	kein Defizit	18	15	

Tab. 5.8: Erhobene Befunde in der zweiten Nachuntersuchung

3. Nachuntersuchung		liberale Gruppe	konventionelle Gruppe	p- Wert
Schmerzlokalisierung	radikulär	0	1	1,000
	pseudoradikulär	2	1	
	lokal	3	3	
	kein Schmerz	15	13	
Reklinationsschmerz		4	2	0,663
Schmerzexistenz	konstant	0	0	1,000
	belastungsabhängig	3	6	
	kein Schmerz	17	12	
Paresen	Quadriparesis	0	0	0,595
	Fuß-/ Großzehenheber	1	2	
	Fußsenker	0	0	
	Mangelinnervation	0	0	
	keine Parese	19	15	
Zehengang	normal	20	18	konstant
	eingeschränkt	0	0	
Hackengang	normal	20	15	0,097
	eingeschränkt	0	3	
Wurzeldehnungszeichen	positiv	1	0	1,000
	negativ	19	18	
Sensibilitätsstörung	Dermatom	0	2	1,000
	kein Dermatom	5	2	
	kein Defizit	15	14	

Tab. 5.9: Erhobene Befunde in der dritten Nachuntersuchung

Die zwei folgenden Graphiken zeigen den Anteil der Patienten in der liberalen und konventionellen Gruppe, die eine Symptomatik zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten zeigten. Hierzu gehören Schmerzlokalisierung, Schmerzexistenz, Paresen, Wurzeldehnungszeichen und Sensibilitätsstörungen. Weitere Graphiken folgen in den jeweiligen Unterkapiteln.

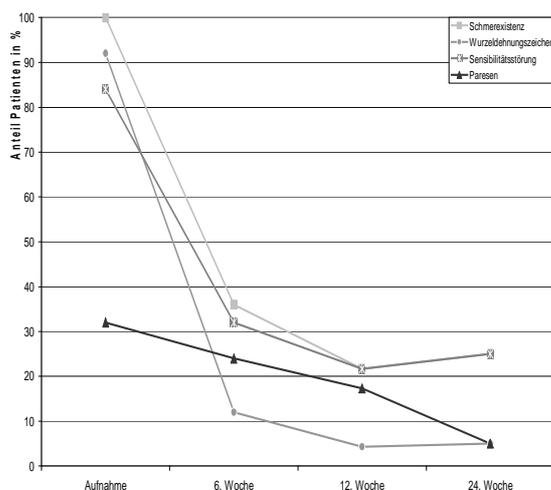


Abb. 5.10: Patientenanteil der liberalen Gruppe mit o.g. Symptomen

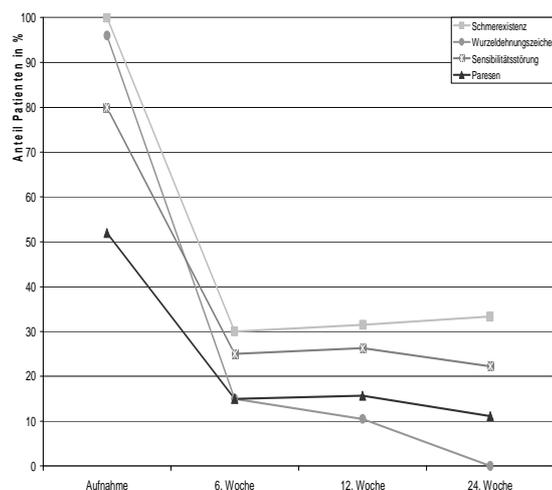


Abb. 5.11: Patientenanteil der konventionellen Gruppe mit o.g. Symptomen

### 5.2.1 Untersuchung der Schmerzlokalisierung

Die Untersuchung begann mit der Fragestellung zur aktuellen Schmerzlokalisierung. Die statistische Auswertung beantwortete die Frage, ob die Patienten lokalisierbare Schmerzen hatten oder nicht. Passend zu den vorliegenden Bandscheibenvorfällen gab es bei Aufnahme in der liberalen Gruppe drei Patienten mit einer Schmerzlokalisierung ins Dermatome L4, neun mit einer Schmerzlokalisierung in das Dermatome L5 und 13 passend zum Dermatome S1. Alle 25 Patienten dieser Gruppe hatten eine radikuläre Symptomatik.

In der konventionellen Gruppe hatten 13 Patienten eine Schmerzlokalisierung passend in das Dermatome L5, wobei hier dreimal ein nach kranial sequestrierter mediolateraler Vorfall vorlag. Elfmal lag eine radikuläre Symptomatik in das Dermatome S1 vor, und ein Patient klagte über eine pseudoradikuläre Symptomatik.

In der ersten Nachuntersuchung fand sich in der liberalen Gruppe kein Patient mehr mit einer radikulären Symptomatik. Fünf Patienten allerdings zeigten eine pseudoradikuläre Symptomatik und drei eine lokale Schmerzsymptomatik über der LWS. Das bedeutet, dass in der liberalen Gruppe 17 Patienten schmerzfrei waren.

In der konventionellen Gruppe zeigte ein Patient noch eine radikuläre Schmerzlokalisierung passend zum Dermatome L5 und zwei ins Dermatome S1. Eine pseudoradikuläre Symptomatik lag bei zwei Patienten vor, und lokale Schmerzen über der LWS stellte sich bei drei Patienten dar. Somit ergab sich, dass 12 Patienten dieser Gruppe keine Schmerzen mehr empfanden ( $p=0,755$ ).

Die zweite Nachuntersuchung erbrachte folgende Ergebnisse:

In beiden Gruppen gab es keine radikuläre Symptomatik mehr. Dafür gab es in beiden Gruppen vier Patienten, die eine pseudoradikuläre Symptomatik aufzeigten. Lokale Schmerzen traten in der liberalen Gruppe siebenmal, in der konventionellen Gruppe dagegen nur einmal auf. Als schmerzfrei schließlich bezeichneten sich zwölf Patienten der liberalen und 14 Patienten der konventionellen Gruppe ( $p=0,208$ ).

In der dritten und letzten Nachuntersuchung klagten in der liberalen Gruppe noch zwei Patienten über pseudoradikuläre und drei über lokale Schmerzen. 15 Patienten waren schmerzfrei.

In der konventionellen Gruppe traten bei einem Patienten überraschend wieder radikuläre Schmerzen passend zum Dermatome S1 auf. Die folgende MRT-Untersuchung der LWS erbrachte allerdings bei diesem Patienten keinen Nachweis eines erneuten BSV. Bei einem Patienten lag eine pseudoradikuläre und bei drei anderen eine lokale Symptomatik vor ( $p=1,000$ ).

Ein Vergleich der Ergebnisse aller drei Untersuchungen unter Berechnung des p-Wertes im exakten Test nach Fisher offenbart statistisch gesehen keine signifikanten Unterschiede.

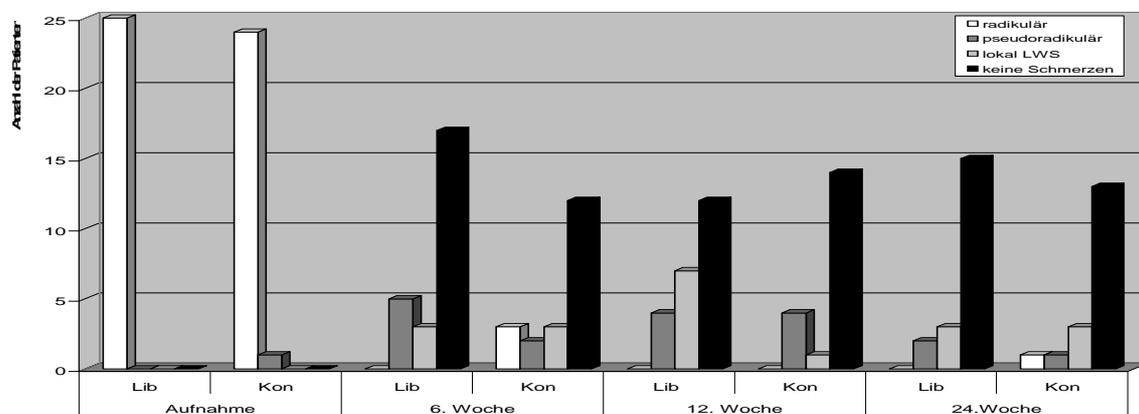


Abb. 5.12: Anzahl der Patienten mit einer radikulären, pseudoradikulären oder lokalen Schmerzlokalisierung

Eine Claudicatio spinalis-Symptomatik war in dem Zeitraum, in dem die Studie erstellt wurde, bei keinem Patienten zu diagnostizieren.

### 5.2.2 Untersuchung der Schmerzexistenz

In der Aufnahmeuntersuchung klagten in der liberalen Gruppe sechs Patienten über einen belastungsabhängigen und 19 über einen konstanten Schmerz. In der konventionellen Gruppe dagegen fühlten nur zwei Patienten ein Schmerz unter Belastung, während er bei 23 konstant blieb. Mit einem p-Wert von  $p=0,127$  im Mann-Whitney-U Test zeigte sich damit, dass bei der Aufnahme kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen vorlag. Getestet wurde, ob eine Schmerzexistenz vorhanden war oder nicht.

In der ersten Nachuntersuchung wandelte sich das Bild grundlegend. So war ein konstanter Schmerz nur noch bei zwei Patienten der konventionellen

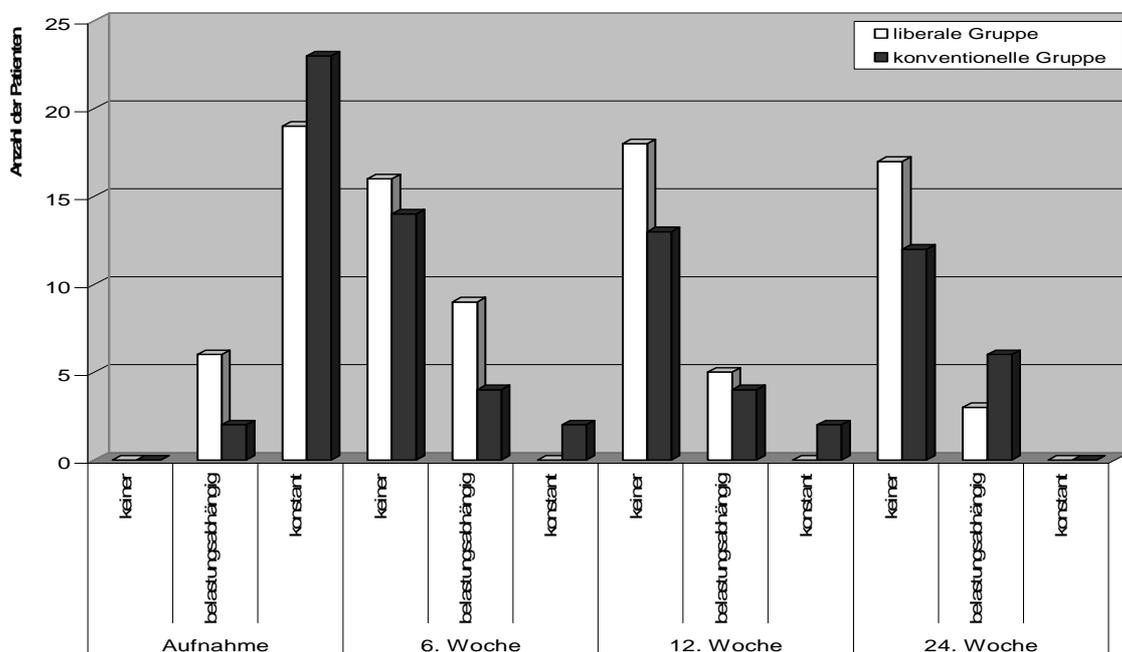
Gruppe nachweisbar, und während in der liberalen Gruppe noch neun Patienten belastungsabhängige Schmerzen zeigten, waren es in der konventionellen vier. Der p- Wert betrug  $p= 0,506$ .

Bei der zweiten Nachuntersuchung waren weiterhin noch zwei Patienten der konventionellen Gruppe von einem konstanten Schmerz betroffen. In der liberalen waren alle, bis auf fünf Patienten, schmerzfrei, allerdings wiesen diese fünf belastungsabhängige Schmerzen auf. In der konventionellen Gruppe waren es weiterhin vier. Der p- Wert betrug hier  $p= 0,587$ .

In der dritten Nachuntersuchung klagten noch drei Patienten der liberalen und sechs der konventionellen über belastungsabhängige Schmerzen, während eine konstante Schmerzpräsenz von den Patienten beider Gruppe verneint wurde.

Der p- Wert nach dem Mann- Whitney- U Test betrug  $p= 0,190$ .

Somit ergab auch diese letzte Untersuchung keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen.



**Abb. 5.13:** Anzahl der Patienten mit einer Schmerzexistenz im Verlauf

Das folgende Diagramm zeigt den Anteil der Patienten beider Gruppen, die zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt noch eine Symptomatik hatten, unabhängig von konstant oder belastungsabhängig.

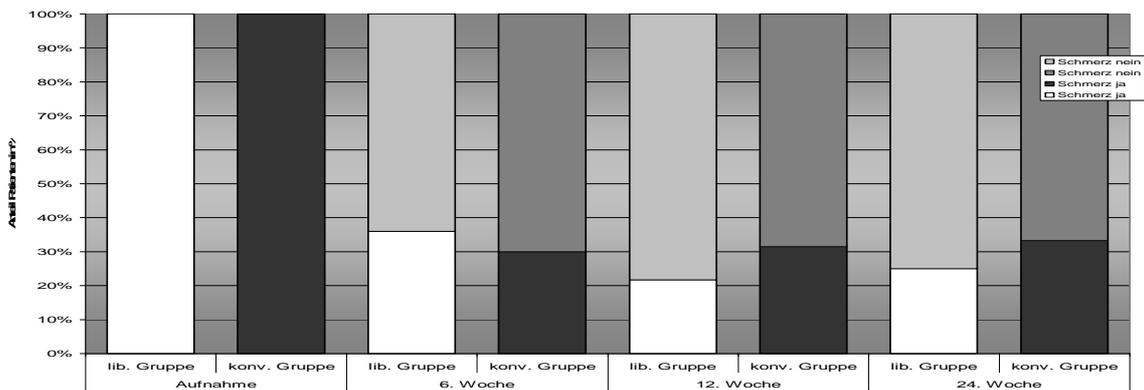


Abb. 5.14: Anteil an Patienten mit einer Schmerzexistenz unabhängig von der Art

### 5.2.3 Untersuchung von Paresen

In der Untersuchung der Paresen ergab sich in den einzelnen Untersuchungen in der Frage nach einer vorhandenen oder nicht vorhandenen Parese folgendes Bild:

In der liberalen Gruppe waren bei Aufnahme in die Studie bei 15 Patienten keine Paresen zu konstatieren. Bei zwei Patienten lag eine Muskelschwäche durch eine schmerzbedingte Mangelinnervation vor, und bei den restlichen lagen zweimal eine Fußsenker-, fünfmal eine Fuß- bzw. Großzehenheber- und einmal eine Quadrizepsparese vor.

In der konventionellen Gruppe waren elf Patienten ohne Paresen. Ebenfalls zwei Patienten hatten schmerzbedingte Mangelinnervationen, während die restliche Verteilung fünfmal eine Fußsenker- und siebenmal eine Fuß- bzw. Großzehenheberparese zeigte. Eine Quadrizepsparese gab es in dieser Gruppe nicht. Bei acht Patienten betrug der Kraftgrad der Parese 4/5 und bei zwei weiteren 3/5. In der zweiten Gruppe gab es neun Patienten mit einem Kraftgrad von 4/5 und fünf mit einem Kraftgrad von 3/5. Mit einem p- Wert von  $p= 0,396$  im exakten Test nach Fisher ist wiederum kein signifikanter Unterschied in diesen beiden Gruppen festzustellen.

In der ersten Nachuntersuchung zeigte sich eine deutliche Besserung der Beschwerdesymptomatik. Schmerzbedingte Mangelinnervationen lagen in beiden Gruppen, wie auch in den weiteren Untersuchungen, nicht mehr vor, ebenso wenig eine Quadrizepsparese in der liberalen Gruppe. Während mit zwei die Anzahl der Patienten mit einer Fußsenkerparese in dieser Gruppe konstant blieb, verminderte sich die Anzahl mit einer Fuß- oder Großzehenheberparese um eins auf vier Patienten. In der konventionellen

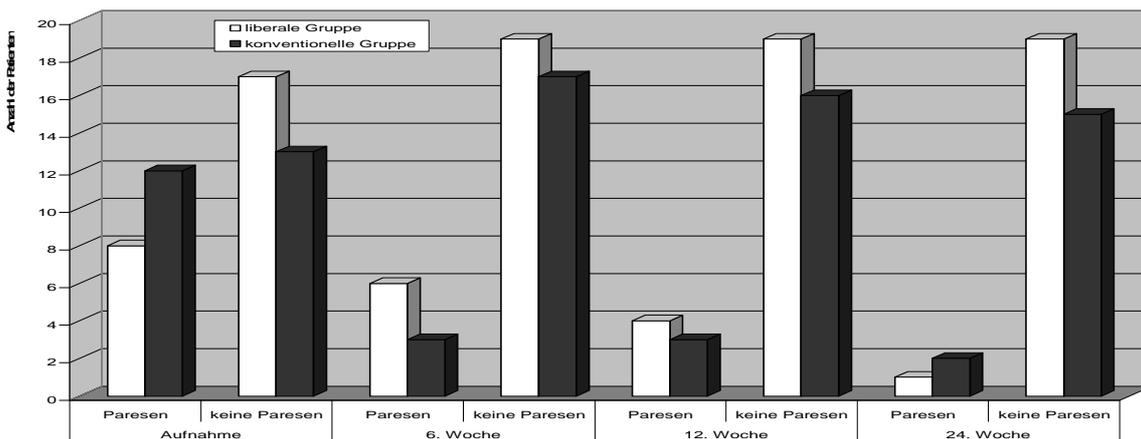
Gruppe sah man eine Erholung noch deutlicher. Ein Fußsenkerparese lag nur noch bei einem Patienten vor und eine Fuß-/ Großzehenheberschwäche nur noch bei zwei. Damit sank die Anzahl um vier bzw. fünf Patienten. Ein Kraftgrad von 3/5 war nur noch bei einem Patienten der konventionellen Gruppe feststellbar. Die restlichen Kraftgrade betragen 4/5. Hier lag der p- Wert im exakten Test nach Fisher bei  $p= 0,710$ .

In der zweiten Untersuchung war wiederum ein Rückgang der vorhandenen Paresen zu verzeichnen. Wiederum war es nur ein Patient aus der konventionellen Gruppe mit einem Kraftgrad von 3/5. Ebenfalls einer beklagte eine Fußsenker- und zwei weitere eine Fuß/ Großzehenheberparese. Auch in der liberalen Gruppe gab es einen Patienten mit einer Fußsenker- und noch drei andere mit einer Fuß-/ Großzehenheberparese.

Der p- Wert betrug hier  $p= 1,000$ .

Nur noch ein Patient der liberalen und zwei der konventionellen Gruppe waren in der letzten Untersuchung von einer Fuß- bzw. Großzehenheberparese betroffen. Auch hier betrug der Kraftgrad 4/5. Im exakten Test nach Fisher ergab sich hier ein p- Wert von  $p=0,595$ .

Auch dieser Abschnitt der Untersuchung erbrachte in der Gesamtübersicht keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.



**Abb. 5.15:** Anzahl der Patienten mit oder ohne Paresen (einschließlich Mangelinnervation) in beiden Gruppen im Verlauf

Das folgende Diagramm spiegelt den Anteil der Patienten wieder, die zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt noch eine Symptomatik hatten, unabhängig von Kennmuskel oder schmerzbedingte Mangelinnervation.

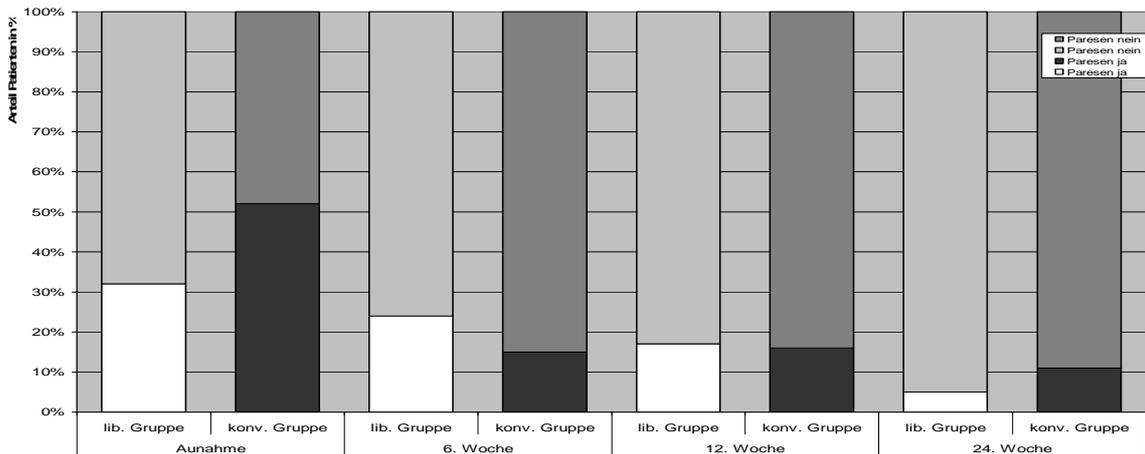


Abb. 5.16: Anteil an Patienten mit oder ohne Paresen (einschließlich Mangelinnervation) im Verlauf

## 5.2.4 Untersuchung der Wurzeldehnungszeichen

Im dritten Abschnitt wurden die Befunde des Wurzeldehnungszeichens im Test nach Lasègue erhoben.

Bei Aufnahme fiel der Test nach Lasègue nur bei zwei Patienten der liberalen und bei einem der konventionellen Gruppe negativ aus. Bei allen anderen Patienten war das Zeichen schon bei einer Elevation  $<40^\circ$  auslösbar. Der gekreuzte Lasègue war bei sieben Patienten der liberalen und bei neun der konventionellen Gruppe positiv. Im exakten Test nach Fisher, hier die Frage ob ein Zeichen nach Lasègue vorlag oder nicht, errechnet sich ein p- Wert von  $p=1,000$ .

Wie bei allen Untersuchungen zeigte sich in der ersten Nachuntersuchung ein deutlicher Rückgang der Symptomatik. In dieser Untersuchung wiesen in der liberalen Gruppe nur noch drei Patienten ein Nervendehnungszeichen auf, wobei diesmal eine höhergradige Beinelevation überwog. In der konventionellen Gruppe waren es ebenfalls nur noch drei Patienten, wobei bei zwei Patienten ein Schmerz schon bei einer Elevation von unter  $30^\circ$  auslösbar war. Der gekreuzte Lasègue war bei allen Patienten negativ. Auch hier lag der p- Wert bei  $p=1,000$ .

In der zweiten Untersuchung war das Testergebnis in der liberalen Gruppe bei 22 Patienten negativ und lediglich bei einem, bei einer Elevation von unter  $30^\circ$  positiv. In der zweiten Gruppe fiel es bei 17 Patienten negativ aus, bei zwei weiteren allerdings positiv. Einmalig ließ der gekreuzte Lasègue sich in der

liberalen Gruppe beim selben Patienten auslösen wie der normale Test. Der p-Wert betrug  $p=0,581$ .

In der dritten Nachuntersuchung schließlich war der Test nach Lasègue nur noch bei einem Patienten positiv, ansonsten existierten bei allen Patienten beider Gruppen kein Nervendehnungszeichen mehr, auch nicht beim gekreuzten Lasègue. Hier betrug der p-Wert im exakten Test nach Fisher wiederum  $p=1,000$ . Damit erbrachten auch die vergleichenden Untersuchungen des Nervendehnungszeichens keine signifikanten Unterschiede bei den Patienten beider Gruppen.

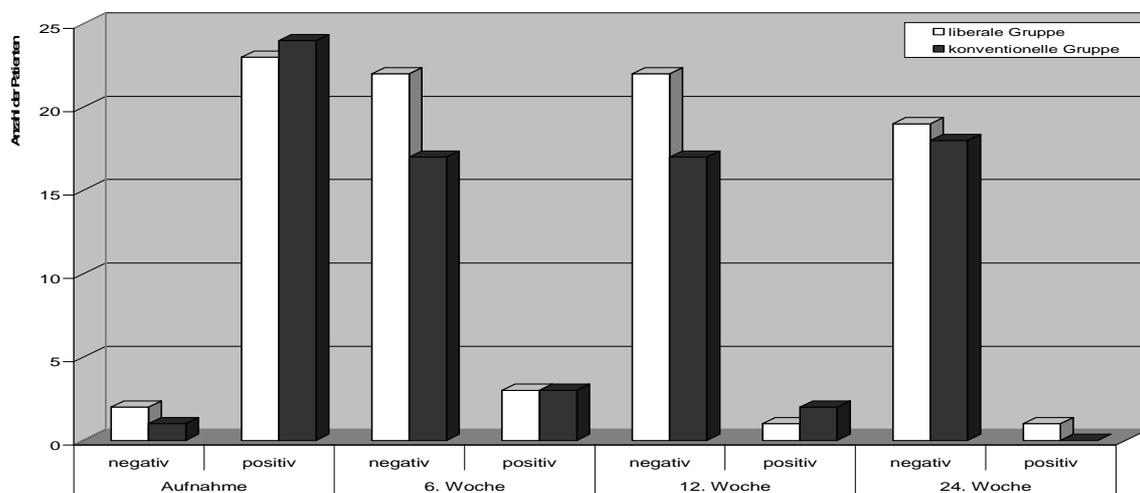


Abb. 5.17: Anzahl der Patienten mit einem Wurzeldehnungszeichen im Verlauf

Das folgende Diagramm zeigt den Anteil der Patienten, die zum Untersuchungszeitpunkt noch eine Symptomatik hatten.

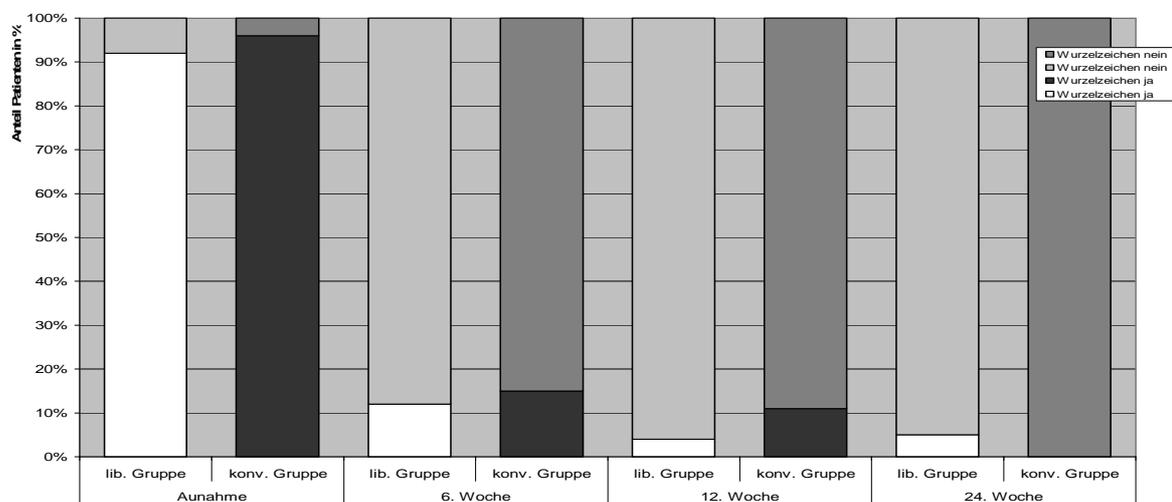


Abb. 5.18: Anteil an Patienten mit einem Wurzeldehnungszeichen

### 5.2.5 Untersuchung von Sensibilitätsstörungen

Bei Aufnahme blieben vier Patienten der liberalen und fünf der konventionellen Gruppe ohne ein sensibles Defizit. Ansonsten fand sich in der liberalen Gruppe ein Patient mit einem Defizit passend zum Dermatome L4, drei zum im Dermatome L5, zwölf Patienten zum Dermatome S1 und bei fünf Patienten war das Defizit nicht zu einem Dermatome passend. In der konventionellen Gruppe fand sich kein Defizit im Dermatome L4, bei neun allerdings eines im Dermatome L5, bei weiteren neun im Dermatome S1, und bei zwei Patienten konnte das Defizit keinem Dermatome zugewiesen werden. Der exakte Test nach Fisher erbrachte einen p-Wert von  $p=1,000$  und damit keinen Unterschied der beiden Gruppen hinsichtlich eines sensiblen Defizits. Gesucht wurde, ob ein sensibles Defizit vorhanden war oder nicht.

Als deutlich rückläufig erwiesen sich die sensiblen Störungen bei der ersten Nachuntersuchung: Bei 17 Patienten der liberalen und 15 der konventionellen Gruppe lag zu diesem Zeitpunkt keine Störung mehr vor. Dafür wies jeweils ein Patient in jeder Gruppe noch eine Störung im Dermatome L5 auf. Im S1 Dermatome waren es zwei Patienten der liberalen und ein Patient der konventionellen Gruppe, die eine solche Störung aufwiesen, während es bei fünf der liberalen und drei der konventionellen Gruppe keinem Dermatome zuzuordnen war. Der p-Wert betrug  $p= 0,745$ .

In der zweiten Nachuntersuchung lag der errechnete p-Wert bei  $p= 1,000$ , denn hier konnte bei 18 Patienten der liberalen und 14 der konventionellen Gruppe kein Defizit mehr festgestellt werden. Ein Defizit im L5 Dermatome bestand nur noch bei jeweils einem Patienten der beiden Gruppen. Ebenfalls bei einem Patienten der liberalen Gruppe bestand dies im S1 Dermatome, in der konventionellen Gruppe waren es noch drei. Bei den Defiziten, die keinem Dermatome zugeordnet werden konnten, lag das Verhältnis umgekehrt zu dem im S1 Dermatome.

In der dritten und letzten Nachuntersuchung bestand bei jeweils einem Patienten der konventionellen Gruppe ein sensibles Defizit im L5 und S1 Dermatome, während es bei zwei weiteren Patienten dieser Gruppe keinem Dermatome mehr zugeordnet werden konnte. In der liberalen Gruppe waren es

fünf Patienten, bei denen ein Dermatome nicht zugeordnet werden konnte. Somit blieben in der Abschlussuntersuchung 18 Patienten der liberalen Gruppe und 14 der konventionellen Gruppe ohne eine sensible Störung. Der p-Wert betrug  $p = 1,000$ .

Damit besteht im exakten Test nach Fisher zwischen den beiden Gruppen auch in der Frage nach einem sensiblen Defizit kein signifikanter Unterschied.

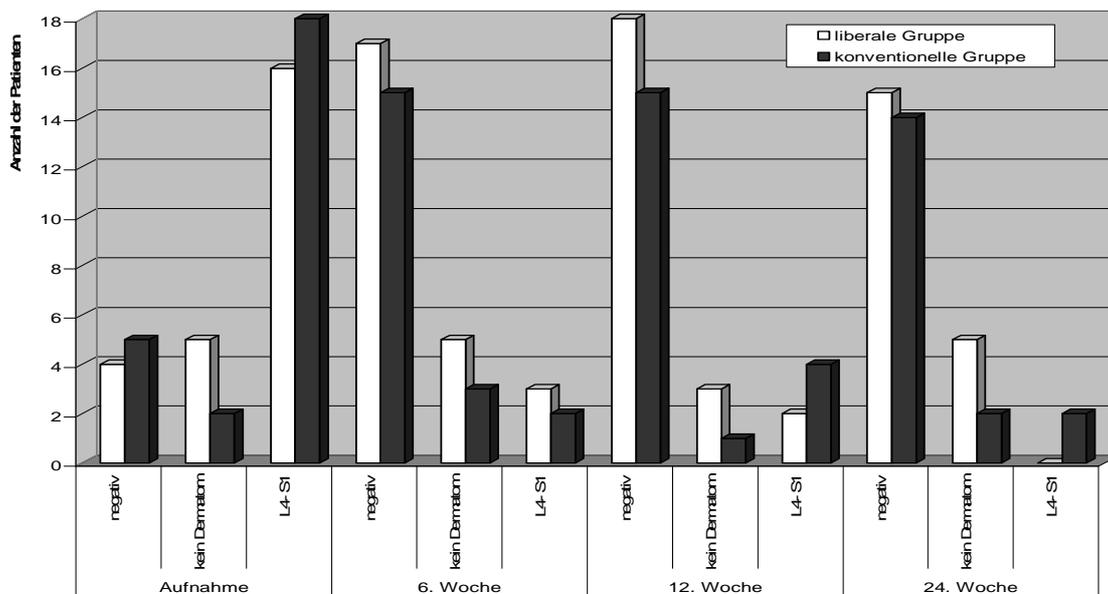


Abb. 5.19: Anzahl der Patienten mit einer sensiblen Störung

Auch hier folgt eine Graphik zur Verdeutlichung der Anteile der Patienten beider Gruppen mit einem sensiblen Defizit im Verlauf der Untersuchung.

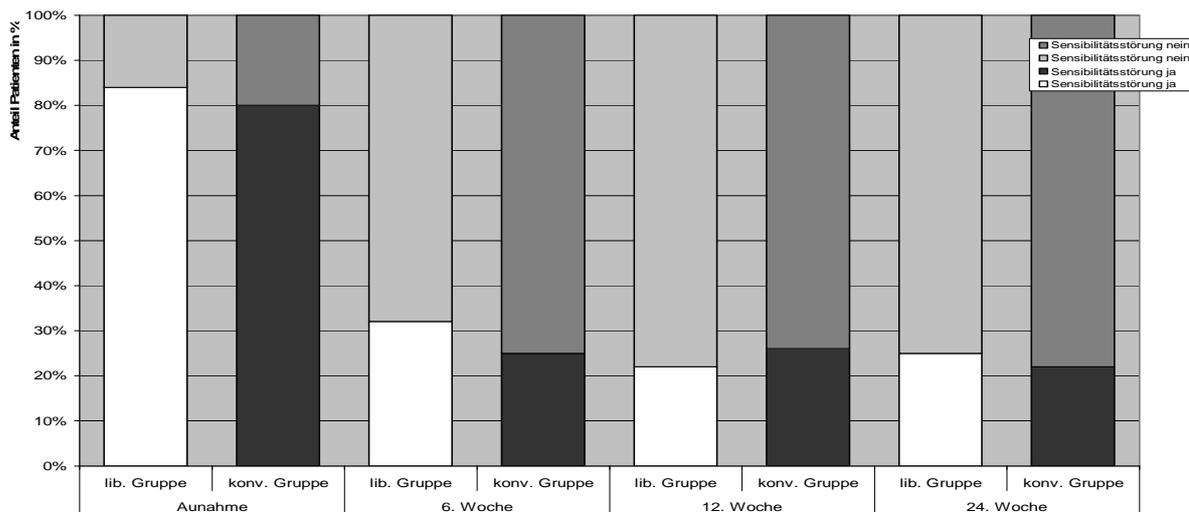


Abb. 5.20: Anteil an Patienten mit einer Sensibilitätsstörung

## 5.2.6 Untersuchung der Schmerzintensität mittels der VAS

Der letzte Abschnitt der Untersuchung befasste sich mit der Auswertung der VAS. Die Ermittlung dieser Werte erfolgte wiederum nach jeder Untersuchung. Als statistischer Test wurde der Mann- Withney- U Test verwendet.

So ergab die Aufnahmeuntersuchung, dass in beiden Gruppen der niedrigste Wert 5 war und der höchste 10. Daraus ließ sich in beiden Gruppen ein Median von 8 ermitteln. Ein signifikanter Unterschied lag mit einem p- Wert von  $p=0,762$  nicht vor.

In der ersten Nachuntersuchung war der niedrigste Wert in beiden Gruppen 1, während der höchste in der liberalen Gruppe bei 8 und der in der konventionellen Gruppe bei 5 lag.

Der Median betrug hier in beiden Gruppen 1, wobei auch in diesem Bereich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen vorlagen. Der p- Wert ist gleich 0,208

Der niedrigste Wert bei der zweiten Nachuntersuchung betrug wiederum in beiden Gruppen 1, der höchste in der liberalen 7 und in der konventionellen 6.

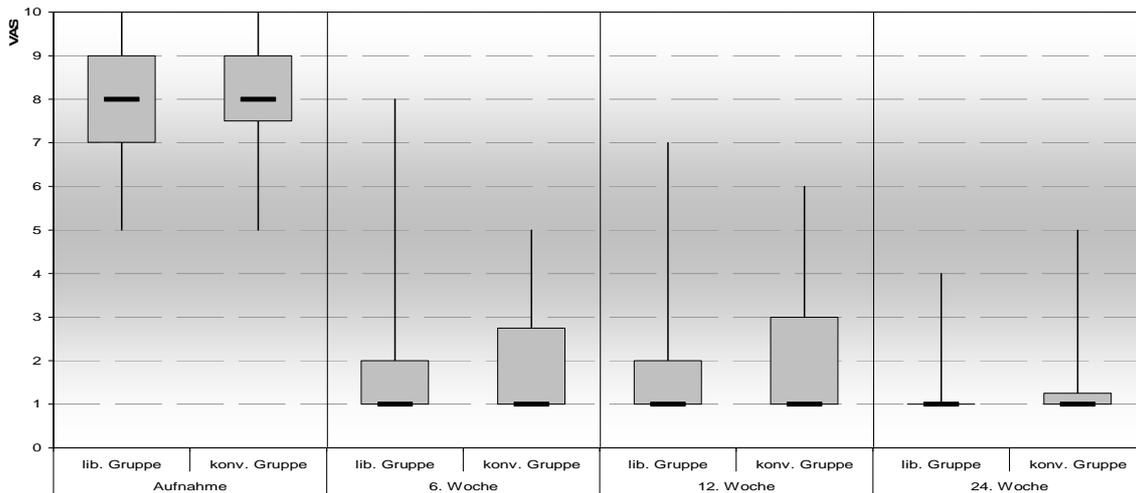
Der Median betrug somit wiederum in beiden Gruppen 1 ( $p=0,699$ )

Eins als niedrigsten Wert in beiden Gruppen erbrachte auch die letzte Nachuntersuchung. Allerdings lag der höchste Wert in der liberalen Gruppe diesmal bei 4 und in der konventionellen Gruppe bei 5.

In der liberalen Gruppe errechnete sich ein Median von 1 und in der konventionellen 1 ( $p=0,321$ ).

Schmerzintensität (VAS)		liberale Gruppe	konventionelle Gruppe	p- Wert
Aufnahme	maximal Wert	10	10	0,762
	<b>Median</b>	8	8	
	minimal Wert	5	5	
6. Woche	maximal Wert	8	5	0,208
	<b>Median</b>	1	1	
	minimal Wert	1	1	
12. Woche	maximal Wert	7	6	0,699
	<b>Median</b>	1	1	
	minimal Wert	1	1	
24. Woche	maximal Wert	4	5	0,321
	<b>Median</b>	1	1	
	minimal Wert	1	1	

Tab. 5.10: Darstellung der Schmerzintensität in beiden Gruppen im Verlauf der Untersuchungen



**Abb. 5.21:** Darstellung des Median der Schmerzintensität beider Gruppen mit jeweiligen minimalen und maximalen Wert.

Alle p- Werte erbrachten damit keinen signifikanten Unterschied in den Ergebnissen beider Gruppen.

Als weitere statistische Untersuchung wurde die Änderung der Schmerzintensität gegenüber der vorherigen Nachuntersuchung berechnet. Die Berechnung erfolgte wiederum mit dem Mann- Withney- U Test.

In der ersten Veränderung ergab sich ein Median von sechs in beiden Gruppen, dies entspricht einem p- Wert von  $p= 0,535$ . In der zweiten Veränderung von erster zu zweiter Nachuntersuchung ergab sich ein Median von 0 in beiden Gruppen und damit ein p-Wert von  $p= 0,901$ . Und in der dritten und letzten Veränderung zwischen zweiter und dritter Nachuntersuchung berechnete sich ebenfalls ein Median von 0 in beiden Gruppen und ein p- Wert von  $p= 0,281$ .

In keiner Veränderung konnte ein signifikanter Unterschied aufgezeigt werden. Dazu noch mal ein graphische Darstellung.

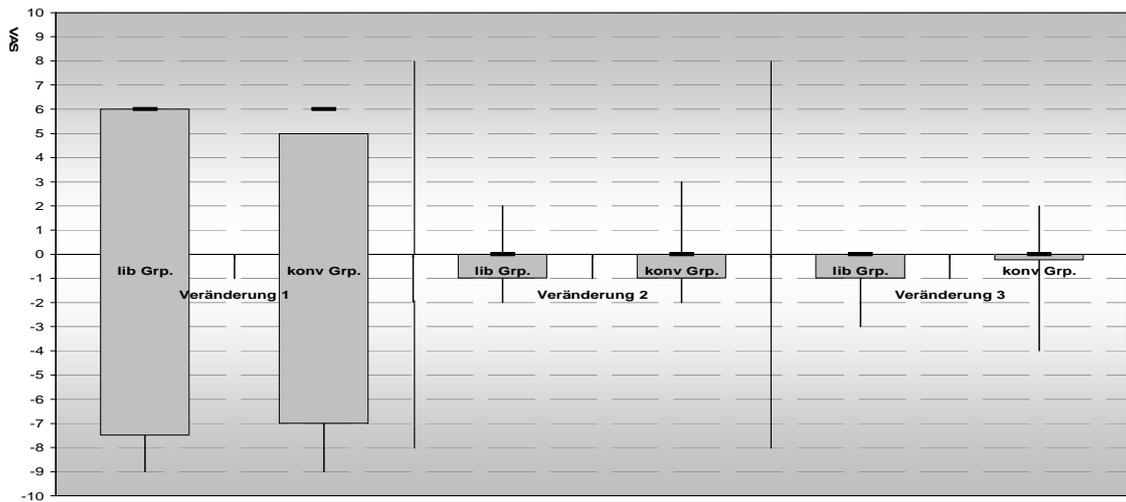


Abb. 5.22: Darstellung der Schmerzveränderung zwischen den Nachuntersuchungen

### 5.3 Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich des Sitz- und Schmerztagebuches

Die Ergebnisse der 28 Tage werden, getrennt nach den genannten Bereichen, zunächst tabellarisch vorgestellt, bevor sie textlich kommentiert werden. Die Tabellen stellen einen Überblick über jeweils eine ganze Woche dar.

1. Woche			Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
Liberale Gruppe	Gesamtsitzzeit	Minimum	20	20	20	30	10	30	10
		unteres Quartil	30	30	30	30	30	30	30
		Mittelwert	<b>120,43</b>	<b>140,45</b>	<b>154,13</b>	<b>153,70</b>	<b>177,61</b>	<b>160,87</b>	<b>181,67</b>
		oberes Quartil	72,50	90,00	110,00	125,00	160,00	142,50	152,50
		Maximum	700	500	720	630	560	580	880
	Sitzzeit Mittelwert	Bett	47,04	24,57	16,30	12,91	25,87	18,26	5,00
		Stuhl	48,91	86,09	105,43	97,39	103,48	86,13	126,25
		Hocker	3,04	7,17	6,74	7,39	3,91	3,48	1,67
		Sessel	16,30	22,83	30,65	63,09	44,35	44,78	48,75
	Rückenposition	aufrecht	67,39	77,17	96,96	97,17	96,96	84,78	105,42
		angelehnt	45,22	48,04	39,13	36,52	59,35	46,96	37,50
		gemütlich	7,83	15,43	13,04	15,65	23,91	23,91	38,33
	Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Schmerz (VAS)	Median	2	2	2	2	2	2
Median			3	3	2	3	3	2	2
p- Wert			<b>0,942</b>	<b>0,120</b>	<b>0,911</b>	<b>0,269</b>	<b>0,015</b>	<b>0,123</b>	<b>0,223</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Symptome	positiv/ negativ	16/ 7	17/ 6	17/ 6	15/ 8	15/ 8	17/ 6	16/ 8
		positiv/ negativ	15/ 4	18/ 1	16/ 3	17/ 2	15/ 4	13/ 6	13/ 5
		p- Wert	<b>0,726</b>	<b>0,105</b>	<b>0,477</b>	<b>0,083</b>	<b>0,495</b>	<b>0,742</b>	<b>0,748</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Therapie	positiv/ negativ	21/ 2	21/ 2	19/ 4	18/ 5	17/ 6	15/ 8	15/ 9
		positiv/ negativ	17/ 2	17/ 2	18/ 1	17/ 2	12/ 7	12/ 7	10/ 8
		p- Wert	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,356</b>	<b>0,428</b>	<b>0,516</b>	<b>1,000</b>	<b>0,755</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Therapieerfolg	positiv/ negativ	21/ 2	21/ 2	20/ 3	22/ 1	23/ 0	23/ 0	23/ 1
		positiv/ negativ	18/ 1	17/ 2	18/ 1	18/ 1	18/ 1	17/ 2	18/ 0
		p- Wert	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,613</b>	<b>1,000</b>	<b>0,452</b>	<b>0,199</b>	<b>1,000</b>

Tab. 5.11: Auswertung des Sitz- und Schmerztagbuches der ersten postoperativen Woche

2. Woche			Tag 8	Tag 9	Tag 10	Tag 11	Tag 12	Tag 13	Tag 14
Liberale Gruppe	Gesamtsitzzeit	Minimum	10	30	40	20	50	20	60
		unteres Quartil	30	30	30	30	30	30	30
		<b>Mittelwert</b>	<b>198,04</b>	<b>212,61</b>	<b>208,64</b>	<b>217,27</b>	<b>196,19</b>	<b>193,41</b>	<b>249,55</b>
		oberes Quartil	150,00	185,00	155,00	197,50	180,00	162,50	227,50
		<b>Maximum</b>	<b>740</b>	<b>830</b>	<b>830</b>	<b>890</b>	<b>550</b>	<b>660</b>	<b>900</b>
	Sitzzeit	Bett	1,30	10,00	13,18	13,64	12,73	19,55	8,18
		Stuhl	<b>150,43</b>	<b>150,00</b>	<b>160,91</b>	<b>140,00</b>	<b>120,00</b>	<b>130,68</b>	<b>184,55</b>
	Mittelwert	Hocker	1,30	6,52	6,36	8,64	5,91	6,36	15,91
		Sessel	40,65	46,09	28,18	54,55	56,82	37,73	40,91
	Rückenposition	aufrecht	<b>103,91</b>	<b>102,17</b>	<b>135,45</b>	<b>126,36</b>	<b>80,55</b>	<b>92,50</b>	<b>121,82</b>
		angelehnt	58,70	39,57	32,27	7,00	56,36	70,91	57,73
		gemütlich	35,43	70,87	40,91	20,45	51,36	30,00	40,00
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Schmerz (VAS)	Median	2	2	1,5	1,5	1	2	1,5
		Median	2	2	2	2	2	2	2
		<b>p- Wert</b>	<b>0,798</b>	<b>0,447</b>	<b>0,311</b>	<b>0,180</b>	<b>0,261</b>	<b>0,096</b>	<b>0,940</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Symptome	positiv/ negativ	17/ 6	16/ 7	14/ 8	16/ 6	15/ 7	15/ 7	16/ 6
		positiv/ negativ	11/ 7	11/ 7	12/ 6	12/ 6	11/ 7	12/ 6	10/ 8
		<b>p- Wert</b>	<b>0,503</b>	<b>0,742</b>	<b>1,000</b>	<b>0,738</b>	<b>0,744</b>	<b>1,000</b>	<b>0,327</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Therapie	positiv/ negativ	12/ 11	10/ 13	7/ 15	9/ 13	5/ 17	6/ 16	7/ 15
		positiv/ negativ	10/ 8	10/ 8	9/ 9	9/ 9	8/ 10	8/ 10	7/ 11
		p- Wert	1,000	0,536	0,335	0,750	0,185	0,327	0,744
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Therapieerfolg	positiv/ negativ	22/ 1	22/ 1	21/ 1	21/ 1	21/ 1	21/ 1	22/ 0
		positiv/ negativ	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0
		<b>p- Wert</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>konstant</b>

Tab. 5.12: Auswertung des Sitz- und Schmerztagbuches der zweiten postoperativen Woche

3. Woche			Tag 15	Tag 16	Tag 17	Tag 18	Tag 19	Tag 20	Tag 21
Liberale Gruppe	Gesamtsitzzeit	Minimum	20	40	50	90	60	70	50
		unteres Quartil	30	30	30	30	30	30	30
		<b>Mittelwert</b>	<b>222,27</b>	<b>255,45</b>	<b>264,32</b>	<b>241,82</b>	<b>211,82</b>	<b>229,55</b>	<b>251,82</b>
		oberes Quartil	177,50	237,50	207,50	197,50	187,50	202,50	212,50
		<b>Maximum</b>	<b>830</b>	<b>860</b>	<b>880</b>	<b>790</b>	<b>750</b>	<b>630</b>	<b>620</b>
	Sitzzeit	Bett	16,82	21,82	20,45	17,27	0,00	16,36	25,00
		Stuhl	<b>157,27</b>	<b>180,00</b>	<b>182,50</b>	<b>171,82</b>	<b>136,36</b>	<b>131,82</b>	<b>171,82</b>
	Mittelwert	Hocker	17,73	20,00	10,91	6,82	3,64	9,55	11,82
		Sessel	30,45	38,18	50,45	45,91	71,82	71,82	44,09
	Rückenposition	aufrecht	<b>111,45</b>	<b>142,27</b>	<b>132,50</b>	<b>108,18</b>	<b>93,18</b>	<b>92,27</b>	<b>103,18</b>
		angelehnt	68,18	80,91	86,36	82,73	74,55	54,55	84,55
		gemütlich	37,73	33,64	45,45	50,91	44,09	52,73	64,09
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Schmerz (VAS)	Median	1	1	2	1	1	1	1
		Median	2	2	2	2	2	2	2
		<b>p- Wert</b>	<b>0,344</b>	<b>0,280</b>	<b>0,208</b>	<b>0,415</b>	<b>0,311</b>	<b>0,435</b>	<b>0,566</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Symptome	positiv/ negativ	13/ 9	14/ 8	14/ 6	13/ 9	13/ 9	12/ 10	13/ 9
		positiv/ negativ	11/ 7	11/ 7	12/ 6	11/ 7	9/ 9	9/ 9	9/ 9
		<b>p- Wert</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,750</b>	<b>1,000</b>	<b>0,750</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Therapie	positiv/ negativ	6/ 16	6/ 16	5/ 17	5/ 17	4/ 18	3/ 19	1/ 21
		positiv/ negativ	8/ 10	9/ 9	7/ 11	6/ 12	5/ 13	5/ 13	3/ 15
		p- Wert	0,327	0,194	0,315	0,498	0,705	0,430	0,310
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Therapieerfolg	positiv/ negativ	22/ 0	21/ 1	22/ 0	21/ 1	22/ 0	22/ 0	22/ 0
		positiv/ negativ	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0
		<b>p- Wert</b>	<b>konstant</b>	<b>1,000</b>	<b>konstant</b>	<b>1,000</b>	<b>konstant</b>	<b>konstant</b>	<b>konstant</b>

Tab. 5.13: Auswertung des Sitz- und Schmerztagbuches der dritten postoperativen Woche

4. Woche			Tag 22	Tag 23	Tag 24	Tag 25	Tag 26	Tag 27	Tag 28
Liberale Gruppe	Gesamtsitzzeit	Minimum	80	40	70	80	60	70	70
		unteres Quartil	30	30	30	30	30	30	30
		Mittelwert	<b>240,00</b>	<b>263,41</b>	<b>242,5</b>	<b>204,32</b>	<b>239,09</b>	<b>266,19</b>	<b>277,62</b>
		oberes Quartil	187,50	240,00	237,50	217,50	217,50	240,00	250,00
		Maximum	790	830	830	410	680	750	780
	Sitzzeit	Bett	19,55	28,18	15,91	9,55	15,91	16,67	16,67
		Stuhl	<b>163,64</b>	<b>175,23</b>	<b>172,05</b>	<b>132,05</b>	<b>162,27</b>	<b>187,62</b>	<b>200,00</b>
	Mittelwert	Hocker	10,45	7,73	10,45	5,00	12,73	4,29	10,00
		Sessel	46,36	52,27	44,09	57,73	48,18	57,62	50,95
	Rückenposition	aufrecht	<b>99,77</b>	<b>111,36</b>	<b>101,59</b>	<b>87,95</b>	<b>94,55</b>	103,33	<b>119,05</b>
		angelehnt	64,55	95,68	91,36	70,00	90,91	<b>106,67</b>	110,48
		gemütlich	54,77	56,36	49,55	46,36	49,09	51,43	48,10
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Schmerz (VAS)	Median	1	1	1	1	1	1	1
		Median	1	1	1	1	1	1	1
		p- Wert	<b>0,780</b>	<b>0,800</b>	<b>0,801</b>	<b>0,696</b>	<b>0,658</b>	<b>0,800</b>	<b>0,450</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Symptome	positiv/ negativ	11/ 11	15/ 7	14/ 8	14/ 8	12/ 10	11/ 10	10/ 11
		positiv/ negativ	9/ 9	11/ 7	9/ 9	8/ 10	8/ 10	7/ 11	6/ 12
		p- Wert	<b>1,000</b>	<b>0,110</b>	<b>0,523</b>	<b>0,339</b>	<b>0,751</b>	<b>0,523</b>	<b>0,283</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Therapie	positiv/ negativ	5/ 17	3/ 19	3/ 19	3/ 19	4/ 18	2/ 19	1/ 20
		positiv/ negativ	5/ 13	5/ 13	5/ 13	4/ 14	3/ 15	5/ 13	2/ 16
		p- Wert	<b>0,731</b>	<b>0,430</b>	<b>0,430</b>	<b>0,680</b>	<b>1,000</b>	<b>0,215</b>	<b>0,586</b>
Liberale Gruppe Konventionelle Gruppe	Therapieerfolg	positiv/ negativ	22/ 0	22/ 0	22/ 0	22/ 0	21/ 1	21/ 0	21/ 0
		positiv/ negativ	17/ 1	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0	18/ 0
		p- Wert	<b>0,450</b>	<b>konstant</b>	<b>konstant</b>	<b>konstant</b>	<b>1,000</b>	<b>konstant</b>	<b>konstant</b>

Tab. 5.14: Auswertung des Sitz- und Schmerztagbuches der vierten postoperativen Woche

### **5.3.1 Auswertung der Sitzdauer, Sitzmöglichkeit und Rückenposition**

Die obersten drei Zeilen geben die von den Patienten genannte Dauer des Sitzens wieder. Dabei bewegt sich die kürzeste Sitzdauer in der ersten Woche zwischen 10 und 30 Minuten und maximal zwischen 500 und 880 Minuten.

Die durchschnittliche Dauer innerhalb der liberalen Gruppe steigert sich von 120 am ersten auf 180 Minuten am siebten Tag. Am häufigsten wurde die ganze Woche über mit im Durchschnitt 93,38 Minuten der Stuhl als Sitzmöglichkeit verwendet. Das Bett, das in den ersten zwei Tagen noch als zweit häufigste Möglichkeit genannt wurde, wurde ab dem dritten Tag vom Sessel abgelöst. Mit durchschnittlich 89,40 Minuten verbrachten die Patienten mit einer aufrechten, gefolgt von einer angelehnten Rückenposition mit 44,67 Minuten. Ein entspanntes Sitzen wurde in der ersten Woche nur von wenigen Patienten und auch nur für eine kurze Zeit gewählt.

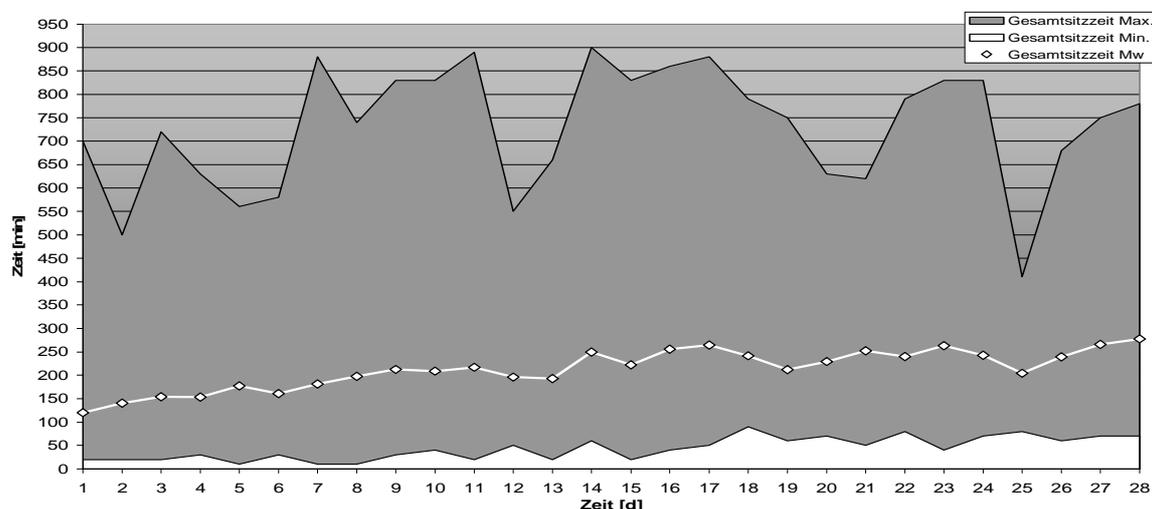
In der zweiten Woche betrug die minimale Sitzdauer zwischen 10 und 60 Minuten, während sich die maximale auf bis zu 900 Minuten steigerte. Die durchschnittliche Sitzdauer betrug am achten Tag 198 Minuten und am vierzehnten 249 Minuten. Als häufigste Sitzmöglichkeit wurde weiterhin mit durchschnittlich 148,08 Minuten der Stuhl benutzt, gefolgt vom Sessel. Das Bett fand nur noch eine minimale Verwendung, und der Hocker spielte in dieser Woche eine untergeordnete Rolle. Die aufrechte Rückenposition blieb dabei auch in der zweiten Woche die am häufigsten verwendete. Im Durchschnitt nutzten die Patienten diese Position 108,96 Minuten. Angelehntes und entspanntes Sitzen wurde in der zweiten Woche etwa im gleichen Verhältnis genutzt.

In der dritten Woche lag die Sitzdauer minimal zwischen 20 und 90 und maximal bei 880 Minuten, wobei sich die durchschnittliche Dauer nur leicht auf 210 bis 265 Minuten im Vergleich zur Vorwoche steigerte. Der Hocker und das Bett spielten als Sitzmöglichkeit weiterhin nur eine untergeordnete Rolle, so dass der Stuhl, gefolgt vom Sessel, auch in dieser Woche an erster und zweiter Stelle standen. Den Stuhl benutzten die Patienten im Mittel 161,65 Minuten. Die Wahl der Rückenposition fiel bei den meisten Patienten immer noch auf ein aufrechtes Sitzen. Aus den Protokollen geht jedoch hervor, dass gegen Ende

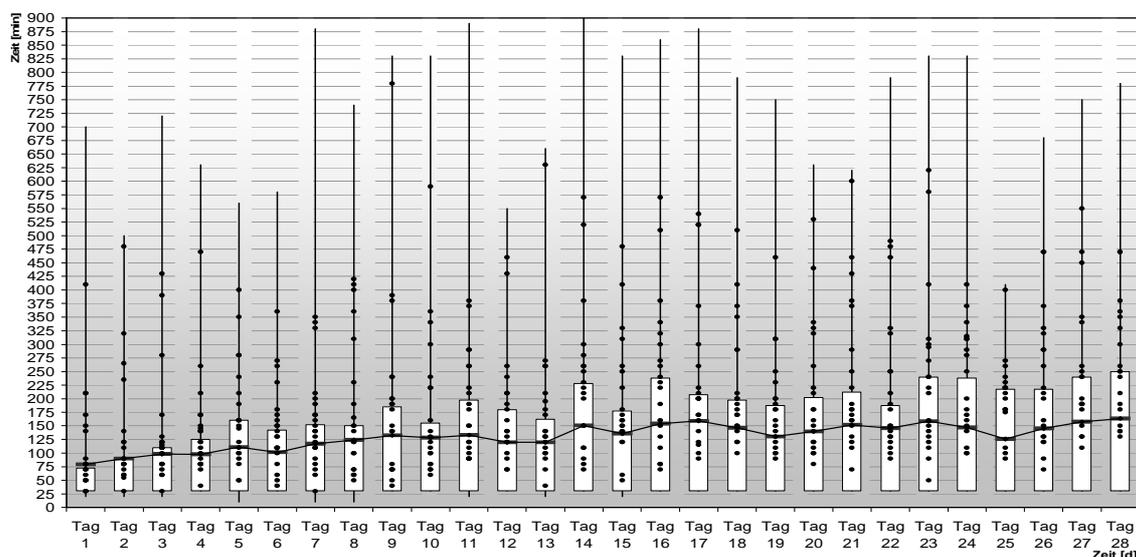
der dritten Woche die beiden anderen Möglichkeiten immer mehr genutzt wurden: Während sich bei ihnen die Zeitdauer langsam steigerte, sank sie bei der aufrechten Rückenposition immer stärker ab.

In der vierten und letzten Woche reichte die kürzeste Sitzdauer von 40 bis 80 Minuten, während maximal 830 Minuten erreicht wurden. Die durchschnittliche Sitzdauer lag wiederum zwischen 200 und 300 Minuten.

Immer noch war der Stuhl die beliebteste Sitzmöglichkeit mit durchschnittlich 170,40 Minuten, gefolgt vom Sessel mit 51,02 Minuten. Dafür war die Zeitdauer zwischen einer aufrechten (102,51 Minuten) und angelehnten (89,95 Minuten) Rückenposition fast ausgeglichen, aber auch das gemütliche Sitzen wurde häufiger und länger gewählt.



**Abb. 5.23:** Darstellung der minimalen, durchschnittlichen und maximalen Sitzdauer in der liberalen Gruppe über einen Zeitraum von 4 Wochen



**Abb. 5.23a:** Darstellung der minimalen, mittleren, maximalen und einzelnen Sitzdauer

Abbildung 5.24 zeigt die Dauer der genutzten Sitzmodalitäten der liberalen Gruppe in Abhängigkeit von der Zeit nach der Operation

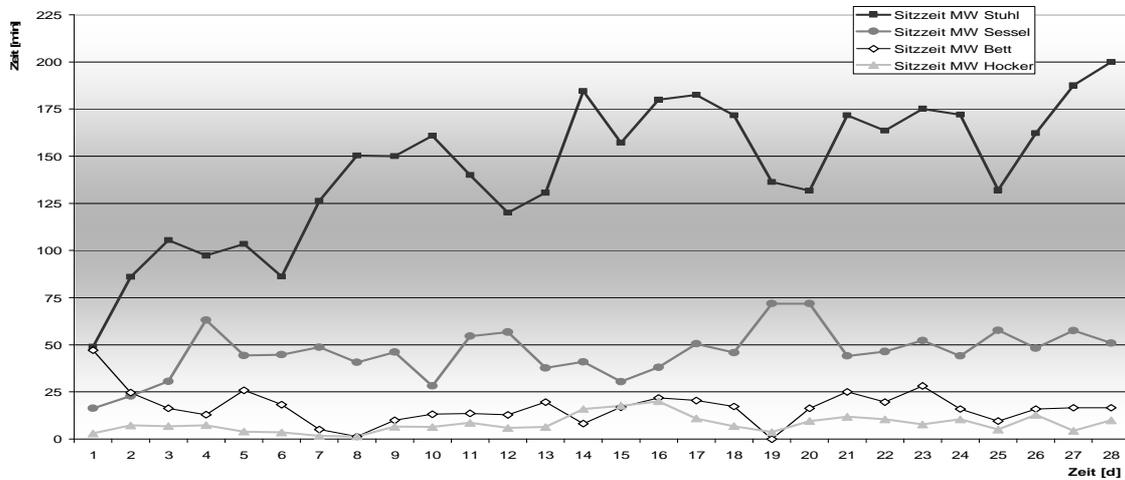


Abb. 5.24: Darstellung der genutzten durchschnittlichen Zeitdauer einer Sitzmöglichkeit (Bett, Stuhl, Hocker, Sessel)

Die nächste Abbildung gibt einen Überblick über die im gleichen Zeitraum bevorzugt Rückenposition.

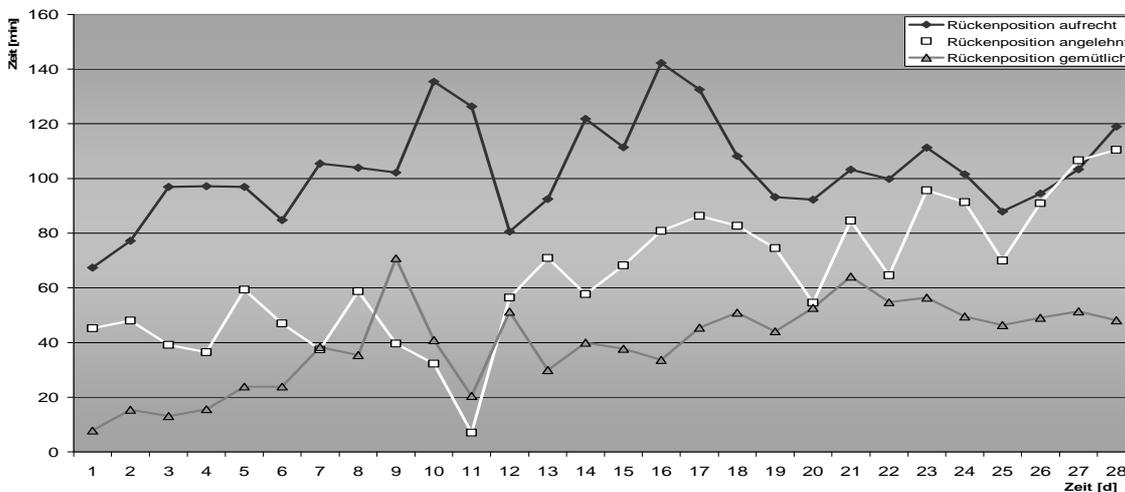


Abb. 5.25: Darstellung der durchschnittlich genutzten Zeitdauer in einer bestimmten Rückenposition (aufrecht, angelehnt, entspannt)

### 5.3.2 Auswertung der Schmerzintensität

Aus der täglichen Angabe der Schmerzintensität nach der VAS (ordinale Skala) wurde der Median gebildet.

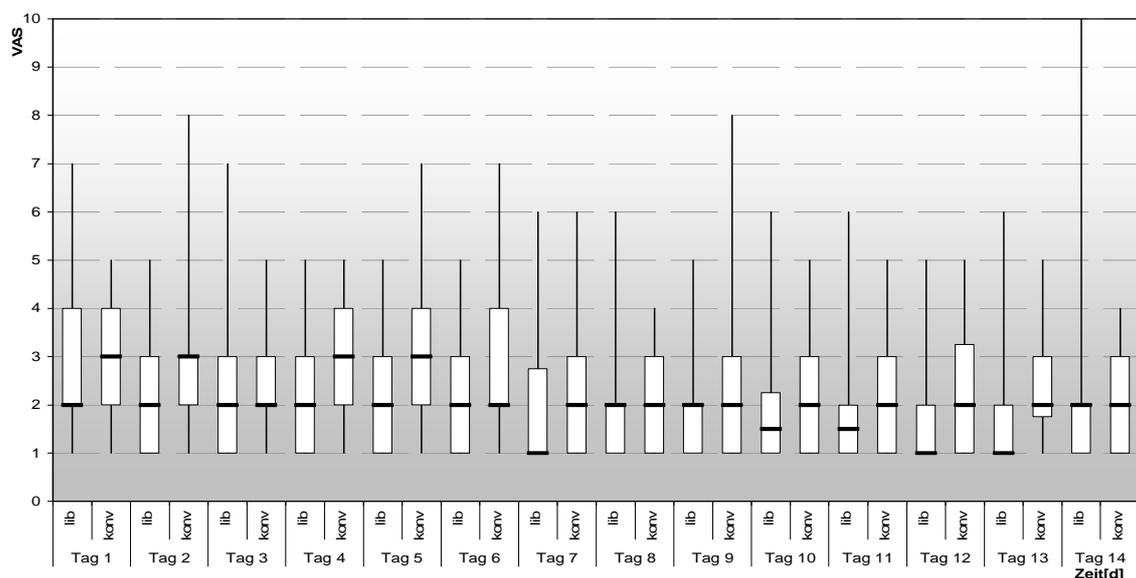
In der ersten Woche lag der Median in der liberalen Gruppe von Tag eins bis sechs bei 2 und sank am siebten Tag auf 1. Dagegen errechnete sich bei der

konventionellen Gruppe an den Tagen eins, zwei, vier und fünf ein Wert von 3. An den anderen Tagen lag er bei 2 Punkten.

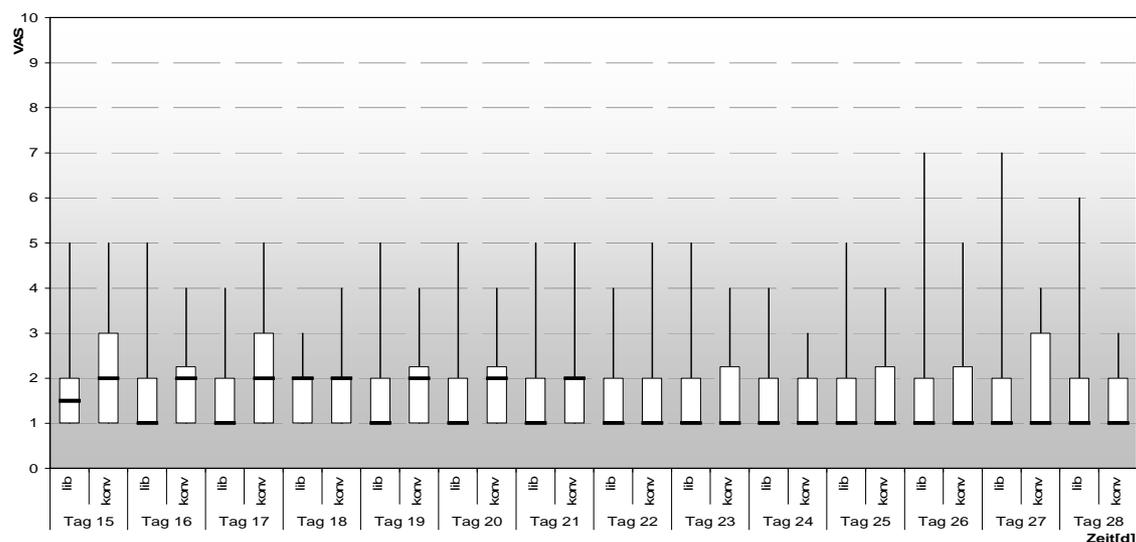
In der zweiten Woche bildete sich in der konventionellen Gruppe nur noch ein Median von 2 Punkten, während er in der liberalen Gruppe zwischen 2 und 1 schwankte.

In der dritten Woche blieb der Median weiterhin konstant bei 2 Punkten in der konventionellen Gruppe. In der liberalen Gruppe lagen weiterhin Schwankungen zwischen 2 Punkten am 18. Tag, 1,5 am 15. Tag und 1 Punkt an den restlichen Tagen vor.

In der vierten und letzten Woche betrug der Median in beiden Gruppen 1.



**Abb. 5.26a:** Median, obere Quartile, Maximum, Minimum und untere Quartile der mittels der VAS gemessenen Schmerzintensität in beiden Gruppen im Verlauf der ersten 14 Tage



**Abb. 5.26b:** Median, obere Quartile, Maximum, Minimum und untere Quartile der mittels der VAS gemessenen Schmerzintensität in beiden Gruppen im Verlauf der zweiten 14 Tage

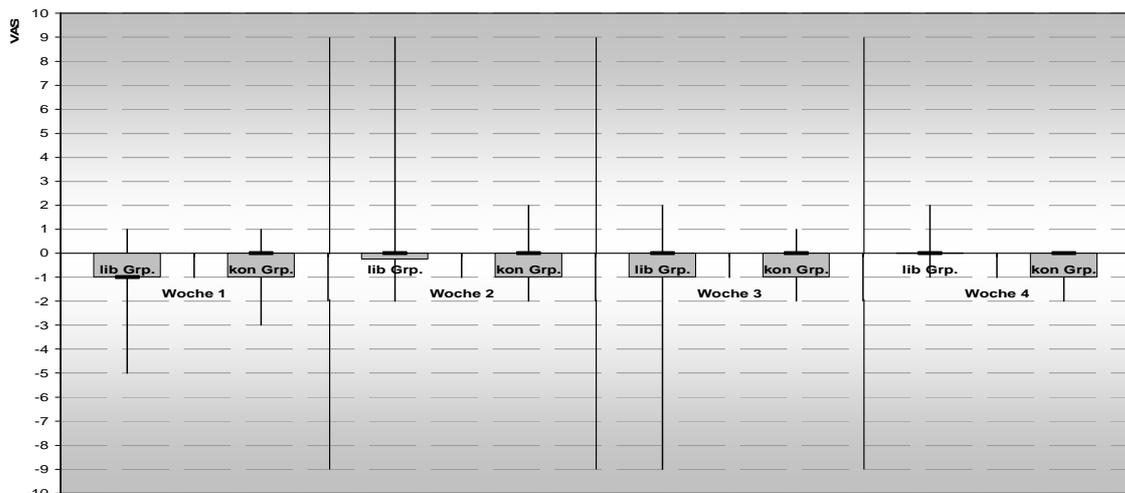
Zwischen den beiden Gruppen ergab sich somit, außer am fünften Tag ( $p= 0,015$ ), im statistischen Vergleich kein signifikanter Unterschied vor.

Auch hier wurde die Veränderung innerhalb der 4 Wochen und zwar wochenweise noch einmal statistisch berechnet. Dabei ging es um die Frage, ob es zwischen Tag eins und Tag sieben, Tag sieben und Tag 14, Tag 14 und Tag 21 und schließlich Tag 21 und Tag 28 eine Veränderung in der Schmerzintensität gab.

Der Median betrug in der ersten Woche in der liberalen Gruppe -1. Über die restlichen Wochen betrug dieser dann in beiden Gruppen immer 0.

Daraus ergab sich ein  $p$ - Wert in der ersten Woche von  $p= 0,205$ , in der zweiten Woche  $p= 0,496$ , in der dritten Woche  $p= 0,710$  und in der vierten und letzten Woche  $p= 0,054$ .

Auch hier lag in allen Wochen kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen vor (Abb. 5.27).



**Abb. 5.27:** Darstellung der Schmerzveränderung innerhalb jeweils einer Woche im Sitz- und Schmerztagebuch in beiden Gruppen

### 5.3.3 Auswertung der Symptomatik

Neben der Schmerzstärke mussten alle Patienten beider Gruppen angeben, ob sie irgendeine Art von Symptomen verspürten. Diese Symptome wurden als Wundschmerz, radikuläre Symptomatik, Parästhesien oder lokale Symptome erfasst. Ebenfalls flossen auch die Patienten ohne Symptome in die Auswertung mit ein. In der statistischen Auswertung wurde der exakte Test

nach Fisher verwendet, um einen Unterschied in beiden Gruppen in der Frage nach einer positiven oder negativen Symptomatik zu finden.

Eine Schmerzsymptomatik, hervorgerufen durch die Operation, bildete sich in kurzer Zeit unter einer adäquaten Schmerztherapie zurück und verschwand schließlich ganz. Hier sind u.a. Wundschmerzen zu nennen, die bei allen Patienten nach den ersten fünf bis neun Tagen sistierten. Sensibilitätsstörungen dagegen blieben, genauso wie motorische Ausfälle, lange Zeit erhalten, d.h. sie bildeten sich nur sehr langsam zurück. Zum Auftreten einer erneuten radikulären Symptomatik kam es bei zwei Patienten der liberalen und bei drei der konventionellen Gruppe in der ersten postoperativen Woche. Bei einem Patienten der konventionellen Gruppe bestand diese Symptomatik bis in die dritte Woche, bei einem der liberalen sogar bis in die vierte.

Insgesamt klagten innerhalb der liberalen Gruppe am siebten Tag noch 16 Patienten über Symptome, am 14. Tag ebenfalls 16, am 21. Tag noch 13 und am letzten Tag des Tagebuches schließlich nur noch zehn Patienten. In der konventionellen Gruppe waren es am siebten Tag 13 Patienten, am 14. Tag zehn, am 21. Tag neun und am 28. und letzten Tag schließlich noch sechs.

Wie aus den oben gezeigten Tabellen (5.11 bis 5.14) ersichtlich wird, ergab auch diese Untersuchung keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

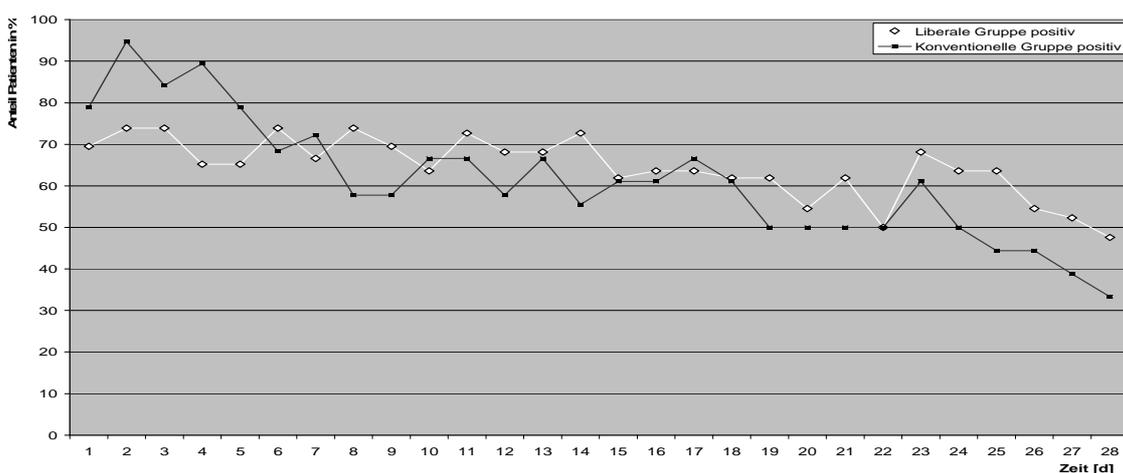


Abb. 5.28: Anteil der Patienten mit einer der o.g. Symptomatik in beiden Gruppen im Verlauf

### 5.3.4 Auswertung der Medikamenteneinnahme

In gleicher Weise wurde die Frage nach einer Medikamenteneinnahme und einem Therapieerfolg mit Hilfe des exakten Tests nach Fisher ausgewertet.

Gefragt wurde nach einer erfolgten oder nicht erfolgten Medikamenteneinnahme und nach einem positiven oder negativen Therapieerfolg, der mittels der VAS verifiziert wurde, also sank der ermittelte Wert oder nicht? Die von den Patienten am häufigsten verwendeten Medikamente waren Diclofenac und Ibuprofen. In einigen Fällen wurden diese beiden Medikamente mit Dexamethason kombiniert, um eine postoperative Schwellung der operierten Nervenwurzel zu behandeln. Dies geschah u.a. für maximal vier Tage in der ersten Woche. Ein weiteres Kombinationspräparat war Tetrazepam, das zur Lockerung von muskulären Verspannungen eingesetzt wurde. Diese Kombination wurde aber nur bei insgesamt drei Patienten benutzt. Wie aus den beiden folgenden Graphiken ersichtlich wird, sank in beiden Gruppen die Zahl der Medikamenteneinnahme schon in der ersten Woche. Schon am neunten postoperativen Tag war es in der liberalen Gruppe nur noch die Hälfte der Patienten, die regelmäßig Medikamente einnahmen. In der konventionellen Gruppe wurde dieser Punkt am zehnten Tag erreicht. Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen bestand in dieser Auswertung zu keinem Zeitpunkt.

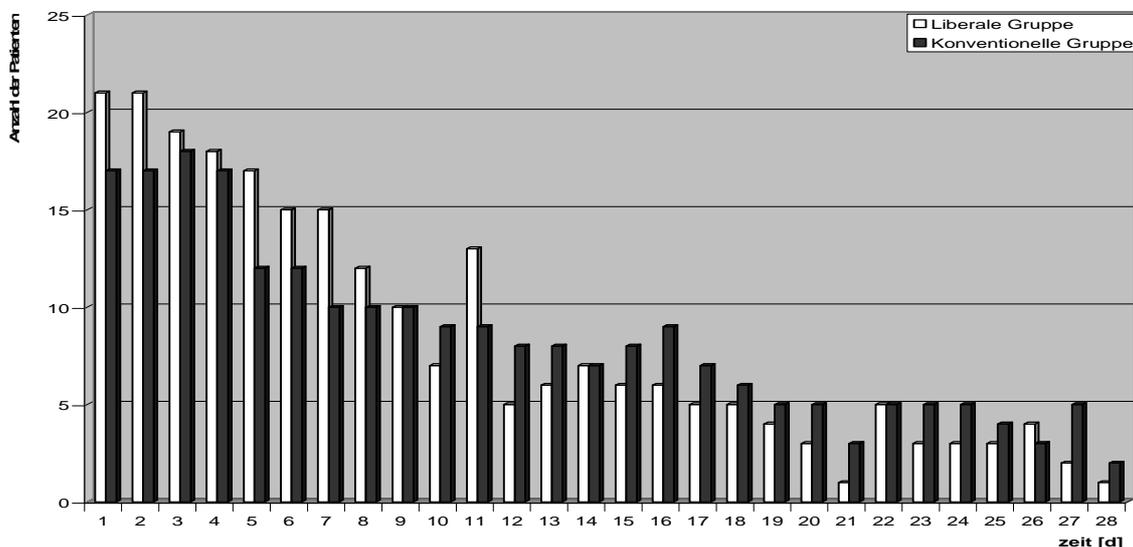


Abb. 5.29: Anzahl Patienten mit einer postoperativen medikamentösen Therapie

Zum Abschluss nochmals eine Übersicht über die Sitzdauer und der Schmerzintensität (VAS) in der liberalen Gruppe in den ersten 28 Tagen. Um die Ergebnisse der VAS besser graphisch darstellen zu können, sind die Werte um eine zehner Potenz erhöht worden.

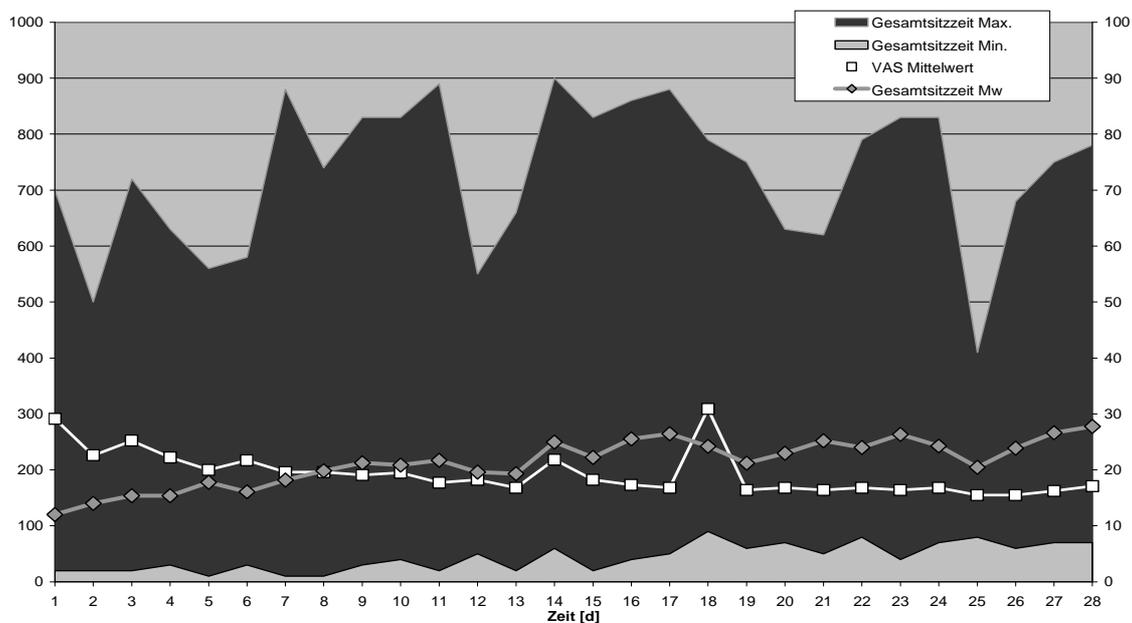


Abb. 5.30: Vergleich der Sitzdauer (Min., MW, Max.) zur Schmerzintensität in der liberalen Gruppe

#### 5.4 Vergleich der beiden Gruppen anhand der Oswestry- Skala

Die Oswestry- Skala diente in dieser Studie als Instrument zur Beurteilung der Einschränkungen im Alltag. Die statistische Auswertung erfolgt mit dem Mann-Whitney- U Test.

In der Aufnahmeuntersuchung betrug der höchste erreichte Wert in der liberalen Gruppe 44 Punkte, während der niedrigste bei acht Punkten lag. Insgesamt wurde damit ein Median von genau 28 Punkten erreicht. Nach der Oswestry Schmerzskala kann man bei diesem Wert von einer hochgradigen Einschränkung sprechen.

In der konventionellen Gruppe wurden als höchster Wert 49 und als niedrigster 22 Punkte erzielt. Daraus errechnete sich ein Median von 37 Punkten. Damit liegt nach den Kriterien der Schmerzskala eine komplette Einschränkung vor.

Der p- Wert beträgt hier  $p= 0,110$  und zeigt in der ersten Erhebung keinen signifikanten Unterschied.

Schon die erste Nachuntersuchung erbrachte eine deutliche Veränderung der Werte. So betrug die höchste Punktzahl in der liberalen Gruppe 25 und in der konventionellen Gruppe 32, während als niedrigster Wert 0 bzw. ein Punkt angegeben wurde. Dies ergab einen Median von 8,5 in der liberalen Gruppe

und von 13 Punkten in der konventionellen Gruppe ( $p= 0,167$ ). In beiden Gruppen lag somit nur noch eine geringgradige Einschränkung vor.

In der zweiten Nachuntersuchung sanken die angegebenen Punktzahlen noch weiter ab, und dementsprechend ging auch die Gesamtpunktzahl auf kleinere Werte zurück.

So wurden bei dieser Untersuchung in der liberalen Gruppe als höchster Wert 22 Punkte erreicht, während der niedrigste wiederum 0 war. In der konventionellen Gruppe blieb der Höchstwert mit 33 Punkten nahezu unverändert, während der niedrigster ebenfalls auf 0 sank. Daraus errechnete sich in der liberalen Gruppe ein Median von 3 Punkten und in der konventionellen Gruppe von 6 Punkten ( $p=0,209$ ). Somit besteht weiterhin kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen und im Alltag besteht im Verlauf immer noch eine geringgradige Einschränkung.

In der dritten und letzten Nachuntersuchung erreichte die liberale Gruppe als höchsten Wert 20 Punkte, die konventionelle dagegen nur 15. Der niedrigste Wert blieb in beiden Gruppen mit 0 Punkten identisch. Daraus ergab sich diesmal ein Median von 2 Punkten in der liberalen und von 0,5 Punkten in der konventionellen Gruppe ( $p=0,484$ ). Eine Einschränkung im Alltag lag somit in beiden Gruppen nicht mehr vor.

Aber auch wenn die Werte teilweise sehr unterschiedlich ausgefallen sind, ergibt die statistische Auswertung keine signifikanten Unterschiede in den beiden Gruppen. Zur Bestätigung werden noch einmal alle Werte tabellarisch und in Form einer Graphik dargestellt.

Oswestry- Skala	liberale Gruppe	konventionelle Gruppe	p-Wert
<b>Aufnahmeuntersuchung</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>0,110</b>
Alltagseinschränkung	hochgradig	komplett	
<b>6. Woche</b>	<b>8,5</b>	<b>13</b>	<b>0,167</b>
Alltagseinschränkung	geringgradig	geringgradig	
<b>12. Woche</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0,209</b>
Alltagseinschränkung	geringgradig	geringgradig	
<b>24. Woche</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,484</b>
Alltagseinschränkung	keine	keine	

Tab. 5.15: Mittelwerte der erreichten Punkte der Oswestry- Skala und damit Darstellung der Einschränkung im Alltag

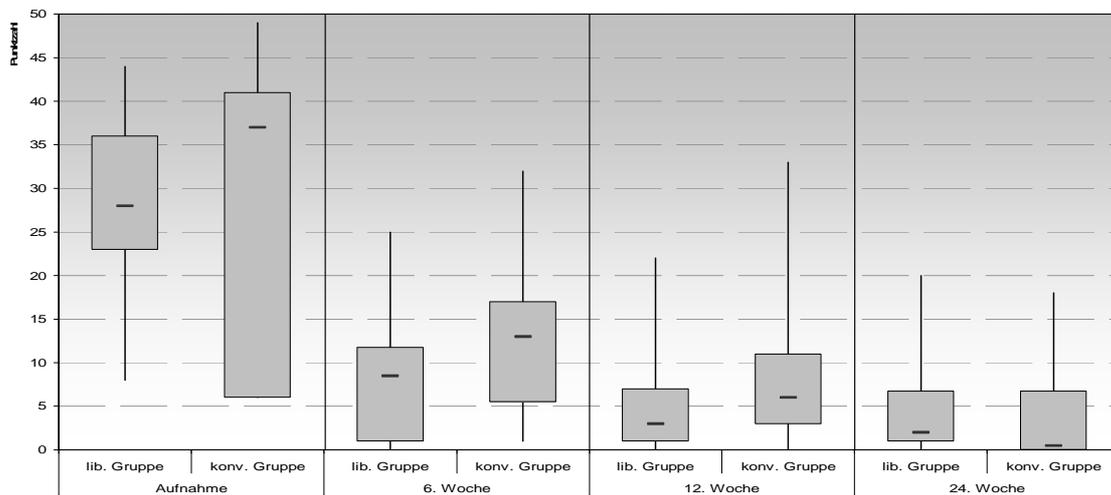


Abb. 5.31: Anhand der Oswestry- Skala ermittelten Werte

Auch die Auswertung der einzelnen Fragen ergab in den vier Untersuchungen, von vier Ausnahmen abgesehen, keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Eine der Ausnahmen war die Antwort auf die Frage nach den Beschwerden beim Sitzen in der Aufnahmeuntersuchung. Hier errechnete sich in der liberalen Gruppe ein Median von 2 Punkten gegenüber 3 in der konventionellen Gruppe ( $p=0,001$ ). Dies bedeutet, dass schon bei der Aufnahme die Patienten der liberalen Gruppe mit einer sitzenden Position weniger Probleme hatten als die der konventionellen Gruppe.

Der zweite signifikante Unterschied ergab, ebenfalls bei der Aufnahmeuntersuchung, die Antwort auf die Frage nach dem Heben von Gegenständen. So lag in der liberalen Gruppe ein Median von 4 Punkten vor. In der konventionellen Gruppe betrug der Median ebenfalls 4 Punkte ( $p=0,035$ ). Das bedeutet, dass die Patienten der liberalen Gruppe weniger Probleme mit dem Heben von Gegenständen hatten, als die der konventionellen Gruppe. Ihnen war es zudem auch möglich, schwere Gegenstände, auch wenn sie nicht in einer erhöhten Position lagen, zu heben.

Die beiden anderen Ausnahmen zeigten sich in der ersten Nachuntersuchung. So bestand zum einen ein signifikanter Unterschied in der Sektion 5 mit der Antwort auf die Frage nach Beschwerden beim Sitzen. Einen Median von 0 in der liberalen Gruppe stand dabei ein Wert von 1 in der konventionellen Gruppe gegenüber ( $p=0,02$ ). Damit führte zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung das Sitzen in der liberalen Gruppe zu weniger Beschwerden und damit auch zu

weniger Schmerzen. Der andere Unterschied ergab sich in Sektion 9 mit der Antwort auf die Frage nach den Reisegewohnheiten, u.a. bei Fahrten mit dem Auto oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Auch hier unterschieden sich beide Gruppen signifikant: So lag der Median mit 1 Punkt in der liberalen Gruppe gleich mit dem in der konventionellen Gruppe. Der p- Wert betrug  $p=0,049$ . Da Fahrten in der Regel im Sitzen durchgeführt werden, wird damit auch die Beobachtung in Sektion 5 bestätigt.

Bei den weiteren Nachuntersuchungen waren keine signifikanten Unterschiede mehr festzustellen, sodass von einer Angleichung beider Gruppen ausgegangen werden kann.

Aufgrund der zahlreichen p- Werte wurde eine p- Wert Korrektur nach Bonferroni- Holm durchgeführt. Hier fand sich nur in der Frage nach dem Sitzen bei der Aufnahme in die Studie ein signifikanter Unterschied. Hier betrug der p- Wert 0,001.

Die folgenden graphischen und tabellarischen Darstellungen geben noch einmal einen Überblick über die Ergebnisse des Vergleiches.

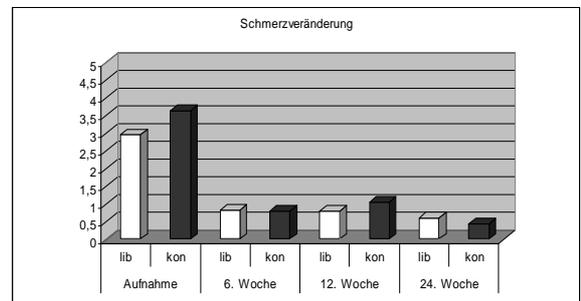
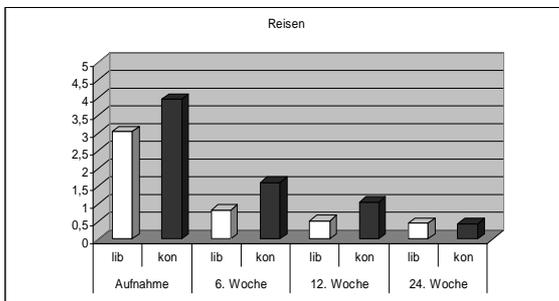
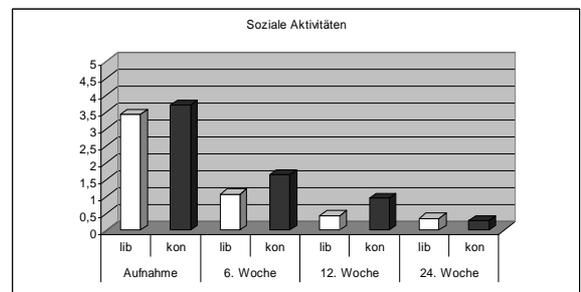
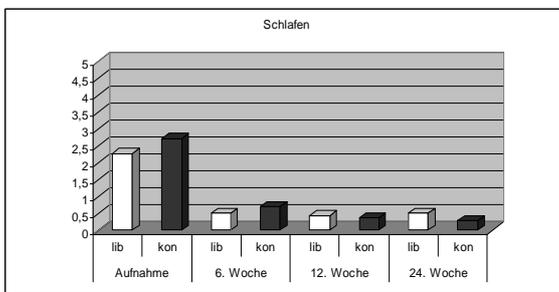
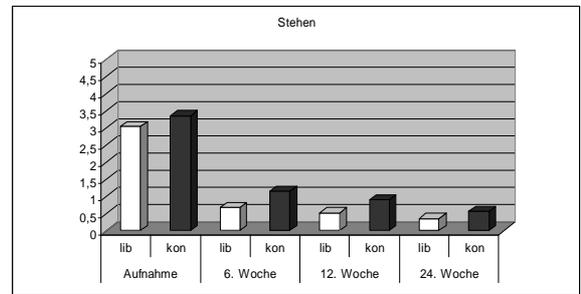
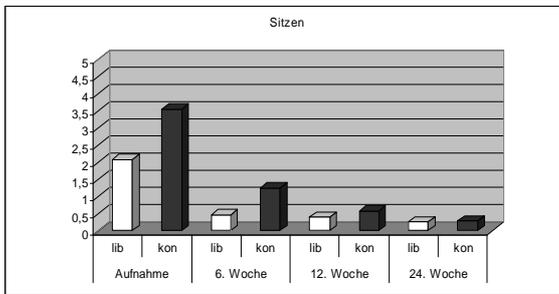
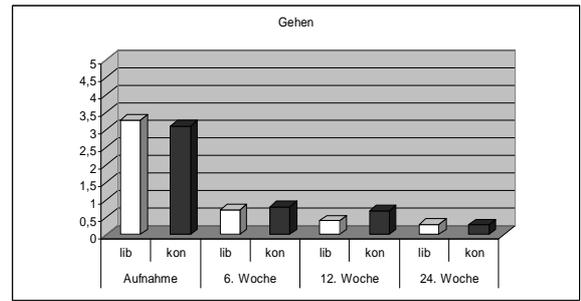
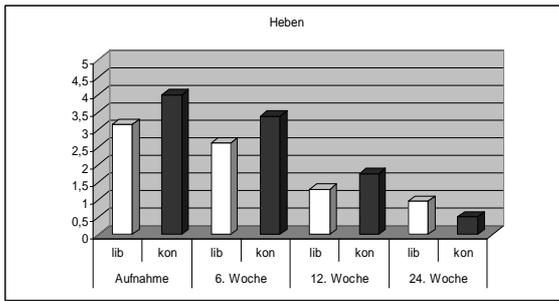
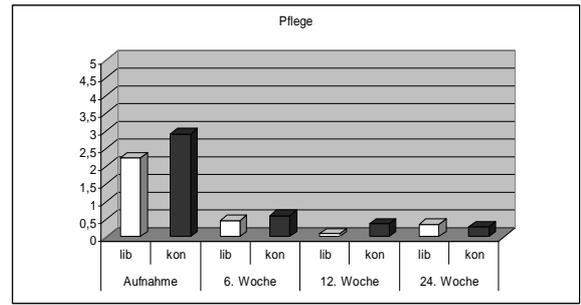
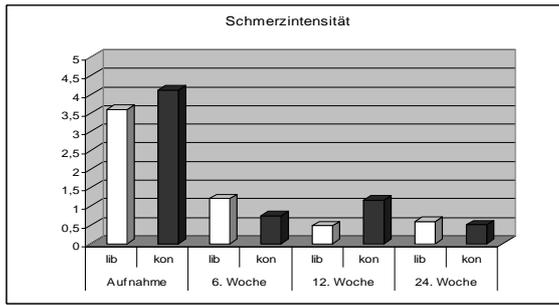


Abb. 5.32: Graphische Darstellung der Antwortenverteilung der Oswestry- Skala beider Gruppen im Verlauf der Untersuchung

**Legende**

- Liberale Gruppe
- Konventionelle Gruppe

Oswestry- Schmerzskala Fragen Einzelauswertung		Aufnahme Median	p- Wert	6. Woche Median	p- Wert	12. Woche Median	p- Wert	24. Woche Median	p- Wert
Schmerzintensität	liberale Gruppe	4	0,057	1	0,171	0	0,860	0	0,741
	konventionelle Gruppe	4		0		1		0	
Persönliche Pflege	liberale Gruppe	2	0,053	0	0,603	0	0,141	0	0,756
	konventionelle Gruppe	3		0		0		0	
Gegenstände heben	liberale Gruppe	4	<b>0,035</b>	3	0,180	1	0,426	0	0,232
	konventionelle Gruppe	4		4		1		0	
Gehen	liberale Gruppe	4	0,745	0	0,736	0	0,340	0	0,923
	konventionelle Gruppe	4		1		0		0	
Sitzen	liberale Gruppe	2	<b>0,001</b>	0	<b>0,020</b>	0	0,611	0	0,905
	konventionelle Gruppe	3		1		0		0	
Stehen	liberale Gruppe	3	0,443	0,5	0,142	0	0,183	0	0,371
	konventionelle Gruppe	3		1		1		0	
Schlafen	liberale Gruppe	2	0,277	0	0,520	0	0,787	0	0,339
	konventionelle Gruppe	3		0		0		0	
Soziale Aktivitäten	liberale Gruppe	4	0,456	1	0,189	0	0,136	0	0,739
	konventionelle Gruppe	4		1		1		0	
Reisen	liberale Gruppe	3	0,290	1	<b>0,049</b>	0	0,162	0	0,954
	konventionelle Gruppe	4		1		0		0	
Schmerzveränderung	liberale Gruppe	3	0,063	0,5	0,909	0	0,522	0	0,603
	konventionelle Gruppe	4		0,5		0		0	

Tab. 5.16: Gemittelte Werte der einzelnen Fragen der Oswestry- Skala in beiden Gruppen

## **5.5 Vergleich der beiden Gruppen anhand der Allgemeinen Depressionsskala**

In der Aufnahmeuntersuchung lag in der liberalen Gruppe der höchste erreichte Punktwert gleich zweimal bei 45 Punkten und der niedrigste bei 0. Insgesamt lagen 7 Patienten über dem Grenzwert von 23 Punkten. Der Median betrug damit 12 Punkte.

In der konventionellen Gruppe betrug der niedrigste Wert einen Punkt, der höchste lag bei 39 Punkten. Insgesamt acht Patienten übertrafen den Grenzwert von 23 Punkten. Damit errechnete sich ein Median von 19 Punkten. Daraus ergab sich ein p- Wert im Mann- Whitney- U Test von  $p= 0,236$  und damit kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

In der ersten Nachuntersuchung erreichte ein Patient der liberalen Gruppe einen Wert von 33 Punkten, und zwei Patienten überschritten den Grenzwert. Dazu muss allerdings gesagt werden, dass bei einem der beiden Patienten Depressionen bekannt waren und er sich aus diesem Grund auch in ärztlicher Behandlung befand. Der zweite Patient wurde kurz vor der ersten Nachuntersuchung an einem Sinus pilonidalis operiert und war aus diesem Grund erneut schmerzgeplagt. Sehr viel häufiger lagen die Werte unter 23 Punkten oder betrug sogar 0 Punkte. Der Median war in dieser Untersuchung auf 7 Punkte gefallen.

In der konventionellen Gruppe lag kein Patient über dem Grenzwert, und auch hier wurden diesmal häufiger 0 Punkte erreicht. Der Median lag bei 10 Punkten ( $p=0,464$ ).

Bei der zweiten Nachuntersuchung blieben alle Patienten in der liberalen Gruppe unterhalb des Grenzwertes, und der Median lag bei 5; er war damit erneut gefallen. Dafür erreichte in der konventionellen Gruppe ein Patient 33 Punkte und übertraf damit den Grenzwert deutlich. Bei diesen Patienten wurde wenige Tage nach der Untersuchung ein Bandscheibenrezidiv festgestellt und er musste sich einer erneuten Operation unterziehen. Zwei weitere Patienten erreichten ebenfalls Punktwerte über dem Grenzwert. Während einer von ihnen im Verlauf ein Low- Back- Pain Syndrom entwickelte, hatte der zweite bis auf höhergradige Schmerzen kein Rezidiv oder ein anderes fassbares Korrelat.

Der Median in dieser Gruppe war mit 5 Punkten damit genauso hoch wie bei der liberalen Gruppe ( $p= 0,233$ ).

Bei der dritten und letzten Nachuntersuchung kam kein Patient mehr über den Grenzwert. In beiden Gruppen betrug der höchste Wert 22 Punkte, woraus sich in der liberalen und konventionellen Gruppe ein Median von 4,5 Punkten errechnete ( $p= 0,309$ ).

In allen Untersuchungen bestand in den Scores der Allgemeinen Depressionsskala kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen vor.

Als Beleg werden die im Verlauf der Untersuchungen durch den Fragebogen erhaltenen Ergebnisse in beiden Gruppen nochmals tabellarisch und graphisch dargestellt.

ADS- L Mittelwerte	Aufnahme	p- Wert	6. Woche	p- Wert	12. Woche	p- Wert	24. Woche	p- Wert
	Median		Median		Median		Median	
liberale Gruppe	12	0,236	7	0,464	5	0,233	4,5	0,309
konventionelle Gruppe	19		10		5		4,5	

Tab. 5.17: Darstellung der anhand des ADS- L erreichten Median

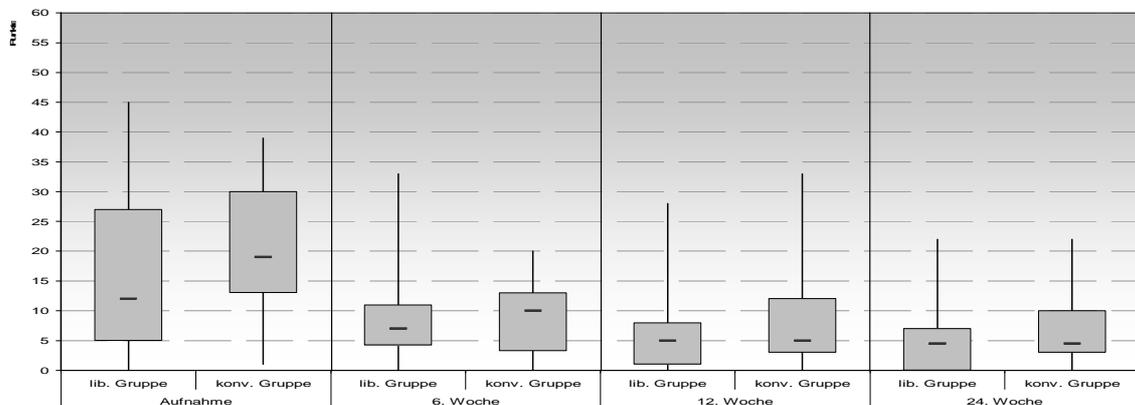


Abb. 5.33: Vergleich des Median der ADS- L in beiden Gruppen

## 5.6 Auswertung der MRT Untersuchung der LWS vor und nach Kontrastmittelgabe

Die dritte Nachuntersuchung wurde, wie geplant, durch eine MRT der Lendenwirbelsäule vor und nach Kontrastmittelgabe ergänzt. Die Untersucher waren allesamt hinsichtlich der Gruppenzuordnung verblindet.

Zur Untersuchung wurden folgende Sequenzen gefahren: sagittal T2, T1, T1 STIR KM und axial T1 vor und nach Kontrastmittelgabe.

Auf folgende radiologische Befunde wurde geachtet: Wirbelkörpergrund- oder deckplattenveränderungen, Signalstörungen der Wirbelkörper, der Bandscheibe oder der Nervenwurzel, sowie auftreten von übermäßigen Narbengewebe, die einen Hinweis auf eine übermäßige Belastung oder auf eine schlechtere Wundheilung im Operationsgebiet durch das Sitzen geben konnten.

Kein Patient fiel durch einen auffälligen Befund, wie Wirbelkörperdeck- oder grundplattenveränderungen, Frakturen oder ähnliches in der Nachuntersuchung auf.

Bei allen Patienten (100%), die durch eine MRT der LWS vor und nach Kontrastmittelgabe untersucht worden sind, konnte der Zugangsweg durch die erweiterte interlaminäre Fensterung dargestellt werden. Ebenfalls bei allen Patienten (100%) fand sich, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung, ein intraspinales, teilweise bis extraspinal reichendes und auf dem Zugangsweg liegendes Narbengewebe. Bei zwei Patienten der konventionellen Gruppe (11%) führte das Narbengewebe zu einer Abflachung des ventralen Subarachnoidalraumes ohne klinische Folgen für die Patienten, bei vier anderen, drei (15%) aus der liberalen und einer (5%) aus der konventionellen Gruppe, zu einer Verlagerung der Nervenwurzel. Auch hier bestanden keine klinischen Symptome. Ansonsten konnte bei allen Patienten (100%) die Nervenwurzel intraforaminär gut abgegrenzt werden, wobei die Neuroforamina sich als normal weit darstellten.

Durch die erweiterte interlaminäre Fensterung kam es bei sieben Patienten, zwei (10%) aus der liberalen und fünf (27%) aus der konventionellen Gruppe, zu einer Verlagerung des Duralschlauches hin zum Zugangsweg. Spinalkanalstenosen konnten bei keinem Patienten nachgewiesen werden.

Bei fünf Patienten, vier (20%) der liberalen und einem (5%) der konventionellen Gruppe lag noch eine postoperative Signalstörung der angrenzenden Wirbelkörpergrund und -deckplatten des operierten Segmentes vor. Eine Höhenminderung und ein Signalverlust der operierten Bandscheibe wiederum war bei 55% aller Patienten festzustellen.

Bei zwei (10%) Patienten der liberalen und zwei (11%) der konventionellen Gruppe fand sich ein weiteres Rezidiv oder ein noch vorhandener Vorfall, allerdings ohne Irritation der Nervenwurzel oder des Duralschlauches. Bei den

restlichen Patienten (89%) konnte weder ein Rezidiv noch ein Restbandscheibenvorfall nachgewiesen werden, allerdings lagen in 76% der Fälle Protrusionen anderer Segmente vor. Dies bestätigt die weitere Beobachtung, dass sich bei vielen Patienten degenerative Veränderungen ergeben hatten, die sich durch bestehende Osteophyten, Verdickungen der Ligamente der Wirbelsäule und Hypertrophie der Facettengelenke äußerten.

Trotz dieser zu beobachtenden degenerativen Veränderungen waren die Form und die Stellung der Wirbelkörper in 94% der Fälle regelrecht, lediglich bei zwei (10%) Patienten der liberalen Gruppe fand sich eine leichte Steilstellung der Lendenwirbelsäule.

Vier Besonderheiten können aber hervorgehoben werden: Bei einem Patienten (5%) der konventionellen Gruppe bestand eine leichte Retrolisthese Meyerding I° und bei einem (5%) anderen Patienten der liberalen Gruppe ein lumbosakraler Übergangswirbel. Bei einem weiteren Patienten (5%) der konventionellen Gruppe wiederum fanden sich Bogengelenksergüsse und Synovialzysten, allerdings auch hier ohne das Vorliegen von klinischen Symptomen, und bei zwei Patienten, jeweils einer aus der liberalen (5%) und einer der konventionellen (5%) Gruppe ergab sich der Verdacht auf Wirbelkörperhämangiome.

Alle MRT- Untersuchungen zeigten, dass weder häufiges Sitzen noch ein Sitzverbot zu vermehrten postoperativen Veränderungen führen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich bildmorphologisch keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ergaben.

## 6 Diskussion

Auf Grundlage der Studien von Nachemson et al. 1960, 1963, 1966 und 1970 [63, 64, 65, 66] galt ein Sitzverbot nach lumbaler Bandscheibenoperation als Standard. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Andersson et al. [5, 6, 7]. Begründet wurde das Sitzverbot durch die Annahme, dass in sitzender Position die auf das operativ versorgte Segment einwirkenden Kräfte zu einer verzögerten Heilung führen könnten. Eine Aufnahme in herausgegebene Leitlinien fand aber nie statt.

Neuere Untersuchungen der Arbeitsgruppen um Wilke 1999 [91, 92], Rohlmann 1994, 1997, 1999, 2000, 2002, [73, 74, 75, 76, 77] Althoff et al. 1990 und 1992 [4, 17] und Berthold 1986 [11] kommen dabei zu konträren Ergebnissen. Diese Arbeiten konnten in sitzender Position keinen erhöhten Druck im Bereich der lumbalen Bandscheibensegmente nachweisen, bzw. es fand sich bei Althoff et al. eine Größenzunahme des Körpers in sitzender Position. Aufgrund dieser „neuen“ Daten wurde die alte Diskussion über das generelle Sitzverbot nach Bandscheibenoperationen neu entfacht. In den neuen Leitlinien der AWMF aus dem Jahr 2005 [8] wird bereits von der in vielen Krankenhäusern und Praxen noch immer gängigen Praxis des Sitzverbotes Abstand genommen.

Neben einem fehlenden Nutzen in Bezug auf die postoperative Heilung kann ein Sitzverbot über ein ängstliches Vermeidungsverhalten des Patienten, das mit muskulären Dysbalancen und Schmerzen einhergeht, den Krankheitsverlauf sogar negativ beeinflussen. Eine verzögerte postoperative Erholung geht dabei mit einer späteren Wiedereingliederung in den Beruf einher und belastet darüber finanziell das Gesundheitssystem [41].

Mittels biomechanischer Untersuchungen [2, 3, 41] konnten sogar positive Effekte eines frühen Sitzens nach Bandscheibenoperationen gezeigt werden. Wahrscheinlich wird über ein aktives Auspressen der Bandscheibe unter Belastung und Aufsaugen von Gewebswasser und gelösten Teilchen bei Entlastung deren Substratzufuhr und Regenerationsfähigkeit positiv beeinflusst [10, 15, 49].

Elfering et al. [26] und Bigos et al. [12] konnten bereits 2001 und 1992 zeigen, dass nicht die klassischen Risikofaktoren (schwere körperliche Arbeit, nicht

achsengerechtes Arbeiten), sondern mangelnde sportliche Aktivität, Übergewicht, und Unzufriedenheit am Arbeitsplatz (Schicht- oder Nachtarbeit) ein Bandscheibenleiden begünstigen. Auch wenn es sich bei den genannten Arbeiten nicht um Untersuchungen des postoperativen Verlaufs handelt, würde die Übertragung der Ergebnisse auf ein postoperatives Regime bedeuten, dass durch eine postoperativ angepasste Bewegungsfreiheit der Heilungsverlauf über eine erhöhte Patientenzufriedenheit positiv beeinflusst werden könnte. Auch in unserer Arbeit berichteten Patienten der liberalen Gruppe, dass sie die Bewegungsfreiheit im Alltag unabhängiger mache und sie zufriedener mit der Behandlung seien.

Die aufgeführten Untersuchungen haben Einzug in die heutigen Therapieempfehlungen gehalten, die eine zurückhaltende Mobilisation oder gar Immobilisation der Patienten nicht mehr befürworten. In der heutigen Zeit wird eine aggressive und frühe Mobilisierung propagiert [20, 23, 47, 48], wobei der genaue Zeitpunkt des Behandlungsbeginns noch nicht klar ist. Neben einer frühen Mobilisation gelten eine adäquate Schmerzlinderung und Ödemreduzierung, gefolgt von einem gezielten Muskelaufbautraining und der Vermittlung der Körperwahrnehmung mit einem ökonomischen Bewegungsverhalten als Therapie der Wahl [37, 82].

Ziel der vorliegenden prospektiv randomisierten Untersuchung war ein Vergleich, der Auswirkungen einer liberalen (Sitzerlaubnis) mit einer konventionellen (Sitzverbot) Mobilisation nach operativer Versorgung eines Bandscheibenvorfalles hinsichtlich des postoperativen Verlaufs.

Insgesamt wurden 50 Patienten in die Untersuchung eingeschlossen und auf zwei Gruppen à 25 Patienten verteilt. Anhand der postoperativen Befindlichkeit wurde untersucht, ob es signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen gibt. Dokumentiert wurde die Befindlichkeit über 28 Tage mittels eines Sitz- und Schmerztagebuches sowie drei Nachuntersuchungen mit Befragung anhand zweier Fragebögen. Insgesamt wurden sieben Patienten (vier aus der liberalen und drei aus der konventionellen Gruppe) aufgrund einer Ablehnung an der weiteren Studienteilnahme ausgeschlossen. Drei Patienten gaben an, kein weiteres Interesse an einer Teilnahme zu haben, zwei Patienten waren telefonisch nicht mehr zu erreichen und antworteten auch nicht auf

hinterlassene Nachrichten. Zwei Patienten konnten aus privaten Gründen nicht weiter teilnehmen. Zu der vorzeitigen Beendigung addierten sich ebenfalls im Verlauf der Nachuntersuchungen die Patienten mit einem Rezidivvorfall. Das in die Auswertung eingeschlossene Kollektiv reduzierte sich somit auf insgesamt 38 Patienten, wovon 20 der liberalen und 18 der konventionellen Gruppe angehörten. Die primären und sekundären Endpunkte wurden eingehalten. Damit ändert und reduziert sich aber, aufgrund des kleinen Patientenkollektivs die Aussagekraft der Ergebnisse

Eine bekannte Komplikation nach Bandscheibenoperationen ist der Rezidivbandscheibenvorfall. Die Rezidivquote betrug 10% in unserer Untersuchung und entspricht damit der in der Literatur berichteten Rezidivrate [8, 31]. Bei Betrachtung der einzelnen Gruppen finden sich folgende Rezidivraten: 5% nach liberaler und 22,2% unter konventionellen Mobilisation. Ob die geringere Rezidivhäufigkeit in der liberalen Gruppe allein auf das aufgehobene Sitzverbot zurückzuführen ist, kann mit vorliegender Arbeit aufgrund der zu geringen Patientenzahl nicht abschließend geklärt werden.

Eine Berechnung der Number needed to treat, mit Bezug auf die Rezidivquote, ergab bei den Patienten, die die Studie beendet haben, dass sechs Patienten liberal behandelt werden müssen, um eine geringere Rezidivquote zu erhalten. Ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen im Bezug auf vorzeitige Beendigung und Rezidivquote bestand dabei nicht.

Dem Autor liegen keine Untersuchungen bis dato vor, die in standardisierter Form prospektiv den Verlauf nach lumbaler Bandscheibenoperation unter gemeinsamer Verwendung der visuellen Analogskala, der Oswestry Skala [27], der Allgemeinen Depression- Skala [36] und dem Sitz- und Schmerztagbuch dokumentiert haben. Patienten der liberalen Gruppe berichteten postoperativ über eine größere Freiheit und/ oder Unabhängigkeit und damit über ein besseres Eingebundensein in den Alltag. Als einfaches Beispiel sei hier nur das familiäre Beisammensein beim gemeinschaftlichen Essen genannt. Die Aufhebung des Sitzverbotes mindert zudem ein ängstliches Vermeidungsverhalten und stärkt die Psyche des Patienten. Aufgrund der mittels Tagebüchern ermittelten Daten konnte eine tägliche Zunahme der

Sitzdauer, eine Abnahme der Schmerzintensität und ein rückläufiger Analgetikabedarfs aufgezeigt werden.

### **6.1 Diskussion der Studienergebnisse von Nachemson, Wilke, Rohlmann und Althoff**

Vergleicht man die Ergebnisse aller oben aufgeführten Untersuchungen [73, 74, 75, 76, 77, 91, 92], so zeigt sich, dass die gefundenen Werte im Bezug auf das Stehen und Liegen durchaus mit den Daten von Nachemson [65] übereinstimmen.

Als nachteilig ist zu werten, dass zumeist nur kleine Patientenkollektive in die publizierten Untersuchungen eingeschlossen wurden, zudem kommen die verschiedenen Arbeitsgruppen zu z.T. konträren Ergebnissen. Untersuchungen des auf ein lumbales Segment einwirkenden Drucks zeigten: Bei Wilke et al. reduzierte sich der Druck im Sitzen auf 90% und bei entspannten angelehnten Sitzen auf 54% des Wertes im Stehen, der auf 100% definiert war. Auch bei Rohlmann et al. verringerte sich der Druck im Sitzen auf 89%. Damit wird dem Verbot des Sitzens aufgrund eines erhöhten Druckes im lumbalen Wirbelsäulenbereich widersprochen. Somit kann ein verzögerter Heilungsverlauf, wie bisher angenommen, durch eine Aufhebung des Sitzverbotes nicht verursacht sein. Andererseits decken sich die Ergebnisse im Liegen und bestätigen die Beobachtungen der Verfasser, dass Liegen die Wirbelsäule am besten entlastet und den Patienten am ehesten entspannt und sich Beschwerden vermeiden lassen. Auch in dieser Studie berichten die Patienten ebenfalls über ein Nachlassen der Schmerzen in der liegenden Körperposition.

Im Gegensatz zu den Untersuchungen von Wilke et al., Rohlmann et al. und Nachemson, die lediglich den Druck in Bandscheibensegmenten, hauptsächlich LWK3/ 4, gemessen haben, bietet die Untersuchung der Körpergrößenmessung durch Althoff et al. [4, 17] einen entscheidenden Vorteil: Hier wurde die gesamte Lenden- und Brustwirbelsäule beachtet.

Da sich in dieser Untersuchung, aufgrund des Ansaugens von Flüssigkeit [10], eine Größenzunahme unter sitzende Körperposition zeigt, widerspricht dies

ebenfalls der Arbeit von Nachemson. Diese Studie mit einem komplett anderen Ansatz unterstützt somit die Beobachtungen und Messungen von Wilke et al. [91, 92] und Rohlmann et al. [73, 74, 75, 76, 77] und bestätigt unsere Annahme, dass ein Sitzverbot als veraltet anzusehen ist.

Da auch heute noch kein optimales apparatives Verfahren zur Bestimmung der Belastung der Wirbelsäule existiert, sollten zukünftig vermehrt klinische Daten, Patientenzufriedenheit, Wohl- und Schmerzempfinden in die Therapie und die klinische Diskussion neuer Therapieeinsätze einfließen. Aufgrund der in dieser Studie erhobenen Daten sollte von einem kompletten postoperativen Sitzverbot Abstand genommen werden.

## **6.2 Diskussion der klinischen Untersuchungsergebnisse**

Die klinische Untersuchung erfolgte nach einem standardisierten Untersuchungsbogen, um eine möglichst objektive und vergleichbare Auswertung der aktuellen Beschwerdesymptomatik innerhalb der vier Untersuchungsbereiche durchführen zu können. Die zwei angewandten Testverfahren Oswestry- Skala, ADS- L und der standardisierte Untersuchungsbogen erlaubten dabei eine untersucherunabhängige standardisierte Bewertung, die in die Statistik einging. Retrospektiv hätte der Untersuchungsbogen kürzer gehalten werden können, fokussiert auf ausgewählte Untersuchungen.

Bei der Aufnahmeuntersuchung präsentierte sich die radikuläre Symptomatik, bis auf drei Ausnahmen in der konventionellen Gruppe, passend zu den vorliegenden BSV, d.h. bei den drei Ausnahmen konnte nicht aufgrund der Symptomatik auf die genaue Lokalisation des BSV geschlossen werden.

Schon in der ersten Nachuntersuchung war nur noch bei einem Patienten der liberalen Gruppe eine radikuläre Symptomatik nachweisbar. In der Konventionellen Gruppe bestand bei noch drei Patienten eine radikuläre Symptomatik, die sich bei einem Patienten bis in die letzte Nachuntersuchung (24. Woche) hinzog.

Eine gute Vergleichsmöglichkeit ergab sich mit der Erfassung der Schmerzintensität und der Änderung der Schmerzintensität im Verlauf mittels der VAS.

Vierundachtzig Prozent der Patienten gaben konstante Schmerzen bei Aufnahme an (76% liberale Gruppe und 92% konventionelle Gruppe). Im Verlauf nahmen die Dauerschmerzen ab und es traten nur noch belastungsabhängige auf. In der liberalen Gruppe lag aber die Anzahl der Patienten mit belastungsabhängigen Schmerzen nach 6 Wochen (1. NU) und zwölf Wochen (2. NU) höher, als in der konventionellen Gruppe (s. Abb. 5.14). Dieser Unterschied lässt sich möglicherweise mit der durch das Sitzen höheren Belastung erklären.

Ebenso verhielt es sich bei der Verlaufbeobachtung der motorischen Paresen. Schon zur Aufnahme waren bei 15/ 25 Patienten der liberalen und 11/ 25 der konventionellen Gruppe keine Muskelparesen zu verifizieren. Dabei gab es in der letzten Nachuntersuchung noch einen Patienten in der liberalen und zwei Patienten in der konventionellen Gruppe mit einer motorischen Parese.

Auch die Untersuchung der Wurzeldehnungszeichen und die Sensibilitätsstörungen zeigten einen deutlichen Rückgang in beiden Gruppen im Verlauf der Untersuchungen. Ein signifikanter Unterschied ließ sich auch hier nicht aufzeigen.

Auch bei den Rezidiven, vorzeitigen Beendigungen aus der Studie, der Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich der Rehabilitationsmaßnahme oder –dauer und der Arbeitsaufnahme lagen zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede vor. Hier lag eine ausgeglichene Verteilung der Patienten in beiden Gruppen vor.

In allen klinischen Untersuchungen lag kein signifikanter Unterschied vor. Es ist aber festzuhalten, dass in unserer Untersuchung neben einer Wandlung der Schmerzsymptomatik in beiden Gruppen es v.a. zu einem Anstieg von lokalen Schmerzen über der LWS zwischen der sechsten (1. NU) und zwölften Woche (2. NU) in der liberalen Gruppe kam. Ebenso lagen in der liberalen Gruppe in den Nachuntersuchungen vermehrt belastungsabhängige Schmerzen vor. Ein klinisches Korrelat war dabei nicht zu erkennen. Eine

Erklärung für die Wandlung des Schmerzes kann nicht gegeben werden. Mit dem liberalen Regime kann es nicht in Verbindung gebracht werden, weil dieses Phänomen auch in der konventionellen Gruppe auftrat. Andersherum ist aber auch festzuhalten, dass in den ersten vier Wochen in der liberalen Gruppe an 17 von 28 Tagen (61%) die Schmerzintensität geringer war als in der konventionellen Gruppe. In den drei Nachuntersuchungen war die Schmerzintensität dagegen gleich.

Es ist davon auszugehen, dass v.a. die belastungsabhängige Symptomatik und das Auftreten von vermehrten lokalen Schmerzen über der LWS als myotendinotische Reizung infolge Überschreitens der Leistungsfähigkeit zu erklären ist.

Die Ergebnisse der klinischen Untersuchung zeigen somit, dass ein liberales Regime (Sitzerlaubnis) nicht zu vermehrten postoperativen Beschwerden, aber auch nicht zu einem signifikant besseren postoperativen Verlauf führte. Konventionelle und liberale Form der Behandlung führen also zum gleichen Outcome. Hiermit wäre die erste und zweite Hypothese, nämlich das ein liberales Regime negativen Einfluss auf den Heilungs- und Rehabilitationsverlauf nimmt, und ob in der liberalen Gruppe weniger Rücken- und Beinschmerzen vorliegen, widerlegt. Aber auch hier sei darauf hingewiesen, dass das kleine Patientenkollektiv die Aussagekraft mindert.

Auch die Auswertung des Sitz- und Schmerztagebuches ergab, bis auf eine einzige Ausnahme, während der gesamten Behandlungsdauer in allen Punkten wesentliche Übereinstimmungen im Vergleich der beiden Gruppen.

Die Ausnahme bildete eine Differenz in der Schmerzintensität am fünften postoperativen Tag, an dem die liberale Gruppe eine signifikant kleinere Schmerzintensität hatte, als die konventionelle Gruppe. Die Begründung dieses Unterschieds findet sich in der medikamentösen Schmerztherapie. An diesem Tag nahmen in der konventionellen Gruppe nur 12/ 19 Patienten eine analgetische Therapie ein. Somit erhöhte sich auch der errechnete Median der Schmerzintensität in dieser Gruppe am 5. postoperativen Tag und konnte zu diesem Unterschied führen. Ein Einfluss auf den weiteren Verlauf und den Vergleich der beiden Gruppen ergab sich dadurch nicht.

Auch die Veränderung der Schmerzintensität innerhalb jeweils einer Woche zeigten keine signifikanten Unterschiede.

Hinsichtlich der Sitzdauer in der liberalen Gruppe zeigte sich ein kontinuierlicher Anstieg der minimalen und mittleren Sitzdauer im Verlauf, während bei der maximalen Sitzdauer deutliche Schwankungen zu erkennen waren. Auf Befragen der Patienten wurde von diesen immer wieder die Unabhängigkeit genannt, die das liberale Regime erlaubte. Die Möglichkeit des Sitzens wurde deshalb bei minimalen bis mäßigen Schmerzen immer wieder genutzt.

Eine maximale Sitzdauer von bis zu 900 Minuten erklärt sich aus der Tatsache, dass v.a. mit den Patienten, die einer selbstständigen Tätigkeit nachgingen, diese Zeiten erreichten. Aufgrund ihrer Arbeit und dem damit verknüpften Einkommen, lag bei diesen Patienten die Priorität auf einem möglichst schnellen Wiedereinstieg in ihre Tätigkeit.

Die maximalen Werte zeigen, dass ein langes Sitzen auch ohne vermehrte Schmerzen, möglich ist.

Daraus ergibt sich, bei einer mittleren Sitzdauer von durchschnittlich über 180 min/ d ab der zweiten Woche, dass eine Wiedereingliederung in den Beruf ab diesen Zeitraum von zwei bis drei Stunden stattfinden kann. Um in diesem Punkt eine endgültige Aussage zu machen, bedarf es aber noch weiterer Untersuchungen. Hypothese vier, dass den Patienten ein früherer Wiedereinstieg ins Berufsleben ermöglicht werden kann, kann somit, unter Einschränkungen, als bewiesen angesehen werden. Diese Tatsache wiederum macht den wesentlichen Unterschied der beiden Gruppen aus. Ein Sitzen ist ohne signifikante Unterschiede im postoperativen Verlauf möglich und bedingt dadurch eine schnellere Wiedereingliederung, was zu einer deutlichen Entlastung des Gesundheitssystems führen würde.

In der Auswertung der Oswestry- Schmerzskala ergaben sich zum Zeitpunkt der Aufnahmeuntersuchung zwei signifikante Unterschiede: Die Berechnung der Antwortenmittelwerte zeigte zum einen, dass die Patienten der liberalen Gruppe mit weniger Beschwerden sitzen konnten, zum anderen fiel den Angehörigen der liberalen Gruppe das Heben von Gegenständen leichter. Diese ungleiche Verteilung in der Randomisierung der Patienten bei Aufnahme, kann durch die niedrige Fallzahl zustande gekommen sein.

Auch in der ersten Nachuntersuchung fand sich hinsichtlich des Sitzens und des Reisens ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Hier

erreichte die liberale Gruppe wiederum in der Antwortenauswertung signifikant niedrigere Werte.

Wahrscheinlich ist aber hier nicht von einem signifikant besseren Verlauf auszugehen, sondern davon, dass die liberale Gruppe aufgrund ihrer Erfahrungen in den ersten 28 Tagen eine niedrigere Punktzahl erreichte. Ursächlich ist hierfür der Wortlaut der Befragung, da nach der Dauer des Sitzens gefragt wurde. Durch das liberale Regime ist es hier zu einer niedrigeren Punktzahl gekommen.

Eine p- Wert Korrektur nach Bonferroni Holm der gesamten ermittelten Werte ergab nur einen einzigen signifikanten Unterschied mit einem p- Wert  $p= 0,001$ , der sich in der Frage nach dem Sitzen bei Aufnahme in die Studie fand. Hier äußerte die liberale Gruppe weniger Beschwerden. Einerseits kann wiederum die kleine Gruppe zu dieser Differenz geführt haben. Andererseits kann die liberale Gruppe durch ihre Einteilung in dieses Regime bei Aufnahme beeinflusst worden sein. Da der Fragebogen nach der Randomisierung beantwortet wurde, wurden die Patienten möglicherweise unbewußt beeinflusst. Eine Klärung des Sachverhalts ist im Nachhinein nicht möglich.

Im Vergleich der Oswestry- Gesamtpunktzahlen ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen dem liberalen und konventionellen Regime. Auch damit wird offenkundig, dass das Sitzen nicht zu einem verlängerten Krankheitsverlauf führt. Die dritte Hypothese, dass Patienten der liberalen Gruppe einer geringeren Einschränkung im Alltag unterliegen, wurde damit widerlegt.

Abschließend fand sich sowohl in der statistische Auswertung der ADS- L als auch in der deskriptiven Auswertung der MRT- Untersuchungen kein Unterschied im postoperativen Verlauf der beiden Gruppen.

In der Frage nach der beruflichen Wiedereingliederung sind folgende Feststellungen zu machen: ein signifikanter Unterschied in der Dauer der Krankschreibung fand sich zwischen den beiden Gruppen nicht. Hervorzuheben ist, dass gerade die selbstständigen Patienten sehr schnell ihrer Tätigkeit wieder nachgingen, während sich sehr wenige Angestellte zum Zeitpunkt der ersten Nachuntersuchung in der Wiedereingliederungsphase befanden.

Allerdings darf man nicht außer Acht lassen, dass gerade die Selbstständigen einem höheren Belastungsdruck ausgesetzt sind, da eine verzögerte Wiederaufnahme u.U. ihre Existenzen gefährdet. Dies bestätigten die Patienten in den Nachuntersuchungen selbst. Studien zu diesem Aspekt wurden in der Literatur nicht gefunden.

Neben dem Krankheitsverlauf sind aber auch die Konsultationen des behandelnden Arztes und die Rehabilitationsdauer zu beachten. Gerade hierbei können hohe Krankschreibungen entstehen. Die Dauer der Krankschreibungen liegt bei den Patienten der vorliegenden Untersuchung mit 8- 12 Wochen innerhalb des in den Leitlinien publizierten Zeitraums [9].

Unter diesem Aspekt und aufgrund der oben aufgeführten Ergebnisse kann also eine frühe Wiedereingliederung auch in einen sitzenden Beruf, nach dem Ende der Rehabilitation, empfohlen werden.

Insgesamt lässt sich der Schluss ziehen, dass der Krankheitsverlauf bei Patienten, die kein Sitzverbot während der postoperativen Behandlung nach einer Bandscheiben- Operation haben, keinen Unterschied gegenüber Patienten mit Sitzverbot aufweist. V.a. die häufig beobachteten muskulären Dysbalancen und ängstlichen Fehlbelastungen scheinen, auch wenn sie in dieser Arbeit nicht explizit untersucht worden sind, durch die größere Bewegungsfreiheit gemindert. Die Patienten waren im Allgemeinen zufriedener mit ihrer Behandlung.

Zwar haben die neueren Untersuchungen von den Arbeitsgruppen Wilke und Rohlmann schon zu einem Umdenken im Gesamtbehandlungskonzept geführt, da sie die Untersuchungen von Nachemson in den wesentlichen Punkten nicht bestätigen. Aber nur sehr langsam setzt sich eine frühe Mobilisation mit adäquater Schmerztherapie und das Absehen von einem kompletten Sitzverbot in der Praxis durch.

Das Sitz- und Schmerztagebuch zeigte aber ganz deutlich, welche Minuten an Sitzdauer erreicht werden konnten. Gerade einige Patienten fielen durch sehr lange Sitzzeiten auf und stellten damit sehr deutlich ein mögliches Potential dar.

Die geringe Fallzahl der auszuwertenden Patienten schränkt die Aussagekraft der Studie sicher ein. Trotzdem konnte alle Hypothesen dieser Studie widerlegt

werden, somit kann diese Untersuchung einen Beitrag zur aktuellen Diskussion beisteuern. In der Zukunft sollte diese Arbeit aber durch weitere Untersuchungen bestätigt und/ oder ergänzt werden.

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie kann von einem absoluten Sitzverbot abgesehen und die Wahl der Körperposition den Patienten selbst überlassen werden. Ein absolutes Sitzverbot sollte in der Klinik/ Praxis nicht mehr ausgesprochen werden.

## 7 Zusammenfassung

Das Nachsorgekonzept nach lumbalen Bandscheiben-Operationen beruht auf biomechanischen Untersuchungen von Nachemson, die bereits 1966 publiziert worden sind. Seine Studien zeigten, dass sich das Sitzen nach Bandscheiben-Operationen und bei Rückenschmerzpatienten ohne Operation ungünstig auf den Rehabilitationsprozess auswirkt. Aufgrund dieser Befunde wurde das Verbot des Sitzens in das Rehabilitationskonzept aufgenommen und ist noch immer weit verbreitet.

Häufig entstehen dabei aus einer ängstlichen Vermeidungshaltung muskuläre Dysbalancen. Es habituiert sich ein erhöhter Tonus der Erector trunci-Muskulatur. So können myotendinotische Sekundärbeschwerden auftreten, die zu einer verzögerten beruflichen und sozialen Wiedereingliederung beitragen. Dabei ist vor allem die verzögerte berufliche Reintegration volkswirtschaftlich von großer Relevanz.

Neue Untersuchungen, insbesondere von Wilke et al., Rohlmann et al. und Althoff et al., konnten die von Nachemson im Sitzen erhobenen Daten nicht bestätigen. Aufgrund dieser Ergebnisse lässt sich die Arbeitshypothese aufstellen, dass die bisher übliche Empfehlung, das Sitzen zu vermeiden, für Patienten nach lumbalen Bandscheiben-Operationen obsolet ist. Es kann vielmehr davon ausgegangen werden, dass eine Lockerung dieser Richtlinie die Rehabilitation und die berufliche Wiedereingliederung nach lumbalen Bandscheiben-Operationen erleichtern und beschleunigen kann. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass der Heilungsprozess, durch eine Be- und Entlastung und damit durch eine verbesserte Diffusion beschleunigt werden kann, wenn in der postoperativen Phase ein liberales Regime bezüglich der Körperhaltung eingeführt und die Wahl der Position dem Patienten weitgehend selbst überlassen wird. Der Patient sollte selbst die Körperhaltung wählen, die er als bequem empfindet. Ängste werden reduziert und die myotendinotischen Sekundärbeschwerden dürften abnehmen.

Zu diesem Zweck wurde eine klinische Untersuchung durchgeführt, die insgesamt 50 Patienten in zwei Gruppen randomisiert. Eine Gruppe, als liberal bezeichnet, erhielt eine Sitzurlaubnis, die andere, als konventionell definiert, weiterhin Sitzverbot. Anhand von drei klinischen Nachuntersuchung, zwei von den Patienten selbst auszufüllenden Fragebögen (Oswestry -Schmerskala und

Allgemeinen Depressionsskala), einem Sitz- und Schmerztagebuch und zum Abschluss eine MRT- Untersuchung der LWS vor und nach Kontrastmittelgabe, sollten die beiden Gruppen miteinander verglichen und die o. g. Hypothesen verifiziert oder falsifiziert werden.

Der Vergleich der beiden Gruppen anhand der klinischen Untersuchungen ergab statistisch keinen signifikanten Unterschied im Hinblick auf den postoperativen Verlauf, insbesondere der postoperativen Schmerzen und Beschwerden, bzw. Behinderungen wie z. B. Lähmungen oder Sensibilitätsstörungen.

Ebenso verhält es sich bei der Auswertung der Oswestry- Schmerzskala und der ADS- L. Auch hier ergaben alle Befragungen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, so dass nicht von einer erhöhten Einschränkung der Patienten der liberalen Gruppe im Alltag ausgegangen werden kann.

Das Sitz- und Schmerztagebuch zeigt ebenfalls keine signifikanten Unterschiede innerhalb der ersten 28 postoperativen Tage. Deutlich war zu erkennen, dass eine tägliche Steigerung der Sitzdauer nicht mit einer Erhöhung der Schmerzintensität oder einem vergrößerten Beschwerdebild einherging.

Auch die Ergebnisse der MRT- Untersuchung der LWS wiesen keine nennenswerten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen auf, die möglicherweise gegen eine Sitzurlaubnis gesprochen hätten.

Die Erkenntnisse, die aus diesen Resultaten gewonnen werden können, bestätigten die o.g. Vermutungen, dass die Erlaubnis des Sitzens während der postoperativen Phase nicht zu einem verlängerten oder erschwerten Verlauf der Genesung führt oder sich schädlich auf diesen auswirkt.

Das Sitzverbot kann als veraltet angesehen werden und, wenn weitere Untersuchungen die Beobachtungen bestätigen, sogar aus dem Therapieregime genommen werden. Eine frühere berufliche Wiedereingliederung erscheint mit einem liberalen postoperativen Regime erreichbar.

## 8 Summary

The concept of rehabilitation after lumbar disc surgery is based on biomechanical studies by Nachemson, which were published in 1966. He found out that, after lumbar disc surgery, the intravertebral pressure is greater in a sitting position than in a standing or lying posture. As a result of these findings, avoiding the sitting position was included in the rehabilitation concept for patients who had undergone lumbar surgery or suffered from low back pain syndrome. Muscular imbalances with secondary discomfort often arise, resulting in a prolonged social or employment reintegration, together with the corresponding economic damage.

New investigations, particularly by Wilke et al., Rohlmann et al. and Althoff et al., show a lower pressure on the lumbar spine and the intravertebral pressure in the sitting position as contrasted with other body positions. The data collected by Nachemson could not be confirmed.

A working hypothesis was created that the standard procedures which called for avoiding the sitting position after a lumbar intravertebral disc surgery are obsolete. Instead, the restriction should be relaxed in order to facilitate and accelerate the social and professional reintegration of the patient. Additionally, it could be that a liberal regime whereby the patients choose the position they like and in which they feel comfortable accelerates the healing process. The position changes result in a better diffusion in the intravertebral disc. Patient fears are mitigated and the secondary myotendinotics symptoms decrease.

For this purpose, as documented in the present study, we carried out a clinical examination. A total of 50 patients were randomized into two groups. One group, known as the "liberal" group was given permission to sit. The other group, defined as the "conventional" was asked to avoid sitting. To test our hypothesis we compared the two groups using three clinical follow-ups; two questionnaires to be completed by the patients, Oswestry Pain Scale and the General Depression Scale; a sitting and pain diary; and finally, an MRI scan of the lumbar spine with and without contrast agent.

On the basis of the clinical examination, the comparison of the two groups showed no statistically significant difference regarding the postoperative course, especially postoperative pain and discomfort, or disability such as paralysis or sensory disturbances.

The same was found for the evaluation of the Oswestry Pain Scale and the ADS-L. Again the significant differences between the two groups were apparent. Importantly, the Oswestry pain scale showed no increased restrictions for the patients in the liberal group in everyday life. The sitting and pain diary also showed no significant differences between the two groups that might have spoken against permitting recovering patients to sit.

The insights gained from these results confirmed the above hypothesis. Permitting sitting during the postoperative period did not result in a prolonged or complicated recovery nor were there any harmful effects.

If further investigations confirm these observations, the restriction on sitting could be considered obsolete and removed from the rehabilitation programs. This could facilitate the earlier return to work.

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 2.1</b>	Verschiedene Dislokationsgrade und Therapieoptionen eines BSV	11
<b>Abbildung 2.2</b>	Mögliche Ausprägung eines Bandscheibenvorfalls	12
<b>Abbildung 2.3</b>	Mögliche Richtungen eines Bandscheibenvorfalls	13
<b>Abbildung 3.1</b>	Ergebnisdiagramm zur Studie von A. Nachemson 1966	28
<b>Abbildung 3.2</b>	Abbildung der Größe des Drucksensor zur intradiskalen Messung	29
<b>Abbildung 3.3</b>	Röntgenaufnahme n. Implantation der Messsonde in Höhe LWK4/ 5	29
<b>Abbildung 3.4</b>	Ergebnisdiagramm zur Studie von H.J. Wilke 1999	30
<b>Abbildung 3.5</b>	Ergebnisvergleich der Studien von A. Nachemson und H.J. Wilke	31
<b>Abbildung 3.6</b>	Abbildung des modifizierten Fixateur Externe	31
<b>Abbildung 3.7</b>	Röntgenaufnahme nach implantierten modifiziertem Fixateur interne	31
<b>Abbildung 3.8</b>	Ergebnisdiagramm der Studie von A. Rohlmann et al. 1999	32
<b>Abbildung 3.9</b>	Ergebnisvergleich der drei Studien Nachemson, Wilke, Rohlmann	33
<b>Abbildung 3.10</b>	Ergebnisdiagramm der Studie von A. Althoff et al. 1992	36
<b>Abbildung 4.1</b>	Bogen zur Patientenerfassung	43- 45
<b>Abbildung 4.2</b>	Visuelle- Analog- Skala	45
<b>Abbildung 4.3</b>	Auszug aus dem Sitz- und Schmerztagebuch	47
<b>Abbildung 5.1</b>	Graphik Mittelwert des Alters der Patienten	52
<b>Abbildung 5.2</b>	Verteilung der Bandscheibenvorfälle in der Gesamtgruppe	53
<b>Abbildung 5.3</b>	Verteilung der Bandscheibenvorfälle in beiden Gruppen	53
<b>Abbildung 5.4</b>	Flußdiagramm zum Studienverlauf	54
<b>Abbildung 5.5</b>	Verlauf von Krankheit, Wiedereingliederung und Arbeitsaufnahme	55
<b>Abbildung 5.6</b>	Anteil Patienten mit Rezidivvorfall oder als Aussteiger	55
<b>Abbildung 5.7</b>	Rezidivquote und Quote der vorzeitigen Beendigung in beiden Gruppen im Verlauf	55
<b>Abbildung 5.8</b>	Verlauf der Arbeitsaufnahme in beiden Gruppen	57
<b>Abbildung 5.9</b>	Darstellung des postoperativen Verlaufes	58
<b>Abbildung 5.10</b>	Patientenanteil der liberalen Gruppe mit Symptomen	60
<b>Abbildung 5.11</b>	Patientenanteil der konventionellen Gruppe mit Symptomen	60
<b>Abbildung 5.12</b>	Anzahl der Patienten mit einer Schmerzlokalisierung im Verlauf	62
<b>Abbildung 5.13</b>	Anzahl der Patienten mit einer Schmerzexistenz im Verlauf	63
<b>Abbildung 5.14</b>	Anteil der Patienten mit einer Schmerzexistenz im Verlauf	64
<b>Abbildung 5.15</b>	Anzahl der Patienten mit einer Parese im Verlauf	65
<b>Abbildung 5.16</b>	Anteil der Patienten mit einer Parese im Verlauf	66
<b>Abbildung 5.17</b>	Anzahl der Patienten mit einem Wurzeldehnungszeichen im Verlauf	67
<b>Abbildung 5.18</b>	Anteil der Patienten mit einem Wurzeldehnungszeichen im Verlauf	67
<b>Abbildung 5.19</b>	Anzahl der Patienten mit einer Sensibilitätsstörung	69
<b>Abbildung 5.20</b>	Anteil der Patienten mit einer Sensibilitätsstörung	69
<b>Abbildung 5.21</b>	Darstellung des Median der Schmerzintensität beider Gruppen	71
<b>Abbildung 5.22</b>	Darstellung der Schmerzveränderung im Verlauf	71
<b>Abbildung 5.23</b>	Darstellung der Sitzdauer	78

<b>Abbildung 5.23a</b>	Darstellung der minimalen, mittleren, maximalen und der einzelnen Sitzzeiten	78
<b>Abbildung 5.24</b>	Darstellung der genutzten Sitzmöglichkeit	79
<b>Abbildung 5.25</b>	Darstellung der eingenommenen Rückposition	79
<b>Abbildung 5.26a</b>	Werte der mittels der VAS gemessenen Schmerzintensität im Verlauf der ersten 14 Tage	80
<b>Abbildung 5.26b</b>	Werte der mittels der VAS gemessenen Schmerzintensität im Verlauf der zweiten 14 Tage	80
<b>Abbildung 5.27</b>	Darstellung der Schmerzveränderung wochenweise in den ersten 28 Tagen	81
<b>Abbildung 5.28</b>	Anteil der Patienten mit einer Symptomatik in den ersten 28 Tagen	82
<b>Abbildung 5.29</b>	Anzahl der Patienten mit einer analgetischen Therapie postoperativ	83
<b>Abbildung 5.30</b>	Vergleich Sitzdauer, Symptomatik, Schmerzintensität und analgetische Therapie	84
<b>Abbildung 5.31</b>	Darstellung der ermittelten Werte der Oswestry- Skala	86
<b>Abbildung 5.32</b>	Antwortenverteilung in der Oswestry- Skala	88
<b>Abbildung 5.33</b>	Median der ADS- L	91

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 2.1</b>	Nervenwurzel, Dermatom, Kennmuskel und Kennreflex	18
<b>Tabelle 3.1</b>	Ergebnistabelle der Werte aus Wilke et al. 1999	30
<b>Tabelle 4.1</b>	Randomisierungszahlentabelle	39
<b>Tabelle 5.1</b>	Übersicht über die eingeschlossenen Patienten	52
<b>Tabelle 5.2</b>	Rezidivquote in beiden Gruppen	56
<b>Tabelle 5.3</b>	Quote der vorzeitigen Beendigung in beiden Gruppen	56
<b>Tabelle 5.4</b>	Verlauf der Rehabilitationsmaßnahmen	56
<b>Tabelle 5.5</b>	Verlauf der Arbeitsaufnahme	57
<b>Tabelle 5.6</b>	Befunde bei der Aufnahmeuntersuchung	58
<b>Tabelle 5.7</b>	Befunde bei der ersten Nachuntersuchung	59
<b>Tabelle 5.8</b>	Befunde bei der zweiten Nachuntersuchung	59
<b>Tabelle 5.9</b>	Befunde bei der dritten Nachuntersuchung	60
<b>Tabelle 5.10</b>	Darstellung der Schmerzintensität in den Gruppen im Verlauf	70
<b>Tabelle 5.11</b>	Auswertung Tagebuch der ersten Woche	73
<b>Tabelle 5.12</b>	Auswertung Tagebuch der zweiten Woche	74
<b>Tabelle 5.13</b>	Auswertung Tagebuch der dritten Woche	75
<b>Tabelle 5.14</b>	Auswertung Tagebuch der vierten Woche	76
<b>Tabelle 5.15</b>	Median der Oswestry- Skala beider Gruppen	85
<b>Tabelle 5.16</b>	Median der erreichten Punktzahlen der Fragen der Oswestry- Skala	89
<b>Tabelle 5.17</b>	Median der ADS- L	91

## Literaturnachweis:

1. Abt K, Ackermann H, Tews KH: Arbeitsmaterialien Biomathematik für Mediziner, Druckerei Pollinger. 2004; 3. Auflage
2. Adams M, Bogduk N, Burton K, Dolan P: The biomechanics of Back Pain. Churchill Livingstone, Edinburgh. 2002
3. Adams M, Hutton W: The Mechanics of intervertebral Disc. In: The biology of the intervertebral Disc – Volume II (Edited by Gosh, P.), CRC Press, Boca Raton. 1988: 39 – 71
4. Althoff I, Brinckmann P, Frobin W, Sandover J, Burton K: An improved method of stature measurement for quantitative determination of spinal loading. Application of sitting postures and whole body vibration. Spine. 1992 Jun; 17(6): 682- 93
5. Andersson BJJ, Örtengren R, Nachemson A, Elfström G: Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting. Scand J Rehabil Med. 1974; 6: 104- 14
6. Andersson BJJ, Jonsson B, Örtengren R: Myoelectric activity in individual lumbar erector spine muscles in sitting. A study with surface and wire electrodes. Scand J Rehabil Med, Suppl. 1974; 3: 91- 108
7. Andersson BJJ, Örtengren R, Nachemson A: Intradiscal pressure, intra-Abdominal pressure and myoelectric back muscle activity related to pressure and loading. Clin Orthop Relat Res. 1977; 129: 165- 71
8. AWMF online: Börm W, Steiger H, Papavero L, Herdmann J, Ohmann C, Schwerdtfeger K: Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie. Lumbaler Bandscheibenvorfall. Version 2005, 30.11.2006  
<http://www.uni-duesseldorf.de/awmf/II/008-022.htm>
9. AWMF online: Greitemann B, Stein V: Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie und des Berufsverbandes der Ärzte für Orthopädie. Rehabilitation bei Bandscheibenvorfall mit radikulärer Symptomatik und nach Bandscheibenoperation. Version 2005, 09.10.2006  
<http://www.uni-duesseldorf.de/awmf/II/033-048.htm>
10. Benninghof Anatomie: Makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen, Band 1, Urban & Schwarzenberg. 1994; 15. Auflage
11. Berthold F: Die Änderung der Körpergröße von Sportlern im Tagesverlauf als Indikator für die Be- und Entlastung der Wirbelsäule. Med Sport. 1986; 26: 78- 82
12. Bigos SJ, Battié MC, Spengler et al.: A longitudinal prospective study of Industrial back injury reporting. Clin Orthop Relat Res. 1992; 279: 21- 34
13. Boos N, Rieder R, Schade V et al.: 1995 Volvo award in clinical sciences. The diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging, work perception and psychosocial factors in identifying symptomatic disc herniations. Spine. 1995; 20: 2613- 25

14. Boos N, Weissbach S, Rohrbach H, Weiler C; Spratt KF, Nerlich AG: Histologic classification of age- related changes in lumbar intervertebral discs. Spine. 2002 Dec 1; 27(23): 2631-44
15. Boos N, Wälchli B, Nerlich AG: Temporospacial distribution of blood vessels in human intervertebral discs. Eur Spine J. 2002; 16(4): 547-55
16. Böhler L: Konservative Behandlung von Brüchen der Brust- und Lendenwirbelsäule.; Conservative treatment of fractures of the thoracic and lumbar spine. Z Unfallmed Berufskr. 1972; 65 (2): 100- 04
17. Brinckmann P, Althoff I, Frobin W, Sandover J, Burton K: Die Bestimmung der Belastung der Wirbelsäule mit Hilfe einer Präzisionsmessung der Körpergröße, Mitteilung aus dem Institut für experimentelle Biomechanik. Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, Deutschland 1990
18. Byrod G, Otani K, Brisby H, Rydevik B, Olmarker K: Methylprednisolone reduces the early vascular permeability increase in spinal nerve roots induced by epidural Nucleus pulposus application. J Orthop Res. 2000; 18: 983- 87
19. Caspar W, Loew F: Die mikrochirurgische Operation des Lumbalen Bandscheibenvorfalls. Dtsch Arztebl. 1977; 13: 863- 68
20. Danielsen JM, Johnsen R, Kibsgaard SK, Hellevik E: Early aggressive exercise for postoperative rehabilitation after discectomy. Spine. 2000; 25(8): 1015- 20
21. Delank H-W, Gehlen W: Neurologie. Thieme. 2004; 10. Auflage
22. De Puky P: The physiological oscillation of the length of the body. Acta Orthop Scand. 1935; 6: 338- 47
23. Dolan P, Greenfield K, Nelson RJ, Nelson IW: Can exercise therapy improve the outcome of microdiscectomy? Spine. 2000; 25(12): 1523- 32
24. Eklund JAE, Corlett EN: Shrinkage as a measure of the effect of load on the spine. Spine. 1984; 9: 189- 94
25. Eklund JAE, Corlett EN: Experimental and biomechanical analysis of seating. Proc Int Occup Ergons Symp, Zadar.1985
26. Elfering A, Semmer N, Birkhofer D, Zanetti M, Hodler J, Boos N: Young investigatoraward Winner: Risk factors for lumbar disc degeneration. Spine. 2001; 27: 125- 34
27. Fairbank JCT, Couper J, Davies JB, O`Brien JP: The Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire. Physiotherapy. 1980; 66(8): 271- 3
28. Findeklee R, Büttner K: Die Wirksamkeit stationärer Rehabilitationsmaßnahmen in der Nachsorge bandscheibenoperierter Patienten. Orthop Praxis. 1988: 1; 6- 10
29. Fischer J, Schnabel M: Leitlinie zur medizinischen Rehabilitation für Patientinnen und Patienten im erwerbsfähigen Alter nach lumbaler Bandscheibenoperation (S2). Universität Witten. 2004

30. Fritsch E: Epikritische Langzeitergebnisstudie nach lumbaler Bandscheibenoperation bei 1.550 Fällen. Inauguraldissertation Homburg/Saar. 1984
31. Gibson JNA, Grant IC, Waddell G: Surgery for lumbar disc prolapse (Cochrane Review) In: The Cochrane Library, Issue 1. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 2004
32. Gleixner C, Müller M, Wirth S: Neurologie und Psychiatrie für Studium und Praxis, Medizinische Verlags- und Informationsdienste, Breisach. 2006/2007
33. Goldthwait JE: The lumbosacral articulation. Med. Surg. J. 1911;164: 7- 9
34. Greenberg M: Handbook of neurosurgery, Sixth edition, Thieme. 2006
35. Guzmán J, Esmail R, Karjalainen K: Multidisciplinary Bio-Psycho-Social Rehabilitation for Chronic Low back Pain (Cochrane Review). In: The Cochrane Library, Issue 2, Oxford. 2003
36. Hautzinger, M. & Bailer, M.: Allgemeine Depressions- Skala. Manual. Göttingen: Beltz Test GmbH. 1993
37. Heisel J, Schwertfeger A: Effizienz einer Anschlußheilbehandlung bei Patienten mit primärer lumbaler Bandscheibenoperation. Orthop Praxis. 1995; 31: 809- 12
38. Hettinger Th: Isometrisches Muskeltraining. Thieme Verlag, Stuttgart. 1983
39. Hida S, Naito M, Kubo M: Intraoperative measurement of nerve root blood flow during discectomy for lumbar disc herniation. Spine. 2003; 28: 85-90
40. Hilde G, Hagen KB, Jamtvedt G, Winnem M: Advice to stay active as a single treatment for low back pain and sciatica (Cochrane Review). In: The Cochrane Library, Issue 1. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 2004
41. Hildebrandt J, Müller G, Pflingsten M: Lendenwirbelsäule. Ursachen, Diagnostik und Therapie von Rückenschmerzen, Urban und Fischer. 2005
42. Hofmann M: Die Befestigung der Dura mater im Wirbelkanal. Arch Anat Physiol. 1898; 403
43. Horst M: Mechanische Beanspruchung der Wirbelkörperdeckplatte. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis. Bd. 95, Hippokrates, Stuttgart. 1982
44. Jäger M, Luttmann A, Laurig W: Ein computergestütztes Werkzeug zur biomechanischen Analyse der Belastung der Wirbelsäule bei Lastmanipulationen: Der Dortmunder“. Med Orth Tech. 1992; 112: 305-313
45. Junghanns H: Die funktionelle Pathologie der Zwischenwirbelscheiben. Langenbecks Arch Klein Chir, Ver Dtsch Z Chir. 1951; 267: 393-417
46. Kast E, Antoniadis G, Richter HP: Epidemiologie von Bandscheibenoperationen in der Bundesrepublik Deutschland. Zentralbl Neurochir. 2000; 61: 22 -25

47. Kjellby-Wendt G, Styf J, Carlsson SG: Early active rehabilitation after surgery for lumbar disc herniation: a prospective, randomized study of psychometric assessment in 50 patients. *Acta Orthop Scand.* 2001; 72(5): 518-24
48. Kjellby-Wendt G, Carlsson SG, Styf J: Results of early active rehabilitation 5-7 years after surgical treatment for lumbar disc herniation. *J Spinal Disord Tech.* 2002; 15: 404-9
49. Kobayashi S, Yoshizawa H: Effect of mechanical compression on the Vascular permeability of the dorsal root ganglion. *J Orthop Res.* 2002; 20: 730-39
50. Krämer J: Bandscheibenbedingte Erkrankungen. Georg Thieme Verlag Stuttgart – New York. 1994; 3. Auflage
51. Krämer J, Gritz A: Körperlängenänderungen durch druckabhängige Flüssigkeitsverschiebungen im Zwischenwirbelabschnitt. *Z Orthop Ihre Grenggeb.* 1980; 118: 161- 4
52. Krämer J: Natural course and prognosis of intervertebral disc diseases. *Spine.* 1995; 20: 635- 9
53. Krause F, Oppenheim H: Über Einklemmungen bzw. Strangulationen der Cauda equina. *Dtsch Med Wochenschr.* 1905; 35: 697
54. Kretschmer: Bandscheibenleiden - Diagnose und Therapie, Springer. 1989; 115- 7
55. Lagarrigue J, Chaynes P: Comparative study of disk surgery with or without microscopy. A prospective study of 80 cases. *Neurochirurgie.* 1994; 40(2): 116-20
56. Laser T: Bandscheibenoperation - was kommt danach? *Orthop Praxis.* 1990; 26: 250- 2,1990
57. Le Gars L, Borderie D, Kaplan G, Berenbaum F: Systemic inflammatory response with plasma C- reactive Protein elevation in disk related lumbosciatic syndrome. *Joint Bone Spine.* 2000; 67: 452- 5
58. McCarron RF, Wimpee MW, Hudkins PG, Laros GS: The inflammatory effect of nucleus pulposus. A possible element in the pathogenesis of low back pain. *Spine.* 1987; 12: 760- 4
59. McGill S, Norman R: Partitioning of the L4-L5 Dynamic Moment into Disc, Ligamentous and Muscular Components during Lifting. *Spine.* 1986; 11: 666- 78
60. Mixter WJ, Barr JS: Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *N Engl J Med.* 1934; 211: 210- 5
61. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, Masaryk TJ, Carter JR: Degenerative Disk disease. Assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology.* 1988; 166: 193- 9
62. Moskopp D, Wassmann H: Neurochirurgie Handbuch für die Weiterbildung und interdisziplinäres Nachschlagewerk, Schattauer. 2004

63. Nachemson A: Lumbar intradiscal pressure. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1960; 43: 1- 104
64. Nachemson A: The influence of the spinal movements on the lumbar Intradiscal pressure and on the tensile stresses in the anulus fibrosus. *Acta Orthop Scand.* 1963; 33: 183- 207
65. Nachemson A: The load on lumbar discs in different positions of the body. *Clin Orthop Relat Res.* 1966; 45: 107- 22
66. Nachemson A, Elfström G: Intravital dynamic pressure measurements in Lumbar discs. *Scand J Rehabil Med Suppl.* 1970; 1: 1- 40
67. Olmarker K, Rydevik B, Nordborg C: Autologes nucleus pulposus induces neurophysiologic and histologic changes in porcine cauda equine nerve roots. *Spine.* 1993; 18: 1425- 32
68. Olmarker K, Blomquist J, Stromberg J, Nannmark U, Thomsen P, Rydevik B: Inflammatogenic properties of nucleus pulposus. *Spine.* 1995; 20: 665- 9
69. Ostelo RWJG, de Vet HCW, Waddell G, Kerckhoffs MR, Leffers P, van Tulder MW: Rehabilitation after lumbar disc surgery (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library, Issue 1.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 2004
70. Postacchini F: Review article. Management of herniation of the lumbar disc. *J Bone Joint Surg.* 1999; 81- B: 567- 76
71. Psychrembel, *Klinisches Wörterbuch*, 258. Auflage, Walter de Gruyter. 1998
72. Richter P, Enenkel T, Heisel, J.: Berufliche Wiedereingliederung bei Wirbelsäulenoperierten Patienten ein Jahr nach medizinischer Rehabilitation. *Orthop Praxis.* 1997; 33: 756- 60, 1997
73. Rohlmann A, Graichen, Bergmann G: A spinal fixation device for in- vivo load measurements. *J Biomech.* 1994; 27: 961- 7
74. Rohlmann A, Graichen, Bergmann G: Influence of load carrying on loads in internal spinal fixators. *J Biomech.* 2000; 33, 1099- 104
75. Rohlmann A, Graichen, Bergmann G: Loads in internal spinal fixators measured in different body positions. *Eur Spine J.* 1999; 8: 354- 9
76. Rohlmann A, Wilke HJ, Graichen F, Bergmann G: Spinal load bearing during sitting in an office chair with a tilding back. *Biomed Tech.* 2002; 47: 91- 6
77. Rohlmann A, Graichen, Bergmann G, Weber U: Comparison of loads on Internal spinal fixation devices measured in- vitro and in- vivo. *Med Eng Phys.* 1997; 19: 539- 46
78. Rossaint R, Werner C, Zwißler B: *Die Anästhesie*, Springer Medizinverlag Heidelberg.2008, 2. Auflage

79. Rothoerl RD, Woertgen C, Brawanski A: When should conservative treatment for lumbar disc herniation be ceased and surgery considered? *Neurosurg Rev.* 2002; 25(3): 162- 5
80. Schirmer M: *Neurochirurgie*, Elsevier Urban & Fischer. 2005, 10. Auflage
81. Schmorl G, Junghanns H: *Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik*, Thieme Stuttgart.1968, 5. Aufl.
82. Schwertfeger A, Heisel J: Langzeiteffizienz einer AHB nach Bandscheibenoperation, *Orthop Praxis.* 1997; 33: 441- 4
83. Spencer DL: The anatomical basis of sciatica secondary to herniated lumbar disc: A review. *Neural Res.* 1999; 21: 33- 6
84. Stahl C: *Experimentelle Untersuchungen zur Biomechanik der Halswirbelsäule.* Dissertation Düsseldorf. 1977
85. Suk KS, Lee HM, Moon SH, Kim NH: Recurrent lumbar disc herniation. *Spine.* 2001; 26 (6): 672- 6
86. Takahashi K, Shima I, Porter RW: Nerve root pressure in lumbar disc herniation. *Spine.* 1999; 24: 2003- 6
87. Tullberg T, Isacson J, Weidenhielm L: Does microscopic removal of lumbar disc herniation lead to better results than the standard procedure? Results of a one-year randomized study. *Spine.* 1993; 18(1): 24-7
88. van Tulder MW, Scholten RJPM, Koes BW, Dejo RA: Non-steroidal anti-inflammatory drugs for low back pain (Cochrane review). In: *The Cochrane Library, Issue 1.* Chichester, UK: John Wiley & sons Ltd., 2004
89. Watkins LR, Maier SF: Beyond neurons: Evidence that immune and glia Cells contribute to pathological pain states. *Physiol Rev.* 2002; 82: 981- 1011
90. Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Boos N: MR imaging of the lumbar spine: prevalence of intervertebral disk extrusion and sequestration, nerve root compression, end plate abnormalities, and osteoarthritis of the facet joints in asymptomatic volunteers. *Radiology.* 1998; 209(3): 661- 6
91. Wilke HJ, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes LE: Neue intradiskale in-vivo- Druckmessungen bei Alltagsbelastungen, Hefte zu "Der Unfallchirurg". 1999; 271: 16- 24
92. Wilke HJ, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes LE: New in vitro measurements of pressure in the intervertebral disc in Daily life. *Spine.* 1999; 24: 755- 62
93. Wilke HJ, Neef P, Hinz B, Seidel H, Claes LE: Intradiscal pressure together with anthropometric data- a data set for validation of models. *Clin biomech.* 2001; 16: 111- 26
94. Zimmermann M: *Rückenschmerzen: Leitlinien der medikamentösen Therapie.* Urban & Vogel Medien und Medizin Verlagsgesellschaft mbH. 2000;142, 5, 27-33

## **Danksagung**

Als erstes danke ich Herrn Priv. Doz. Dr. med. Peter T. Ulrich für die Überlassung des Themas und seine Geduld hinsichtlich der Fertigstellung dieser Arbeit. Weiterhin danke ich ihm für sehr wertvolle Hinweise zur Vorgehensweise einer wissenschaftlichen Untersuchung und die hervorragende Betreuung bei der Entstehung der Arbeit.

Als nächstes möchte ich dem Ärzte- und Pflegeteam der neurochirurgischen Abteilung des Klinikums Offenbach und den ärztlichen Kollegen Dr. med. K. A. Müller, Dr. med. V. Ritzel, Dr. med. P. Wörner, K. Werkmann und Dr. med. F. Hübner, sowie dem gesamten Team der Neurochirurgischen Praxis Offenbach für die Möglichkeit der Rekrutierung von Patienten aus der Klinik und Praxis und für manche Hilfestellung danken.

Ganz besonders möchte ich den Patienten danken, die sich neurochirurgisch behandeln lassen mussten und in der Behandlungsphase ihr Einverständnis gaben, sich von mir untersuchen zu lassen und an der Studie teilzunehmen. Ohne sie wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen.

Ein weiterer Dank geht an die radiologische Abteilung des Klinikum Offenbach für die Ermöglichung der MRT- Nachuntersuchung.

Auch ein Dank an Frau Filmann aus der Biostatistik für die Durchsicht der statistischen Auswertung.

Der Firma ReliefDruck Offenbach möchte ich für den Druck des Sitz- und Schmerztagebuches und der Fragebögen danken.

Zuletzt- aber nicht als Letztes- danke ich meiner Familie: Meinem Vater für die Durchsicht und Korrektur.

Insbesondere aber meiner Frau Nadine, für die Überlassung und Schaffung der notwendigen Freiräume, die für die Bearbeitung des Themas notwendig waren, sowie für das Ertragen meiner Höhen und Tiefen, als die Arbeit in ihren Fortschritten mal mehr, mal weniger Gestalt annahm.

# Lebenslauf

## Persönliche Daten

Name	Lars Holzer
Geburtsdatum	25.01.1978
Geburtsort	Frankfurt am Main
Staatsangehörigkeit	deutsch
Familienstand	verheiratet, zwei Kinder

---

## Schule, Wehrdienst, Studium

08/1984 – 06/1997	<b>Schulbildung</b> Grundschule Offenbach am Main Rudolf Koch Gymnasium Offenbach am Main
-------------------	---

11/1997 – 06/1998	<b>Wehrdienst</b> 4./ Sanitätsregiment 10 Horb am Neckar
-------------------	--

04/1999 – 03/2006	<b>Studium der Humanmedizin</b> Johann W. Goethe Universität Frankfurt am Main
-------------------	--

08/2002 – 09/2002	<b>Famulaturen</b> Anästhesie und Intensivmedizin Krankenhaus Sachsenhausen, Frankfurt am Main
-------------------	--

03/2004 – 04/2004	Gynäkologie und Geburtshilfe Ketteler Krankenhaus, Offenbach am Main
-------------------	---

08/2004 – 09/2004	Neurochirurgie Klinikum Offenbach, Offenbach am Main
-------------------	---

09/2004 – 10/2004	Orthopädie Praxis Dr. med. H. P. Bauer Offenbach am Main
-------------------	--

04/2005 – 03/2006	<b>Praktisches Jahr</b> Klinikum Offenbach am Main Wahlfach Neurochirurgie
-------------------	--

Ausbildung und beruflicher Werdegang

07/2001 – 05/2002	<b>Studentische Hilfskraft</b> Institut für Anatomie II/ Experimentelle Anatomie
06/2001 – 04/2006	<b>Rettungssanitäter</b> Malteser Hilfsdienst gGmbH Frankfurt am Main
06/2006 – 07/2006	<b>Ärztlicher Mitarbeiter</b> Zentralambulanz für Betrunkene (ZAB) Fußball Weltmeisterschaft Deutschland 2006 Frankfurt am Main
08/2006 - 12/2006	<b>Assistenzarzt Chirurgie I</b> Klinik für Allgemein-, Visceral- und Thoraxchirurgie Chefarzt: Prof. Dr. med. A. Zielke Klinikum Offenbach am Main
01/2007 – 12/ 2008	<b>Assistenzarzt Neurochirurgie</b> Klinikum der J. W. Goethe Universität Chefarzt: Prof. Dr. med. V. Seifert Frankfurt am Main
01/ 2008 – heute	<b>Assistenzarzt Anästhesiologie</b> Klinikum der J. W. Goethe Universität CA: Prof. Dr. Dr. K. Zacharowski, FRCA Frankfurt am Main

---

## Schriftliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

### **Der Einfluss des Sitzens nach lumbalen Bandscheibenoperationen auf den Verlauf der postoperativen Beschwerden und die berufliche Wiedereingliederung**

in der Neurochirurgische Klinik und Ambulanz des Klinikum Offenbach GmbH als akademisches Lehrkrankenhaus der Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main

unter Betreuung und Anleitung von Herrn PD Dr. med. habil. Peter T. Ulrich ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht. Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

---

(Ort, Datum)

---

(Unterschrift)