

Klinik für Neurochirurgie
Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität
München

**Sportfähigkeit nach
Bandscheibenoperation der
Lendenwirbelsäule**

*Eine prospektive randomisierte
klinische Studie*

Barbara Maria Bauer

Klinik für Neurochirurgie
Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität
München

**Sportfähigkeit nach
Bandscheibenoperation der
Lendenwirbelsäule**

Eine prospektive randomisierte klinische Studie

Barbara Maria Bauer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender	Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier
Prüfer der Dissertation	1. Univ.-Prof. Dr. B. Meyer
	2. Univ.-Prof. Dr. M. Halle

Die Dissertation wurde am 29.08.2007 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 21.11.2007 angenommen.

DIESE ARBEIT WIDME ICH MEINEN ELTERN.

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	3
1 EINLEITUNG	5
2 MATERIAL UND METHODEN	7
2.1 Grundlagen	7
2.1.1 Pathophysiologie der Bandscheibendegeneration	7
2.1.2 Biomechanik nach Bandscheibenoperation	13
2.1.3 Literatur über Sportfähigkeit nach lumbaler Bandscheibenoperation	18
2.1.4 In der Literatur beschriebene Outcome Scores.....	21
2.2 Studiendesign	25
2.2.1 Definition: Postoperativer Sport	26
2.2.2 Untersuchungsvariablen	27
2.2.3 Ein- und Ausschlusskriterien	28
2.2.4 Gruppeneinteilung	29
2.2.5 Operatives Verfahren	29
2.2.6 Postoperatives Therapiekonzept	29
2.2.7 Studienablauf	30
2.2.8 In der Studie verwendete Outcome Scores	31
2.2.9 In der Studie verwendete Patientenanschriften und Fragebögen.....	32
2.2.10 Beschreibung des Patientenkollektivs und benötigte Patientenzahl.....	34
3 ERGEBNISSE	44
3.1 Drei Monate postoperativ	44
3.1.1 Klinischer Befund	44
3.1.2 Sport	47
3.2 Sechs Monate postoperativ	51
3.2.1 Klinischer Befund	51
3.2.2 Sport	55
3.3 Neun Monate postoperativ	64
3.3.1 Klinischer Befund	65
3.3.2 Sport	72
4 DISKUSSION	90
4.1 Interpretation der Ergebnisse	90
4.2 Gegenüberstellung mit der Literatur	96
5 ZUSAMMENFASSUNG	101

6	LITERATURVERZEICHNIS.....	103
7	ANHANG	114
7.1	Patientenanschreiben	114
7.2	Fragebogen präoperativ.....	115
7.3	Fragebogen postoperativ.....	117

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AF	Anulus fibrosus
ATP	According to protocol
CT	Computertomographie
FEM	Finite – Element Modell
FFbH-P	Funktionsfragebogen Hannover – Polyartikuläre Erkrankungen
FFbH-R	Funktionsfragebogen Hannover - Rücken
h/Wo	Stunden pro Woche
ICD	International Classification of Diseases
ITT	Intention to treat
IVR	Intervertebralraum
LBOS	Low Back Outcome Score
Männl.	männlich
MMP	Matrix-Metalloproteinase
MRT	Magnetresonanztomographie
NASS	North American Spine Society
NP	Nucleus pulposus
ODI	Oswestry Disability Index
PCR	Polymerase chain reaction
PL	Phospholipase
präOP	präoperativ
QBPDS	Quebec Back Pain Disability Scale
RMDQ	Roland-Morris Disability Questionnaire

s.	siehe
Tab.	Tabelle
Trp	Tryptophan
VAS	Visuelle Analog Skala
Weibl.	weiblich
WK	Wirbelkörper
Wo	Woche

1 Einleitung

In Deutschland werden etwa 50 000 Patienten pro Jahr an der Bandscheibe operiert. Hauptsächlich jüngere Personen sind hiervon betroffen, denn der Altersgipfel liegt in der Gruppe der 46- bis 55-jährigen, dicht gefolgt von den 36- bis 45-jährigen [40, S.23 f.]. Insgesamt verursachen die muskuloskelettalen Erkrankungen, zu denen auch der Bandscheibenvorfall gehört, die meisten krankheitsbedingten Arbeitsausfälle in Deutschland und beträchtliche Kosten: im Jahr 1997 beispielsweise wurde die volkswirtschaftliche Belastung durch muskuloskelettale Erkrankungen auf 38 Mrd. Euro beziffert. Diese Erkrankungen werden deshalb als bedeutender volkswirtschaftlicher Kostenfaktor in Deutschland eingestuft [81, S.954].

Doch auch für den einzelnen Patienten bedeutet ein Bandscheibenvorfall mit anschließender Operation häufig einen größeren persönlichen Einschnitt: in der Regel geht der Operation bereits eine längere konservative Behandlung voraus, danach schließt sich meist eine Rehabilitation an und gegebenenfalls bleiben trotz erfolgreicher Operation gewisse Restbeschwerden bestehen. Solche Beschwerden können zu Einschränkungen bei der Ausübung des früheren Berufs zwingen. Genauso trifft dies auf die Freizeitaktivitäten der Patienten zu und hierbei ganz besonders natürlich auf den Sport.

Da Fitness und Sport in unserer Gesellschaft jedoch einen steigenden Stellenwert besitzen, wollen auch Patienten nach einer Bandscheibenoperation immer weniger darauf verzichten. Dies gilt umso mehr, da ja hauptsächlich jüngere Patienten betroffen sind. Vom behandelnden Arzt wird erwartet, Empfehlungen über geeignete Sportarten und einen sinnvollen Trainingsbeginn zu geben. Allerdings finden sich in der Literatur kaum fundierte Daten, wann Freizeitsportler nach einer Bandscheibenoperation wieder mit dem Training beginnen können, ohne dass dadurch das Behandlungsergebnis verschlechtert wird.

Nur wenige veröffentlichte Studien befassen sich mit dieser Fragestellung, wobei die untersuchten Patientenkollektive überwiegend aus Hochleistungssportlern bestehen [54, 70, 87, 88]. Diese erlangen ihr Leistungsniveau in den meisten Fällen wieder [54, S. 2223f., 87, S.571] und können nach frühestens vier Wochen mit dem Training beginnen [70, S.2219]. Diese Ergebnisse sind jedoch nicht ohne weiteres auf den

Breitensportler übertragbar, da dieser unter anderer Zielsetzung therapiert wird und seinen Sport auch mit anderer Motivation betreibt.

Somit kann der behandelnde Arzt seine Empfehlungen für einen optimalen postoperativen Trainingsaufbau nicht auf in Studien überprüfte Daten stützen.

Das Ziel dieser prospektiven randomisierten klinischen Studie ist deshalb, den optimalen Zeitpunkt des postoperativen Trainingsbeginns speziell für Freizeitsportler näher einzugrenzen und dabei zugleich sportartspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen.

2 Material und Methoden

2.1 Grundlagen

2.1.1 Pathophysiologie der Bandscheibendegeneration

Der Diskus intervertebralis unterliegt massiven altersabhängigen Veränderungen, die letztendlich zu seiner Degeneration führen. Bei der Untersuchung von präparierten Lendenwirbelsäulen etwa können erste degenerative Veränderungen bereits vor dem zweiten Lebensjahrzehnt festgestellt werden [6, S. 997].

Als pathologische Befunde der Bandscheibendegeneration werden eine Höhenminderung des Diskus [13, S.149] und eine Abnahme des Gehalts an Proteoglykanen [6, S.999] und Wasser besonders im Nucleus pulposus [6, S.998] beschrieben. Zusätzlich kommt es zur Akkumulation von denaturierten Matrix-Molekülen [6, S.1000], einer Abnahme des pH-Werts [34, S.115] und strukturellen Läsionen des Anulus fibrosus [8, S.215]. Auch die Zusammensetzung der Matrix aus unterschiedlichen Kollagentypen verändert sich mit fortschreitender Degeneration: bei der immunologischen Differenzierung der verschiedenen Kollagentypen im Diskus intervertebralis stellten Antoniou et al. eine signifikante Abnahme von Typ II-Kollagen bei gleichzeitiger Zunahme von Typ I-Kollagen in degenerierten Bandscheiben fest [6, S.1000].

In der Literatur wird diese Degeneration als multifaktorieller Prozess dargestellt, in dem sowohl genetische als auch umweltbedingte Einflüsse von Bedeutung sind.

Genetische Faktoren

Die Genetik spielt eine entscheidende Rolle [86], da die Bandscheibendegeneration starke hereditäre Komponenten aufweist [53, S. 1033]. So analysierten Annunen et al. das COL9A2-Gen von 157 Patienten mit Lumboischialgie, um Sequenzvariationen aufzudecken [5]. Bei insgesamt 6 Probanden konnte ein Aminosäureaustausch nachgewiesen werden, der zum Einbau von Tryptophan in Kollagen IX führt [5, S.409f.]. Die betroffenen Patienten und ihre Familien wurden klinisch und mittels CT oder MRT untersucht. Bei allen Individuen mit dem entsprechenden Trp-Allel konnten bei der Untersuchung Diskusdegeneration und/oder Lumboischialgien festgestellt werden. Diese Ergebnisse legen einen engen Zusammenhang zwischen dem Trp-Allel und Diskus-Veränderungen nahe [5, S.410]. Diese pathologischen Veränderungen der Bandscheibe sind womöglich bedingt durch die

hydrophoben Eigenschaften der Aminosäure Tryptophan, die etwa die räumliche Konformation der Kollagen-Tripel-Helix beeinträchtigen könnte [5, S.4119].

Neben dem COL9A2-Gen konnten bereits auch Veränderungen weiterer beteiligter Gene identifiziert werden. Diese sind in Tabelle 1 aufgeführt.

<i>Autor/ Jahr</i>	<i>Genetische Veränderung</i>
Videman et al. 1998 [85]	Taq1-Polymorphismus des Vitamin D-Rezeptor-Gens [S. 2480]
Kawaguchi et al. 1999 [42]	Anzahl spezifischer Tandem-repeats im Aggrecan-Gen [S.2457]
Annunen et al. 2001 [5]	Trp-Allel in Exon 19 des Kollagen9A2 – Gens [S.410]
Solovieva et al. 2002 [75]	Trp3-Allel des Kollagen9A3-Gens [S. 2694]
Takahashi et al. 2001 [79]	Polymorphismus im Promotor des Matrix-Metalloproteinase-3 (MMP-3) – Gens [S.494]

Tabelle 1: Übersicht über an der Bandscheibendegeneration beteiligte genetische Veränderungen

Metabolisch-biochemische Faktoren

Die Bandscheibe ist die größte avaskuläre Struktur im menschlichen Körper [63, S.1079] und damit auf die Ernährung mittels Diffusion aus den Kapillaren der Wirbelkörperendplatten angewiesen. Dies trifft primär auf den Nucleus pulposus zu, während Teile des Anulus fibrosus zusätzlich per Diffusion aus der Peripherie versorgt werden [34, S.113]. Dies wurde bestätigt durch die experimentelle Messung von Sauerstoff- und Lactatkonzentrationen im Nucleus pulposus in vivo und in vitro und dem Vergleich der ermittelten Werte mit denen eines theoretischen Diffusionsmodells [34, S.101]. Aufgrund der hohen Übereinstimmung der experimentell ermittelten und der errechneten Werte konnte so von Holm et al. nachgewiesen werden, dass Diffusion den Hauptmechanismus zur Ernährung der Bandscheibe darstellt und der Diffusionsweg hauptsächlich über die Endplatten verläuft [34, S.115].

Die Nährstoffzufuhr besonders zum Nucleus pulposus erweist sich jedoch bereits unter physiologischen Bedingungen als primär kritisch [60, S.133]: so liegt die Sauerstoffkonzentration im Zentrum der Bandscheibe bei in vivo und in vitro Messungen bei sehr geringen Werten [34, S.108].

Doch da der Stoffwechsel der Diskuszellen hauptsächlich anaerob abläuft [34, S.109] ist die Versorgung mit Glucose noch vor Sauerstoff entscheidend für die Ernährung der Discuszellen [37, S.2548, 9, S.700]. Während der Sauerstoff vor allem zur Matrixproduktion benötigt wird, stellt die Diffusionskapazität für Glucose den limitierenden Faktor für das Überleben der Diskuszellen dar, was in einer in vitro-Studie mit kultivierten Nucleus-Zellen nachgewiesen wurde [37, S.2548]. Eine Einschränkung der Diffusion sowohl von Glucose als auch von Sauerstoff spielt somit eine wichtige Rolle im Degenerationsprozess der Bandscheibe.

Am stärksten beeinflusst werden die Diffusionsparameter vom Zustand der Endplatte [68, S.2665]. Im Laufe des Alterungsprozesses nehmen jedoch pathologische Veränderungen der Endplatte zu, was damit auch die Degeneration der Bandscheibe beschleunigt [68 S. 2663]. Bereits im zweiten Lebensjahrzehnt kann eine Abnahme der Vaskularisation der Endplatte mittels MRT festgestellt werden [68, S.2660]. Auch fokale Läsionen resultieren in einer Veränderung der Diffusionsparameter [68, S.2663]. Ebenso wird eine Sklerose der Endplatte mit der Degeneration der Bandscheibe in Verbindung gebracht [30, S.2593].

Weitere Faktoren, die zur Bandscheibendegeneration beitragen sind Atherosklerose [41, S.925] oder Exposition gegenüber Vibration. In einer in vitro-Studie von Yamazaki et al., in der Diskuszellen kultiviert und Vibration ausgesetzt wurden, wurde die Expression verschiedener Gene mittels Polymerase Chain Reaction (PCR) quantifiziert. Dabei fiel auf, dass das Aggrecan- und das TypIII-Kollagen-Gen vermindert exprimiert wurden. Dies wiederum könnte die Proteoglykan-Synthese beeinträchtigen. Vibrationsbelastung stört demnach die Matrixproduktion der Diskuszellen [92, S.415].

Auch das Rauchen ist mit Veränderungen der Matrixproduktion assoziiert. Akmal et al. kultivierten Nucleus pulosus-Zellen in einem mit Nikotin angereicherten Nährmedium [3, S.569]. Im Vergleich zur Kontrolle konnte in den Nikotin-exponierten Zellen eine Abnahme an Glukosaminoglykanen [3, S.570] und Kollagenvorstufen [3, S.572] nachgewiesen werden. Auch Parameter der Zellvitalität wie etwa die Zelldichte oder die Mitoserate waren reduziert [3, S.572]. In Bezug auf die Zusammensetzung der Matrix wurden ähnliche Befunde wie bei degenerierten Bandschieben erhoben [6, S.1000]: der Anteil an TypI-Kollagen war erhöht bei abnehmendem TypII-Kollagen-Anteil [3, S.572].

Ziv et al. berichten, dass auch Diabetes mellitus die Diskusdegeneration beschleunigt [93, S.208], was sich möglicherweise auf Mikro- und Makroangiopathie zurückführen lässt. Aus einer neueren Zwillingsstudie von Videman, in der die Diskusdegeneration klinisch mittels Magnetresonanztomographie erfasst wurde [84, S.769], ergibt sich jedoch

keine Korrelation von verstärkter Diskusdegeneration und Diabetes mellitus [84, S.771].

Aufgrund des vorwiegend anaeroben Stoffwechsels herrscht durch das anfallende Lactat ein niedriger pH-Wert vor allem im Zentrum des Diskus. Mit zunehmender Entfernung von der Endplatte und fallender Sauerstoffkonzentration steigt die Lactatkonzentration im Bandscheibengewebe stark an [34, S.115]. Dies wird durch die verschlechterten Diffusionsbedingungen noch verstärkt. Dadurch fällt der pH-Wert weiter ab, was den Zellmetabolismus und die Synthese von Matrix-Molekülen zusätzlich beeinträchtigt. Auch pH-abhängige Proteasen wie Kathepsin D oder B können so aktiviert werden und zu einer Zerstörung der Matrix beitragen [34, S.115f., 63, S.1080]. Bei einem pH-Wert von unter 6,0 ist jedoch nicht nur die Matrixproduktion eingeschränkt, sondern die Diskuszellen selbst sterben ab [37, S.2548].

Die im Rahmen des Alterungsprozesses verschlechterte Ernährungssituation der Bandscheibe führt somit nicht nur zu einer Beeinträchtigung der Matrixproduktion, sondern auch direkt zum Absterben der Diskuszellen, was in einer Degeneration der Bandscheibe resultiert.

Mechanische Faktoren

Auch mechanische Belastungen können die Bandscheibe schädigen. Verschiedene Belastungsmodi kommen hierzu in Frage, wobei sich zum Teil widersprüchliche Angaben in der Literatur finden (s. Tabelle 2). Doch vermutlich verursacht jegliche pathologische Belastung – sowohl Überlastung als auch Immobilisation – ein Gewebstrauma und kann die Diskusdegeneration verstärken [78, S.2729].

Das zentrale Ereignis der Bandscheibendegeneration ist die kritische Ernährungssituation, die die Zahl der Diskuszellen reduziert [37, S.2548]. Diese Zellen jedoch produzieren die Matrixmoleküle, die die Grundlage für die biomechanische Funktion der Bandscheiben darstellen und diese wird in vielfältiger Weise verändert. Hierbei steht besonders die pathologische Verteilung von Druckbelastungen im Vordergrund (s. Tabelle 3), weil dadurch der Zellmetabolismus weiter beeinträchtigt und der degenerative Prozess möglicherweise noch beschleunigt wird [1, S.1634].

Studie	Methode	Belastungsmodus	Ergebnis
Hadjipavlou et al. 1998 [32]	In vivo	Torsion	Höhenminderung, erhöhte PLA2-Expression, Volumenabnahme des Nucleus pulposus [S.312]
Ching et al. 2003 [16]	In vivo	Statische Kompression	Höhenminderung [S.182]
Hutton et al. 2000 [38]	In vivo	Statische Kompression	Keine sichtbaren Veränderungen; Veränderungen der Anteile von Proteoglykanen und Kollagen in Nucleus pulposus (NP) und Anulus fibrosus (AF) [S. 3002]
Lotz et al. 1998 [52]	In vivo	Statische Kompression	Disorganisation des AF, verminderte Zellzahl, verminderte Expression von TypII- Kollagen – und Aggrecan-Gen [S.2504]

Tabelle 2: Übersicht über Publikationen zu mechanischen Belastungen und deren Auswirkungen auf die Bandscheibe

Doch auch der Bewegungsumfang der betroffenen Segmente wird beeinflusst. Nach Kirkaldy-Willis und Farfan führt die progrediente spinale Degeneration zunächst zur Dysfunktion, im weiteren Verlauf zur Instabilität und letztendlich zur Einsteifung des Bewegungssegments [44, S.110]. Diese Veränderung der Flexibilität in Abhängigkeit vom Ausmaß der Degeneration beschreibt Tanaka in einer biomechanischen Studie an lumbalen Bewegungssegmenten [80, S.55]. Burton et al. hingegen berichten nur von einer Reduktion des Bewegungsumfanges bei Degeneration [14, S.418]. Zusätzlich ist der Bewegungsumfang bei Seitneigung eingeschränkt und der Spielraum der intervertebralen Gelenke nimmt zu [59, S.1374, S.1376]. Doch noch bevor eine Veränderung des Bewegungsumfanges im Sinne einer Instabilität nachgewiesen werden kann, verändert sich die Lokalisation und Ausdehnung der Zentrode [27, S.258f.]. Die Zentrode wird definiert als der Bereich der Bandscheibe, in dem inkonstante Rotationsachsen im Bewegungsverlauf sukzessive lokalisiert sind [73, S.566]. Als erstes Zeichen der Diskusdegeneration kann im biomechanischen Experiment mit präparierten Bewegungssegmenten eine Verlängerung der Zentrode nachgewiesen werden bei noch minimalen radiologischen Veränderungen [27, S.260].

Studie	Untersuchte Struktur	Veränderte Biomechanik	Auswirkungen
Seligman et al. 1984 [73, S.569f.] Gertzbein et al. 1985 [27, S.260]	Bewegungssegment L4/5 in vivo	Verlängerung der Zentrode und Verlagerung nach kaudal	
Liyang et al. 1992 [51, S.167f.]	Finite-element – Modell (FEM) des lumbosakralen Bewegungssegmentes	Veränderte Druckverteilung in Spongiosa der Wirbelkörper (WK)	Ggf. remodeling und Osteophytenbildung
Kurowski et al. 1988 [50]	FEM des Wirbelkörpers	Verstärkte Druckbelastung der peripheren Anteile der Endplatten und Ränder der WK	Verändertes Schädigungsmuster; ggf. Osteophytenbildung
Kim et al. 1991 [43, S.334]	FEM lumbaler Bewegungssegmente	Verstärkte Belastung des nächsthöheren Discus	Ggf. Triggern der Degeneration des nächsthöheren Segments
Adams et al. 1996 [2, S.971 f.]	Lumbales Bewegungssegment in vitro	Verstärkte Druckbelastung (peaks) des hinteren AF	Schmerz und progressive strukturelle Schäden

Tabelle 3: Übersicht über Publikationen zu biomechanischen Veränderungen bei Bandscheibendegeneration

Degenerativ veränderte Diskuszellen zeigen noch weitere Auffälligkeiten: sie produzieren NO [26, S.1115], katabole Enzyme wie Matrix-Metalloproteinasen (MMPs) [17, S.2883], die zur Zerstörung der Matrix beitragen.

Vor allem die Expression der MMPs ist direkt assoziiert mit histomorphologischen degenerativen Veränderungen von Nucleus pulposus und Anulus fibrosus: Weiler et al. weisen einen kausalen Zusammenhang zwischen Diskusläsionen und erhöhter Gelatinase (MMP-2)-Aktivität nach. Durch die gesteigerte MMP-Produktion unterliegen die diskalen Zellen zusätzlich einer veränderten Differenzierung und exprimieren phagozytenähnliche Oberflächenmoleküle [89, S.313 f., S.319].

Neben der enzymatischen Matrix-Zerstörung stellt die Apoptose einen anderen wichtigen Mechanismus der altersbedingten Bandscheibenveränderung dar: in älteren Bandscheiben können erhöhte Apoptoseraten nachgewiesen werden [31, S.754]. Dieser programmierte Zelltod wird induziert über spezifische membrangebundene Rezeptoren, die nach Beginn des Degenerationsprozesses vermehrt exprimiert werden [4, S.1294].

Eine Erklärung zur Pathogenese von Rückenschmerzen, die möglicherweise in Zusammenhang mit der Bandscheibendegeneration stehen, liefert eine Studie von Brown et al. [13]. Nach der Entnahme von Gewebeproben von Bandscheibe und angrenzenden Wirbeln von Patienten mit Discusprolaps wurden mit immunhistochemischen Methoden Nervenenden und Transmitter identifiziert [13, S.148f.]. In Präparaten von degenerierten Bandscheiben konnte eine signifikant erhöhte Proliferation von Nerven sowohl im Wirbelkörper als auch in der Endplatte nachgewiesen werden. Frei endende Nozizeptoren wurden vor allem in der Nähe von Knorpelläsionen der Endplatte gefunden [13, S.150f.]. Dieses gemeinsame Auftreten von nozizeptiven Nerven und Defekten der Endplatte gibt einen Hinweis auf die Schmerzentstehung bei Diskusdegeneration [13, S.152].

Alle diese Einzelfaktoren führen in ihrem Zusammenwirken zur weiteren Verstärkung des degenerativen Prozesses, der erst die pathologischen Voraussetzung für einen Diskusprolaps schafft [11, S. 231f.].

2.1.2 Biomechanik nach Bandscheibenoperation

Bereits im Laufe des Degenerationsprozesses kommt es zur Abnahme der Diskushöhe [13, S.149], zu biomechanischen Veränderungen im Bewegungssegment mit abnormen Bewegungsumfängen und - in Abhängigkeit vom Grad der Degeneration - auch spinaler Instabilität [44, S.110, 25, S.3043].

Diese Veränderungen, die primär durch die Degeneration der Bandscheibe bedingt sind, werden nach einer Nukleotomie durch die Entfernung des Nucleus pulposus und Verletzung anderer Strukturen wie etwa der Muskulatur noch verstärkt.

Nach einer Nukleotomie ist der intervertebrale Raum (IVR) noch stärker verschmälert (s. Tabelle 4). Diese Verringerung der Diskushöhe setzt sich auch in der Zeit nach der Operation weiter fort: Gördes et al. berichten von einer Verschmälerung des IVR bis zum 50. postoperativen Tag [29, S.92]. Tibrewal beobachtet dies ebenfalls bei einer Nachuntersuchung drei Monate nach der Bandscheibenoperation [82, S.453].

Durch die Nukleotomie wird auch der intradiskale Druck reduziert (s. Tabelle 4). Ein hoher Druck innerhalb der Bandscheibe ist jedoch wichtig, um den Anulus fibrosus unter Zugspannung zu halten und damit die physiologische Aufnahme von Kompressionskräften durch die Bandscheibe zu gewährleisten. Bei vorbestehender Degeneration des Diskus entsteht allerdings nach Nukleotomie im Zentrum ein Hohlraum, der durch das fibrotische und trockene Gewebe nicht wieder adäquat ausgefüllt werden kann [10, S.643, S.646].

In diesen Zusammenhang stellt sich auch eine Studie von Meakin et al., in der ein verändertes Deformationsverhalten des Anulus fibrosus unter Kompression beschrieben wird. Nach Ausräumung des Nucleus wölben sich unter Kompression die inneren und äußeren Faseranteile des Anulus in entgegengesetzte Richtungen, wodurch aufgrund der erhöhten Scherkräfte eine Degeneration des Faserrings gegebenenfalls weiter verstärkt wird [58, online-Artikel, Seitenangabe nicht möglich]. In einer Publikation von Dai et al. wird ebenfalls von einer neuen Belastungsverteilung im Bewegungssegment nach Nukleotomie berichtet mit verstärkter Belastung der posterioren Strukturen bei gleichzeitiger Entlastung der anterioren Elemente [18, S.946].

Aufgrund der Beeinflussung wichtiger biomechanischer Parameter wie etwa IVR und intradiskaler Druck sind die Voraussetzungen für eine physiologische Funktion der Bandscheibe nach einer Nukleotomie verändert [10, S.646].

Eine weitere Folge der Operation besteht in der zunehmenden Hypermobilität des Bewegungssegments und dem vermehrten Auftreten von Sekundärbewegungen, was in zahlreichen Untersuchungen beschrieben wird [94, S.139f., 95, S.208, 77, S.250, 65, S.702f.] (s. Tabelle 5). Als Sekundärbewegungen werden Bewegungen bezeichnet, die nicht parallel zur eingeleiteten Kraft verlaufen: bei Flexion der LWS wären dies etwa laterale Translation und axiale Rotation der Wirbelkörper [65, S.709]. Diese treten im intakten Bewegungssegment nur in geringem Ausmaß auf, jedoch verstärkt nach einer Nukleotomie, da die Symmetrie in der Sagittalebene durch die Entfernung des Gewebes gestört ist [65, S.712].

Studie	Untersuchte Struktur	Höhe Intervertebralraum	Intradiskaler Druck
Brinckmann et al. 1991 [10, S.642]	Lumbale Bewegungssegmente in vitro nach Nukleotomie (2,0-3,2g)	Abnahme um 0,8mm/g (1,8-2,6mm)	Rückgang auf 39% des Ausgangswertes (3g)
Shea et al. 1994 [74, S.321]	Lumbale Bewegungssegmente in vitro nach Nukleotomie (1,22g)	Abnahme um 0,3 ± 0,4 mm	Rückgang auf 45 ± 15% des Ausgangswertes
Frei et al. 2001 [24, S.2083]	Lumbale Bewegungssegmente in vitro nach Nukleotomie (<i>keine Gewichtsangabe</i>)	/	Abnahme im Median um 32%
Castro et al. 1992 [15, S. 475]	Lumbale Bewegungssegmente in vitro nach Nukleotomie (3g)	Abnahme um 0,77mm/g (2,32 mm / 3g)	Abnahme um 6,61 bar (Ausgangswert: 9,19 bar)
Steffen et al. 1991 [77, S.250]	Lumbale Bewegungssegmente in vitro nach Nukleotomie (4,8g)	Abnahme um durchschnittlich 3,2 mm	/

Tabelle 4: Übersicht über Publikationen zu Veränderungen der Biomechanik nach Nukleotomie

So untersuchten Zöllner et al. in einer biomechanischen Studie das Bewegungsprofil von 11 präparierten Bewegungssegmenten unter Krafterleitung in Flexion/Extension, Seitneigung und Rotation. Nach einer Entfernung von 6g Nucleus pulposus-Gewebe wurde eine signifikante Zunahme der Sekundärbewegungen gegenüber der Messung am intakten Bewegungssegment beobachtet. Bei der Seitneigung etwa beträgt diese Zunahme der Sekundärbewegungen über 70% [94, S.139f.].

Die Hypermobilität des Bewegungssegments zeigt sich besonders dann, wenn die operierte Seite unter Zugspannung gesetzt wird. Dies berichten Panjabi et al. in einer biomechanischen Studie, in der die Sekundärbewegungen lumbaler Bewegungssegmente bei verschiedenen Hauptbewegungen elektronisch gemessen wurden [65, S. 707]. Bei der Ausübung von Zugspannung auf die operierte Seite durch Neigung zur Gegenseite wurde eine abnorme Zunahme der Beweglichkeit gemessen. Dies war nicht der Fall bei Neigung zur anderen, operierten Seite [65,

S.711]. In der Literatur werden eine solche zunehmende Flexibilität und abnorme Beweglichkeit als Instabilität bezeichnet [94, S.140].

Die Zunahme der Beweglichkeit steht in direktem Zusammenhang mit der entfernten Menge an Nucleus pulposus-Gewebe, erweist sich jedoch als unabhängig vom gewählten Zugang. Sowohl bei Perforation des Anulus fibrosus im Rahmen einer endoskopischen Operation als auch bei konventioneller Inzision kann keine signifikant gesteigerte Instabilität beobachtet werden [95, S.208]. Diese Abhängigkeit der Instabilität von der ausgeräumten Gewebemenge wird auch in einer Publikation von Goel bestätigt: er beobachtet nach subtotaler Nukleotomie keine signifikante Zunahme der Sekundärbewegungen und somit geringere Instabilität als nach der kompletten Ausräumung des Nucleus pulposus [28, S.553].

Die Mehrheit der Publikationen zu diesem Thema sind jedoch in vitro – Studien, die einen entscheidenden Nachteil aufweisen: die modulierende Aktivität der Muskulatur kann nicht berücksichtigt werden. Besonders von Bedeutung ist hier der M. multifidus. Als Teil des M. erector spinae, der vom Processus transversus zum nächsthöheren Processus spinosus zieht, trägt er wesentlich zur Stabilisierung des Bewegungssegments bei [67, S.1943, 91, S.195].

In der Muskulatur können Typ-I-Fasern, die vorwiegend Ausdauerleistung erbringen, von den schnell kontrahierenden Typ-II-Fasern unterschieden werden, wobei in den Rückenmuskeln die Typ-I-Fasern leicht überwiegen [12, S.369]. Doch vor allem die Typ-II-Fasern können plötzliche Reaktionsbewegungen der Lendenwirbelsäule ausgleichen, durch die das frisch operierte Bewegungssegment aufgrund seiner Instabilität besonders gefährdet ist.

Nach einer Bandscheibenoperation nimmt die Stärke der Rumpfmuskulatur jedoch massiv ab. Noch drei Monate nach einer Nukleotomie liegt sie unter 50% der geschlechtsspezifischen Normalwerte. Dabei sind die Extensoren, etwa der M. erector spinae, stärker betroffen als die Flexoren wie M. iliopsoas oder M. rectus abdominis [33, S.238, 56, S.150, 110, S.34f.]. Hierzu findet sich als Korrelat in der Bildgebung eine signifikant geringere Densität der entsprechenden Muskelgruppen bei computertomographischer Darstellung [57, S.35].

Studie	Methode	Ergebnis
Zöllner et al. 2000 [94]	In vitro	Signifikante Zunahme der Beweglichkeit v.a. in Rotation [S. 139f.]
Goel et al. 1985 [28]	In vitro	Signifikante Zunahme der Beweglichkeit in allen Bewegungsebenen außer Extension [S.552]
Steffen et al. 1991 [77]	In vitro	Zunahme der Bewegungsauslenkung bis zu 70%, Drehpunktverlagerung, größte Instabilität bei Extension [S.250ff.]
Panjabi et al. 1984 [65]	In vitro	Zunahme der Sekundärbewegungen vor allem bei Zugspannung auf die operierte Seite, Asymmetrie in Sagittalebene [S.711f.]
Natarajan et al. 2002 [61]	FEM	Signifikante Zunahme der Sekundärbewegungen [S.233]
Steffen et al. 1994 [76]	In vitro	Zunahme Neutralzone für Flexion/ Extension [S.167]

Tabelle 5: Übersicht über Publikationen zur Zunahme der Beweglichkeit nach Nukleotomie

Auch im weiteren Verlauf scheint sich die Stärke der Rumpfmuskulatur kaum wieder zu regenerieren. In einer Studie von Kahanovitz, in der die Patienten wenige Wochen postoperativ und ein zweites Mal nach durchschnittlich 17 Monaten (11 - 23 Monate nach OP) im Hinblick auf die Stärke der Bauch- und Rückenmuskeln untersucht werden, wird in der Nachuntersuchung ein Kraftdefizit bei den isometrischen Messungen von immer noch 30% gegenüber Normalwerten festgestellt [39, S.403].

Weiterhin wird in einer Publikation von Fidler berichtet, dass die „schnellen“ Typ-II-Fasern bei rückenoperierten Patienten atrophiert sind [23, S.222]. Mattila stellt zusätzlich auch in der nicht operierten Kontrollgruppe eine Atrophie der Typ-II-Fasern fest, was er auf allgemeine körperliche Inaktivität zurückführt [55, S.734, S.736]. In beiden Untersuchungen zeigt sich aber in jedem Fall eine Verminderung der Typ-II-Fasern bei Patienten nach einer Diskus-Operation. Aufgrund der postoperativ erhöhten segmentalen Instabilität und des Kraftdefizits ist dies jedoch bei nukleotomierten Patienten von größerer Bedeutung als bei einem Normalkollektiv.

In einer in vitro-Studie von Steffen wird nach Nukleotomie (3,0g) eine signifikante Zunahme der Neutralzone in den Hauptbewegungsrichtungen Flexion/Extension festgestellt, was als größeres Gelenkspiel aufgefasst werden kann. Diese verbreiterte Neutralzone wird als Parameter für die postoperative Instabilität des Bewegungssegments dargestellt. Danach erfolgt anhand einer Computersimulation die Einbeziehung der Aktivität des M. multifidus in das Versuchsmodell: bei einer Zugkraft von 40 N zeigt sich eine eindrucksvolle Reduktion der Neutralzone auf den Wert des intakten, nicht-operierten Bewegungssegments. Um diesen kompensierenden Effekt zu erreichen, ist zusätzlich zu einer bestimmten Kraft auch ein ausreichender Anteil an Typ-II-Muskelfasern nötig, um das Segment durch passive Vorspannung entsprechend zu stabilisieren [76, S.167].

Diese Studien zeigen deutlich, dass nach einer Bandscheibenoperation die Stabilität des Bewegungssegments in zweierlei Hinsicht vermindert ist: zum einen durch die veränderten biomechanischen Verhältnisse der Bandscheibe nach Nukleotomie und zum anderen durch die Atrophie und eingeschränkte Kraft der Rückenmuskulatur. Dadurch können plötzliche Reaktionsbewegungen der Lendenwirbelsäule, die auch bei vielen Sportarten auftreten, nicht mehr ausreichend kompensiert und stabilisiert werden.

2.1.3 Literatur über Sportfähigkeit nach lumbaler Bandscheibenoperation

Bei der Literaturrecherche in PubMed finden sich seit 1990 nur wenige Publikationen, die sich mit dem Thema der Sportfähigkeit nach lumbaler Bandscheiben-OP befassen (s. Tabelle 6). Doch bis auf eine Ausnahme, einer Studie von Hommel [36], werden nur (Hoch)Leistungssportler vom amerikanischen College-Athleten [54, 70, 87] bis hin zum Olympioniken [88, S.100] in die Untersuchungen einbezogen.

Die Zeitpunkte, wann die Athleten nach der Operation ihr früheres Training wieder aufnehmen, variieren trotz gleicher Operationstechnik. Matsunaga etwa berichtet, dass nach perkutaner Diskektomie die Rückkehr zum Sport bereits nach durchschnittlich 7,5 Wochen möglich sei und auch 87% der Studienteilnehmer wieder in den Leistungssport zurückkehrten. Nach offener Diskektomie trifft dies nur für 54% der Probanden zu [54, S.2223] und die Athleten kehrten auch erst nach deutlich längerer Pause (durchschnittlich 17 Wochen) zum Sport zurück [54, S.2224]. In beiden Gruppen jedoch erreichten die meisten Athleten ihr früheres Leistungsniveau nicht mehr und auch die älteren Patienten schnitten schlechter ab [54, S. 2223f.].

In der Studie von Sakou hingegen, in der die teilnehmenden Sportler einer perkutanen Diskektomie unterzogen wurden, erfolgte der Trainingsbeginn bereits vier Wochen nach der Operation. Der Zeitraum, nach dem das volle Training wieder begonnen wurde, wird jedoch mit 1 bis 6 Monaten sehr unterschiedlich angegeben. Auch kehrten von 13 Probanden nur 9 (69,2%) wieder zum Leistungssport zurück und davon nur 5 auf das ehemalige Leistungsniveau. Eine Patientin konnte bereits nach einem Monat wieder uneingeschränkt Sport treiben (Gymnastik), während 5 Patienten 5 bzw. 6 Monate mit der Wiederaufnahme des vollen Trainings warten mussten (Fußball, Karate, Judo, Baseball). Die Fallzahlen sind jedoch zu gering, um etwa Aussagen über die Abhängigkeit von einer bestimmten Sportart zu treffen. Ein Rugby-Spieler etwa, der sogar an zwei Segmenten nukleotomiert wurde, kehrte bereits nach 3 Monaten uneingeschränkt zum Sport zurück [70, S.2219].

Im Gegensatz dazu berichtet Wang in einer Publikation, dass alle Probanden, die an zwei Segmenten operiert wurden, keinen Leistungssport mehr ausüben konnten. In diesen Fällen wurden mikrochirurgische Nukleotomien durchgeführt. Von den Athleten, die nur an einem Segment operiert wurden, erreichten 90% ihr früheres Leistungsniveau wieder, also deutlich mehr als in den anderen aufgeführten Studien [87, S.571].

In der bereits kurz beschriebenen Studie von Matsunaga wurde bei den älteren Probanden ein schlechteres Behandlungsergebnis ermittelt [54, S.2223]. Wang hingegen beobachtet, dass die Athleten, die nach der Operation den Leistungssport aufgeben mussten, etwas jünger waren als diejenigen, die wieder in ihren Sport zurückkehren konnten [87, S.571].

Die Ergebnisse dieser Publikationen stellen sich als recht unterschiedlich heraus, gerade auch in Bezug auf den postoperativen Trainingsbeginn. Richtlinien für Freizeitsport nach Bandscheibenoperation können aus diesen Studien nicht abgeleitet werden. Bereits bei der Beurteilung des Behandlungsergebnisses bei Leistungssportlern müssen andere Maßstäbe angesetzt werden, da hier nicht nur die Wiederherstellung der Funktion im Alltag entscheidend ist [54, S.572]. Doch noch weitere Gründe sprechen gegen die Anwendung der Ergebnisse dieser Studien auf den Breitensportler: zunächst fällt auf, dass die Fallzahlen von 13 bis 60 Probanden relativ niedrig liegen, was sich natürlich aus der Zusammensetzung des jeweiligen Patientenkollektivs aus Leistungssportlern erklärt. Doch dadurch wird die Aussagekraft der aufgeführten Untersuchungen bereits primär limitiert.

Auch der Altersdurchschnitt der Athleten ist deutlich niedriger als der eines an der Bandscheibe operierten Normalkollektivs: Wang gibt das Durchschnittsalter des untersuchten Kollektivs etwa mit 20,7 Jahren an

[87, S.570] und in der Studie von Sakou liegt es mit 18,6 Jahren sogar noch einmal darunter [70, S.2218]. Dies entspricht natürlich einer Altersgruppe, in der Athleten im Leistungssport aktiv sind. In einer Publikation von Hommel, in der nur Freizeitsportler beobachtet wurden, liegt das Durchschnittsalter der Patienten mit 41,5 Jahren mehr als doppelt so hoch [36, S.11].

Diese Studie – die einzige, die sich mit Freizeitsportlern befasst - untersucht retrospektiv 126 Patienten nach durchschnittlich 16,5 Monaten nach der Bandscheibenoperation. Die Patienten wurden angehalten, drei Monate lang nach der Operation überhaupt nicht sportlich aktiv zu werden und erst danach mit einem leichten Krafttraining zu beginnen. Regelmäßiges Training fand nach durchschnittlich 8,5 Monaten wieder statt, wobei nicht nach verschiedenen Sportarten differenziert wird. Hommel berichtet, dass postoperativ mehr Patienten regelmäßig sportlich aktiv waren und dass auch die Intensität der sportlichen Betätigung gemessen mit dem Seto-Score nach der Operation zunahmt. Weiterhin wird festgestellt, dass Sport nach mikroskopischer Nukleotomie grundsätzlich keine negativen Auswirkungen habe [36, S.11f.].

Autor/ Jahr	Methode	Patientenkollektiv	OP-Verfahren	Ergebnisse
Matsunaga, S et al. 1993 [54]	Prospektiv	28 Hochleistungssportler	Perkutane Diskektomie	Sportbeginn nach 7,5 Wochen 87% Rückkehr zum Sport [S.2223]
Sakou, T et al. 1993 [70]	Prospektiv	13 Hochleistungssportler	Perkutane Diskektomie	Sportbeginn durchschnittlich 4 Wochen Volle sportliche Aktivität 1-6 Mon. postoperativ [S.2219]
Wang, J et al. 1999 [87]	Retro-spektiv	14 Hochleistungssportler	Mikro-chirurgische Diskektomie / perkutane Diskektomie	90% Rückkehr zum Wettkampfsport nach 3 Jahren (Operation an einem Segment) [S.571]
Watkins, R et al. 2003 [88]	Retro-spektiv	60 Hoch – leistungssportler	Mikro-chirurgische Diskektomie	Sportbeginn durchschnittlich 5,2 Monate postoperativ [S.100]
Hommel, H 1999 [36]	Retro-spektiv	126 Freizeitsportler	Mikro-chirurgische Nukleotomie	Sportbeginn durchschnittlich 8,5 Monate postoperativ [S.12]

Tabelle 6: Studien über Sport nach lumbaler Bandscheibenoperation

2.1.4 In der Literatur beschriebene Outcome Scores

Im Rahmen der Literaturrecherche finden sich zahlreiche Outcome Scores – ein Zeichen dafür, dass neben der klinischen Beurteilung durch den Arzt auch die subjektive Bewertung der Situation durch den Patienten mehr an Bedeutung gewinnt. Dabei fungieren diese Messinstrumente als Bindeglied zwischen dem klinischen Ergebnis und dem tatsächlichen „Funktionieren“ des Patienten im Alltag [7, S.101].

Verschiedene Typen solcher Messinstrumente existieren für unterschiedliche Einsatzbereiche: zum einen wurden sog. generische, also allgemeine Scores entwickelt, wie etwa der SF-36, die einen Überblick über den gesamten Gesundheitszustand eines Individuums geben sollen [7, S.93]. So werden Vergleiche zwischen Kollektiven mit unterschiedlichen Erkrankungen ermöglicht [7, S.95].

Zum anderen werden spezifische Fragebögen verwendet, wobei sich deren Spezifität entweder auf eine bestimmte anatomische Region, eine bestimmte Erkrankung oder aber auf einen bestimmten Patienten beziehen kann [7, S.93]. Der Vorteil der krankheitsspezifischen Scores besteht darin, dass sehr gezielt auch kleine Veränderungen des Behandlungsergebnisses über die Zeit aufgedeckt werden können. Als Anwendungsbereich steht vor allem der Vergleich unterschiedlicher therapeutischer Interventionen bei einer bestimmten Erkrankung im Vordergrund [7, S.95].

Auch für Rückenschmerzpatienten finden sich einige solcher Fragebögen, wobei Tabelle 7 einen kurzen Überblick geben soll. Näher eingegangen wird auf die gebräuchlichsten Fragebögen im deutschen Sprachraum.

Der 1996 von Kohlmann und Raspe veröffentlichte Funktionsfragebogen Hannover soll die Auswirkung von Schmerzen auf die Alltagsfähigkeiten eines Patienten mit muskuloskelettalen Störungen erfassen und ist erhältlich für Patienten mit polyartikulären Erkrankungen (FFbH-P) und Rückenleiden (FFbH-R) [47, S.2]. Mit 12 Fragen werden im FFbH-R Aktivitäten des täglichen Lebens abgefragt, etwa ob der Proband einen schweren Gegenstand, z.B. einen Koffer, tragen kann oder sich bücken kann, um heruntergefallene Gegenstände wieder aufzuheben [47, S.3]. Die Beantwortung erfolgt in drei Kategorien, nämlich mit „Ja“, „Ja, aber mit Mühe“ und „Nein oder nur mit fremder Hilfe“ [47, S.2]. Dadurch ist der Fragebogen leicht und in kurzer Zeit zu beantworten. Erfasst wird die Situation in der vorangegangenen Woche. Eine Kombination mit anderen Fragebögen ist ebenfalls möglich, wobei sich der FFbH-R wegen seiner hohen Akzeptanz bei Patienten auch als Einleitungsteil vor schwieriger zu bearbeitenden Fragebögen eignet [47, S.3].

Der FFbH-R wird vornehmlich bei erwachsenen Patienten mit Rückenleiden (Dorsopathien, ICD 720-724) in verschiedenen Szenarien eingesetzt, u.a. in klinischen und epidemiologischen Studien, zur klinischen Routinedokumentation, aber auch zur sozialmedizinischen Begutachtung [47, S.2, S.5].

Durch seinen Aufbau können bereits leichte bis mäßige Beeinträchtigungen im Alltag aufgezeigt werden [47, S.2]. Laut Pose ist dieser Fragebogen dadurch in erster Linie geeignet zur Erfassung von Rückenschmerzen in der Gesamtbevölkerung [66, S.441]. Dieser Anwendungsbereich erweist sich allerdings als begrenzt, da leichte Funktionseinschränkungen bei eigentlich Gesunden nur bedingt erfassbar sind [47, S.2].

Der FFbH-R erweist sich als reliables, valides und veränderungssensitives Instrument zur Erfassung des Behandlungsergebnisses von Rückenschmerzpatienten sowohl im klinischen Alltag als auch in verschiedenen Typen von Studien, dessen Anwendung allerdings nur für bestimmte Patientenkollektive sinnvoll erscheint [47, S.2, S.5].

SCORE	INHALT	FRAGEN/ ANTWORT- OPTIONEN	ANWENDUNG	ANMERKUNGEN
ODI (Oswestry Disability Index) [69]	Schmerzintensität und Beeinträchtigung von leichter Aktivität, Schlaf, Sexualität, soziales Leben, Reisen [S. 3122f.]	10 Fragen, jeweils 6 verschiedene Antwortoptionen [S.3122f.]	Assessment und Outcome [S. 3117]	Besser geeignet für Patienten mit dauerhafter, schwerer Beeinträchtigung [S.3119]; deutsche Übersetzung [S.3118]
RMDQ (Roland-Morris Disability Question-naire) [69]	Physische Beeinträchtigung im Alltag [S.3115]	24 Statements: „Trifft zu“ oder „Trifft nicht zu“ [S.3122]	Nachbeobachtung in Klinik und zur Kombination mit anderen Scores in Studien [S.3119]	Validierte deutsche Übersetzung [S. 3115], geeignet für Patienten mit geringer Beeinträchtigung [S.3119]
FFbH-R (Funktionsfragebogen Hannover Rücken) [47]	Beeinträchtigung von Aktivitäten des täglichen Lebens wie etwa Laufen, Heben etc.	12 Fragen; jeweils drei standardisierte Antwortoptionen [S.2]	Klinik; Klinische und epidemiologische Studien; sozialmedizinische Begutachtung	Besonders geeignet zur Erfassung von Rückenschmerzen in Gesamtbevölkerung mit geringer Funktionseinschränkung [31 S.441]

NASS Lumbar Spine Outcome Assessment Instrument [19, 72, 71, 66]	2 Skalen: „Lumbale Schmerzen / Beeinträchtigung im Alltag“ und „Radikuläre Symptomatik“ [21 S.744, 30 S.448]	6 verschiedene Antwortoptionen [27 S.312f.]; differenziertes Antwortspektrum [31 S.441]	Nachbeobachtung in Klinik und Verwendung in Studien [21 S.748]	Basiert auf ODI [21 S.742]; auch geeignet für Patienten mit schwerer Beeinträchtigung [31 S.441]; Berücksichtigung radikulärer Symptome; validierte deutsche Übersetzung [31 S.441]
QBPD (Quebec Back Pain Disability Scale) [49]	Beeinträchtigung verschiedener Aktivitäten wie Gehen, Bücken, Tragen aufgrund von Schmerzen [24 S.342]	20 Aktivitäten, Bewertung der Beeinträchtigung von 0-5 [24 S.350f.]	Nachbeobachtung in Klinik und Verwendung in Studien [24 S.351]	Deutsche Übersetzung [17 S.3111] gute Alternative zu ODI oder RDQ [17 S.3112]
LBOS (Low Back Outcome Score) [35]	Schmerz, Beeinträchtigung in Arbeit, Sport, Schmerzmittelbedarf, Einfluss der Schmerzen auf Schlaf, Sexualität etc. [20 S.210]	12 Fragen, jeweils verschieden gewichtete Antwortoptionen; Schmerz: VAS [20 S.210]	Verwendung in Klinik [20 S.209]	

Tabelle 7: Übersicht über international gebräuchliche Outcome Scores für Rückenschmerzpatienten

Zwei der international etabliertesten Outcome Scores für Rückenschmerzpatienten sind der Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ) und der Oswestry Disability Index (ODI), der eines der am häufigsten verwendeten Messinstrumente darstellt [48, S.3110]. Beide sind in zahlreiche Sprachen übersetzt worden, unter anderem auch ins Deutsche [69, S.3115, S.3117, 90, S.1103] wie etwa der RMDQ als „Behinderungsfragebogen (RM)“ [22, S.394].

Der RMDQ soll die körperliche Beeinträchtigung von Patienten aufgrund von Rückenschmerzen erfassen und kommt sowohl in der Forschung als auch in der Klinik zum Einsatz [69, S.3119]. Dieser Fragebogen ist leicht verständlich und schnell zu bearbeiten: er besteht aus 24 Aussagen, die den Zustand des Probanden am selben Tag beschreiben sollen, wie etwa „Aufgrund meiner Rückenschmerzen lege ich mich häufig zum Ausruhen hin“. Weitere Alltagsaktivitäten wie Gehen, Sitzen, Liegen werden

abgefragt, die für jeden Patienten relevant sind [90, S.1103]. Mit „Trifft zu“ oder „Trifft nicht zu“ stehen nur jeweils zwei Antwortalternativen zur Verfügung [69, S.3122, 22, S.394]. Psychische und soziale Aspekte werden nicht abgedeckt, wodurch der Fragebogen für den Patienten leicht zu verstehen und für den Auswertenden leicht zu interpretieren ist [69, S.3116].

Ähnlich wie der RMDQ soll auch der ODI Beeinträchtigungen des täglichen Lebens durch Rückenschmerzen quantifizieren [69, S.3117]. Zunächst wird in der ersten Frage die Schmerzintensität vom Patienten beurteilt. Danach sollen die Probanden die Auswirkungen von Schmerzen auf verschiedene alltägliche Tätigkeiten wie Heben, Sitzen, Stehen etc. angeben. Für jede Frage kann aus sechs Antwortmöglichkeiten ausgewählt werden, was eine genauere Differenzierung als etwa beim RMDQ ermöglicht. Zusätzlich bezieht sich auch eine Frage auf das Sozialleben, während beim RMDQ dieser Aspekt gänzlich unberücksichtigt bleibt [69, S.3122f.].

Diese beiden Outcome Scores weisen starke Ähnlichkeiten auf: beide untersuchen die Beeinträchtigung des Alltags durch Rückenschmerzen, decken ähnliche Tätigkeitsbereiche ab, sind sowohl für Forschung als auch in der Klinik einsetzbar und aufgrund zahlreicher Übersetzungen international weit verbreitet. Ein Unterschied besteht jedoch im Einsatzbereich der beiden Fragebögen in Bezug auf das geeignete Patientenkollektiv: der Oswestry Disability Index ist besser geeignet für Patientenkollektive mit starker und persistierender Beeinträchtigung, während der Roland-Morris Disability Questionnaire bei Kollektiven mit geringer Beeinträchtigung sensitiver Veränderungen aufzeigt [69, S.3119]. Dieser Aspekt soll jedoch nur berücksichtigt werden, wenn für beide Outcome Scores eine valide Übersetzung in die jeweils benötigte Sprache vorliegt. Ansonsten wird empfohlen, immer den Fragebogen zu verwenden, für den eine solche Übersetzung vorliegt [69, S.3118].

Diese erläuterten Messinstrumente werden in der Literatur alle als reliabel, valide, weit verbreitet und für unterschiedlichste Zwecke einsetzbar beschrieben. Doch keiner dieser Fragebögen für Rückenschmerzpatienten differenziert zwischen radikulärer Symptomatik und körperlicher Funktionsbeeinträchtigung [66, S.438]. So wurde 1996 ein von der North American Spine Society (NASS) entwickelter Fragebogen veröffentlicht, der eben genau dies berücksichtigt und für alle Erkrankungen und Interventionen an der Lendenwirbelsäule einsetzbar ist [19, S.741]

Dieser NASS-Fragebogen basiert in seinen zentralen Fragen auf dem Oswestry Disability Index und deckt wie dieser Aktivitäten des täglichen Lebens und deren Beeinflussung durch Rückenschmerzen ab [19, S.742, 72, S.305]. Auch die jeweils sechs Antwortalternativen sind dem ODI

ähnlich [69, S.3122f.], wobei diese im NASS-Score noch stärker standardisiert sind [72, S.312f.]. Die Antwortoptionen im Bereich der Alltagsaktivitäten reichen sinngemäß von „absolut schmerzfrei“ bis „unmöglich wegen Schmerzen“ [19, S.742, 72, S.312f.]. Doch neben dieser Skala „Schmerz und Beeinträchtigung“, die zehn bzw. elf Fragen umfasst, wurde eine zweite Skala für „Radikuläre Symptomatik“ - bestehend aus sechs zusätzlichen Fragen – eingeführt. Hier wird die Häufigkeit von Wurzelkompressionssymptomen wie Schmerzen, Par- und Hypästhesien und Paresen im Bein bzw. Fuß abgefragt und wie störend der Patient diese empfindet. Der durch die Fragen abgedeckte Zeitraum umfasst die vorangegangene Woche [19, S.742, 71, S.447f.].

Der NASS-Fragebogen kann angewendet werden zur Patientenbeurteilung im klinischen Alltag, wird aber auch für klinische Studien empfohlen, da er unter anderem zwischen Patientengruppen mit verschiedenen therapeutischen Interventionen unterscheidet [19, S.748]. Grenzen der Anwendung liegen bei zervikalen und thorakalen Pathologien, Deformitäten der Wirbelsäule wie Skoliose und pädiatrischen Patienten [19, S.747].

Trotz dieses spezifischen Anwendungsbereichs hat sich der NASS-Score im angloamerikanischen Raum als ein Standardverfahren zur Patientenevaluation entwickelt [66, S.438]: in den USA beispielsweise ist er einer der am meisten verbreiteten Outcome Scores [71, S.447]. Auch die deutsche Übersetzung, die von Schochat et al. 2000 publiziert wurde [72], erweist sich als reliabel, valide und inhaltlich umfassend zur Erfassung unterschiedlicher Wirbelsäulensyndrome [66, S.441].

Im Gegensatz zum FFbH-R, der vor allem für Patientenkollektive mit geringer Funktionseinschränkung geeignet ist, kann der NASS-Score auch für klinische Rückenpopulationen verwendet werden und ermöglicht durch seine weite Verbreitung einen internationalen Vergleich von Studienergebnissen [66, S.441].

2.2 Studiendesign

Wie bereits ausgeführt wurde (s.2.1.3) lassen sich aus der Literatur gegenwärtig keine zuverlässigen Empfehlungen ableiten, wann Patienten nach einer Nukleotomie wieder freizeitsportlich aktiv werden können, ohne das Behandlungsergebnis nachteilig zu beeinflussen.

Um den Zeitpunkt zu ermitteln, zu dem eine solche uneingeschränkte Sportfreigabe erfolgen kann, wurde eine prospektive randomisierte klinische Studie durchgeführt. Das Studiendesign wurde in

Zusammenarbeit mit dem Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Technischen Universität München so angelegt, dass durch Randomisation, statistische Auswertung und Fallzahl die derzeit etablierten Kriterien der evidence based medicine erfüllt sind. Insgesamt wurden 84 Patienten in die Studie eingeschlossen und in zwei Gruppen verteilt, die über einen Zeitraum von neun Monaten nach der Bandscheibenoperation beobachtet wurden.

Die beiden Gruppen unterscheiden sich lediglich im Zeitpunkt der vollen Rückkehr zum Sport nach der Nukleotomie.

In Abständen von jeweils drei Monaten wurden die Patienten befragt, um das Behandlungsergebnis und verschiedene Trainingsparameter zu ermitteln. Die Quantifizierung des Behandlungsergebnisses erfolgte anhand der deutschen Version des international etablierten Outcome Scores der North American Spine Society. Zum Endpunkt der Studie wurde das Behandlungsergebnis beider Gruppen verglichen, um einen etwaigen Unterschied in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der vollen Rückkehr zum Sport zu untersuchen.

2.2.1 Definition: Postoperativer Sport

Diese uneingeschränkte Rückkehr zum sportlichen Training stellt sich jedoch problematisch dar: Aufgrund der Instabilität des Bewegungssegments nach Nukleotomie erweisen sich bestimmte Bewegungsabläufe als besonders risikoreich. Dazu gehören vor allem unvorhergesehene und plötzliche Ausgleichs- und Reaktionsbewegungen, Stöße, Vibrationen und Stürze. Durch die postoperative Atrophie stabilisierend wirkender Muskeln wie etwa des M. multifidus [33, S.238, 56, S.150, 57, S.34f.] und allgemein der schnellen TypII – Fasern [23, S.222], können solche unvorher-gesehenen Bewegungen nicht ausreichend kompensiert werden und zur Verstärkung postoperativer Beschwerden führen.

Deshalb soll im Rahmen dieser Studie unterschieden werden zwischen Sportarten, bei denen diese Risikobewegungen weitgehend vermieden werden, und solchen Sportarten, bei denen die Wirbelsäule den genannten Gefahrenpunkten ausgesetzt ist.

Bei ersteren handelt es sich um Sportarten, bei denen vorwiegend zyklische, standardisierte Bewegungsabläufe ausgeführt werden. Hierzu zählen etwa Gehen oder Wandern, Training auf dem Fahrradergometer, leichtes Krafttraining an geführten Geräten und auch Schwimmen. Dabei kann das Auftreten entsprechender Risikobewegungen zwar nicht vollständig, aber weitgehend ausgeschlossen werden. In der vorliegenden

Studie wird den Probanden empfohlen, ab dem Zeitpunkt der *eingeschränkten Sportfreigabe* nur solche entsprechenden Sportarten zu betreiben. Dies soll im Folgenden als „*eingeschränktes Training*“ oder „*eingeschränkte Sportarten*“ bezeichnet werden.

Im Gegensatz dazu stehen die Sportarten mit freien, ungeführten Bewegungsabläufen, bei denen plötzliche Ausgleichsbewegungen durch die Wirbelsäule kompensiert werden müssen. Beispiele hierfür sind etwa das Skifahren, bei dem etwa beim Auftreten von Buckeln oder Eisplatten auf der Piste solche schnellen Ausgleichsbewegungen ausgeführt werden müssen. Ähnliches trifft auch für das Laufen oder Fahrradfahren zu, bei dem der Körper sich unmittelbar auf plötzliche Veränderungen des Untergrundes wie etwa Schlaglöcher einstellen muss. Bei Mannschaftssportarten wie Fußball kommt zusätzlich noch die Reaktion auf Mitspieler und Ball dazu. Diese Sportarten sollen erst nach der *uneingeschränkten Sportfreigabe* in das Trainingsprogramm aufgenommen werden und werden im Folgenden als „*uneingeschränkte Sportarten*“ aufgeführt.

2.2.2 Untersuchungsvariablen

Um genau zu klären, welcher Zeitpunkt nach einer Bandscheibenoperation für die uneingeschränkte Sportfreigabe im Freizeitsportbereich am besten geeignet ist, wurden zwei verschiedene Rehakonzepte erarbeitet.

Wenige Tage nach der Operation, ab dem Beginn der Anschlussheilbehandlung, erhielten alle Patienten gleichermaßen die eingeschränkte Sportfreigabe. Alle Sportarten, die in diesen Bereich fallen, durften unbegrenzt ausgeübt werden. Dies gilt auch für den gesamten weiteren Verlauf der Studie (s. Abb. 1).

Der Unterschied zwischen den beiden Rehakonzepten besteht lediglich im Zeitpunkt der uneingeschränkten Sportfreigabe (s. 2.2.1). Dieser wurde für die eine Gruppe auf sechs Monate nach der Operation festgelegt. In den bereits erwähnten Studien über Sport nach Nukleotomie liegt der späteste Trainingsbeginn von Leistungssportlern sechs Monate nach der Nukleotomie [70, S.2219]. Deshalb wurde dies als Zeitpunkt bestimmt, zu dem auch Freizeitsportler wieder mit dem uneingeschränkten Training beginnen können. Diese Studiengruppe wird im Folgenden als *Gruppe 6* aufgeführt (s. Abb. 1).

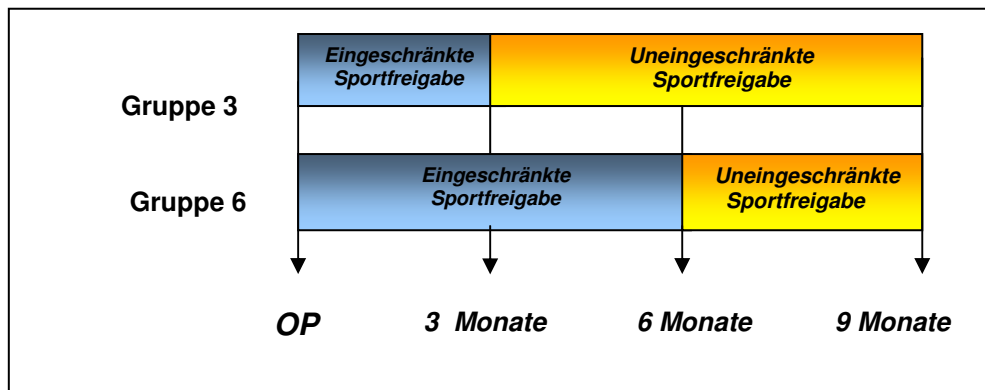


Abbildung 1: Studienablauf

Die andere Studiengruppe erhielt die uneingeschränkte Sportfreigabe bereits drei Monate nach der Operation. Diese Gruppe wird im Folgenden *Gruppe 3* genannt (s. Abb. 1).

Die beiden Studiengruppen wurden nach der Operation neun Monate lang beobachtet und in dreimonatigen Abständen bis zu diesem Endpunkt befragt (s. Abb. 1).

Nach neun Monaten wurde untersucht, ob ein signifikanter Unterschied in Bezug auf das Behandlungsergebnis zwischen den beiden Studiengruppen besteht. Somit soll geklärt werden, ob ein früher uneingeschränkter Sportbeginn nach drei Monaten das Behandlungsergebnis beeinflusst im Vergleich zu einer uneingeschränkten Sportfreigabe nach sechs Monaten.

2.2.3 Ein- und Ausschlusskriterien

In die Studie eingeschlossen wurden Patienten, die wegen eines Bandscheibenvorfalles der Lendenwirbelsäule (Segmente L3 bis S1) einer operativen Therapie unterzogen wurden und im Anschluss daran ein dreiwöchiges stationäres Rehabilitationsprogramm absolvierten.

Die Operation erfolgte nach strenger Indikationsstellung. Dazu gehören konservativ nicht mehr beherrschbarer Schmerz sowie ein höhergradiges sensomotorisches Defizit.

Von der Studie ausgeschlossen wurden Patienten mit Konus-Kauda-Syndrom. Auch Patienten mit spinaler Stenose, Rezidivprolaps und Operation an mehr als einem Segment wurden nicht in die Studie aufgenommen. Falls Probanden während der laufenden Studie wegen eines Rezidiv-Prolaps operiert werden mussten, erfolgte ebenfalls der Ausschluss von der Untersuchung. Denn aufgrund einer erneuten

Operation an der Wirbelsäule würde der Heilungsprozess im Segment unterbrochen werden und der Trainingsplan gemäß Studienprotokoll könnte nicht mehr eingehalten werden.

Des Weiteren erfolgte ein Ausschluss von der Studie bei bandscheibenunabhängigen Pathologien, die jedoch die Sportfähigkeit entscheidend beeinflussen. Dies ist der Fall bei einem Body Mass Index > 30, kardiovaskulären Erkrankungen oder Ähnlichem.

Außerdem erschien im Hinblick auf die sportliche Aktivität eine Festlegung der Altersgrenzen der Studienteilnehmer von 18 bis 58 Jahren sinnvoll.

2.2.4 Gruppeneinteilung

Um eine homogene Zusammensetzung der beiden Studiengruppen zu gewährleisten, erfolgte die Verteilung auf die beiden Gruppen mittels Randomisierung. Die Parameter, die dabei berücksichtigt wurden, sind Geschlecht und Alter. Zwei Altersgruppen wurden definiert: die erste umfasst Patienten von 18 bis einschließlich 40 Jahren, die zweite die Patienten von 41 bis einschließlich 58 Jahren.

Durch die Randomisierung der Patienten auf die beiden Gruppen konnte das Risiko möglichst gering gehalten werden, dass eine inhomogene Zusammensetzung der beiden Studiengruppen das Behandlungsergebnis verfälscht.

2.2.5 Operatives Verfahren

Bei allen Patienten, die an der vorliegenden Studie teilnahmen, wurde über eine standardisierte interlaminäre Fensterung eine offene, makroskopische Nukleotomie mit Sequesterentfernung durchgeführt.

2.2.6 Postoperatives Therapiekonzept

Nach der Operation war ein stationärer Aufenthalt im Klinikum Rechts der Isar für ca. fünf Tage vorgesehen. Bereits am ersten postoperativen Tag erfolgte die Mobilisierung der Patienten.

Anschließend wurden die Patienten für einige Tage nach Hause entlassen bzw. ins jeweilige Heimatkrankenhaus verlegt. In dieser Zeit durften die Patienten stehen, sitzen oder gehen. Ihnen wurde jedoch empfohlen, längere einseitige Belastung, größere körperliche Anstrengung und auch

Heben oder Bücken zu vermeiden. Ansatzweise konnte bereits mit Physiotherapie begonnen werden.

Danach absolvierten die an der Studie teilnehmenden Patienten eine dreiwöchige stationäre Anschlussheilbehandlung. In deren Rahmen erhielten die Patienten Krankengymnastik, die nach Beendigung der Anschlussheilbehandlung noch für drei weitere Wochen ambulant mit jeweils zwei Sitzungen pro Woche durchgeführt wurde.

Die Patienten erhielten ab Beginn der Anschlussheilbehandlung die eingeschränkte Sportfreigabe (Definition. s. 2.2.1) und konnten neben der Physiotherapie Sportarten wie etwa Schwimmen oder leichtes Krafttraining betreiben. Diese Sportarten sollten auch nach Beendigung der Anschlussheilbehandlung unbeschränkt weitergeführt werden.

2.2.7 Studienablauf

Nach einer mündlichen Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie wurden die Patienten mittels Briefrandomisierung auf die beiden Studiengruppen verteilt. Durch eine für diese Studie entwickelte Informationsbroschüre (s. 2.2.9 und 7.1) wurden die Probanden über Inhalt und Ziele der Studie sowie den genauen Ablauf unterrichtet.

Für jeden Patienten wurde eine Kartei angelegt. Diese Kartei enthielt neben demographischen Daten die Kontaktadresse und Telefonnummer, die Diagnose und alle weiteren Daten, die im Studienverlauf erhoben wurden.

Präoperativ erfolgte zunächst eine klinische Evaluation der Patienten mittels NASS Outcome Score und modifizierter Visueller Analog Skala. Weiterhin füllten die Patienten den „Fragebogen präoperativ“ aus, in dem klinische Symptome berücksichtigt werden und zusätzlich noch die Sportanamnese erhoben wird (s. 2.2.9 und 7.2).

Jeweils nach drei, sechs und neun Monaten postoperativ wurde eine telefonische Befragung durchgeführt, wobei für alle Patienten wieder die Werte des NASS Outcome Scores und der Visuellen Analog Skala ermittelt wurden. Zusätzlich beantworteten alle Probanden bei jeder Befragung den „Fragebogen postoperativ“ (s. 2.2.9 und 7.3), der schwerpunktmäßig die aktuellen sportlichen Aktivitäten und deren Auswirkung auf die Beschwerden erfasst.

Innerhalb der Gruppen erfolgte anschließend ein Vergleich der prä- und postoperativen Werte des NASS Scores. Zwischen den Gruppen wurden die postoperativen Werte des NASS Scores der entsprechenden

Befragungszeitpunkte verglichen. Die Nachbeobachtung endete neun Monate nach der Operation.

2.2.8 In der Studie verwendete Outcome Scores

Verschiedene Typen von etablierten und häufig verwendeten Outcome Scores, die alle auch für klinische Studien empfohlen werden, wurden bereits kurz vorgestellt (s. 2.1.4). Von diesen Fragebögen erscheint der NASS Score grundsätzlich geeignet, da er in einer reliablen und validen deutschen Übersetzung vorliegt und zwischen verschiedenen Patientengruppen mit unterschiedlichen Therapien differenzieren kann [72, S. 310, S.312f.]. Außerdem ermöglicht die weite Verbreitung und internationale Anerkennung dieses Messverfahrens auch Vergleiche zwischen entsprechenden Untersuchungen [71, S.447, 66, S.438, S.441].

Aber der NASS Score erfüllt zusätzlich noch spezielle Anforderungen, die in dieser Studie berücksichtigt werden müssen: so sollte ein Score spezifisch für Rückenschmerzpatienten verwendet werden, da solche krankheitsspezifischen Fragebögen auch noch kleine Veränderungen des Behandlungsergebnisses sensitiv abbilden können [7, S.94]. Dadurch kann in der weiteren postoperativen Nachbeobachtung ein differenziertes Bild auch derjenigen Patienten erfasst werden, deren Behandlungsergebnis im weiteren Verlauf nach der Operation nur noch mäßigen Veränderungen unterworfen ist. Da Bandscheibenpatienten jedoch in der Regel vor der Operation schwerwiegend beeinträchtigt sind, wird ein Fragebogen benötigt, der nicht nur geringfügige Beschwerden zuverlässig abbildet, sondern auch für klinische Rückenpopulationen mit stärkerer Symptomatik geeignet ist. Dies trifft ebenfalls für den NASS Score zu im Gegensatz etwa zum FFbH-R [66, S.441].

Ein weiterer Vorteil des NASS Fragebogens besteht in der Berücksichtigung nicht nur von Rückenschmerzen, wie etwa im Roland-Morris Disability Questionnaire, in dem ja alle Aussagen nur auf den Rücken bezogen werden [69, S.3122]. Bei einem Diskusprolaps hingegen können durch die radikulären Symptome sowohl prä – als auch postoperativ weitere Probleme bestehen, die durch den NASS Score ebenfalls mit abgedeckt werden. In einer speziellen Skala für diese radikuläre Symptomatik werden Häufigkeit und Schwere von Schmerzen, Parästhesien und Paresen in Bein bzw. Fuß abgefragt [72, S.312f., 71, S.447f.]. Während die Rückenschmerzen durch die Operation meist behoben werden können, bereiten die radikulären Symptome den Patienten oft postoperativ noch Beschwerden. Dadurch kann ebenso wie durch Rückenschmerzen sportliche Aktivität beeinträchtigt werden. Schmerzen oder Parästhesien im Bein oder Fuß können etwa beim Laufen Probleme bereiten. Durch den Sport selbst entstehen jedoch vor

allem lokale Rückenbeschwerden aufgrund der postoperativen Instabilität der Lendenwirbelsäule und seltener radikuläre Symptome.

Die beiden Subskalen des NASS Outcome Scores (*Lumbale Schmerzen* und *Radikuläre Symptomatik*) ermöglichen eine Unterscheidung der verschiedenen BeschwerdekompONENTEN und ihre Beeinflussung der Sportfähigkeit. Falls durch die postoperative Instabilität des entsprechenden Bewegungssegments und der besonderen Belastung nach der uneingeschränkten Sportfreigabe Beschwerden verstärkt werden, würde dies vorwiegend in einer Veränderung der Skala *Lumbale Schmerzen* sichtbar werden, während die Skala *Radikuläre Symptomatik* demgegenüber unempfindlich wäre.

Somit erweist sich der NASS Fragebogen für die vorliegende Studie als am besten geeignet, da er zum einen als Instrument zur Evaluierung von Rückenschmerzpatienten international anerkannt ist und in einer validierten deutschen Übersetzung vorliegt [66, S.438, 71, S.447, 72]. Zum anderen erfüllt dieser Fragebogen zusätzlich die spezifischen Anforderungen dieser Studie in Bezug auf das untersuchte Patientenkollektiv und die Untersuchungsvariable der uneingeschränkten Sportfreigabe.

2.2.9 In der Studie verwendete Patientenanschreiben und Fragebögen

Um die teilnehmenden Patienten über den genauen Ablauf der Studie zu informieren, wurde ein entsprechendes Patientenanschreiben in Form einer Broschüre entworfen (s. 7.1). Neben einer kurzen Einführung in das Thema der Untersuchung beinhaltet es einen Behandlungsplan, in dem erläutert wird, wie nach der Bandscheibenoperation im Allgemeinen weiter verfahren wird (stationärer Aufenthalt, Anschlussheilbehandlung etc.).

Im nächsten Punkt wird der postoperative Trainingsplan präzise vorgestellt, der für die verschiedenen Gruppen entsprechend modifiziert ist. Ein Diagramm verdeutlicht noch einmal den genauen Zeitpunkt, wann nach der Operation die uneingeschränkte Sportfreigabe erfolgt. Zusätzlich wird genau erklärt, welche Sportarten nach eingeschränkter bzw. uneingeschränkter Sportfreigabe ausgeübt werden können.

Abschließend erhalten die Patienten Anweisungen, wie sie sich verhalten sollen, falls Beschwerden bei der Ausübung einer Sportart auftreten. Auch Medikamente (nichtsteroidale Antiphlogistika) werden genannt, die bei Bedarf kurzfristig eingenommen werden können.

Für die Befragung der Patienten wurden spezielle Fragebögen für die prä- und postoperative Situation entwickelt, die jeweils eine DIN-A4 – Seite umfassen. Die Bearbeitung nimmt ca. fünf Minuten in Anspruch. Die Besonderheit der Fragebögen liegt in der Erhebung der Sportanamnese im Zusammenhang mit dem Bandscheibenvorfall. Somit sind diese Fragebögen für die Anforderungen der vorliegenden Studie optimal geeignet.

Der präoperative Fragebogen (s. 7.2) enthält zunächst allgemeine Daten über den Patienten sowie Diagnose und klinische Symptomatik. Näher eingegangen wird daraufhin auf früher betriebene Sportarten, um einzuschätzen, in welchem Rahmen der Patient bisher sportlich aktiv war. Dabei sollen Angaben gemacht werden über Trainingsumfang, Freizeit- oder Leistungsniveau und Zeitraum, in dem die Sportart ausgeübt wurde. Auch die Dauer einer präoperativen Sportpause wird abgefragt.

Zusätzlich soll der Proband im Sinne einer modifizierten Visuellen Analog Skala angeben, wie stark die Schmerzen in der letzten Woche vor der Operation empfunden wurden. Die Skala ist ähnlich den Schulnoten in sechs Grade unterteilt, was sinnvoll erscheint, da auch der NASS Score Werte von 1,0 bis 6,0 ergibt.

Für die Befragungen nach drei, sechs und neun Monaten nach der Bandscheibenoperation wurde ein weiterer Fragebogen verwendet, der neben den postoperativen Beschwerden ausführlich auf die sportlichen Aktivitäten eingeht (s. 7.3). Neben den allgemeinen Trainingsparametern wird abgefragt, wie die jeweiligen Sportarten das Beschwerdebild beeinflussen und ob es bei der Ausübung bestimmter Sportarten zu besonderen Problemen im Zusammenhang mit den Rückenbeschwerden kommt. Außerdem wird auf die grundsätzliche Einstellung des Patienten zum Sport im Zusammenhang mit dem Rückenleiden eingegangen. Auch dieser Fragebogen enthält zusätzlich die Visuelle Analog Skala zur Selbsteinschätzung der Schmerzen in der vergangenen Woche.

Bei beiden Fragebögen steht demnach die Erfassung der sportlichen Aktivitäten im Vordergrund. In Kombination mit der VAS und dem NASS Score, der die klinischen Parameter abdeckt, entsteht so ein differenziertes Bild der sportlichen Aktivitäten im Kontext zur jeweiligen Klinik.

2.2.10 Beschreibung des Patientenkollektivs und benötigte Patientenzahl

Ermittlung der Fallzahl

Die Ermittlung der benötigten Patientenzahl erfolgte ebenfalls mit Unterstützung des Instituts für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Technischen Universität München. Eine Fallzahl von 37 Probanden pro Gruppe ist ausreichend, um Differenzen der Mittelwerte des Outcome Scores von 1,000 Punkten (Differenz zwischen einem Mittelwert der ersten Gruppe, μ_1 , von -0,800 und einem Mittelwert der anderen Gruppe, μ_2 , von -1,800) mit einer power von 80% sichtbar zu machen. Dies gilt unter der Annahme, dass die Standardabweichung 1,500 beträgt und ein t-test mit einem zweiseitigen Signifikanzniveau von 0,050 verwendet wird [21, 62].

Bei der Anwendung des NASS Outcome Scores wird ein Unterschied von 1,000 Punkten auf einer der beiden Skalen als signifikant betrachtet. 1,000 Punkte betragen 20% der Skalenlänge des Scores und erscheinen deshalb auch als klinisch relevant [19, S.746].

Demographie

Insgesamt wurden 84 Patienten in die Studie aufgenommen und mittels Briefrandomisierung auf die beiden Gruppen verteilt, 43 in der Gruppe 3 und 41 in Gruppe 6. Davon sind in Gruppe 3 17 Probanden weiblich, in Gruppe 6 16. Beide Gruppen sind in Bezug auf Alter und Geschlecht homogen zusammengesetzt (s. Abb. 2 und Tabelle 8).

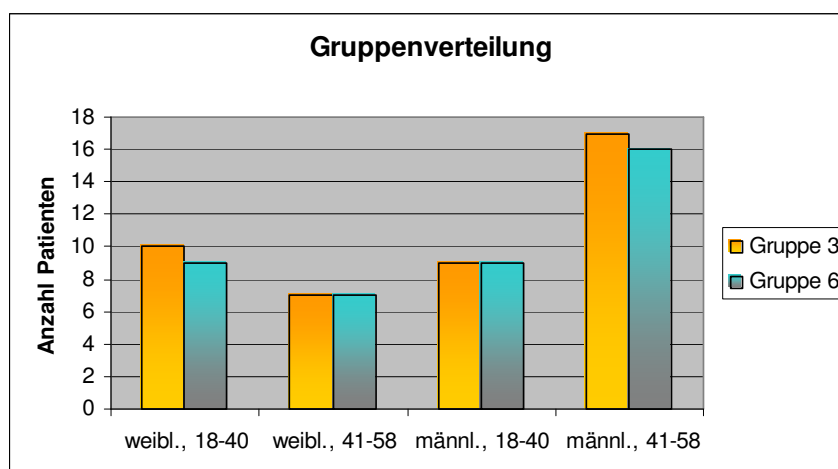


Abbildung 2: Verteilung der Patienten nach Alter und Geschlecht in beiden Gruppen

Der jüngste Patient war zum Zeitpunkt der Befragung vor der Operation 24 Jahre alt (Gruppe 3), die ältesten Patienten entsprechend den Ein- und Ausschlusskriterien nicht älter als 58 Jahre. In beiden Gruppen beträgt das Durchschnittsalter ca. 42 Jahre.

Befragt zu ihrem bisherigen Beruf gibt die Mehrheit der Patienten (51,9%) eine überwiegend sitzende Tätigkeit an, während insgesamt 28,4% körperliche bzw. sogar schwere körperliche Arbeit verrichten. Weitere demographische Daten können der Tabelle 8 entnommen werden.

Variable	Gruppe 3	Gruppe 6
Alter [Jahre]:		
<i>Mittelwert± Standardabweichung</i>	42,17 ± 8,228	42,70 ± 8,483
<i>Minimum – Maximum</i>	24 - 58	29 – 58
Geschlecht		
<i>männlich</i>	27 (62,8%)	24 (58,5%)
<i>weiblich</i>	16 (37,2%)	17 (41,5%)
Beruf		
<i>überwiegend sitzend</i>	23 (57,5%)	19 (46,3%)
<i>überwiegend stehend</i>	2 (5,0%)	6 (14,6%)
<i>überwiegend gehend</i>	5 (12,5%)	3 (7,3%)
<i>körperliche Arbeit</i>	7 (17,5%)	6 (14,6%)
<i>schwere körperliche Arbeit</i>	3 (7,5%)	7 (17,1%)

Tabelle 8: Demographische Daten der Patienten in beiden Gruppen

Klinischer Befund

Das Segment L5/S1 ist bei den Studienteilnehmern am häufigsten von einem Discusprolaps betroffen. Bei 24 Patienten der Gruppe 3 (55,8%) und 18 Patienten der Gruppe 6 (43,9%) wurde dieses Segment einer Nukleotomie unterzogen, während die Operation am Segment L3/4 nur bei wenigen Patienten durchgeführt wurde (s. Tabelle 9).

Auffallend sind die unterschiedlichen Angaben zur Dauer der Lumboischialgien vor der Operation mit minimal 1 Woche und im Extremfall mehrere Jahre (260 Wochen) (s. Tabelle 10). Doch wenn hier der Median betrachtet wird, der unempfindlicher gegen solche Extremwerte ist als der Mittelwert, errechnet sich für beide Gruppen für die Dauer der präoperativen Beschwerden ein Median von 4 Wochen.

Operiertes Segment	Gruppe 3 Anzahl Patienten	Gruppe 6 Anzahl Patienten
L 3/4	3 (7,0%)	2 (4,9%)
L 4/5	16 (37,2%)	20 (48,8%)
L5/S1	24 (55,8%)	19 (46,3%)

Tabelle 9: Vom Diskusprolaps betroffene Segmente: Anzahl der Patienten in beiden Gruppen (prozentualer Anteil)

Im Rahmen der Aufnahme-Untersuchung kann bei den meisten Studienteilnehmern kein Kraftverlust der unteren Extremität festgestellt werden. Bei jeweils einem Patienten in beiden Gruppen ergibt die körperliche Untersuchung hingegen nur noch Kraftgrad 2/5 (s. Abb. 3)

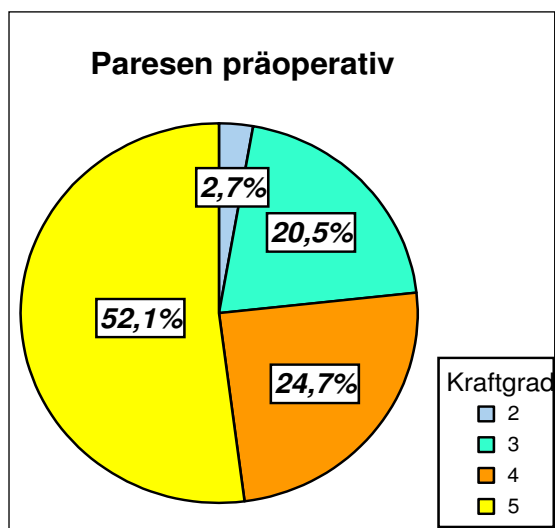


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung von Paresen im Gesamtkollektiv (präoperativ)

Zur Einschätzung der Schmerzen der Patienten in der letzten Woche vor der Operation wird eine modifizierte visuelle Analog-Skala (VAS) verwendet. Eine Festlegung der Skala von eins bis sechs erscheint sinnvoll, da auch der verwendete NASS Outcome Score Werte von 1,0 bis 6,0 ergibt.

Im Rahmen dieser Selbsteinschätzung der Beschwerden auf der VAS zeigen sich in beiden Gruppen recht ähnliche Ergebnisse. Der Mittelwert beträgt 4,28 Punkte in Gruppe 3 und 4,59 Punkte in Gruppe 6 (s. Tabelle 10). Die Patienten leiden demnach unter starken Schmerzen. In der Gruppe 3 bewertet sich ein Patient mit eins, also schmerzfrei, wohingegen sich insgesamt 25 Befragte (29,8% aller Studienteilnehmer) mit sechs den Wert für „schlimmste Schmerzen“ zuordnen. Die prozentuale Verteilung der VAS-Werte im Gesamtkollektiv kann dem Diagramm in Abbildung 4 entnommen werden.

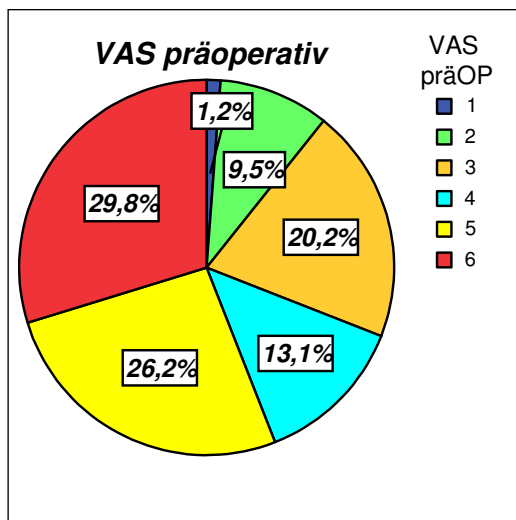


Abbildung 4: Verteilung der VAS-Werte in beiden Gruppen vor der Operation

Bei der Berechnung des NASS-Outcome Scores unmittelbar vor der Bandscheibenoperation liegen die Ergebnisse für beide Gruppen wiederum sehr nahe beieinander. Dies ist sowohl für die Skala *Lumbale Schmerzen* als auch für die Skala *Radikuläre Symptomatik* des NASS Scores der Fall und wird bei der Betrachtung der Boxplots noch einmal besonders deutlich (s. Abb. 5 und Abb.6).

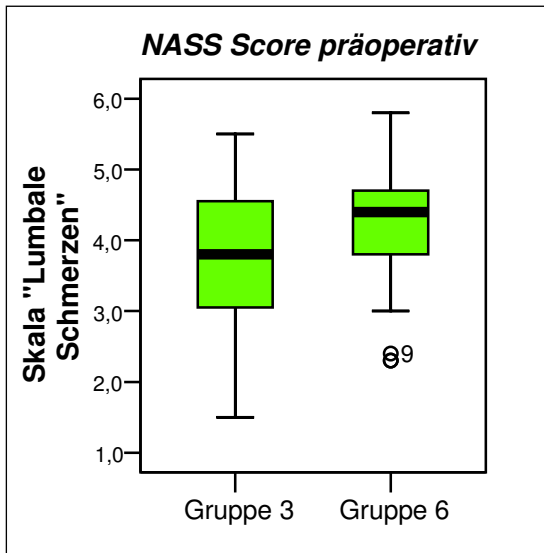


Abbildung 5: Boxplot der Werteverteilung des NASS Scores (Skala Lumbale Schmerzen) in beiden Gruppen; präoperativ

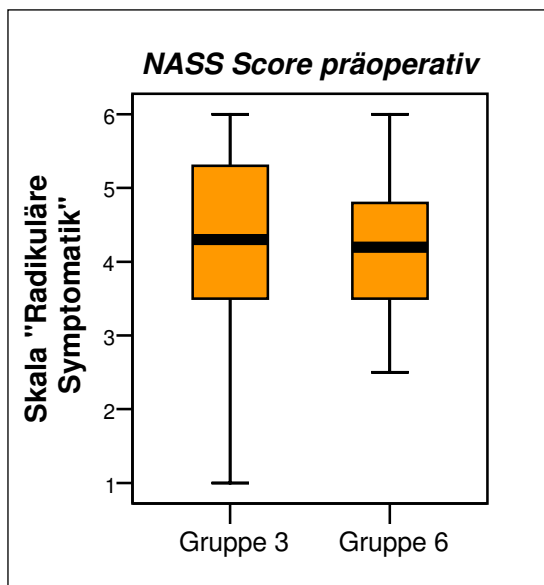


Abbildung 6: Boxplot der Werteverteilung des NASS Scores (Skala Radikuläre Symptomatik) in beiden Gruppen; präoperativ

Die Werte des NASS Outcome Scores liegen vor der Operation zwischen 3,80 und 4,25 und somit in der oberen Hälfte des Wertebereichs von 1,00 bis 6,00 (s. Tabelle 10). Das Befinden der Patienten ist folglich durch lumbale Schmerzen und radikuläre Symptomatik beeinträchtigt.

Variable	Gruppe 3	Gruppe 6
VAS (Mittelwert \pm Standardabweichung)	4,28 \pm 1,43	4,59 \pm 0,37
NASS Score „Lumbale Schmerzen“ (Mittelwert \pm Standardabweichung)	3,80 \pm 1,10	4,19 \pm 0,83
NASS Score „Radikuläre Symptomatik“ (Mittelwert \pm Standardabweichung)	4,25 \pm 1,17	4,15 \pm 0,97
Dauer Lumboischialgie (Wo) (Mittelwert \pm Standardabweichung)	9,39 \pm 11,61	20,22 \pm 49,32

Tabelle 10: Klinik in beiden Gruppen präoperativ

Im Gegensatz zur Beschreibung in der Literatur [21] verhält sich der NASS Outcome Score in der vorliegenden Studie bei der präoperativen Erhebung nicht als normalverteilt, sondern zeigt teilweise sogar eklatante Abweichungen von der Normalverteilungskurve. Als Beispiel ist hier der Test auf Normalverteilung für die Skala für radikuläre Symptomatik aufgeführt (s. Abb. 7).

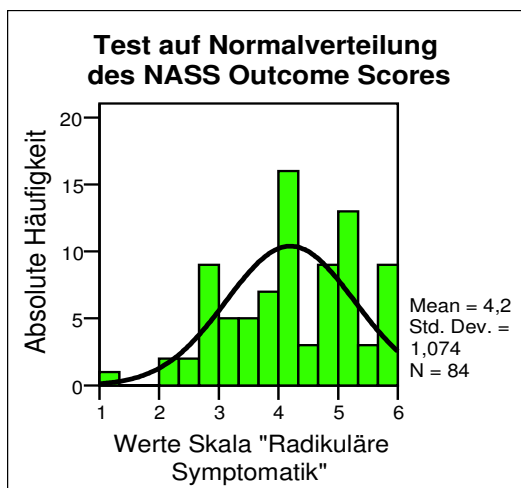


Abbildung 7: Überprüfung der Normalverteilung der Skala für radikuläre Symptomatik des NASS Scores; Häufigkeit der einzelnen Werte mit darübergelegter Normalverteilungskurve

Sportanamnese

Im Rahmen der Erhebung der präoperativen Sportanamnese zeigt sich, dass die meisten der teilnehmenden Patienten im Jahr vor der Operation regelmäßig Sport trieben. In Gruppe 3 trifft dies auf 34 Patienten (79,1%) zu, in Gruppe 6 auf 30 Patienten (73,2%).

Sportart	Anzahl Patienten <i>(aktiv im Jahr vor Operation)</i>
1. Fahrradfahren	28
2. Schwimmen	17
3. Skifahren/ Skitouren	14
4. Bergwandern	12
5. Laufen	11
6. Fitnessstraining/ Gymnastik	8
Mountainbike/ Rennrad	8
7. Tennis/ Badminton	7
8. Nordic Walking	6
9. Fußball	5
10. Krafttraining	3

Tabelle 11: Die zehn beliebtesten Sportarten und Anzahl der aktiven Patienten im Jahr vor der Operation

Als beliebteste Sportarten vor OP erweisen sich mit Abstand das Fahrradfahren (Mountainbike und Rennrad nicht miteinbezogen), Schwimmen und Alpin-Skifahren bzw. Skitouren gehen. Insgesamt ist eine erstaunlich große Bandbreite an Sportarten vertreten: diese reicht vom Breitensport wie z.B. Laufen oder Fitnessgymnastik über Trendsportarten wie etwa Nordic Walking oder Inline Skating bis hin zu den Extremsportarten Tauchen und Klettern. Die zehn beliebtesten Sportarten im Jahr vor der Operation und die Anzahl der Patienten, die in der jeweiligen Sportart aktiv waren, sind in Tabelle 11 aufgelistet.

Hierbei fällt auf, dass die Sportarten überwiegen, die nach dem Studienprotokoll postoperativ unter das uneingeschränkte Training fallen würden, und eigentlich nur das Schwimmen als eingeschränktes Training genannt wird.

Im Folgenden sollen die Trainingsparameter für eingeschränktes und uneingeschränktes Training im Jahr vor der Operation analysiert werden. Bereits hier sollen die einzelnen Sportarten formal in eingeschränktes und uneingeschränktes Training differenziert werden, um die präoperativen Trainingsparameter später besser mit den postoperativen vergleichen zu können. Die genauen Werte können in Tabelle 12 nachgelesen werden.

Variable	Gruppe 3	Gruppe 6
Anzahl eingeschränkter Sportarten (Mittelwert \pm Standardabweichung)	0,40 \pm 0,62	0,59 \pm 0,74
Trainingsumfang eingeschränkter Sport (h/Wo) (Mittelwert \pm Standardabweichung)	1,12 \pm 2,58	1,02 \pm 1,87
Anzahl uneingeschränkter Sportarten (Mittelwert \pm Standardabweichung)	1,49 \pm 1,29	1,02 \pm 1,23
Trainingsumfang uneingeschränkter Sport (h/Wo) (Mittelwert \pm Standardabweichung)	3,65 \pm 3,39	3,20 \pm 4,60

Tabelle 12: Trainingsparameter für eingeschränkten und uneingeschränkten Sport in beiden Gruppen im letzten Jahr vor der Operation

Als Maß für die Vielseitigkeit des Trainings wird die Anzahl der Sportarten, die ein Patient im Mittel betreibt, berechnet. Im Jahr vor der Operation wird von den Patienten beider Gruppen im Durchschnitt weniger als eine eingeschränkte Sportart betrieben. Maximal werden zwei eingeschränkte Sportarten angegeben. Auch der Trainingsumfang im Bereich dieser Sportarten liegt in beiden Gruppen im Mittel etwa bei einer Stunde pro Woche und maximal bei 10 Stunden in Gruppe 3 und 9,5 Stunden in Gruppe 6. Doch diese Werte stellen eine Ausnahme dar. Dies wird auch deutlich bei Betrachtung des Medians, der unempfindlicher gegen solche Extremwerte ist. Der Median für den wöchentlichen Trainingsumfang im eingeschränkten Sport wird für beide Gruppen mit 0,00 errechnet. Der

eingeschränkte Sport hat somit im Jahr vor der Operation keinen hohen Stellenwert im untersuchten Patientenkollektiv.

Im Gegensatz dazu treiben die Probanden der Gruppe 3 durchschnittlich 1,49 verschiedene uneingeschränkte Sportarten vor der Operation. In Gruppe 6 werden durchschnittlich 1,02 verschiedene uneingeschränkte Sportarten pro Patient angegeben. Maximal werden sogar 5 (Gruppe 3) bzw. 6 (Gruppe 6) verschiedene uneingeschränkte Sportarten genannt. Es befinden sich somit auch einige Patienten unter den Studienteilnehmern, die vor der Operation sehr vielseitig sportlich aktiv waren.

Auch der wöchentliche Trainingsumfang liegt deutlich über den Werten für den eingeschränkten Sport. In Gruppe 3 werden im Mittel 3,65 Stunden und in Gruppe 6 3,20 Stunden pro Woche im uneingeschränkten Sport trainiert. Der maximale Trainingsumfang beträgt in Gruppe 3 14 Stunden und in Gruppe 6 20 Stunden in der Woche.

Werden in die Berechnung nur diejenigen Patienten einbezogen, die tatsächlich uneingeschränkten Sport treiben, fallen die entsprechenden Werte erwartungsgemäß noch höher aus. In der Gruppe 3 sind 29 Probanden und in der Gruppe 6 24 Probanden im uneingeschränkten Sport aktiv. Für diese Patienten beträgt der wöchentliche Trainingsumfang 5,03 Stunden (Gruppe 3) bzw. 5,20 Stunden (Gruppe 6).

Wie bei der Betrachtung der beliebtesten Sportarten und der Analyse der Trainingsparameter erkennbar ist, werden in beiden Gruppen kaum Sportarten betrieben, die postoperativ entsprechend des Studienprotokolls unter die eingeschränkte Sportfreigabe fallen würden. Im Gegensatz dazu werden viele verschiedene uneingeschränkte Sportarten von den Patienten genannt. Diese sollten postoperativ erst nach der uneingeschränkten Sportfreigabe wieder ausgeübt werden. Für Freizeitsportler wird ein hoher wöchentlicher Trainingsumfang erreicht.

6 Patienten aus Gruppe 3 (14,3%) und 3 Patienten der Gruppe 6 (8,1%) geben beim Interview an, sogar schon auf leistungssportlichem Niveau aktiv gewesen zu sein, allerdings nicht mehr im Jahr vor der Operation.

Trotz zum Teil beträchtlicher Schmerzen treiben einige Patienten auch im letzten Monat vor der Operation noch regelmäßig Sport, darunter 18 Patienten aus Gruppe 3 (41,9%) und 10 aus Gruppe 6 (24,4%) (s. Tabelle 13).

Trotzdem erscheinen die Mittelwerte für die präoperative Sportpause relativ hoch, was durch gewisse Extremwerte verursacht wird: das Maximum in der Gruppe 3 beträgt 4 Jahre (208 Wochen) und in der Gruppe 6 sogar 8 Jahre (416 Wochen). Diese hohen Werte kommen

dadurch zustande, dass einige der Studienteilnehmer bereits seit mehreren Jahren vor der Operation nicht mehr regelmäßig sportlich aktiv gewesen sind. Dies wird jedoch relativiert durch die Betrachtung des Medians, der für Gruppe 3 4,5 Wochen und 8,0 Wochen für Gruppe 6 beträgt und somit deutlich geringere Werte für die präoperative Sportpause annimmt.

Variable	Gruppe 3	Gruppe 6
Trainingsumfang letzter Monat vor OP (h/Wo) (Mittelwert ± Standardabweichung)	1,91 ± 2,69	1,15 ± 2,63
Sportpause präoperativ (Wo) (Mittelwert ± Standardabweichung)	22,76 ± 42,31	41,57 ± 87,09

Tabelle 13: Trainingsparameter unmittelbar vor der Operation

Zusammenfassend lässt sich das Trainingsverhalten des Patientenkollektivs im Jahr vor der Operation als sehr vielseitig mit Schwerpunkt auf uneingeschränktem Training und hohem Trainingsumfang charakterisieren.

3 Ergebnisse

3.1 Drei Monate postoperativ

Nachdem die Studienteilnehmer drei Monate nach ihrer Operation in einem Telefoninterview befragt wurden, konnten für insgesamt 79 von ursprünglich 84 Patienten Daten erhoben werden. In der Gruppe 3 befinden sich zu diesem Zeitpunkt noch 40 Teilnehmer von anfänglich 43 und in der Gruppe 6 noch 39 von anfänglich 41.

3.1.1 Klinischer Befund

Nach drei Monaten wird in beiden Gruppen von jeweils 16 Patienten (40,0% der Gruppe 3 und 41,0% der Gruppe 6) angegeben, beschwerdefrei zu sein und dies durchschnittlich nach 2,33 Wochen (Gruppe 3) bzw. 2,75 Wochen (Gruppe 6) nach der Operation. Die Mehrheit dieser Patienten, jeweils 9 in beiden Gruppen, berichtet, unmittelbar nach der Operation beschwerdefrei gewesen zu sein.

Entsprechend verbessert schätzen sich die Studienteilnehmer auch mittels Visueller Analog Skala ein (s. Tabelle 14). Die Mittelwerte betragen 2,28 (Gruppe 3) bzw. 2,18 (Gruppe 6).

Insgesamt 64 Patienten zeigen hier eine Verbesserung und 13 verhalten sich konstant, während 2 Studienteilnehmer sich schlechter als vor der Operation einschätzen. Die durchschnittliche Verbesserung gegenüber der präoperativen Bewertung beträgt 2,03 Punkte in Gruppe 3 und 2,36 Punkte in Gruppe 6. Das Maximum der VAS sinkt in beiden Gruppen von präoperativ 6 auf nunmehr 5. Mit 5 stufen sich nur noch 2 Probanden aus Gruppe 3 (5,0%) und 1 Proband aus Gruppe 6 (2,6%) ein. Indessen bewerten sich 10 Patienten aus Gruppe 3 (25,0%) und 11 Patienten aus Gruppe 6 (28,2%) mit 1, was schmerzfrei bedeutet. Die genaue prozentuale Verteilung der VAS-Werte kann der Graphik in Abbildung 8 entnommen werden.

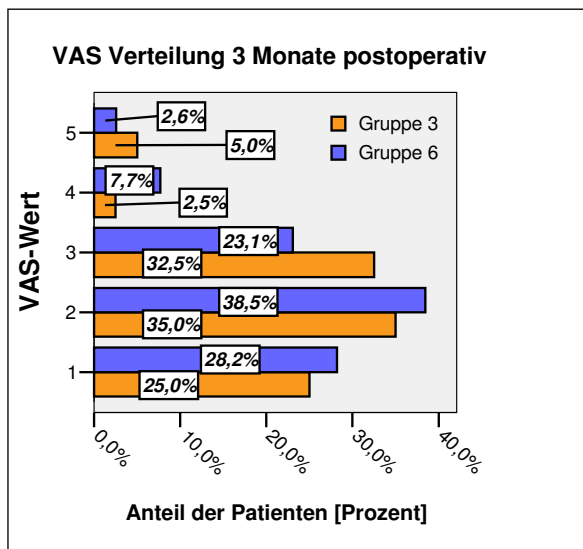


Abbildung 8: Verteilung der VAS-Werte in beiden Gruppen; 3 Monate postoperativ

Folglich ergibt sich eine erhebliche Verbesserung im Vergleich zur präoperativen Befragung, bei der die Mittelwerte für die VAS in beiden Gruppen deutlich über 4 Punkten lagen.

Dieselbe Tendenz zeigt sich auch bei der Berechnung des NASS Outcome Scores drei Monate nach der Operation. Wie erwartet sinken in beiden Gruppen die Mittelwerte der beiden Skalen des Scores deutlich im Vergleich zur präoperativen Erhebung (s. Tabelle 10 und Tabelle 14). 73 der insgesamt 79 Studienteilnehmer erhalten in beiden Skalen einen niedrigeren Wert. Dies entspricht klinisch einer Verbesserung.

Die Mittelwerte für die Skala *Lumbale Schmerzen* ergeben 2,14 in der Gruppe 3 und 2,37 in der Gruppe 6. Dies entspricht einer durchschnittlichen Abnahme von 1,71 (Gruppe 3) bzw. 1,78 Punkten (Gruppe 6) im Vergleich zur präoperativen Berechnung.

Auf der Skala *Radikuläre Symptomatik* werden in Gruppe 3 durchschnittlich 2,04 Punkte und 2,12 Punkte in Gruppe 6 erreicht. Diese Mittelwerte liegen im Mittel 2,17 Punkte (Gruppe 3) bzw. 1,98 Punkte (Gruppe 6) unter den präoperativen Werten.

Auch die Maximalwerte auf beiden Skalen des NASS Scores verringern sich. In der Skala *Radikuläre Symptomatik* reduziert sich das Maximum von jeweils 6,0 vor der Operation auf 5,5 (Gruppe 3) bzw. 5,3 (Gruppe 6). Die Minimalwerte liegen für beide Gruppen und für beide Skalen des Scores jeweils bei 1,0.

Da ein Rückgang der Werte des NASS Scores eine klinische Verbesserung der betroffenen Patienten darstellt, sind nach drei Monaten in beiden

Gruppen sowohl die lumbalen Schmerzen als auch die radikuläre Symptomatik deutlich zurückgegangen.

Variable	Gruppe 3	Gruppe 6
Beschwerdefrei nach (Wo) Mittelwert ± Standardabweichung	2,33 ± 3,90	2,75 ± 3,51
VAS Mittelwert ± Standardabweichung	2,28 ± 1,04	2,18 ± 1,02
NASS Score „Lumbale Schmerzen“ Mittelwert ± Standardabweichung	2,14 ± 0,81	2,37 ± 1,06
NASS Score „Radikuläre Symptomatik“ Mittelwert ± Standardabweichung	2,04 ± 1,21	2,12 ± 1,26

Tabelle 14: Klinik 3 Monate postoperativ

Wie schon bei der Berechnung der Werte vor der Operation kann auch zu diesem Zeitpunkt eine Normalverteilung des NASS-Scores nicht nachgewiesen werden. Als Beispiel ist hier die Verteilung der Skala *Lumbale Schmerzen* des Scores mit darüberprojizierter Normalverteilungskurve angeführt: die Abweichung der erhobenen Werte von der Normalverteilungskurve ist deutlich erkennbar (s. Abb. 9). Deshalb werden im Folgenden durchgehend nicht-parametrische Tests für die weitere statistische Bearbeitung des NASS Outcome Scores verwendet.

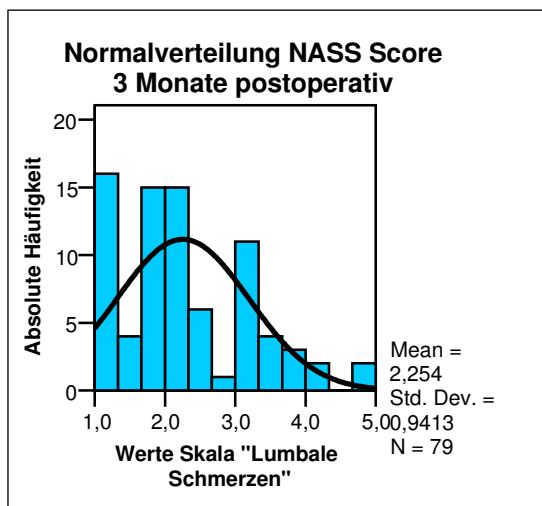


Abbildung 9: Überprüfung der Normalverteilung der Skala „Lumbale Schmerzen“ des NASS Scores: Häufigkeit der einzelnen Werte mit darübergelegter Normalverteilungskurve

3.1.2 Sport

In den ersten drei Monaten nach der Operation unterscheidet sich das Studienprotokoll für beide Gruppen nicht. Alle Patienten sind angehalten, nur Sportarten auszuüben, die der eingeschränkten Sportfreigabe entsprechen. Dem durch die Nukleotomie geschädigten und instabilen Bewegungssegment soll dadurch Zeit zur Regeneration gegeben werden und die Patienten können wieder Rückenmuskulatur aufbauen, um den Stabilitätsverlust zu kompensieren. Folglich können drei Monate nach der Operation nur Daten für das eingeschränkte Training erhoben werden.

Bei der telefonischen Befragung geben 36 Patienten der Gruppe 3 (90,0%) und 38 der Gruppe 6 (97,4%) an, regelmäßig Sport entsprechend des Studienprotokolls zu treiben. Hierbei fällt auf, dass im Jahr vor der Operation deutlich weniger Patienten sportlich aktiv waren. Dies trifft zu auf 34 Studienteilnehmer in Gruppe 3 (79,1%) und 30 Studienteilnehmer in Gruppe 6 (73,2%).

Nach drei Monaten nach der Operation wird der wöchentliche Trainingsumfang mit durchschnittlich ca. fünf Stunden pro Woche angegeben. Der Maximalwert beträgt für beide Gruppen 20 Trainingsstunden pro Woche (s. Tabelle 15).

Die Patienten üben im Durchschnitt zwei verschiedene eingeschränkte Sportarten aus, wobei der Maximalwert in beiden Gruppen vier Sportarten beträgt (s. Tabelle 15). Verglichen mit der Situation vor der Operation haben sowohl der Trainingsumfang als auch die Vielseitigkeit des eingeschränkten Trainings nach drei Monaten deutlich zugenommen.

Variable	Gruppe 3	Gruppe 6
Trainingsumfang (h/Wo) <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	5,22 ± 3,959	5,54 ± 4,339
Anzahl der Sportarten <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	2,00 ± 1,026	2,03 ± ,932

Tabelle 15: Trainingsumfang und Anzahl der ausgeübten Sportarten in beiden Gruppen; 3 Monate postoperativ

Bei näherer Betrachtung der einzelnen Sportarten erweist sich als beliebteste Sportart drei Monate nach der Operation das Gehen bzw. Spazierengehen oder Wandern. Regelmäßig betreiben dies 27 Studienteilnehmer aus Gruppe 3 (67,5%) und 26 aus Gruppe 6 (66,7%). Nordic Walking ist hier ausgenommen, da es zum uneingeschränkten Sport gezählt wird. Außerdem häufig genannt werden Schwimmen, Training auf dem Fahrradergometer und leichtes Krafttraining am geführten Gerät. Die genaue Auflistung der einzelnen Sportarten ist in der Tabelle 16 angegeben.

Sportart	Gruppe 3 Anzahl der Patienten	Gruppe 6 Anzahl der Patienten
Spazierengehen/Wandern	27 (67,5%)	26 (66,7%)
Schwimmen	19 (47,5%)	13 (33,3%)
Fahrradergometer	13 (32,5%)	17 (43,6%)
Krafttraining	10 (25,0%)	16 (41,0%)
Gymnastik	7 (17,5%)	8 (20,5%)
Wassergymnastik	2 (5,0%)	3 (7,7%)

Tabelle 16: Ausgeübte Sportarten drei Monate postoperativ und jeweilige Anzahl der Patienten in beiden Gruppen (prozentualer Anteil der Gruppe)

Befragt über die Auswirkungen des eingeschränkten Sports, bewertet die überwiegende Mehrheit der aktiven Studienteilnehmer diesen als positiv. Die im Folgenden aufgeführten Prozentwerte beziehen sich nur auf die Teilnehmer der jeweiligen Gruppe, die tatsächlich Sport treiben (regelmässig und unregelmässig). 33 Patienten der Gruppe 3 (86,8%) und 32 der Gruppe 6 (82,1%) geben an, dass er zur Verbesserung der

Beschwerden beitrage. Hingegen wird von 2 Mitgliedern der Gruppe 3 (5,3%) und 4 der Gruppe 6 (10,3%) berichtet, dass der Sport die Beschwerden verschlechtere. Die restlichen 3 Patienten der Gruppe 3 (7,9%) und 3 Patienten der Gruppe 6 (7,7%) können keinerlei Auswirkung des Sports auf die Beschwerden feststellen (s. Abb.10).

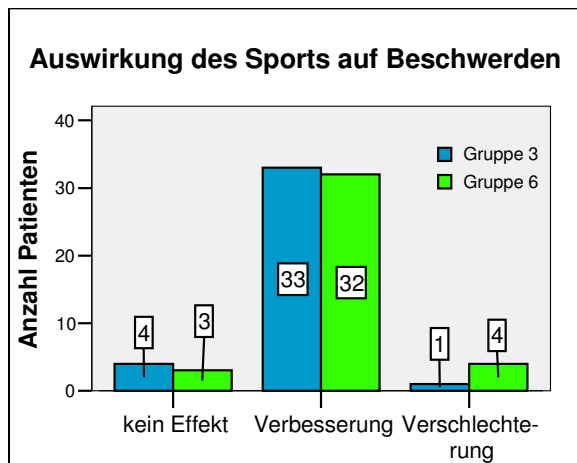


Abbildung 10: Auswirkung des Sports auf die Beschwerden; drei Monate postoperativ

Werden die einzelnen Sportarten hinsichtlich des von den Patienten empfundenen Effekts auf die Beschwerden betrachtet, so schneidet von den häufig genannten Sportarten das Schwimmen überdurchschnittlich gut ab. Insgesamt 27 von 32 Patienten (84,4% aller Patienten, die diese Sportart betreiben) beobachten dadurch eine Verbesserung, während nur zweimal (6,3%) eine Verschlechterung festgestellt wird. Die 3 restlichen Probanden (9,4%) können keinen Einfluss auf die Beschwerden feststellen. 14 Studienteilnehmer empfinden vor allem das Rückenschwimmen als besonders positiv, wobei manchmal praktische Probleme bei der Ausübung auftreten: da sich in öffentlichen Schwimmbädern viele Personen gleichzeitig im Schwimmbecken befinden, beschreiben einige Studienteilnehmer dies beim Rückenschwimmen als hinderlich. Als nach der Operation besonders unangenehm empfunden wird kaltes Wasser im Schwimmbad.

Durchweg positiv wird Wassergymnastik bewertet, vor allem in warmem Wasser: hier geben alle 5 Patienten (100%) eine Verbesserung der Beschwerden an. Eine Patientin berichtet auch, dass die Wassergymnastik besonders in den ersten Wochen unmittelbar nach der Bandscheibenoperation äußerst positive Effekte aufweist.

Ebenfalls als gut befunden wird Spazierengehen bzw. Wandern. Hier bestätigen 44 von 53 Studienteilnehmern (83,0%) eine günstige

Auswirkung, wobei vor allem zügiges Gehen als besonders positiv erachtet wird. Beim Wandern als problematisch erweisen sich der Abstieg und allgemein das Begehen steiler Wege. Eine Verschlechterung der Beschwerden durch Gehen bzw. Wandern geben 4 Probanden (7,6%) an.

Von den 30 Patienten, die regelmäßig auf dem Fahrradergometer trainieren, berichten 25 (83,3%) von einem günstigen Einfluss auf Schmerzen und andere postoperative Beschwerden. Nur 2 Probanden (6,7%) stellen dadurch eine Verschlechterung fest.

Weiterhin überwiegend positiv wird Gymnastik bewertet (12 Patienten, 80,0%) und nur zweimal (13,3%) ein negativer Effekt beobachtet. Als besonders empfehlenswert wird das Training der Bauchmuskulatur, z.B. durch Sit-ups, angegeben. Das Dehnen des Rückens wird kontrovers bewertet. Zwei Studienteilnehmer berichten von Muskelrelaxationstechniken als besonders positiv und idealer Ergänzung zum eingeschränkten Sport.

Als am wenigsten günstig im Hinblick auf postoperative Beschwerden erweist sich nach drei Monaten das Krafttraining am geführten Gerät. Im Vergleich zu den anderen eingeschränkten Sportarten berichten relativ wenige Probanden von einer Verbesserung. Dies trifft zu für 19 von 26 Patienten (73,1%), wohingegen dreimal (11,5%) die Beschwerden durch das Training verschlechtert werden. Hierbei werden speziell Übungen zum Aufbau der Quadrizeps – und Adduktorenmuskulatur genannt.

Diese überwiegend positive Resonanz bezüglich des Sports im Rahmen der eingeschränkten Sportfreigabe lässt sich weiterhin feststellen bei der Frage, ob die Patienten der Meinung seien, Sport habe grundsätzlich einen positiven Einfluss auf die Rückenbeschwerden. Auch hier schreiben fast alle Patienten dem Sport günstige Effekte zu. Dies trifft zu für 35 Studienteilnehmer der Gruppe 3 (97,2%) und 34 der Gruppe 6 (97,1%). Lediglich jeweils ein Patient aus den beiden Gruppen ist der Meinung, dass sportliche Aktivität nach einer Bandscheibenoperation negative Auswirkungen aufweist.

Zum Zeitpunkt drei Monate nach der Nukleotomie werden 20 Studienteilnehmer der Gruppe 3 (50,0%) und 24 Probanden der Gruppe 6 (61,5%) noch physiotherapeutisch betreut.

Zusätzlich zu Krankengymnastik und sportlicher Aktivität führen die meisten Patienten mehrmals pro Woche selbständig verschiedene Übungen zur Kräftigung der Bauch- und Rückenmuskulatur durch, die während der Rehabilitation und der ambulanten Physiotherapie erlernt wurden (35 Patienten in Gruppe 3 - 87,5%; 27 Patienten in Gruppe 6 - 69,2%). Lediglich 1 Proband aus Gruppe 3 (2,5%) und 5 Probanden aus Gruppe 6 (12,8%) berichten, keinerlei solcher Übungen selbständig durchzuführen.

Die meisten Befragten geben zudem an, diese Übungen nunmehr lebenslang durchführen zu wollen. Dies gilt für 24 Patienten aus Gruppe 3 (61,5%) und 20 aus Gruppe 6 (58,8%). Jeweils 13 Studienteilnehmer aus den beiden Gruppen haben vor, diese Übungen zumindest noch eine Zeit lang machen zu wollen (33,3% in Gruppe 3, 38,2% in Gruppe 6). Die restlichen Patienten dagegen wollen dies nur bei Beschwerden wiederaufnehmen.

Zusammenfassend lässt sich drei Monate nach der Nukleotomie feststellen, dass die Beschwerden der meisten Patienten deutlich gebessert sind, wenn auch die Mehrheit noch nicht vollständig beschwerdefrei ist. Doch trotzdem wird in beiden Studiengruppen im Rahmen der eingeschränkten Sportfreigabe länger und vielseitiger trainiert als vor der Operation. Die Auswirkungen dieses Trainings auf die Beschwerden werden als überwiegend positiv bewertet.

3.2 Sechs Monate postoperativ

Die nächste Befragung der Patienten erfolgte sechs Monate nach der Bandscheibenoperation, wobei in Gruppe 3 für 39 Patienten und in Gruppe 6 für 37 Patienten Daten erhoben werden konnten. Insgesamt nehmen zu diesem Zeitpunkt somit noch 76 von ursprünglich 84 Probanden an der Studie teil.

3.2.1 Klinischer Befund

Nach sechs Monaten nach der Nukleotomie geben – wie bereits nach drei Monaten – 16 Patienten der Gruppe 3 (41,0%) an, beschwerdefrei zu sein. In der Gruppe 6 trifft dies für 17 Probanden (45,9%) zu. Die Mehrheit des untersuchten Patientenkollektivs ist nach sechs Monaten nach der Bandscheibenoperation noch nicht völlig beschwerdefrei.

Die Einstufung der Schmerzen auf der Visuellen Analog Skala zeigt kaum Unterschiede zur vorhergehenden Befragung. Die Mittelwerte liegen bei 2,23 für Gruppe 3 und 2,16 für Gruppe 6 und sind nahezu identisch mit den Werten zum Zeitpunkt *3 Monate postoperativ* (s. Tabelle 11 und 17). Der Median beträgt für beide Gruppen 2,00 und weist somit keine Veränderung gegenüber dem Wert nach drei Monaten auf.

In der Gruppe 3 steigt das Maximum der VAS wieder an auf den Wert 6, da sich ein Patient den Wert für „stärkste Schmerzen“ zuordnet. In Gruppe 6 hingegen liegt das Maximum unverändert beim Wert 5, mit dem sich 2

Patienten einstufen. Mit eins bewerten sich in beiden Gruppen jeweils 10 Studienteilnehmer.

Variable	Gruppe 3	Gruppe 6
Beschwerdefrei nach [Wo] <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	2,33 ± 3,90	7,06 ± 8,31
VAS <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	2,23 ± 1,11	2,16 ± 1,09
NASS Score Skala „Lumbale Schmerzen“ <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,87 ± 0,76	2,00 ± 0,97
NASS Score Skala „Radikuläre Symptomatik“ Mittelwert ± Standardabweichung	1,80 ± 0,96	1,85 ± 1,05

Tabelle 17: Klinik 6 Monate postoperativ

Insgesamt fällt die Bewertung überwiegend positiv aus: in Gruppe 3 befinden sich 36 von 39 Probanden im Bereich eins bis einschließlich drei der VAS, in Gruppe 6 trifft dies auf 32 von 37 Patienten zu.

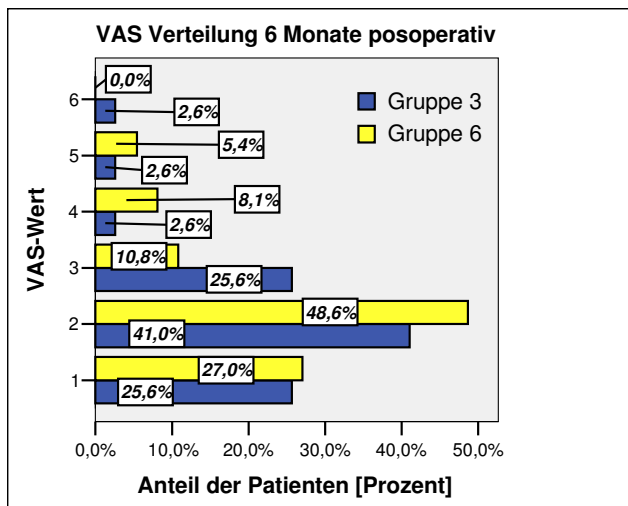


Abbildung 11: Verteilung der VAS-Werte in beiden Gruppen; 6 Monate postoperativ

Die genaue prozentuale Verteilung der Werte auf der Visuellen Analog-Skala kann der Graphik in Abbildung 11 entnommen werden.

Um das Behandlungsergebnis zu den verschiedenen Befragungszeitpunkten vergleichen zu können, wird auch diesmal wieder der NASS Outcome Score für jeden Patienten ermittelt. Für den Mittelwert der Skala *Lumbale Schmerzen* wird für die Gruppe 3 1,87 berechnet und für die Gruppe 6 2,00.

Auf der Skala *Radikuläre Symptomatik* des Scores betragen die Mittelwerte 1,80 in Gruppe 3 und 1,85 in Gruppe 6 (s. Tabelle 17). Für beide Skalen kann eine leichte Verringerung der Werte gegenüber der Erhebung zum Zeitpunkt *3 Monate postoperativ* festgestellt werden.

In 46 Fällen zeigt sich eine Verringerung des Werts auf der Skala *Lumbale Schmerzen*. Die durchschnittliche Abnahme beträgt 0,25 Punkte in Gruppe 3 und 0,30 Punkte in Gruppe 6. In 23 Fällen dagegen erhöht sich der Wert, was für das Behandlungsergebnis dieser Patienten eine Verschlechterung bedeutet. 7 Probanden zeigen keine Veränderung.

Für die Skala *Radikuläre Symptomatik* kann bei 35 Probanden eine Verbesserung gegenüber dem Wert nach 3 Monaten festgestellt werden. Hier wird eine durchschnittliche Abnahme von 0,17 Punkten in Gruppe 3 und 0,19 Punkten in Gruppe 6 ermittelt. In 21 Fällen wird eine Erhöhung berechnet und 20 Patienten zeigen keine Veränderung.

Auch die Maximalwerte sind reduziert gegenüber der letzten Befragung: das Maximum auf der Skala *Lumbale Schmerzen* sinkt nach 6 Monaten auf 4,0 in beiden Gruppen gegenüber 4,3 (Gruppe 3) bzw. 4,9 (Gruppe 6) nach 3 Monaten. Die Maximalwerte auf der Skala *Radikuläre Symptomatik* betragen 4,8 (Gruppe 3) und 4,5 (Gruppe 6). Auch hier zeigt sich eine Verbesserung gegenüber der vorhergehenden Befragung, bei der die Maximalwerte noch bei 5,5 (Gruppe 3) und 5,3 Punkten (Gruppe 6) lagen. Die Minimalwerte beider Skalen des Scores werden für beide Gruppen jeweils mit 1,0 berechnet.

Sechs Monate nach der Operation zeigen die Mittelwerte beider Skalen des NASS Outcome Scores somit leicht verringerte Werte gegenüber der Berechnung nach drei Monaten. Dies bedeutet eine weitere Verbesserung der Beschwerden im untersuchten Patientenkollektiv, die allerdings nicht mehr so deutlich ausfällt wie direkt nach der Operation.

Da sich zum Befragungszeitpunkt *6 Monate postoperativ* beide Gruppen nun in Bezug auf das Studienprotokoll unterscheiden – Gruppe 3 hat nach drei Monaten bereits die uneingeschränkte Sportfreigabe erhalten – sollen die Gruppen anhand des NASS Outcome Scores verglichen werden. Wegen der fehlenden Normalverteilung der Werte wird der Wilcoxon-Test als nicht-parametrischer Test verwendet. Doch für beide Skalen ergeben

sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Studiengruppen (jeweils $p > 0,05$).

Da allerdings in Gruppe 3 von den 39 Probanden nur 22 (56,4%) auch tatsächlich uneingeschränkten Sport gemäß Studienprotokoll betreiben, sollen die Werte nur für diese Patienten denen der Gruppe 6 gegenübergestellt werden. Aus der Gruppe 6 werden ebenfalls nur die sportlich aktiven Patienten mit einbezogen (ATP – according to protocol). Dies trifft auf 34 von 37 Patienten der Gruppe 6 zu (91,9%), wobei diese Probanden gemäß Protokoll nur eingeschränkt Sport treiben.

Doch die Mittelwerte der beiden Gruppen zeigen auch bei dieser Berechnung nur geringe Unterschiede. Die sportlich aktiven Probanden der Gruppe 3 weisen allerdings auf beiden Skalen des NASS Outcome Scores etwas bessere Werte auf (s. Tabelle 18). Bei der Anwendung des Wilcoxon-Tests für unverbundene Stichproben kann jedoch auch hier kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden (jeweils p -Wert $> 0,05$).

Variable	Gruppe 3 - ATP	Gruppe 6 - ATP
NASS Score Skala „Lumbale Schmerzen“ Mittelwert \pm Standardabweichung	1,69 \pm 0,58	1,97 \pm 0,95
NASS Score Skala „Radikuläre Symptomatik“ Mittelwert \pm Standardabweichung	1,81 \pm 0,99	1,89 \pm 1,08

Tabelle 18: Klinik nur der gemäß Studienprotokoll sportlich aktiven Patienten in beiden Gruppen (ATP – according to protocol); 6 Monate postoperativ

Die Minimalwerte für beide Skalen des NASS Outcome Scores betragen je 1,00 in beiden Gruppen. Für die Skala *Lumbale Schmerzen* errechnet sich in Gruppe 3 ein Maximum von 2,80 und in Gruppe 6 von 4,30. Betrachtet man die Skala *Radikuläre Symptomatik*, beträgt der Maximalwert der Gruppe 3 4,80, während der höchste Wert in Gruppe 6 mit 4,50 etwas darunter liegt.

Somit kann sechs Monate nach der Nukleotomie sowohl unter Einbeziehung aller Teilnehmer als auch unter Einbeziehung nur der dem Protokoll entsprechenden Probanden (ATP) kein signifikanter Unterschied des Behandlungsergebnisses zwischen den beiden Studiengruppen nachgewiesen werden.

3.2.2 Sport

Entsprechend des Studiendesigns unterscheiden sich nun erstmals die beiden Gruppen bezüglich des Trainingsprogramms voneinander. Die der Gruppe 3 zugeteilten Patienten erhielten bereits nach drei Monaten die uneingeschränkte Sportfreigabe und können also seit diesem Zeitpunkt ihr Trainingsprogramm völlig frei wählen. Somit können bei der Befragung nach sechs Monaten postoperativ für die Gruppe 3 erstmals auch Daten über uneingeschränktes Training erhoben werden. Die Gruppe 6 hingegen ist immer noch angehalten, nur Sport gemäß der eingeschränkten Sportfreigabe zu betreiben.

Drei Monate nach der Nukleotomie übten die Probanden beider Gruppen im Mittel zwei eingeschränkte Sportarten aus. Doch diese Vielseitigkeit im eingeschränkten Sport nimmt ab. Der Mittelwert in Gruppe 3 liegt nur noch bei 1,3 eingeschränkten Sportarten pro Patient und auch in Gruppe 6 nur leicht höher bei 1,7 (s. Tabelle 19). Maximal werden in beiden Gruppen drei verschiedene eingeschränkte Sportarten ausgeübt.

Auch der Trainingsumfang für das eingeschränkte Training zeigt abnehmende Tendenz (s. Tabelle 19). Während die Patienten beider Gruppen drei Monate nach der Operation noch mehr als fünf Stunden pro Woche trainierten, reduziert sich der Trainingsumfang nun um ca. 2 Stunden. Maximal werden acht Stunden Training pro Woche in Gruppe 3 angegeben (3 Patienten). Das Maximum des Trainingsumfangs in Gruppe 6 liegt bei 14 Stunden pro Woche (1 Patient).

Variable	Gruppe 3 - ITT	Gruppe 6 - ITT
Trainingsumfang eingeschränkter Sport (h/Wo) <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	3,14 ± 2,62	3,66 ± 2,97
Anzahl der eingeschränkten Sportarten <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,31 ± 1,00	1,73 ± 0,87

Tabelle 19: eingeschränkte Training: Trainingsparameter für das Gesamtkollektiv (ITT-intention to treat); sechs Monate postoperativ

Diese Werte ergeben sich, wenn die Daten aller noch teilnehmenden Patienten in die Berechnung mit einbezogen werden (intention to treat - ITT; s. Tabelle 19).

Zusätzlich sollen die Werte nur der Studienteilnehmer, die regelmäßig eingeschränkten Sport treiben, separat analysiert werden (according to protocol - ATP). Dabei befinden sich in Gruppe 3 28 Patienten und 33 in Gruppe 6. In Gruppe 3 treiben 10 Probanden überhaupt keinen eingeschränkten Sport, einer nur unregelmäßig. In Gruppe sechs sind drei Patienten nicht sportlich aktiv, ebenfalls einer nur unregelmäßig.

Die genauen Werte der Trainingsparameter für diejenigen Studienteilnehmer, die sich einem regelmäßigen Training unterziehen, sind in untenstehender Tabelle aufgeführt (s. Tabelle 20). Wie erwartet finden sich sowohl für den wöchentlichen Trainingsumfang als auch für die Anzahl der ausgeübten Sportarten pro Patient höhere Werte als bei der Berechnung für das Gesamtkollektiv. Dennoch liegen die Werte unter denen nach drei Monaten. Trainingsumfang und Vielseitigkeit im eingeschränkten Sport nehmen demnach sechs Monate nach der Bandscheibenoperation ab.

Variable	Gruppe 3 - ATP	Gruppe 6 - ATP
Trainingsumfang eingeschränkter Sport (h/Wo) <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	4,26 ± 2,11	3,99 ± 2,88
Anzahl der eingeschränkten Sportarten <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,76 ± 0,74	1,88 ± 0,73

Tabelle 20: Eingeschränktes Training: Trainingsparameter nur der aktiven Patienten (ATP-according to protocol); sechs Monate postoperativ

Die am häufigsten gewählte Sportart ist auch sechs Monate nach der Operation wiederum Gehen bzw. Spazierengehen oder Wandern, was insgesamt 48 Patienten regelmäßig ausüben. Weiterhin genannt werden Schwimmen, Krafttraining, Training auf dem Fahrradergometer, Gymnastik und Aquagymnastik bzw. Aquajogging. Genauere Angaben zur Anzahl der aktiven Patienten und zur Verteilung auf beide Gruppen sind in Tabelle 21 aufgelistet.

Sportart	Gruppe 3 Anzahl der Patienten	Gruppe 6 Anzahl der Patienten	Patienten insgesamt
Wandern/ Spaziergehen	24 (61,5%)	24 (64,9%)	48
Schwimmen	10 (25,6%)	10 (27,0%)	20
Krafttraining	10 (25,6%)	7 (18,9%)	17
Fahrradergometer	6 (15,4%)	7 (18,9%)	13
Gymnastik	5 (12,8%)	7 (18,9%)	12
Aquagymnastik/ Aquajogging	2 (5,1%)	2 (5,4%)	4

Tabelle 21: Ausgeübte eingeschränkte Sportarten sechs Monate postoperativ und jeweilige Anzahl der Patienten in beiden Gruppen (prozentualer Anteil der Gruppe)

Der Einfluss des eingeschränkten Trainings auf die individuellen Beschwerden wird ein weiteres Mal überwiegend positiv bewertet. 21 Probanden der Gruppe 3 (72,4%) und 26 der Gruppe 6 (76,5%) beobachten eine Verbesserung ihrer Beschwerden während oder nach dem Training. Nur drei Patienten aus Gruppe 3 (10,3%) und ein Patient der Gruppe 6 (2,9%) dagegen berichten von einer Verschlechterung des Beschwerdebildes. Bei den restlichen Probanden kann kein Effekt des eingeschränkten Sports festgestellt werden (s. Abb. 12).

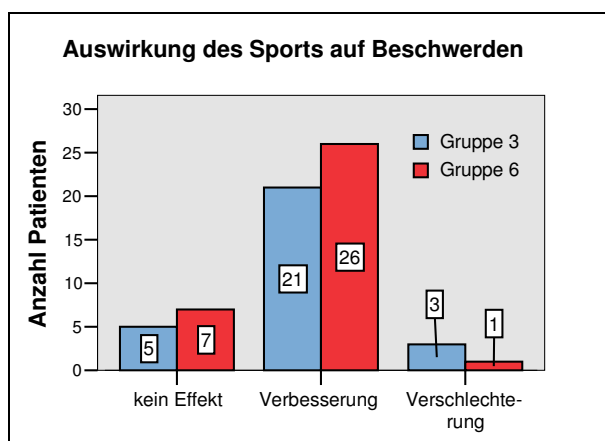


Abbildung 12: Auswirkung des eingeschränkten Trainings auf die Beschwerden; sechs Monate postoperativ

Ein weiteres Mal sollen die Probanden den Einfluss der jeweiligen Sportarten auf die individuellen Beschwerden bewerten. Hier zeigt sich wieder, dass von den häufig gewählten Sportarten das Schwimmen am besten abschneidet. 16 Studienteilnehmer (80,0% aller Schwimmer) berichten von einer Verbesserung der Beschwerden und 4 (20,0%) können keinen Effekt feststellen. Eine Verschlechterung durch Schwimmtraining wird überhaupt nicht angegeben. Von 10 dieser Patienten wird vor allem das Rückenschwimmen als besonders positiv empfunden.

Ebenfalls als überwiegend positiv eingestuft wird das Wandern und Spaziergehen, durch das 33 Probanden (68,8%) eine Besserung des Beschwerdebildes erfahren. Bei 5 Patienten (10,4%) jedoch stellt sich dadurch eine Verschlimmerung ein. Die restlichen 10 Patienten (20,8%) können keinerlei Effekt beobachten.

Auch das Krafttraining hat laut Patientenangaben günstigen Einfluss. In 13 Fällen (76,5%) wird von einer klinischen Verbesserung berichtet, wohingegen von einem Probanden (5,9%) ein negativer Einfluss festgestellt wird. Eine Studienteilnehmerin gibt an, dass durch häufiges Krafttraining die Beweglichkeit des Rückens abnimmt und Schmerzen verstärkt werden. Bei 3 Patienten (17,6%) bleiben die Beschwerden durch das Krafttraining unbeeinflusst.

9 Studienteilnehmer (69,2%), die regelmäßig auf dem Fahrradergometer trainieren, befinden dies als günstig. Die restlichen Angaben besagen alle, dass kein Effekt bezüglich der Beschwerden auftritt. Kein einziger Patient berichtet von einer Verschlechterung der Beschwerden durch diese Sportart.

Gymnastik wird genau wie nach drei Monaten als vorwiegend positiv bewertet, da 10 von 12 aktiven Patienten (83,3%) dadurch eine Beschwerdebesserung erfahren. Von den beiden restlichen Probanden beobachtet einer einen ungünstigen Einfluss, der andere kann keinen Effekt feststellen.

Drei Studienteilnehmer betreiben regelmäßig Aquagymnastik bzw. Aquajogging und geben ausnahmslos an, dass dieses Training die Beschwerden deutlich verbessert.

Das eingeschränkte Training nimmt somit nach sechs Monaten in beiden Gruppen ab, was sowohl den Trainingsumfang als auch die Anzahl der verschiedenen Sportarten und damit die Vielseitigkeit des Trainings betrifft. Auch werden die ausgeübten Sportarten weniger oft mit „positiv“ bewertet. Häufiger wird dagegen berichtet, dass der eingeschränkte Sport keinen Effekt mehr auf die Beschwerden hat.

Zusätzlich zum eingeschränkten Sport machen die meisten Probanden selbständig noch verschiedene Übungen zur Stärkung der Bauch- und Rückenmuskulatur. In Gruppe 3 trifft dies auf 32 Teilnehmer zu (82,1%), wobei 20 Patienten (51,3%) angeben, diese Übungen mehrmals pro Woche zu durchzuführen. In der Gruppe 6 üben ebenfalls 32 Patienten selbständig (88,9%), allerdings nur 18 Probanden regelmäßig mehrmals pro Woche (50,0%). 21 Probanden der Gruppe 3 (65,6%) und 18 Probanden der Gruppe 6 (56,3%) haben vor, diese Übungen sogar lebenslang weiterzuführen.

In physiotherapeutischer Behandlung befinden sich sechs Monate nach der Nukleotomie nur noch jeweils 7 Patienten (17,9% in Gruppe 3, 18,9% in Gruppe 6).

Für die Gruppe 3 können sechs Monate nach der Bandscheibenoperation zum ersten Mal Daten über uneingeschränkten Sport erhoben werden, da laut Studienprotokoll diese Gruppe bereits nach drei Monaten die uneingeschränkte Sportfreigabe erhielt und damit ihre Sportarten völlig frei wählen konnte.

Hier werden einerseits die Daten für die gesamte Gruppe 3 berechnet (ITT – intention to treat) und zusätzlich die Werte nur für die tatsächlich uneingeschränkten Sport treibenden Probanden (ATP – according to protocol) (s. Tabelle 22).

Variable	Gruppe 3 - ITT	Gruppe 3 - ATP
Trainingsumfang uneingeschränkter Sport (h/Wo) <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	2,02 ± 3,05	3,93 ± 3,26
Anzahl der uneingeschränkten Sportarten <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	0,77 ± 0,78	1,36 ± 0,49

Tabelle 22: Vergleich der Trainingsparameter für uneingeschränktes Training in Gruppe 3. ITT – alle Patienten der Gruppe 3, ATP – im uneingeschränkten Training aktive Patienten der Gruppe 3

Bei Betrachtung der gesamten Gruppe errechnet sich der wöchentliche Trainingsumfang mit durchschnittlich 2,02 Stunden (s. Tabelle 22). Das Minimum liegt bei 0 Stunden. Von einem Studienteilnehmer wird angegeben, 12 Stunden pro Woche zu trainieren, was hier dem Maximalwert entspricht.

Die Probanden betreiben durchschnittlich 0,77 und maximal 2 verschiedene uneingeschränkte Sportarten, was jedoch nur für 8 Probanden zutrifft. Die Vielseitigkeit des Trainingsprogramms im uneingeschränkten Training ist demnach geringer als beispielsweise im eingeschränkten Training, wo von einem Patienten mehr verschiedene Sportarten ausgeübt werden.

Insgesamt sind 22 Patienten der Gruppe 3 (56,4%) nach sechs Monaten entsprechend des Studienprotokolls aktiv und treiben uneingeschränkt Sport (ATP – according to protocol). Betrachtet man die Daten nur dieser Probanden, ergeben sich erwartungsgemäß höhere Mittelwerte für die berechneten Trainingsparameter (s. Tabelle 22). Besonders der Trainingsumfang mit durchschnittlich 3,93 Stunden in der Woche steigt deutlich an und liegt fast genauso hoch wie der Trainingsumfang im eingeschränkten Sport. Vier Studienteilnehmer können keinen wöchentlichen Trainingsumfang angeben, da diese nur unregelmäßig ihrer sportlichen Aktivität nachgehen. Von 17 Patienten der Gruppe 3 wird berichtet, trotz der uneingeschränkten Sportfreigabe überhaupt keine uneingeschränkte Sportart auszuüben.

Von den 22 Probanden, die uneingeschränkt sportlich aktiv sind, wird in 10 Fällen angegeben, dass der uneingeschränkte Sport die Beschwerden verbessere (45,5% aller im uneingeschränkt sportlich aktiven Patienten). In 5 Fällen werden die Beschwerden dadurch verschlechtert (22,7%). Die restlichen 7 Patienten können keine Auswirkung des Sports auf ihr Beschwerdebild feststellen (31,8%) (s. Abb. 13).



Abbildung 13: Auswirkung des uneingeschränkten Trainings auf Beschwerden in Gruppe 3; Anzahl Patienten und prozentualer Anteil; sechs Monate postoperativ

Als die beliebteste unter den frei gewählten Sportarten erweist sich das Fahrradfahren, wobei Mountainbike- und Rennradfahren hier nicht mit

eingeschlossen sind. Regelmäßig betreiben dies 13 Probanden, wobei sich bei 6 Patienten (46,2%) dadurch eine Verbesserung der Beschwerden einstellt. 2 Probanden (15,4%) berichten hingegen von einem negativen Effekt auf die Beschwerden, während die restlichen 5 Patienten (38,5%) keine Auswirkung feststellen können (s. Tabelle 23). Eine Studienteilnehmerin weist darauf hin, dass entsprechend warme Kleidung im Rückenbereich beim Fahrradfahren besonders wichtig sei. Das Befahren unebener Wege wird als unangenehm empfunden.

Sportart	Anzahl Patienten insgesamt	Verbesserung der Beschwerden	Verschlechterung der Beschwerden	Kein Effekt auf Beschwerden
Fahrradfahren	13	6 (46,2%)	2 (15,4%)	5 (38,5%)
Laufen	3	0	1 (33,3%)	2 (66,7%)
Fußball	3	1 (33,3%)	1 (33,3%)	1 (33,3%)
Inline Skating	2	0	0	2 (100,0%)

Tabelle 23: Beliebteste uneingeschränkte Sportarten in Gruppe 3 und deren Auswirkung auf Beschwerden 6 Monate postoperativ. Anzahl der Patienten (prozentualer Anteil der in einer Sportart aktiven Patienten)

Laut präoperativer Befragung geben 9 Patienten aus der Gruppe 3 an, im Jahr vor der Operation regelmäßig gelaufen zu sein. Doch von diesen 9 Probanden haben 6 Monate nach der OP erst drei wieder mit dem Laufen angefangen. Davon berichtet 1 Patient (33,3%) von einer Verschlechterung der Beschwerden, während die anderen beiden keinen Effekt auf das persönliche Beschwerdebild beobachten. Eine Patientin stellt fest, dass vor allem die Haltung beim Laufen eine wichtige Rolle bei der Vorbeugung von Beschwerden spiele: zum einen soll ein Hohlkreuz vermieden werden, zum anderen auf eine ausreichende Körperspannung geachtet werden, wobei besonders die Bauchmuskeln zur Stabilisation wichtig seien. Von zwei zusätzlichen Patienten wird über verstärkte Beschwerden nach dem Laufen berichtet, weshalb sie diese Sportart nicht regelmäßig betreiben können.

Ebenfalls drei Studienteilnehmer spielen wieder Fußball – genauso viele wie vor der Operation. Doch der Effekt auf die Beschwerden stellt sich als sehr unterschiedlich heraus: jeweils ein Patient (je 33,3%) berichtet von Verschlechterung, Verbesserung und keiner Beeinflussung. Besonders Stürze verursachen nach der Erfahrung eines Probanden vermehrt Rückenschmerzen, genau wie Torsionsbewegungen des Rumpfes.

Zwei Patienten geben an, regelmäßig Inline Skating zu gehen, was in beiden Fällen die Beschwerden nicht beeinflusst.

Insgesamt 11 Patienten aus der Gruppe 3 sind vor ihrer Bandscheibenoperation im Wintersport aktiv gewesen. Davon sind 9 Probanden Skifahrer und zwei fahren Snowboard. Doch bei der Befragung nach sechs Monaten gibt nur ein einziger Patient an, bereits wieder Ski gefahren zu sein, was die persönlichen Beschwerden gebessert habe. Allerdings weist der Studienteilnehmer darauf hin, nur unter guten Bedingungen Ski zu fahren, was Schnee, Piste und Wetter betrifft. Das Befahren von Buckelpisten oder Tiefschneehängen wird vermieden. Weiter wird von diesem Probanden berichtet, dass im Gegensatz zur präoperativen Situation auch viele Pausen beim Skifahren wichtig seien.

Auch einige weitere Probanden betreiben uneingeschränkte Sportarten, die bereits vor der Operation ausgeübt wurden. Diese Sportarten und ihr Einfluss auf die Beschwerden sind in untenstehender Tabelle aufgeführt, wobei immer jeweils ein Patient in der entsprechenden Sportart aktiv ist (s. Tabelle 24).

Beim Rennradfahren bereitet die überhöhte Sitzposition keine Probleme, was auch von einem zusätzlichen Probanden bestätigt wird, der allerdings nur unregelmäßig Rennrad fährt.

Laut Patientenangabe verbessert das Volleyballspielen nur eingeschränkt und in Abhängigkeit von der Spielweise die Beschwerden: Schmettern am Netz beispielsweise soll vermieden werden. Eine zurückhaltende Spielweise wird als günstig empfunden.

Hier wird deutlich, dass die uneingeschränkten Sportarten sehr unterschiedlich und nicht so deutlich positiv bewertet werden wie das eingeschränkte Training. Unter den häufiger genannten uneingeschränkten Sportarten schneiden das Fahrradfahren und das Inline Skating am besten ab. Als kritische Sportarten können aufgrund der Daten dieses Patientenkollektivs Laufen, Fußball und Cricket eingestuft werden. Auffälligerweise werden einige Sportarten positiv oder neutral bewertet, bei denen der Rücken durch die Haltung oder durch plötzlichen Bewegungsausgleich besonders beansprucht wird, wie z.B. Rennradfahren, Reiten oder Skifahren.

Sportart	Verbesserung der Beschwerden	Verschlechterung der Beschwerden	kein Effekt auf Beschwerden
Tauchen			+
Bergsteigen	+		
Rennrad			+
Fitnessstraining	+		
Volleyball	+		
Reiten	+		
Cricket		+	
Klettern			+

Tabelle 24: Uneingeschränkte Sportarten und deren Auswirkung auf die Beschwerden in Gruppe 3, jeweils ein Patient aktiv; 6 Monate postoperativ

Der eingeschränkte Sport wird in seiner Auswirkung auf die Beschwerden allerdings deutlich besser bewertet. Jedoch kann ein Unterschied im Behandlungsergebnis zur Gruppe 6, die bis zu diesem Zeitpunkt nur die eingeschränkte Sportfreigabe erhalten hat, mittels des NASS Outcome Scores nicht nachgewiesen werden ($p > 0,05$). Das Beschwerdebild wird durch den uneingeschränkten Sport sechs Monate nach der Operation folglich nicht nachhaltig beeinflusst.

Obwohl somit auch sechs Monate nach der Operation noch nicht alle Patienten beschwerdefrei sind, zeigt sich eine weitere klinische Verbesserung im Vergleich zur Befragung drei Monate nach der Operation. Der Großteil der Patienten stuft sich auf der unteren Hälfte der VAS ein und leidet demnach nicht mehr unter stärkeren Beschwerden.

In Bezug auf die sportliche Aktivität lässt sich zusammenfassend nach sechs Monaten feststellen, dass in beiden Gruppen die Ausübung eingeschränkter Sportarten zurückgeht. Diese Sportarten werden nun häufiger als neutral in Bezug auf die Beeinflussung der Beschwerden dargestellt.

Die Gruppe 3 hat bereits die uneingeschränkte Sportfreigabe erhalten und konnte das Trainingsprogramm frei wählen, was jedoch nur etwa die Hälfte

der Patienten wahrnahm. Die entsprechenden Sportarten haben kaum negative Auswirkungen auf Beschwerden. Ein Unterschied im Behandlungsergebnis der beiden Studiengruppen lässt sich nach sechs Monaten nicht nachweisen.

3.3 Neun Monate postoperativ

Entsprechend des Studienprotokolls fand die letzte Befragung der Probanden neun Monate nach der Bandscheibenoperation statt. Ein weiteres Mal wurde für jeden Patienten der „Fragebogen postoperativ“ ausgefüllt sowie der NASS Outcome Score ermittelt.

In der Gruppe 3 befanden sich zu diesem Zeitpunkt nunmehr 38 Patienten, in der Gruppe 6 konnten noch 37 Patienten befragt werden. Somit wurden nach neun Monaten Daten für 75 Patienten erhoben.

Anfänglich wurden insgesamt 84 Patienten in die Studie aufgenommen. Während des gesamten Studienverlaufs wurden neun Patienten von der Untersuchung ausgeschlossen (s. Abb. 14).

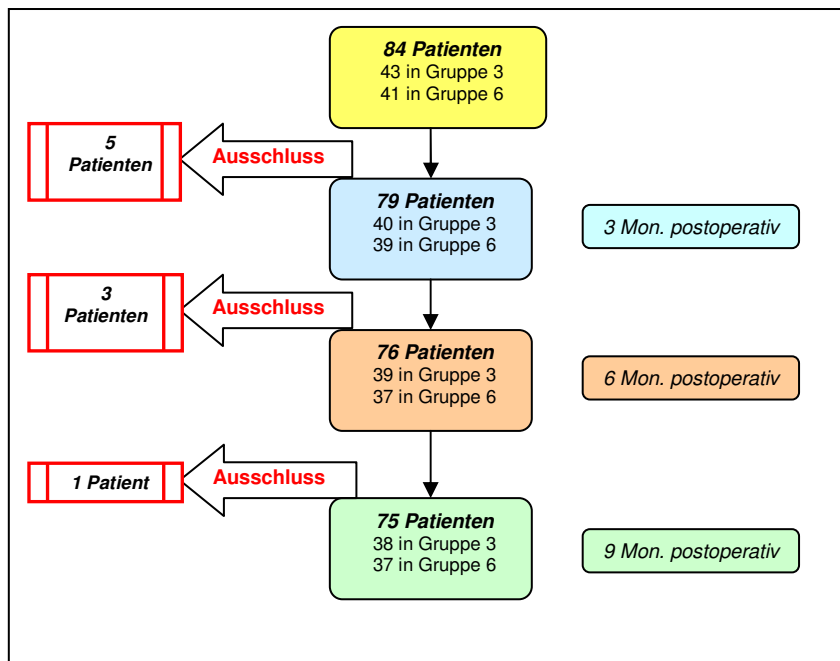


Abbildung 14: Ausschluss von Patienten im Verlauf der Studie

Diese neun Patienten konnten aus verschiedenen Gründen nicht mehr an der Studie teilnehmen. Drei Probanden wurden telefonisch nicht mehr erreicht. Weitere fünf Studienteilnehmer mussten sich einer Operation wegen eines Rezidivs unterziehen, wodurch der im Studienprotokoll vorgesehene Trainingszeitplan nicht mehr eingehalten werden konnte. Ein weiterer Patient berichtete von einem längeren stationären Krankenhausaufenthalt wegen eines akuten Leberversagens. Auch daraufhin erfolgte der Ausschluss von der vorliegenden Untersuchung, da der Trainingsplan ebenfalls nicht mehr erfüllt werden konnte. Der Ausschluss dieser Patienten von der Studie fand in Übereinstimmung mit den vorab definierten Ausschlusskriterien statt (s. 2.2.3).

Im Hinblick auf die Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit zeigt sich die durchgeführte Therapie beim hier untersuchten Patientenkollektiv als erfolgreich, denn fast alle Patienten können nach der Bandscheibenoperation ihren früheren Beruf wieder ausüben. Neun Monate nach der Operation trifft dies für alle 38 Probanden der Gruppe 3 (100%) und für 32 Probanden der Gruppe 6 (86,5%) zu. Bei zwei Patienten der Gruppe 6 (5,4%) besteht eine Minderung der Erwerbsfähigkeit. Bei drei weiteren Patienten der Gruppe 6 (8,1%) dauerte die Arbeitsunfähigkeit bis zu diesem letzten Befragungszeitpunkt an. Für diese Patienten kann nicht angegeben werden, ob eine Rückkehr in den früheren Beruf möglich ist.

Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit nach der Operation beträgt in der Gruppe 3 im Mittel 9,18 Wochen und in der Gruppe 6 im Mittel 10,45 Wochen. Für beide Gruppen ergeben sich hier somit ähnliche Werte.

3.3.1 Klinischer Befund

Bei der abschließenden Befragung der Studienteilnehmer geben insgesamt 35 Patienten an, völlig bzw. beinahe beschwerdefrei zu sein. Dies trifft zu für 17 Probanden der Gruppe 3 (44,7%) und 18 Probanden der Gruppe 6 (48,6%).

In der Gruppe 3 sind diese Patienten nach durchschnittlich 5,7 Wochen nach der Operation beschwerdefrei, während die Probanden der Gruppe 6 mit durchschnittlich 7,3 Wochen einen etwas längeren Zeitraum angeben (s. Tabelle 25). Der Minimalwert beträgt für beide Gruppen 0 Wochen, was Beschwerdefreiheit unmittelbar nach der Operation bedeutet. Dies trifft für insgesamt 15 Patienten zu. Der entsprechende Maximalwert der Dauer bis zur Beschwerdefreiheit liegt in Gruppe 3 bei 30 Wochen, in Gruppe 6 bei 28 Wochen nach der Bandscheibenoperation. Werden jedoch jeweils die Median-Werte betrachtet wird ersichtlich, dass die Mittelwerte durch solche Maximalwerte erheblich nach oben beeinflusst wurden: der Zeitraum, nach dem die Patienten nach der Operation beschwerdefrei waren, beträgt für die

Gruppe 3 im Median 0,5 Wochen und 4,0 Wochen für die Gruppe 6. Diese Median-Werte fallen somit deutlich niedriger aus als die Mittelwerte.

Die Mehrheit der Patienten ist neun Monate postoperativ noch nicht völlig beschwerdefrei. Dies gilt für 21 Probanden der Gruppe 3 (55,3%) und 19 Probanden der Gruppe 6 (51,4%).

Variable	Gruppe 3	Gruppe 6
Beschwerdefrei nach [Wo] Mittelwert ± Standardabweichung	5,69 ± 9,50	7,33 ± 9,02
VAS Mittelwert ± Standardabweichung	2,03 ± 0,92	2,03 ± 0,87
NASS Score Skala „Lumbale Schmerzen“ Mittelwert ± Standardabweichung	1,86 ± 0,83	1,88 ± 0,86
NASS Score Skala „Radikuläre Symptomatik“ Mittelwert ± Standardabweichung	1,93 ± 1,14	1,88 ± 1,11

Tabelle 25: Klinik neun Monate postoperativ

Doch obwohl sich mehr als die Hälfte der Patienten als nicht komplett beschwerdefrei betrachtet, zeigt sich bei der subjektiven Einschätzung der Schmerzen mittels VAS eine erneute Verbesserung gegenüber der vorangegangenen Befragung. Der Mittelwert zum Zeitpunkt neun Monate postoperativ beträgt in beiden Gruppen 2,03 (s. Tabelle 25). Zum Zeitpunkt sechs Monate postoperativ lagen diese Mittelwerte mit 2,23 (Gruppe 3) und 2,16 (Gruppe 6) noch leicht darüber.

Nach neun Monaten sinkt auch das Maximum der VAS-Werte in beiden Gruppen auf 4 Punkte. Dieses Maximum wird lediglich von zwei Patienten der Gruppe 3 (5,3%) und ebenfalls von zwei Patienten der Gruppe 6 (5,4%) angegeben. Der Großteil der Patienten liegt demnach im unteren Bereich der VAS zwischen 1 und 3 Punkten. Mit dem Wert 1, was „schmerzfrei“ bedeutet, stufen sich insgesamt 24 Probanden ein, darunter 13 Patienten der Gruppe 3 (34,2%) und 11 Probanden der Gruppe 6 (29,7%).

Die genaue Verteilung der VAS-Werte nach neun Monaten ist in der Graphik in Abbildung 15 dargestellt.

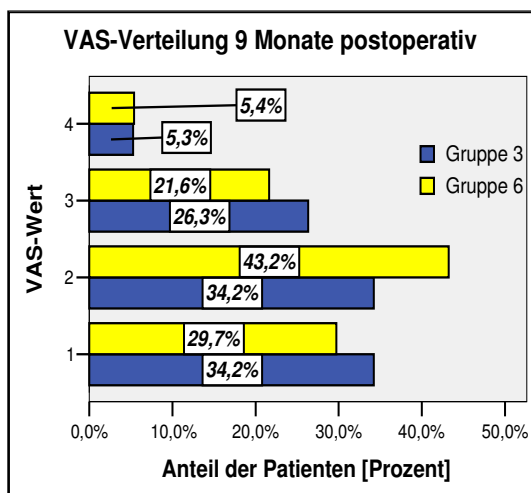


Abbildung 15: Verteilung der VAS-Werte; 9 Monate postoperativ

Betrachtet man die präoperativen Ausgangswerte auf der Visuellen Analog Skala, so ergibt sich neun Monate später erwartungsgemäß eine erhebliche Verbesserung: bei der Befragung vor der Operation erreichte die Gruppe 3 durchschnittlich 4,28 Punkte und die Gruppe 6 4,59 Punkte auf der VAS. Insgesamt 63 Studienteilnehmer geben neun Monate nach der Bandscheibenoperation niedrigere VAS-Werte an.

In Gruppe 3 sinkt die VAS nach neun Monaten im Durchschnitt um 2,21 Punkte gegenüber der präoperativen Situation. In Gruppe 6 nehmen die Werte auf der VAS im Mittel um 2,46 Punkte ab. 11 Probanden zeigen keine Veränderung und ein einziger Patient stuft sich bei der letzten Befragung schlechter ein als vor der Operation.

Neben der Selbsteinschätzung mittels Visueller Analog Skala wird für jeden Studienteilnehmer ein letztes Mal der NASS Outcome Score berechnet. Dieser weist kaum Veränderungen gegenüber der letzten Erhebung auf. Auf der Skala *Lumbale Schmerzen* wird in der Gruppe 3 ein Mittelwert von 1,86 erreicht und in der Gruppe 6 ein Mittelwert von 1,88 (s. Tabelle 25). Die Minimalwerte betragen in beiden Gruppen jeweils 1,0. Diese Patienten haben keinerlei Rückenschmerzen mehr und sind in ihren alltäglichen Tätigkeiten nicht mehr eingeschränkt. Der Maximalwert dieser Skala wird mit 4,5 in Gruppe 3 und 4,0 in Gruppe 6 berechnet (s. Abb. 16).

Ähnliche Mittelwerte ergeben sich für die Skala *Radikuläre Symptomatik*. In der Gruppe 3 beträgt dieser 1,93, was eine leichte Steigerung gegenüber der letzten Erhebung (1,80) bedeutet. In der Gruppe 6 verändert sich der Mittelwert dieser Skala kaum: nach neun Monaten beträgt er 1,88 Punkte gegenüber 1,85 Punkten nach sechs Monaten. In beiden Gruppen liegt das

Minimum bei 1,0. Der Maximalwert beträgt 4,7 in der Gruppe 3 und 5,2 in der Gruppe 6.

Auf beiden Skalen des NASS Outcome Scores liegen die Werte der beiden Studiengruppen in sehr ähnlichen Bereichen, was anhand der Boxplots in den Abbildungen 16 und 17 noch einmal verdeutlicht wird.

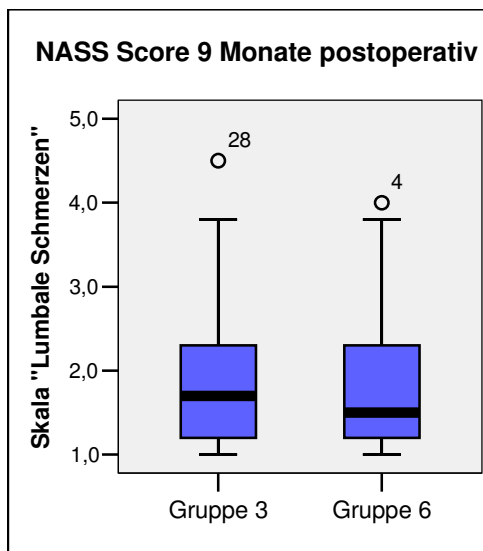


Abbildung 16: Boxplot für die Skala „Lumbale Schmerzen“ des NASS Scores 9 Monate postoperativ

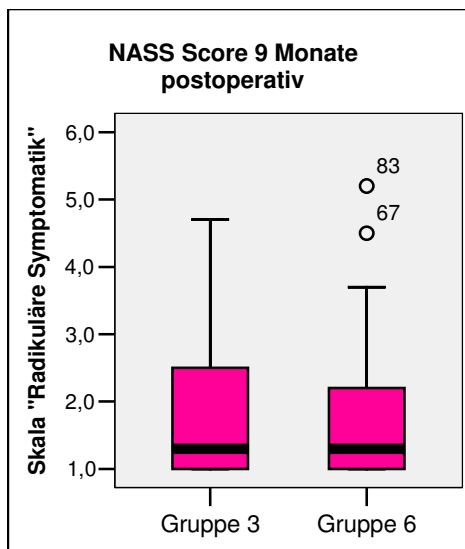


Abbildung 17: Boxplot für die Skala „Radikuläre Symptomatik“ des NASS Scores 9 Monate postoperativ

Obwohl die Mittelwerte nur leichte Unterschiede zu denen zum Zeitpunkt sechs Monate aufweisen, werden für insgesamt 36 Patienten niedrigere Werte auf der Skala *Lumbale Schmerzen* ermittelt, was klinisch einer Verbesserung entspricht. 11 Patienten zeigen keine Veränderungen und bei 27 Patienten wird eine Erhöhung des Wertes beobachtet.

Auf der Skala *Radikuläre Symptomatik* verbessern sich insgesamt 23 Probanden, während bei 22 Probanden erhöhte Werte berechnet werden. Bei 29 Studienteilnehmern verändern sich die Werte nicht im Vergleich zur Befragung nach sechs Monaten.

Die Veränderungen gegenüber der Ermittlung des Scores nach sechs Monaten sind demnach nur geringfügig.

Nach der letzten Befragung soll nun die Entwicklung des Scores im Vergleich zur präoperativen Ausgangslage betrachtet werden. Sowohl auf der Skala *Lumbale Schmerzen* als auch auf der Skala *Radikuläre Symptomatik* haben sich 73 der 75 Probanden gegenüber der präoperativen Situation verbessert (97,3%). Bei zwei Patienten wird nach neun Monaten ein höherer Score berechnet als vor der Operation, was einer klinischen Verschlechterung entspricht.

Somit kann bei fast allen Patienten im Verlauf der Studie eine Verbesserung der Rückenschmerzen im Vergleich zur Lage vor der Operation festgestellt werden. Die Werte des NASS Outcome Scores für lumbale Schmerzen fallen während der Studie kontinuierlich ab. Nach neun Monaten sind sie insgesamt um 1,96 Punkte (Gruppe 3) bzw. 2,24 Punkte (Gruppe 6) niedriger als am präoperativen Ausgangspunkt der Studie (s. Abb. 18).

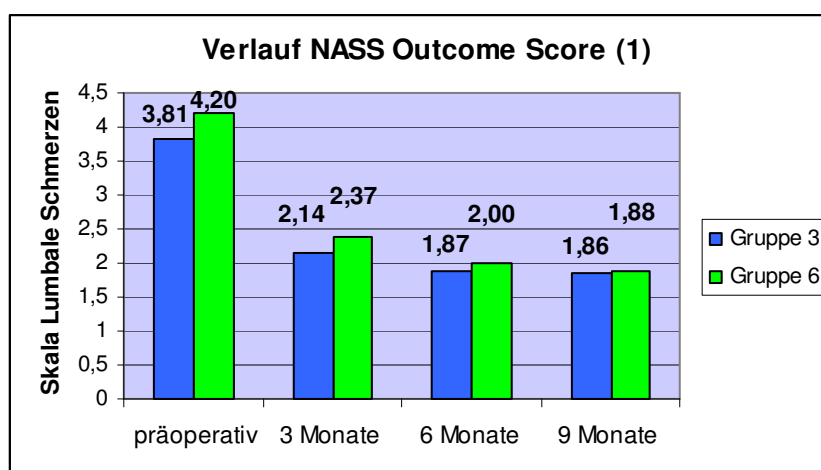


Abbildung 18: Veränderung der Mittelwerte der Skala für lumbale Schmerzen des NASS Outcome Scores

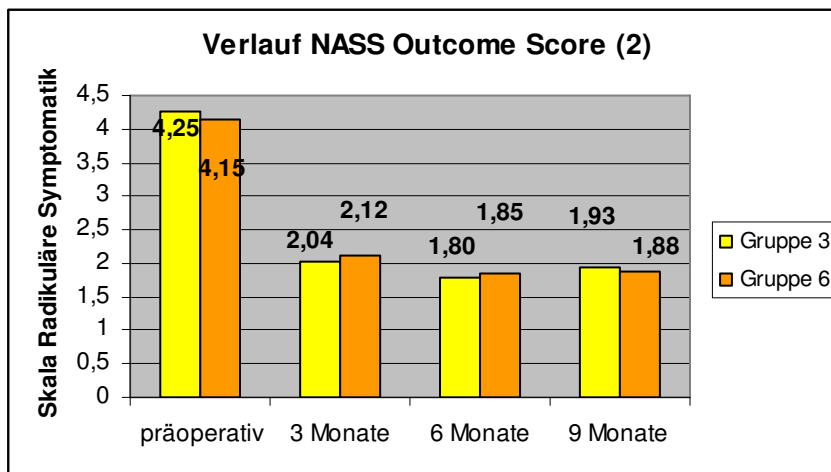


Abbildung 19: Veränderung der Mittelwerte der Skala für radikuläre Symptomatik des NASS Outcome Scores

Auf der Skala *Radikuläre Symptomatik* des Scores zeigt sich nach neun Monaten eine Abnahme der Werte um durchschnittlich 2,40 Punkte in Gruppe 3 und 2,17 Punkte in Gruppe 6 im Vergleich zu präoperativen Situation (s. Abb. 19).

Bei Durchführung eines Wilcoxon-Tests für die jeweiligen Wertepaare des NASS Outcome Scores ergibt sich nach neun Monaten ein signifikanter Unterschied in beiden Gruppen im Vergleich zur präoperativen Situation ($p < 0,05$). Für die klinische Situation der Patienten bedeutet dies eine erhebliche Verbesserung sowohl der lumbalen Schmerzen als auch der radikulären Symptomatik neun Monate nach der Operation.

Um zu überprüfen, ob zum Zeitpunkt neun Monate postoperativ ein Unterschied im Behandlungsergebnis zwischen den Studiengruppen besteht, wird für die zwei Skalen des NASS Scores ein weiterer Wilcoxon-Test durchgeführt. Als Ergebnis wird für beide Skalen ein p-Wert $> 0,05$ berechnet. Ein signifikanter Unterschied des Behandlungsergebnisses zwischen beiden Studiengruppen nach neun Monaten kann somit nicht nachgewiesen werden.

Doch da von den insgesamt 75 befragten Studienteilnehmern nur 22 Patienten der Gruppe 3 (57,9%) und 18 Patienten der Gruppe 6 (48,6%) tatsächlich regelmäßig uneingeschränkten Sport treiben, sollen die Daten nur dieser Patienten noch einmal separat bearbeitet werden. Die im Folgenden angegebenen Prozentwerte beziehen sich deshalb jeweils nur auf die Anzahl der im uneingeschränkten Sport aktiven Probanden (ATP-according to protocol) und nicht auf die gesamte Gruppe.

Variable	Gruppe 3 - ATP	Gruppe 6 - ATP
VAS <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,86 ± 0,89	2,00 ± 0,91
NASS Score Skala „Lumbale Schmerzen“ <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,71 ± 0,76	1,81 ± 0,79
NASS Score Skala „Radikuläre Symptomatik“ <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,79 ± 1,12	2,04 ± 1,33

Tabelle 26: Klinik nur der im uneingeschränkten Sport aktiven Patienten (ATP); neun Monate postoperativ

Die Mittelwerte der VAS dieser Patienten (1,86 in Gruppe 3 - ATP und 2,00 in Gruppe 6 - ATP) zeigen nur geringe Abweichungen vom Gesamtkollektiv (s. Tabelle 26). Auch Minimum und Maximum unterschieden sich im Vergleich zum Gesamtkollektiv nicht. Allerdings fällt auf, dass unter den im uneingeschränkten Sport aktiven Probanden ein größerer Teil sich den Wert 1 auf der VAS zuordnet, was schmerzfrei bedeutet. Dies trifft zu für 9 Patienten aus der Gruppe 3 - ATP (40,9%) und für 6 Patienten der Gruppe 6 - ATP (33,3%). Bei Betrachtung des Gesamtkollektivs fällt dieser Anteil geringer aus (34,2% in Gruppe 3 und 29,7% in Gruppe 6).

Auch die Mittelwerte beider Skalen des NASS Scores weisen bei der ATP-Auswertung nur geringfügige Unterschiede zum Gesamtkollektiv auf. Auf der Skala *Lumbale Schmerzen* werden in der Gruppe 3 (ATP) durchschnittlich 1,71 Punkte berechnet und in der Gruppe 6 (ATP) durchschnittlich 1,81 Punkte (s. Tabelle 26). Hier liegen die Werte der im uneingeschränkten Sport aktiven Probanden leicht unter den Werten für das Gesamtkollektiv, was klinisch einem besseren Ergebnis entspricht. Die Minimalwerte für beide Gruppen (ATP) werden mit 1,0 berechnet. Das Maximum liegt in beiden Gruppen (ATP) bei 3,8 Punkten, während dieser Wert im Gesamtkollektiv leicht höher liegt.

Auf der Skala *Radikuläre Symptomatik* wird für die Gruppe 3 (ATP) ein Mittelwert von 1,79 und für die Gruppe 6 (ATP) von 2,04 berechnet (s. Tabelle 26). Verglichen mit dem Gesamtkollektiv ergeben sich für die Gruppe 3 (ATP) auch hier kaum Veränderungen.

Nur die im uneingeschränkten Sport aktiven Patienten der Gruppe 6 erreichen hier einen geringfügig höheren Score als die gesamte Gruppe 6 (Mittelwert 1,88). Diese Unterschiede erweisen sich jedoch als statistisch nicht signifikant.

Die Minimalwerte auf dieser Skala betragen für beide Gruppen (ATP) 1,0. Das Maximum wird für Gruppe 3 (ATP) mit 4,7 und für Gruppe 6 (ATP) mit 5,2 berechnet. Diese Maximalwerte unterscheiden sich nicht von denen des Gesamtkollektivs.

Ein weiteres Mal soll festgestellt werden, ob sich das Behandlungsergebnis zwischen den beiden Gruppen signifikant unterscheidet. Diesmal werden in die Berechnung jedoch nur diejenigen Patienten einbezogen, die tatsächlich dem Protokoll entsprechen und ohne Einschränkungen Sport treiben. Wiederum wird ein Wilcoxon-Test für beide Skalen des NASS Scores durchgeführt. Doch auch im Fall der uneingeschränkt sportlich aktiven Probanden kann bei einem p-Wert $> 0,05$ kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen nachgewiesen werden.

Zum Abschluss der Studie neun Monate nach der Operation stellt sich die klinische Situation der Studienteilnehmer als signifikant verbessert dar im Vergleich zur präoperativen Ausgangslage. Diese Verbesserung lässt sich anhand der Veränderung des NASS Scores sowohl für die lumbalen Schmerzen als auch für die radikulären Symptome nachweisen (s. Abb. 18 und 19).

Weiterhin wird das Behandlungsergebnis zwischen beiden Studiengruppen verglichen, um die Auswirkungen der unterschiedlichen Trainingsprogramme zu erfassen. Zwischen den beiden Gruppen lässt sich jedoch anhand des NASS Outcome Scores kein signifikanter Unterschied des Behandlungsergebnisses nachweisen. Dies gilt sowohl für das Gesamtkollektiv als auch für nur die Patienten, die das Studienprotokoll voll erfüllen.

3.3.2 Sport

Bereits sechs Monate nach der Operation haben auch die Probanden der Gruppe 6 die uneingeschränkte Sportfreigabe erhalten und können ihr Sportprogramm seitdem völlig frei wählen. Zusätzlich zu den Sportarten, die bereits unmittelbar nach der Operation (eingeschränkte Sportfreigabe) erlaubt waren, kann nunmehr ohne Einschränkungen Sport getrieben werden. Deshalb können für beide Gruppen nach neun Monaten sowohl Daten zum eingeschränkten als auch zum uneingeschränkten Sport erhoben werden. Weiterhin wird differenziert zwischen dem Gesamtkollektiv (ITT) und den tatsächlich sportlich aktiven Patienten (ATP).

Zunächst jedoch sollen die Trainingsparameter für die eingeschränkte sportliche Aktivität im Gesamtkollektiv analysiert werden.

Variable	Gruppe 3-ITT	Gruppe 6-ITT
Anzahl der eingeschränkten Sportarten <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,24 ± 0,85	1,32 ± 0,94
Trainingsumfang eingeschränkter Sport (h/Wo) <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	3,14 ± 3,97	2,80 ± 2,30

Tabelle 27: Eingeschränkter Sport: Trainingsparameter für das Gesamtkollektiv (ITT); neun Monate postoperativ

In der Gruppe 3 werden im Mittel 1,2 und in Gruppe 6 1,3 verschiedene eingeschränkte Sportarten pro Patient ausgeübt (s. Tabelle 27). In der Gruppe 6 werden nun etwas weniger dieser Sportarten durchgeführt als nach sechs Monaten, womit die Vielseitigkeit abnimmt. In Gruppe 3 bleibt der Wert hingegen beinahe konstant. Minimum und Maximum weisen keine Veränderung auf und betragen bei beiden Gruppen 0 bzw. 3 verschiedene eingeschränkte Sportarten. In Gruppe 3 übt 1 Patient (2,6%) 3 verschiedene eingeschränkte Sportarten aus, während dies in Gruppe 6 für 5 Patienten (13,5%) zutrifft. Hingegen betreiben 9 Probanden der Gruppe 3 (23,7%) und 7 Probanden der Gruppe 6 (18,9%) überhaupt keine dieser Sportarten.

Der Trainingsumfang für die eingeschränkte sportliche Aktivität beträgt in Gruppe 3 durchschnittlich 3,1 Stunden pro Woche und in der Gruppe 6 2,8 Stunden pro Woche (s. Tabelle 27). Gegenüber den Werten der letzten Befragung ergibt sich für die Gruppe 3 keine Veränderung, während der wöchentliche Trainingsumfang der Gruppe 6 um fast eine Stunde abnimmt. Der Minimalwert des Trainingsumfangs neun Monate postoperativ liegt für beide Gruppen bei 0. Das Maximum in der Gruppe 3 beträgt 20 Trainingsstunden pro Woche. Gegenüber der letzten Befragung nimmt dies deutlich zu, während sich der Maximalwert der Gruppe 6 von letztmals 14 Stunden pro Woche nun auf 7 Stunden halbiert.

Obwohl im postoperativen Verlauf ein leichter Rückgang im eingeschränkten Sport zu verzeichnen ist, liegen Trainingsumfang und Vielseitigkeit beim Abschluss der Studie deutlich höher als präoperativ. Der Trainingsumfang betrug vor der Operation nur ca. eine Stunde pro Woche und die Anzahl der ausgeübten Sportarten als Maß für die Vielseitigkeit wurde mit durchschnittlich unter 1 berechnet.

Jedoch sind nicht alle Studienteilnehmer im eingeschränkten Sport aktiv. Deshalb sollen im Folgenden die Trainingsparameter nur derjenigen Patienten noch einmal separat ausgewertet werden, die regelmäßig eingeschränkte Sportarten betreiben (ATP – according to protocol).

Der durchschnittliche Trainingsumfang nur dieser Probanden in der Gruppe 3 beträgt 4,1 Stunden pro Woche und in der Gruppe 6 3,6 Stunden pro Woche, wobei in beiden Gruppen minimal eine Stunde pro Woche trainiert wird. In der Gruppe 3 werden im Mittel 1,6 verschiedene Sportarten ausgeführt und in der Gruppe 6 im Mittel 1,8 verschiedene Sportarten (s. Tabelle 28). Vergleicht man dies mit den Werten der Befragung nach sechs Monaten, lässt sich feststellen, dass Trainingsumfang und Anzahl der eingeschränkten Sportarten pro Patient leicht rückläufig sind.

Variable	Gruppe 3 - ATP	Gruppe 6 - ATP
Anzahl der eingeschränkten Sportarten <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,64 ± 0,56	1,76 ± 0,78
Trainingsumfang eingeschränkter Sport (h/Wo) <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	4,14 ± 4,08	3,59 ± 1,97

Tabelle 28: Eingeschränkter Sport: Trainingsparameter nur der aktiven Patienten (ATP – according to protocol); neun Monate postoperativ

In Gruppe 3 betreiben 28 von 38 Probanden eingeschränkten Sport (73,7%) und in Gruppe 6 25 von 37 Probanden (67,6%). Aus der hohen Anzahl der aktiven Patienten wird deutlich, dass eingeschränkte Sportarten trotz rückläufiger Tendenz und trotz uneingeschränkter Sportfreigabe auch nach neun Monaten noch sehr beliebt sind. Die Patientenzahlen stellen zudem einen sehr deutlichen Zuwachs im Vergleich zum letzten Jahr vor der Operation dar. Damals gaben nur 10 Patienten der Gruppe 3 (23,3%) und 14 Patienten der Gruppe 6 (34,1%) an, eingeschränkten Sport auszuüben (s. Abb. 20). In Gruppe 3 hat sich damit der prozentuale Anteil mehr als verdreifacht.

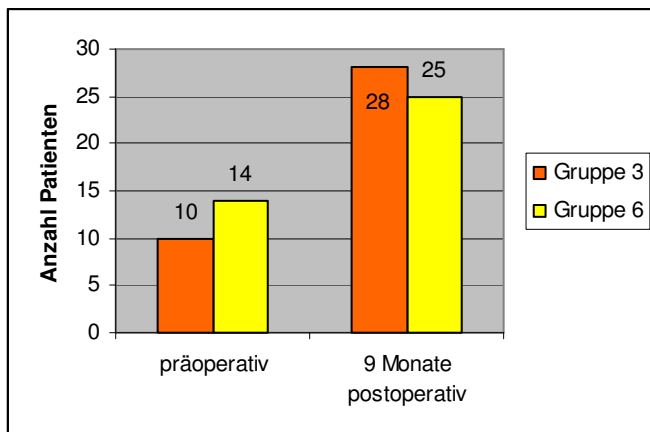


Abbildung 20: Eingeschränkter Sport: Anzahl aktiver Patienten vor und neun Monate nach der Operation

Zusammenfassend lässt sich über die Trainingsparameter für die eingeschränkten Sportarten im Studienverlauf angeben, dass Trainingsumfang, Vielseitigkeit und Anzahl der aktiven Patienten im Laufe der neunmonatigen postoperativen Nachbeobachtung abnehmen. Dennoch sind auch zum Endpunkt der Studie mehr Patienten im eingeschränkten Sport aktiv als präoperativ. Zudem werden mehr verschiedene Sportarten ausgeübt und pro Woche länger trainiert als im Jahr vor der Operation.

Von den Patienten, die regelmäßig eingeschränkten Sport betreiben, geben die meisten an, dass dieses Training einen positiven Einfluss auf die Beschwerden ausübe (22 Probanden der Gruppe 3 - 78,6% und 17 Probanden der Gruppe 6 - 68,0%). In der Gruppe 3 beobachtet kein einziger Patient eine Verschlechterung der Beschwerden durch das Training und weitere 6 Patienten (21,4%) können keine Auswirkung dieser Sportarten auf das Beschwerdebild feststellen. Von 2 Patienten der Gruppe 6 hingegen (8,0%) wird von einer Verschlechterung durch eingeschränkten Sport berichtet, während auch hier 6 Patienten (24,0%) keine Beeinflussung der Beschwerden durch den Sport erfahren.

Als beliebteste eingeschränkte Sportart erweist sich neun Monate nach der Bandscheibenoperation wiederum das Gehen bzw. Spaziergehen oder Wandern, was von insgesamt 35 Patienten regelmäßig betrieben wird. An nächster Stelle stehen Schwimmen (29 Patienten) und Krafttraining am geführten Gerät (16 Patienten). In Tabelle 29 folgt eine genaue Auflistung aller von den Patienten genannten eingeschränkten Sportarten und deren Verteilung auf die beiden Studiengruppen.

Sportart	Gruppe 3 Anzahl Patienten	Gruppe 6 Anzahl Patienten	Patienten insgesamt
Gehen/ Wandern	14 (36,8%)	21 (56,8%)	35
Schwimmen	15 (39,5%)	14 (36,8%)	29
Krafttraining	8 (21,1%)	8 (21,6%)	16
Gymnastik	7 (18,4%)	4 (10,8%)	11
Fahrradergometer	2 (5,3%)	4 (10,8%)	6
Aquagymnastik	0	1 (2,7%)	1

Tabelle 29: Ausgeübte eingeschränkte Sportarten neun Monate postoperativ und jeweilige Anzahl der Patienten in beiden Gruppen (prozentualer Anteil der Gruppe)

Im Folgenden soll nun genau auf die von den Patienten beschriebenen Auswirkungen der einzelnen Sportarten auf die Beschwerden eingegangen werden. Um diese Auswirkungen deutlicher zu machen, beziehen sich die angegebenen Prozentwerte auf die Gesamtzahl der Patienten, die die jeweilige Sportart betreiben unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit.

Die beliebteste der eingeschränkten Sportarten, das Gehen bzw. Spaziergehen oder Wandern, wird auch nach 9 Monaten wieder überwiegend positiv bewertet. Von den 35 Patienten, die dies regelmäßig durchführen, berichten 23 (65,7%) von einer Verbesserung der Beschwerden während oder nach dem Sport. Lediglich ein einziger Patient (2,9%) erfährt dadurch eine Verschlechterung des Befindens. Die restlichen 11 Probanden (31,4%) stellen keine Auswirkung des Gehens auf die Beschwerden fest. Zusätzlich wird von 7 Patienten berichtet, dass regelmäßige Bewegung allgemein die Schmerzen verbessert.

Insgesamt 29 Studienteilnehmer gehen regelmäßig Schwimmen, was von 16 Patienten (55,2%) als überwiegend positiv eingestuft wird. Bei zwei Patienten (6,9%) jedoch verschlechtern sich die Beschwerden dadurch. Bei 11 weiteren Patienten (37,9%) werden die Beschwerden beim Schwimmen nicht beeinflusst. Im Vergleich zur Befragung nach sechs Monaten fällt auf, dass damals noch deutlich mehr Patienten (80,0%) einen positiven Einfluss des Schwimmens auf die Beschwerden feststellten. Kontrovers werden die verschiedenen Schwimmlagen bewertet: 7 Probanden erwähnen, dass nur Rückenkraul den erwünschten positiven Effekt erbringt. 10 weitere Patienten geben an, dass auch das Schwimmen in anderen Lagen, z.B. Brustschwimmen, die Beschwerden verbessere. Lediglich ein Patient berichtet von einer Verschlechterung der Beschwerden durch das Rückenschwimmen.

Beim Krafttraining lässt sich ein umgekehrter Trend beobachten: immer mehr Patienten berichten von einer Beschwerdebesserung durch Krafttraining. Nach neun Monaten trifft dies auf 13 Studienteilnehmer (81,3%) zu, wohingegen bei den beiden vorhergehenden Befragungen deutlich weniger Patienten das Krafttraining als günstig bewerteten. Weitere drei Patienten (18,8%) geben an, dass die Beschwerden dadurch nicht beeinflusst werden. Bei keinem Probanden tritt also eine Verschlechterung ein. Auch dies stellte sich bei den vorausgehenden Befragungen anders dar: nach drei Monaten etwa berichteten 11,5% der Patienten von negativen Effekten des Krafttrainings.

Von den insgesamt 11 Patienten, die Gymnastik betreiben, stellen 9 Probanden (81,8%) einen positiven Einfluss auf das Beschwerdebild fest. Bei 2 Patienten (18,2%) werden die Beschwerden dadurch nicht verändert. Eine Verschlechterung wird nicht beobachtet. Als besonders positiv wird das Training der Bauchmuskulatur etwa durch Sit-ups eingestuft. Das Dehnen des Rückens wird sowohl positiv als auch negativ bewertet.

Als uneingeschränkt positiv und empfehlenswert wird das Training auf dem Fahrradergometer nach neun Monaten nach der Operation angesehen. Alle 6 Probanden (100,0%), die regelmäßig auf dem Ergometer trainieren, geben eine Verbesserung der Beschwerden an.

Dasselbe gilt für Aquagymnastik: diese Sportart wird bei jeder Befragung von allen Patienten, die dies regelmäßig durchführen, als günstig eingestuft. Dies ist auch nach neun Monaten nach der Operation der Fall. Allerdings ist zu diesem Zeitpunkt nur noch eine Patientin in dieser Sportart aktiv.

Zusätzlich zum eingeschränkten Sport führen die meisten Patienten noch selbständige Übungen zur Kräftigung der Bauch- und Rückenmuskulatur durch. Von 18 Patienten der Gruppe 3 (47,4%) und 14 Patienten der Gruppe 6 (37,8%) wird angegeben, diese Übungen sogar mehrmals pro Woche auszuüben. Gelegentlich führen 13 Probanden der Gruppe 3 (34,2%) und 15 Probanden der Gruppe 6 (40,5%) solche Übungen durch, während die restlichen Patienten keine selbständige Gymnastik mehr betreiben. In der Gruppe 3 haben 19 Probanden (63,3%) den Vorsatz gefasst, diese Übungen lebenslang beizubehalten. Auf 15 Patienten der Gruppe 6 (51,7%) trifft dies ebenfalls zu.

Krankengymnastik wird neun Monate nach der Bandscheibenoperation in der Gruppe 3 nur noch von 2 Studienteilnehmern (5,3%) durchgeführt. In Gruppe 6 werden noch etwas mehr Teilnehmer physiotherapeutisch behandelt (7 Patienten - 18,9%).

Ab sechs Monate nach der Nukleotomie hat laut Studienprotokoll auch die Gruppe 6 die Möglichkeit, ohne jegliche Einschränkung Sport zu treiben

soweit die Beschwerden zulassen. Alle Sportarten können völlig frei gewählt werden. Deshalb können neun Monate nach der Operation nun zum ersten Mal Daten über uneingeschränkten Sport in beiden Gruppen erhoben werden.

Doch obwohl die Studienteilnehmer nun ihr Training völlig frei wählen können, treiben nicht alle uneingeschränkt Sport. In beiden Gruppen erfüllt jeweils etwa die Hälfte der Probanden die Vorgaben des Protokolls in dieser Hinsicht (22 Patienten in Gruppe 3 - 57,9% und 18 Patienten in Gruppe 6 - 48,6%). Deshalb sollen die Daten sowohl für das Gesamtkollektiv ausgewertet werden (ITT) als auch nur für die Patienten, die tatsächlich dem Studienprotokoll entsprechen und uneingeschränkt sportlich aktiv sind (ATP).

Zunächst werden die Daten für das Gesamtkollektiv (ITT) vorgestellt.

Der wöchentliche Trainingsumfang beträgt in Gruppe 3 2,3 Stunden und hat sich gegenüber der Befragung zum Zeitpunkt *6 Monate postoperativ* leicht erhöht. In der Gruppe 6 wird fast eine Stunde weniger trainiert (s. Tabelle 30). Der Minimalwert beträgt in beiden Gruppen 0 Trainingsstunden pro Woche. Maximal werden in Gruppe 3 neun und in der Gruppe 6 sogar zehn wöchentliche Trainingsstunden angegeben. Vergleicht man dies mit der präoperativen Situation, kann eine Abnahme des Trainingsumfangs um deutlich mehr als eine Stunde pro Woche festgestellt werden. Im uneingeschränkten Sport wurde vor der Operation in beiden Gruppen durchschnittlich mehr als drei Stunden in der Woche trainiert.

Variable	Gruppe 3 – ITT	Gruppe 6 - ITT
Trainingsumfang uneingeschränkter Sport (h/Wo) <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	2,30 ± 2,34	1,46 ± 2,18
Anzahl der uneingeschränkten Sportarten <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,08 ± 0,85	0,78 ± 0,92

Tabelle 30: Uneingeschränkter Sport: Trainingsparameter für das Gesamtkollektiv (ITT); neun Monate postoperativ

Die Anzahl der uneingeschränkten Sportarten als Maß für die Vielseitigkeit des Trainings liegt in der Gruppe 3 mit im Mittel 1,08 leicht über dem Wert der Gruppe 6 mit 0,78 verschiedenen uneingeschränkten Sportarten pro Patient (s. Tabelle 30). Bei Betrachtung der präoperativen Werte für die

Anzahl dieser Sportarten pro Patient ist neun Monate nach der Operation ein Rückgang erkennbar. Vor der Bandscheibenoperation wurden in Gruppe 3 1,49 und in Gruppe 6 1,02 verschiedene uneingeschränkte Sportarten ausgeübt.

Doch die Werte für die Trainingsparameter nach neun Monaten werden erheblich nach unten beeinflusst von den Studienteilnehmern, die überhaupt keinen uneingeschränkten Sport betreiben. Deshalb sollen nun nur die Daten der tatsächlich uneingeschränkt sportlich aktiven Patienten betrachtet werden (ATP).

Variable	Gruppe 3 - ATP	Gruppe 6 - ATP
Trainingsumfang uneingeschränkter Sport (h/Wo) <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	3,45 ± 2,04	2,75 ± 2,33
Anzahl der uneingeschränkten Sportarten <i>Mittelwert ± Standardabweichung</i>	1,64 ± 0,58	1,33 ± 0,84

Tabelle 31: Uneingeschränkter Sport: Trainingsparameter nur der aktiven Patienten (ATP) neun Monate postoperativ

Hierbei fällt auf, dass sich bei den bereinigten Daten der wöchentliche Trainingsumfang in beiden Gruppen um mehr als eine ganze Stunde erhöht. In Gruppe 3 werden von den im uneingeschränkten Sport aktiven Teilnehmern 3,45 Stunden pro Woche trainiert und in Gruppe 6 2,75 Stunden pro Woche (s. Tabelle 31). In der Gruppe 3 hat sich dieser Mittelwert im Vergleich zu sechs Monaten postoperativ um ca. eine halbe Stunde verringert. Die Werte liegen auch hier für beide Studiengruppen beträchtlich unter denen der präoperativen Befragung. Der Trainingsumfang nur der uneingeschränkt sportlich aktiven Patienten lag in beiden Gruppen im Jahr vor der Operation bei mindestens 5 Stunden pro Woche.

Auch die Anzahl der betriebenen Sportarten fällt bei der ATP-Berechnung erwartungsgemäß höher aus und beträgt für Gruppe 3 1,64 verschiedene Sportarten pro Patient. In Gruppe 6 werden hier durchschnittlich 1,33 verschiedene Sportarten ausgeübt (s. Tabelle 31). Wird dies mit den Werten für die Gruppe 3 zum Zeitpunkt *6 Monate postoperativ* verglichen fällt auf, dass in dieser Gruppe nach neun Monaten etwas mehr verschiedene uneingeschränkte Sportarten ausgeübt werden. Auch der Maximalwert hat sich von zwei auf drei Sportarten erhöht. Allerdings ist im Vergleich zur präoperativen Situation ein Rückgang der durchschnittlichen Anzahl der

uneingeschränkten Sportarten in beiden Studiengruppen erkennbar. Vor der Operation wurden etwa in Gruppe 3 durchschnittlich zwei verschiedene Sportarten betrieben.

Bei der uneingeschränkten sportlichen Aktivität ist demnach ein allgemeiner Rückgang im Vergleich zum Jahr vor der Operation feststellbar. Dies betrifft neben der Anzahl der ausgeübten Sportarten vor allem den wöchentlichen Trainingsumfang. Die Abnahme der Trainingszeit wird besonders deutlich, wenn nur die uneingeschränkt sportlich aktiven Probanden betrachtet werden (ATP) (s. Abb. 21).

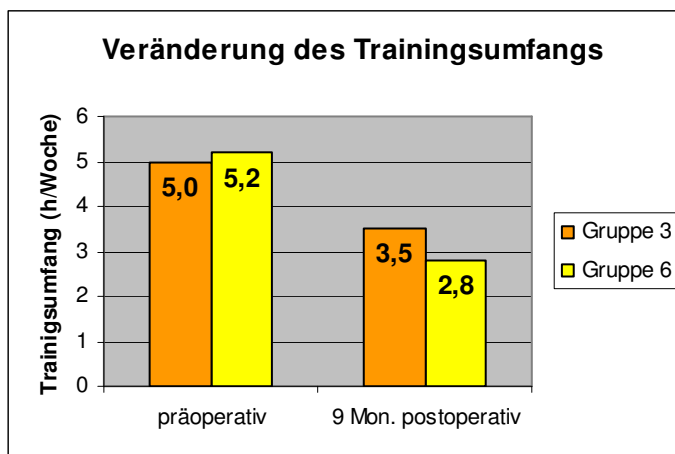


Abbildung 21: Wöchentlicher Trainingsumfang im uneingeschränkten Sport im Jahr vor und neun Monate nach der Operation (ATP)

Weiterhin wird diese Tendenz sichtbar an der Anzahl der im uneingeschränkten Sport aktiven Studienteilnehmer. Vor der Operation waren dies 29 Patienten der Gruppe 3 (67,4%) und 24 Patienten der Gruppe 6 (58,5%). Nach neun Monaten trifft dies nur noch auf 22 Probanden der Gruppe 3 (57,9%) und 18 Probanden der Gruppe 6 (48,6%) zu (s. Abb. 22). In beiden Gruppen hat also der Anteil der uneingeschränkt sportlich aktiven Patienten um jeweils fast 10% abgenommen, während jedoch immer mehr Patienten eingeschränkt sportlich aktiv sind.

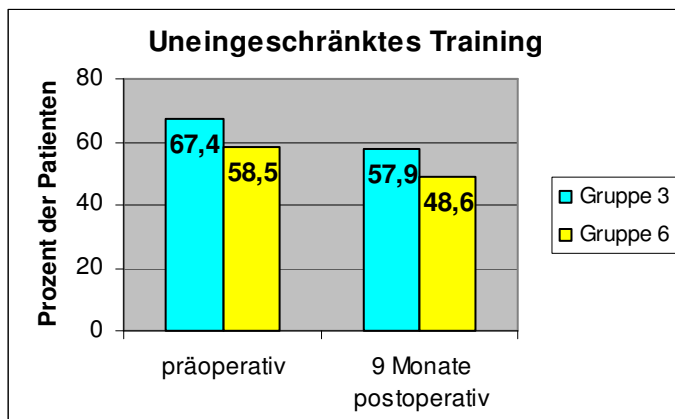


Abbildung 22: Anzahl der uneingeschränkt sportlich aktiven Patienten vor und neun Monate nach Operation

Doch trotz der zurückhaltenden Ausübung des uneingeschränkten Trainings stellt die Mehrheit der aktiven Patienten dadurch eine Verbesserung der Beschwerden fest.

Dies trifft zu auf 17 Studienteilnehmer aus der Gruppe 3 (63,0%) und 12 aus der Gruppe 6 (57,1%). Jeweils acht Probanden der beiden Gruppen können keine Veränderung durch uneingeschränkten Sport beobachten (29,6% der Gruppe 3 und 38,1% der Gruppe 6). Lediglich zwei Probanden der Gruppe 3 (7,4%) und ein Patient der Gruppe 6 (4,8%) berichten von einer negativen Beeinflussung der Beschwerden durch die sportlichen Aktivitäten (s. Abb. 23).

In diese Berechnung gehen mehr Patienten als bei den obigen Daten für die Trainingsparameter mit ein. Bei der Ermittlung der Trainingsparameter wurden nur die Probanden einbezogen, die regelmäßig sportlich aktiv sind. Doch da hier der Schwerpunkt auf die Auswirkung der jeweiligen Sportarten gelegt werden soll, erscheint es sinnvoll, auch diejenigen Patienten mit einzubeziehen, die nur unregelmäßig eine bestimmte Sportart betreiben, wie z.B. Skifahren. Dazu können zwar keine Angaben über den regelmäßigen wöchentlichen Trainingsumfang gemacht werden, aber die Beeinflussung der Beschwerden kann trotzdem durch die Patienten beurteilt werden.

Im Vergleich zu sechs Monaten postoperativ wird der uneingeschränkte Sport in der Gruppe 3 nach neun Monaten sehr viel positiver bewertet. Damals waren nur 45,5% der Mitglieder der Gruppe 3 der Meinung, dass uneingeschränkte sportliche Aktivität die Beschwerden verbessere, während dies nach neun Monaten auf 63,0% zutrifft. Dies stellt eine Steigerung von fast 20% dar.

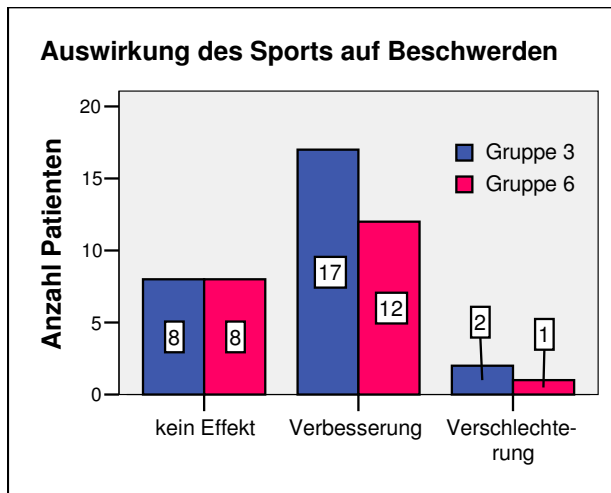


Abbildung 23: Auswirkung des uneingeschränkten Trainings auf Beschwerden neun Monate postoperativ

Insgesamt wird also uneingeschränkte sportliche Aktivität von der Mehrheit der Patienten als positiv in Bezug auf das Rückenleiden betrachtet.

Im Folgenden soll nun genau zwischen bestimmten Sportarten und deren Einfluss auf die Beschwerden differenziert werden. Die im Text angegebenen Prozentwerte beziehen sich jeweils auf die Gesamtzahl der Patienten, die in der betreffenden Sportart aktiv sind. Die Verteilung der Sportarten in den einzelnen Gruppen ist in Tabelle 32 wiedergegeben.

Als beliebteste Sportart im Rahmen des uneingeschränkten Trainings neun Monate nach der Bandscheibenoperation erweist sich wiederum das Fahrradfahren mit insgesamt 21 Patienten. Dies wurde bereits auch bei der Befragung nach sechs Monaten am häufigsten genannt. Mountainbike- und Rennradfahren sind hier nicht miteinbezogen. Von den 21 hier aktiven Patienten berichten 11 (52,4%), dass diese Sportart einen günstigen Einfluss auf die Beschwerden habe. Die restlichen 10 Probanden (47,6%) stellen überhaupt keine Veränderung des Beschwerdebildes durch das Fahrradfahren fest. Eine Verschlechterung wird demnach überhaupt nicht beobachtet. Somit wird der Effekt des Fahrradfahrens nach neun Monaten besser bewertet als nach sechs Monaten, wo nur 46,2% dadurch eine Verbesserung der Schmerzen erfuhren.

Überraschenderweise hat das Laufen stark zugelegt: die Anzahl der Probanden aus der Gruppe 3 hat sich im Vergleich zur letzten Befragung von drei auf sechs verdoppelt und in der Gruppe 6 sind zwei zusätzliche Läufer hinzugekommen. Drei Patienten der Gruppe 3 jedoch, die vor der Operation beim Laufen aktiv waren, haben auch nach neun Monaten noch nicht wieder damit begonnen. Aus der Gruppe 6 hingegen sind alle

Patienten, die bereits vor der Operation gelaufen sind, wieder in dieser Sportart aktiv.

Sportart	Gruppe 3 Anzahl Patienten	Gruppe 6 Anzahl Patienten	Patienten insgesamt
Fahrradfahren	12	9	21
Laufen	6	2	8
Skifahren	4	2	6
Nordic Walking	1	4	5
Fußball	4	1	5
Fitness	3	2	5
Langlaufen	1	3	4
Reiten	1	1	2
Inline Skating	2	0	2

Tabelle 32: Beliebteste uneingeschränkte Sportarten 9 Monate postoperativ (Anzahl der Patienten)

Auch die Beurteilung des Laufens im Hinblick auf die Beschwerden fällt nun deutlich anders aus. Während nach sechs Monaten kein einziger Patient eine Verbesserung der Rückenschmerzen dadurch feststellen konnte, ist dies nun bei 5 Studienteilnehmern (62,5%) der Fall. Nur ein einziger Proband (12,5%) gibt eine Verschlechterung der Beschwerden an und 2 Probanden (25,0%) können keine Veränderung durch das Laufen beobachten. Allerdings gibt ein Patient an, dass nach längerem Laufen (über eine Stunde) noch Beschwerden auftreten. Ein weiterer Patient empfindet nach der Operation das Laufen auf Asphalt als unangenehm und legt jetzt mehr Wert auf Laufschuhe mit guter Dämpfung.

Das Laufen erweist sich neun Monate nach der Bandscheibenoperation als beliebte Sportart und wird überwiegend positiv bewertet, während es bei der vorhergehenden Befragung noch zu den kritisch eingestuften Sportarten zählte.

An dritter Stelle steht nach neun Monaten das Nordic Walking, das insgesamt von 5 Patienten ausgeübt wird. Dies stellt ebenfalls einen unerwarteten Trend dar, da bei der Befragung nach sechs Monaten diese

Sportart trotz ihrer gegenwärtigen Popularität überhaupt nicht genannt wurde. Präoperativ waren hier insgesamt sechs Patienten aktiv. Ein Patient der Gruppe 6 hat nach neun Monaten noch nicht wieder mit dem Nordic Walking begonnen. Diese Sportart wird jedoch von allen 5 Probanden als uneingeschränkt positiv und empfehlenswert beurteilt. Die Beschwerden werden dadurch bei allen Patienten gebessert.

Von den präoperativ 14 aktiven Alpinskifahrern bzw. Skitourengehern sind nach neun Monaten erst 6 Probanden wieder zu dieser Sportart zurückgekehrt. Doch auch hier fällt die Bilanz überwiegend positiv aus: 5 Probanden (83,3%) stellen einen günstigen Einfluss auf die Rückenbeschwerden fest. Ein weiterer Patient (20,0%) berichtet, dass diese Sportart die Beschwerden nicht beeinflusse. Eine Verschlechterung wird nicht beobachtet.

Alle Patienten, die vor der Operation Fußball spielten, sind nach neun Monaten nun wieder in dieser Sportart aktiv. Die Auswirkung auf die Rückenschmerzen wird von 2 Studienteilnehmern (40,0%) als positiv beschrieben, während die drei restlichen Probanden (60,0%) keine Beeinflussung der Beschwerden erfahren.

Weitere 5 Patienten betreiben Fitnesstraining, was nach sechs Monaten nur von einem Patienten angegeben wurde. Hierbei berichten 4 Patienten (80,0%) von einer Verbesserung der Beschwerden und 1 Patient (20,0%) kann keine Veränderung des Beschwerdebildes durch das Fitnesstraining feststellen. Präoperativ waren insgesamt 8 Studienteilnehmer in dieser Sportart aktiv. Drei Patienten haben demnach das Training noch nicht wieder aufgenommen.

Eine weitere Sportart, die von den Studienteilnehmern als äußerst günstig im Hinblick auf die Rückenschmerzen eingestuft wird, ist das Langlaufen. Insgesamt vier Patienten probierten diese Sportart im Studienverlauf aus und bei allen wurden die Beschwerden dadurch deutlich gebessert. Ein Patient berichtet, dass allerdings nur langsames Laufen diesen Effekt habe. Vor der Operation übten nur zwei Studienteilnehmer diese Sportart aus.

Zwei Patienten gehen regelmäßig Reiten, also einer mehr als präoperativ. Der Effekt wird kontrovers beurteilt: die Auswirkung auf die Beschwerden wird sowohl positiv als auch negativ empfunden.

Ebenfalls zwei Patienten trainieren mit Inline Skates, was der gleichen Anzahl wie vor der Bandscheibenoperation entspricht. Eine Beeinflussung der Rückenbeschwerden durch das Inline Skates-Fahren wird nicht festgestellt.

Einige weitere Sportarten werden genannt, wobei nur jeweils ein Patient in diesen Sportarten aktiv ist. Diese Sportarten und ihr Effekt auf die

Beschwerden bei den betreffenden Patienten werden im Folgenden in Tabelle 33 aufgeführt.

Sportart	Verbesserung der Beschwerden	Verschlechterung der Beschwerden	Kein Effekt auf Beschwerden
Ballsport	+		
Hockey		+	
Tennis		+	
Tanzen	+		
Volleyball			+
Selbstverteidigung			+
Cricket			+
Kegeln			+
Klettern			+
Rudern			+
Mountainbike			+

Tabelle 33: Uneingeschränkte Sportarten, in denen jeweils nur ein Patient aktiv ist; neun Monate postoperativ

Um grundsätzliche Aussagen über die Eignung dieser Sportarten nach Bandscheibenoperation zu treffen, ist hier die Fallzahl mit jeweils nur einem Patienten zu gering. Doch auffallend ist, dass nur Hockey und Tennis die Beschwerden tatsächlich verschlechtern. Beim Hockey liegt dies laut Patientenangabe am gebückten Laufen. Von den sieben Probanden, die vor der Operation Tennis oder Badminton spielten, ist jedoch nur ein einziger Patient zu diesem Sport zurückgekehrt und dies mit negativen Auswirkungen auf das Beschwerdebild. Ein weiterer Patient berichtet, dass nach mehrmaligen Versuchen das Tennisspielen wegen erheblicher Beschwerden bis auf weiteres aufgegeben werden musste.

Das Selbstverteidigungstraining führt nur unter Einschränkungen nicht zu einer Verstärkung der Beschwerden. Der Patient berichtet, dass das Training aufgrund der Bandscheibenoperation modifiziert werden musste, da bestimmte Wurftechniken die Schmerzen verstärken.

Das Mountainbikefahren ist laut Patientenangabe wieder problemlos möglich. Allerdings müssten auf längeren Touren öfter Pausen mit Dehnungsübungen durchgeführt werden. Auch eine häufigere Veränderung der Sitzposition während des Fahrens wie etwa Aufstehen sei von Vorteil.

Doch obwohl dem uneingeschränkten Sport ein überwiegend positiver Effekt zugeschrieben wird, sind in diesen Sportarten weniger Patienten als vor der Operation aktiv. Vor allem bei den präoperativ beliebtesten uneingeschränkten Sportarten zeigt sich dieser Trend am deutlichsten: beim Mountainbike- und Rennradfahren etwa ist von ursprünglich 8 Studienteilnehmern nur noch einer regelmäßig aktiv (minus 87,5%). Ähnlich stellt sich dies am Beispiel Tennis/Badminton dar, was vor der Operation von 7 und nach neun Monaten nur noch von einem Patienten betrieben wird (minus 85,7%). Auch beim Alpinski fahren und Tourengehen wird dieser Trend fortgesetzt und von präoperativ 14 Probanden sind nach neun Monaten nur 5 aktiv (minus 64,3%).

Sportart	Präoperativ Anzahl Patienten	9 Monate postoperativ Anzahl Patienten
Fahrradfahren	28	21 (-25,0%)
Skifahren	14	5 (- 64,3%)
Laufen	11	8 (-27,3%)
Mountainbike / Rennrad	8	1 (-87,5%)
Tennis/ Badminton	7	1 (-85,7%)
Nordic Walking	6	5 (-16,7%)
Fußball	5	5 (\pm 0%)

Tabelle 34: Anzahl der in den jeweiligen Sportarten aktiven Patienten vor und neun Monate nach Operation (prozentuale Veränderung 9 Monate nach Operation)

Die einzige Ausnahme unter den präoperativ häufigsten Sportarten stellt das Fußballspielen dar, wo alle fünf Patienten auch nach neun Monaten diese Sportart wieder betreiben (s. Tabelle 34).

Nach der Operation überhaupt nicht mehr genannt werden Snowboardfahren, Golfspielen, Segeln, Gleitschirmfliegen und Tischtennispielen.

Die einzigen Sportarten, die unter die uneingeschränkte Sportfreigabe fallen und in denen nach neun Monaten eine Zunahme festgestellt werden kann, sind Reiten (plus 1 Patient) und Langlaufen (plus 2 Patienten).

Obwohl die Gruppe 3 gemäß dem Studienprotokoll bereits nach drei Monaten nach der Bandscheibenoperation die Sportarten völlig frei wählen konnte, haben einige Patienten den Sportbeginn auf sechs Monate postoperativ verschoben. Dies trifft besonders auf das Laufen zu. Damit beginnen nur drei Studienteilnehmer drei Monate nach der Operation. Nach sechs Monaten fangen drei weitere Patienten der Gruppe 3 wieder mit dem Laufen an. Auch beim Skifahren verzichten einige Patienten auf einen frühen Einstieg nach drei Monaten. Von den vier Skifahrern der Gruppe 3 beginnen drei erst nach sechs Monaten wieder mit diesem Sport. Auch mit Tennis, Kegeln und Nordic Walking (jeweils 1 Patient aus der Gruppe 3) wird in der Gruppe 3 erst nach sechs Monaten begonnen.

Im Gegensatz dazu erfolgt der Wiedereinstieg in einige Sportarten schon nach drei Monaten ohne größere Probleme für die Patienten. Zu diesen Sportarten gehören Volleyball, Cricket, Klettern, Tauchen und Rennradfahren.

Doch die grundsätzliche Einstellung zum Sport in Bezug auf das Rückenleiden bleibt trotz des Rückgangs beim uneingeschränkten Sport bei der Mehrheit der Patienten positiv. So sind in Gruppe 3 31 Probanden (81,6%) der Meinung, dass Sport allgemein einen günstigen Einfluss auf das Rückenleiden ausübe. In Gruppe 6 trifft dies ebenfalls auf 31 Studienteilnehmer (83,8%) zu.

Zusammenfassend lässt sich im Hinblick auf die sportlichen Aktivitäten nach neun Monaten feststellen, dass der uneingeschränkte Sport in beiden Gruppen rückläufig ist. In den vor der Operation beliebtesten uneingeschränkten Sportarten und auch im uneingeschränkten Sport insgesamt sind deutlich weniger Studienteilnehmer wieder aktiv. Diejenigen Patienten, die in ihre Sportart zurückgekehrt sind, haben oft später mit dem Training begonnen als vorgesehen und trainieren seltener als präoperativ. Dieser Rückgang im uneingeschränkten Sport findet jedoch zugunsten des eingeschränkten Sports statt, wo sowohl Anzahl der Patienten als auch Trainingsumfang zugenommen haben (s. Abb. 24). Viele Patienten wechseln nach ihrer Operation also von einem uneingeschränkten zu einem eingeschränkten sportlichen Training.

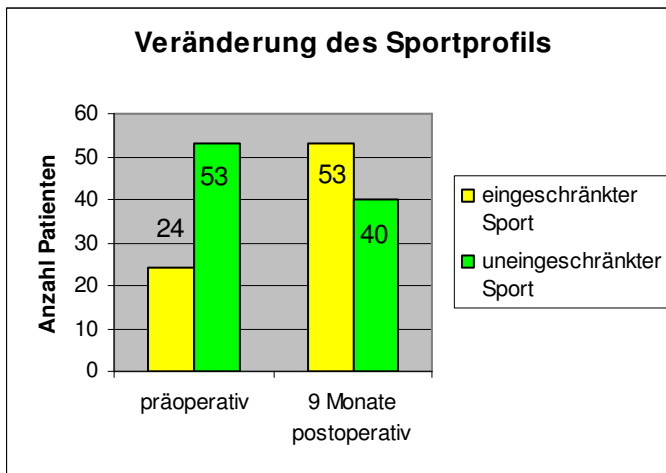


Abbildung 24: Anzahl der sportlich aktiven Patienten im eingeschränkten und uneingeschränkten Sport vor und neun Monate nach Operation

Unabhängig davon jedoch sind nach neun Monaten deutlich mehr Patienten sportlich aktiv als vor der Bandscheibenoperation. Damals waren insgesamt 64 von 84 teilnehmenden Patienten (76,2%) sportlich aktiv. Nach neun Monaten sind von den 75 noch an der Studie teilnehmenden Patienten 71 sportlich aktiv (94,7%), was eine Steigerung von fast 20% bedeutet (s. Abb. 25). Nur vier Probanden treiben neun Monate postoperativ weder eingeschränkt noch uneingeschränkt Sport.

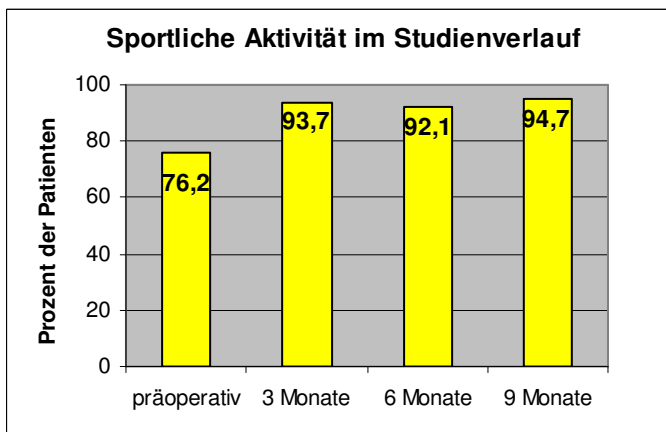


Abbildung 25: Prozentualer Anteil der sportlich aktiven Patienten im Verlauf der Studie

Andererseits jedoch ist der tatsächliche Trainingsumfang (ATP - nur sportlich aktive Patienten) neun Monate postoperativ geringer als im Jahr vor der Bandscheibenoperation. Der durchschnittliche Trainingsumfang aller aktiven Patienten (ATP) aus beiden Gruppen und ohne Differenzierung zwischen eingeschränktem und uneingeschränktem Sport betrug

präoperativ insgesamt 8,7 Stunden pro Woche. Nach neun Monaten hingegen ist der gesamte wöchentliche Trainingsumfang reduziert auf 7,0 Stunden (s. Abb. 26).

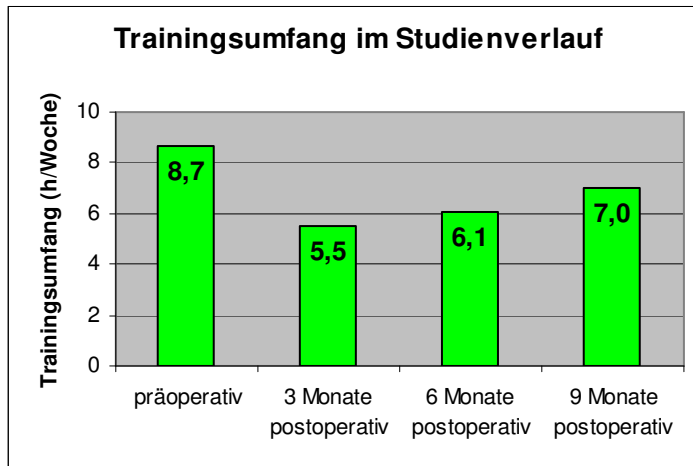


Abbildung 26: Wöchentlicher Trainingsumfang aller sportlich aktiven Patienten (ATP) im Studienverlauf; eingeschränkte und uneingeschränkte sportliche Aktivität insgesamt

Vor allem unmittelbar nach der Operation erreicht der wöchentliche Trainingsumfang in beiden Gruppen niedrige Werte, die jedoch im Verlauf der Nachbeobachtung kontinuierlich ansteigen. Das Niveau vor der Operation wird indes nach neun Monaten noch nicht wieder erreicht.

Die klinischen Parameter zeigen sich im Verlauf der Nachbeobachtung und zum Endpunkt der Studie neun Monate nach der Operation kontinuierlich und signifikant verbessert im Vergleich zur präoperativen Ausgangslage.

Jedoch kann im Hinblick auf das Behandlungsergebnis, das anhand des NASS Scores quantifiziert wurde, kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen nachgewiesen werden ($p > 0,05$). In der vorliegenden Studie wird das Behandlungsergebnis durch eine Rückkehr zum uneingeschränkten Training bereits drei Monate nach der Bandscheibenoperation nicht nachweisbar beeinflusst.

4 Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie ist zu untersuchen, ob der Zeitpunkt der uneingeschränkten Sportfreigabe das Behandlungsergebnis nach einer Nukleotomie beeinflusst. Deshalb werden zwei Studiengruppen gegenübergestellt, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten die uneingeschränkte Sportfreigabe erhalten. Die Teilnehmer der Gruppe 3 werden angehalten, bereits drei Monate nach der Operation wieder uneingeschränkt Sport zu treiben, während die Gruppe 6 doppelt so lange wartet und erst nach sechs Monaten nach der Operation das Training wieder völlig frei wählt.

Die Patienten werden nach drei, sechs und neun Monaten nach der Operation zu ihren sportlichen Aktivitäten befragt und anhand des NASS Outcome Scores wird das Behandlungsergebnis evaluiert. Beim Vergleich der Werte des NASS Outcome Scores zwischen beiden Gruppen nach neun Monaten kann kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Somit spielt es für das Behandlungsergebnis der Patienten in der vorliegenden Studie keine Rolle, ob bereits nach drei Monaten oder erst nach sechs Monaten die uneingeschränkte Sportfreigabe erteilt wird.

4.1 Interpretation der Ergebnisse

Um zu untersuchen, wann die uneingeschränkte Sportfreigabe nach einer Nukleotomie wieder möglich ist, ohne zu einer Verschlechterung des Behandlungsergebnisses zu führen, sind vor allem die Daten derjenigen Patienten von Interesse, die auch tatsächlich regelmäßig uneingeschränkt Sport treiben. Unter den Begriff uneingeschränkter Sport fallen zum Beispiel Sportarten wie Laufen, Tennisspielen oder Skifahren (Definition s. 2.2.1).

Doch bei den Befragungen der Patienten stellt sich heraus, dass nicht alle Studienteilnehmer uneingeschränkt sportlich aktiv sind, obwohl die uneingeschränkte Sportfreigabe durch das Studienprotokoll erteilt wird. Zum Endpunkt der Studie neun Monate nach der Operation treiben 22 Patienten in Gruppe 3 (57,9%) und 18 in Gruppe 6 (48,6%) regelmäßig uneingeschränkt Sport und erfüllen damit das Studienprotokoll. Die Bereitschaft, sich an das Studienprotokoll zu halten, ist in beiden Gruppen somit in etwa gleich groß.

In beiden Gruppen erfüllt jedoch ein Teil der Patienten die Vorgaben des Studienprotokolls nicht. Doch die Daten dieser Patienten fließen genauso in

die Auswertung mit ein. Dies könnte zur Folge haben, dass ein möglicherweise vorhandener Unterschied im Ergebnis nicht mehr erkennbar ist.

Deshalb wird die statistische Bearbeitung der erhobenen Daten jeweils sowohl für die ganze Gruppe durchgeführt (ITT – intention to treat) als auch nur für diejenigen Patienten, die das Studienprotokoll erfüllen und uneingeschränkt Sport treiben (ATP – according to protocol). Doch auch bei der separaten Analyse der ATP-Werte lässt sich kein signifikanter Unterschied im Behandlungsergebnis zwischen den Gruppen nachweisen.

Möglicherweise ist jedoch die Fallzahl mit 22 uneingeschränkt sportlich aktiven Patienten in Gruppe 3 und 18 in Gruppe 6 zu gering, um einen Unterschied sichtbar zu machen.

In Bezug auf einen möglichen Unterschied im Behandlungsergebnis ist die Betrachtung der Skala *Lumbale Schmerzen* des NASS Outcome Scores von besonderem Interesse. Durch diese Skala werden Rückenschmerzen und deren Einfluss auf Aktivitäten des täglichen Lebens erfasst. Falls durch die Instabilität des operierten Segments und durch die besondere Belastung im uneingeschränkten Sport Beschwerden der Lendenwirbelsäule auftreten, so würden diese vor allem durch Verschlechterung der Werte dieser Skala abgebildet werden.

Die zweite Skala des Scores misst Paresen oder Parästhesien, die im Rahmen einer radikulären Symptomatik auftreten. Uneingeschränkte sportliche Aktivität verursacht jedoch vorwiegend lokale Rückenbeschwerden und nur seltener radikuläre Symptome. Deshalb ist diese zweite Skala des Scores relativ unempfindlich gegenüber durch den Sport bedingten Beschwerden.

Bei der Beschreibung des NASS Outcome Scores durch Daltroy et al. wird festgelegt, dass ein Unterschied von 1,0 Punkten auf einer der beiden Skalen des Scores als signifikant betrachtet werden soll. Dies entspricht 20% der Skalenlänge und sollte deshalb auch klinisch von Bedeutung sein [19, S.746]. Nach neun Monaten wird auf der Skala *Lumbale Schmerzen* zwischen beiden Gruppen ein Unterschied von 0,1 Punkten ermittelt und ist demnach nicht signifikant (s. Tabelle 26). Für die statistische Power ergibt sich hier bei einer angenommenen Mindestfallzahl von je 18 Patienten pro Gruppe ein Wert von 97%. Die statistische Wahrscheinlichkeit, dass tatsächlich kein Unterschied zwischen beiden Gruppen besteht, ist somit trotz der geringen Anzahl der uneingeschränkt sportlich aktiven Patienten sehr hoch.

Zu Beginn der Studie wurden die Patienten nach ihrem Einverständnis über die Teilnahme anhand einer Broschüre über den genauen Ablauf und den

jeweiligen Trainingsplan informiert. Dieses Informationsblatt enthält auch Anweisungen, wie bei einer Verstärkung der Beschwerden durch eine bestimmte Sportart vorzugehen ist. Zunächst soll bei Schmerzen beim Sport eine kurze Trainingspause eingehalten werden oder zumindest die Belastungsintensität reduziert werden. Falls danach auch bei einer veränderten Technik der Sportausübung immer noch verstärkt Beschwerden auftreten soll eine andere Sportart gewählt werden.

Auch stellt die uneingeschränkte Sportfreigabe nach drei bzw. sechs Monaten nach Operation einen Mindestzeitraum dar, der abgewartet werden soll. Selbstverständlich können die Patienten mit der Rückkehr zum uneingeschränkten Training auch noch länger warten, wenn sie dies als nötig erachten oder die Beschwerden eine Aufnahme des Trainings noch nicht erlauben.

Das Trainingsprogramm ist nach den entsprechenden Fristen in beiden Gruppen völlig freigestellt und diese Selbstbestimmung des Trainings nehmen die Patienten auch wahr.

Dies belegen die Daten der Gruppe 3, da viele Probanden dieser Gruppe erst nach sechs Monaten wieder mit dem uneingeschränkten Sport beginnen, obwohl die Trainingsfreigabe bereits nach drei Monaten erfolgte. Diese Tendenz wird bei mehreren uneingeschränkten Sportarten beobachtet und besonders deutlich beim Laufen. Die Hälfte aller im Laufen aktiven Patienten der Gruppe 3 nimmt diesen Sport erst nach sechs Monaten wieder auf.

Die Sportarten werden ab der Trainingsfreigabe also völlig frei gewählt. Deshalb erscheint es folgerichtig anzunehmen, dass die Patienten auch tatsächlich nur in einem Rahmen sportlich aktiv sind, der die Beschwerden nicht nachhaltig negativ beeinflusst. Freizeitsportler allgemein und ganz besonders Patienten, die sich von einem meist äußerst schmerzhaften Rückenleiden erholen, trainieren kaum über eine bestimmte Schmerzgrenze hinaus. Beim Freizeitsport stehen Erholung und Spaß mehr im Vordergrund als das Erreichen sportlicher Ziele ohne Rücksicht auf das körperliche Befinden. Training unter Schmerzen steht im Gegensatz zur Motivation eines Freizeitsportlers. Deshalb ist anzunehmen, dass die Patienten bei ernsthaften Beschwerden das Training abbrechen bzw. vorläufig aufgeben.

Durch diese Anpassung des Trainings an die individuellen Beschwerden werden die Beschwerden kaum so stark und längerfristig verstärkt, dass es zu einer nachhaltigen Veränderung des Behandlungsergebnisses führen würde. Die Selbstbestimmung des Trainings innerhalb gewisser Richtlinien in Bezug auf den Sportbeginn und das Verhalten bei Schmerzen erscheint deshalb als wichtiger Aspekt bei einem frühen uneingeschränkten Sportbeginn.

Allgemein wird bei uneingeschränkter sportlicher Aktivität eine Abnahme der Patientenzahlen im Vergleich zur präoperativen Situation beobachtet. Auch beginnen einige Patienten später als im Studienprotokoll vorgesehen uneingeschränkt mit dem Sport. Dies wird auf verschiedene Ursachen zurückgeführt.

Zum einen sind manche Sportarten saisonabhängig und im Verlauf der Studie nicht mit dem vom Protokoll vorgesehenen Sportbeginn vereinbar. Dies gilt natürlich ganz besonders für den Wintersport, der präoperativ zu den beliebtesten Sportarten zählte. 16 Patienten waren in diesem Bereich vor der Operation aktiv, während nach neun Monaten erst wieder sechs Patienten damit begonnen haben. Dies liegt zum Teil auch am Zeitpunkt der vom Studienprotokoll vorgesehenen uneingeschränkten Sportfreigabe und der Befragungen, was sich in manchen Fällen nicht mit der Wintersportsaison vereinbaren ließ.

Auch andere Sportarten werden von einigen Patienten als saisonabhängig eingestuft, wie etwa Laufen, Fahrradfahren oder Nordic Walking. Trotz uneingeschränkter Freigabe des Trainings verschieben einige Patienten den Sportbeginn vor allem dieser Sportarten auf einen späteren Zeitpunkt, da ein Trainingsbeginn im Winter hier abgelehnt wird. Die Angst vor Stürzen bei glattem Boden oder Schnee und Probleme mit der kalten Atemluft könnten hierbei eine Rolle spielen.

Eine weitere Ursache für den Trainingsrückgang im uneingeschränkten Sport könnte die Verstärkung der Beschwerden durch uneingeschränkte sportliche Aktivität darstellen. Doch in den erhobenen Daten finden sich dafür kaum Anhaltspunkte. Die Mehrheit der im uneingeschränkten Sport aktiven Patienten (93,7%) stellt keine Verschlechterung der Beschwerden durch das Training fest.

Möglicherweise haben jedoch manche Patienten bei der Befragung Sportarten nicht angegeben, die die Beschwerden verschlechtern und deshalb nur einmal ausprobiert und dann wieder aufgegeben wurden. Der Sportbeginn wird daraufhin möglicherweise so weit verschoben, dass er durch die letzte Befragung nicht mehr erfasst werden kann.

Bei einigen Sportarten hingegen berichten Studienteilnehmer ausdrücklich von einer Verschlechterung der Rückenbeschwerden. Laut Patientenangabe trifft dies vor allem auf Tennisspielen, Badminton und Laufen zu. Besonders im Tennis und Badminton ist nach neun Monaten erst einer von präoperativ sieben Patienten wieder aktiv und dieser Patient berichtet auch von einer Verschlechterung der Beschwerden durch das Tennisspielen. Deshalb wird der Sportbeginn in diesen Sportarten trotz uneingeschränkter Freigabe von den betroffenen Patienten noch individuell verschoben. Dies kann vor allem auch am Beispiel Laufen in der Gruppe 3

verdeutlicht werden. Trotz uneingeschränkter Sportfreigabe nach drei Monaten verschieben 50% der aktiven Läufer den Sportbeginn noch um drei weitere Monate. Speziell bei diesen präoperativ beliebten Sportarten scheint eine Verstärkung der Beschwerden für den Rückgang der Patientenzahl ausschlaggebend zu sein.

Andererseits jedoch kehren alle Fußballer bereits nach drei Monaten wieder in ihren Sport zurück, wobei Laufen ein wesentlicher Bestandteil dieser Sportart ist. Hier und bei anderen Mannschaftssportarten wie Hockey oder Cricket setzen manche Patienten trotz einer anfänglichen Verstärkung der Beschwerden das Training fort. Ein Grund dafür sind möglicherweise die sozialen Aspekte, die gerade bei Mannschaftssportarten im Vordergrund stehen und über die einfache Ausübung des Sports an sich hinausgehen.

Bei anderen Sportarten, die ebenfalls von einem starken Rückgang betroffen sind, finden sich keine Hinweise auf eine Verstärkung der Beschwerden. Dies trifft vor allem auf das Skifahren zu, was nach neun Monaten wieder von sechs Patienten ausgeübt wird. Von diesen wird kein einziges Mal von einer Verschlechterung der Beschwerden berichtet, auch nicht bei einem frühen Beginn nach bereits drei Monaten. Somit scheint das Skifahren keine negative Auswirkung auf die Beschwerden zu haben und der Rückgang der Patientenzahl in dieser Sportart ist nicht darauf zurückzuführen. Vielmehr berichten einige Probanden, dass sie aus Angst vor Stürzen und dadurch gegebenenfalls verstärkten Rückenbeschwerden mit dem Skifahren oder Snowboardfahren noch nicht wieder beginnen wollen. Dies erscheint als Hauptgrund für die Zurückhaltung der Patienten speziell in diesen Sportarten. Auch beim Rückgang des Mountainbikefahrens als weiterer sturzgefährlicher Sportart werden ähnliche Gründe angenommen.

Eine weitere Ursache für den Rückgang im uneingeschränkten Sport könnten vom Sport unabhängige Beschwerden darstellen. Auch nach neun Monaten nach der Bandscheibenoperation berichten einige Patienten noch immer über beträchtliche Beschwerden, die bereits bei normaler Belastung im Alltag auftreten und einen Sportbeginn unmöglich machen. Dafür spricht auch ein Vergleich der NASS Scores der im uneingeschränkten Sport aktiven Patienten mit denen, die nicht uneingeschränkt sportlich aktiv sind. Die Unterschiede sind zwar statistisch nicht signifikant, jedoch deutlicher als zwischen den beiden Studiengruppen. Die uneingeschränkt sportlich aktiven Probanden erreichen auf der Skala *Lumbale Schmerzen* 1,9 Punkte (Gruppe 3 und Gruppe 6). Die Probanden, die nicht uneingeschränkt Sport treiben, erreichen 2,2 (Gruppe 3) und 2,0 Punkte (Gruppe 6). Auch beim Vergleich der VAS-Werte fällt auf, dass unter den nicht uneingeschränkt sportlich aktiven Patienten häufiger schlechtere Werte vergeben werden. Die Studienteilnehmer, die nicht uneingeschränkt sportlich aktiv sind,

scheinen insgesamt noch mehr Beschwerden zu haben und auch deshalb den Sportbeginn noch aufzuschieben.

Im Gegensatz zum uneingeschränkten Training wird beim eingeschränkten Training eine starke Zunahme im Verlauf der Studie festgestellt. Während vor der Bandscheibenoperation lediglich 24 Patienten eingeschränkten Sport betrieben, trifft dies zum Endpunkt der Studie auf 53 Patienten zu.

Eine Ursache könnte in der Empfehlung solcher Sportarten durch verschiedene Therapeuten im Krankenhaus, während der Rehabilitation und der ambulanten Physiotherapie liegen. Besonders das Rückenschwimmen steht in dem Ruf, für Bandscheibenpatienten sehr gut geeignet zu sein. Auch in dieser Studie bestätigt sich dieser Trend, da nach neun Monaten 29 Patienten regelmäßig schwimmen gehen gegenüber 17 Patienten vor der Operation.

Doch der Hauptgrund für die starke Zunahme der Patientenzahl im eingeschränkten Training besteht wohl nicht nur in dem guten Ruf dieser Sportarten, sondern in den tatsächlich guten Erfahrungen, die die Patienten nach der Operation damit machen. Die erhobenen Daten legen diese Annahme nahe.

Während oder kurz nach der Anschlussheilbehandlung beginnen 74 Patienten (93,7% aller Studienteilnehmer) mit dem eingeschränkten Sport. Bereits bei der ersten Befragung drei Monate nach der Operation berichten 84,4% dieser Patienten, dass der eingeschränkte Sport die Beschwerden verbessere. Diese positiven Erfahrungen mit den entsprechenden Sportarten unmittelbar nach der Operation scheinen die Patienten zu motivieren, auch im weiteren Verlauf der Studie den eingeschränkten Sport fortzusetzen trotz bereits erfolgter uneingeschränkter Sportfreigabe.

Am Endpunkt der Studie treiben immer noch 53 Patienten eingeschränkten Sport. Obwohl die Beschwerden der Patienten seit der Operation deutlich verringert sind, berichten immer noch 73,6% von einer weiteren Verbesserung der Schmerzen durch den eingeschränkten Sport. Doch das Spektrum der eingeschränkten Sportarten legt nahe, dass die Patienten diese mehr als therapeutisches Mittel im Hinblick auf die Beschwerden betrachten und als Vorbereitungstraining für die Rückkehr zu den uneingeschränkten Sportarten. Diese Aspekte scheinen besonders unmittelbar nach der Operation im Vordergrund zu stehen, wo fast alle Studienteilnehmer eingeschränkten Sport treiben. Mit nachlassenden Beschwerden geht dann auch der eingeschränkte Sport leicht zurück, während wieder mehr Patienten uneingeschränkt sportlich aktiv sind.

So wird angenommen, dass die Mehrzahl der Patienten mit dem eingeschränkten Sport unmittelbar nach der Operation so positive

Erfahrungen macht, dass auch längere Zeit nach der Operation und solange noch Restbeschwerden bestehen das eingeschränkte Training vorgezogen wird.

4.2 Gegenüberstellung mit der Literatur

Wie bereits erwähnt finden sich bei der Literaturrecherche zum Thema „Sport nach lumbaler Nukleotomie“ nur wenige Publikationen. Der uneingeschränkte Sportbeginn variiert in diesen Studien zwischen 7,5 Wochen [54, S.2223] und 5,2 Monaten nach der Operation [88, S.100], woraus keine eindeutigen Empfehlungen abgeleitet werden können. Zudem beschäftigen sich die meisten Studien nicht mit Freizeit- sondern Leistungssportlern auf nationalem bis Olympia-Niveau.

Die Ergebnisse dieser Studien lassen sich nicht ohne weiteres auf Freizeitsportler übertragen. Junge Athleten sind physisch auf einem hervorragenden Trainingszustand und hoch motiviert, wieder in ihren Sport zurückzukehren, was möglicherweise einen früheren Trainingsbeginn als bei Freizeitsportlern erlaubt. Ebenso haben Spitzensportler Zugang zu postoperativer Versorgung auf sehr hohem Niveau, da die Wiederherstellung der Funktion und Schmerzfreiheit im Alltag längst nicht für ein gutes Behandlungsergebnis ausreichend ist. Das Ziel der Behandlung ist die Rückkehr zum Wettkampfsport auf dem gleichen Leistungsniveau wie vor der Operation, was nur durch eine spezielle postoperative Betreuung erreicht werden kann [87, S.570, S.572]. Dadurch wird ersichtlich, dass die Aussagen der Studien, die sich mit Leistungssportlern befassen, nicht auf die Normalbevölkerung übertragen werden können, da ein Freizeitsportler seinen Sport unter anderen Voraussetzungen und mit anderen Zielen betreibt.

Eine mit der vorliegenden Studie vergleichbare Publikation wurde 1999 von Hommel veröffentlicht, welche bereits kurz vorgestellt wurde [36]. In dieser Studie wurden retrospektiv 126 Patienten untersucht, die sich einer mikroskopischen Nukleotomie unterzogen. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie sind auch Patienten mit Operation an zwei Segmenten miteinbezogen [36, S.11]. Außerdem wurden die Patienten in Hommels Studie mikroskopisch operiert, während in der vorliegenden Studie eine makroskopische Operation durchgeführt wurde. In verschiedenen Publikationen wird jedoch belegt, dass sich das Behandlungsergebnis der Patienten nach Makro- und Mikrodisektomie nicht unterscheidet und somit auch miteinander vergleichbar sind [83, S.247, S.249].

So sind auch die Operationsresultate in beiden Studien ähnlich. Hommel berichtet, dass 90% der Patienten nach der Operation schmerzfrei bzw. deutlich gebessert sind [36, S.11]. In der vorliegenden Untersuchung geben neun Monate nach der Operation 94,7% der Studienteilnehmer einen Wert von eins bis drei auf der Visuellen Analog Skala an. Auch die Dauer der Arbeitsunfähigkeit ist ähnlich, fällt aber trotz der makroskopischen Operationstechnik in dieser Studie etwas kürzer aus (s. Tabelle 35).

Das postoperative Behandlungsprogramm jedoch weist deutliche Unterschiede auf. In Hommels Untersuchung werden die Patienten angehalten, erst nach frühestens drei Monaten aktive Übungen zur Kräftigung der Rückenmuskulatur durchzuführen, um entzündliche Prozesse nach der Operation nicht zu verstärken und eine stabile Narbenbildung abzuwarten [36, S.12].

Doch für diese Vorgehensweise finden sich keine Belege in der aktuellen Literatur. Ein frühes und intensives Übungsprogramm scheint im Gegenteil positive Effekte zu haben. In einer Publikation von Kjellby-Wendt aus dem Jahr 2002 werden zwei Gruppen verglichen, von denen die eine ein frühes und aktives Übungsprogramm absolviert und die Kontrollgruppe nur ein reduziertes Training durchführt [45, S.405f.]. Die Rate von Reoperationen sinkt in der aktiven Trainingsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe, während die Dauer der Arbeitsunfähigkeit und spätere Fehltage wegen Krankheit in beiden Gruppen gleich bleiben [45, S.407].

Ein frühes und aktives Training scheint auch Strategien zur Schmerzbewältigung, die die Patienten entwickeln, günstig zu beeinflussen, da aktive Verhaltensmuster unterstützt werden [46, S.519, S.522]. Dies könnte das Risiko der Entwicklung chronischer Rückenschmerzen verringern [46, S.523]. Eine weitere Studie berichtet von reduzierten Schmerzen und geringerer Einschränkung im Alltag in einer Trainingsgruppe, die bereits vier Wochen postoperativ mit einem aktiven Übungsprogramm begann [20, S. 1015, S.1019].

Auch eine Meta-Analyse verschiedener Studien zu diesem Thema kommt zu dem Schluss, dass ein intensives Trainingsprogramm vier bis sechs Wochen nach der Operation günstige Effekte auf Wiederherstellung der physischen Funktion und Arbeitsfähigkeit der Patienten hat. Eine negative Beeinflussung des Behandlungsergebnisses kann nicht festgestellt werden.

VARIABLE	HOMMEL 1999 [36]	VORLIEGENDE STUDIE
Studiendesign	Retrospektiv	prospektiv
Patientenanzahl	126	84
Nachbeobachtung	nach 16,5 Mon. (8,5 – 40 Mon.)	nach 3, 6 und 9 Mon.
Erfolgsrate der OP	90% schmerzfrei bzw. deutlich besser	94,7% Werte von 1-3 auf VAS nach 9 Mon.
Arbeitsunfähigkeit	12,8 Wochen	9,8 Wochen (Gruppe 3) 10,45 Wochen (Gruppe 6)
Rückkehr an alten Arbeitsplatz	85%	97,2%
Trainingsbeginn	8,5 Monate	3 bzw. 6 Monate

Tabelle 35: Vergleich der Publikation Hommel 1999 [6] und der vorliegenden Studie

Soweit gibt es demnach keine Anhaltspunkte, die Aktivitätsbeschränkungen nach erstmaliger Nukleotomie rechtfertigen. Unklar ist jedoch, welchen konkreten Inhalt ein optimales postoperatives Übungsprogramm haben sollte und ob ein Beginn unmittelbar postoperativ oder erst nach ca. vier Wochen erfolgen sollte [64, S.215f.].

Vor dem Hintergrund dieser Daten erscheint es nicht nötig, drei Monate mit dem Beginn eines leichten Trainings im Sinne von Kräftigungsübungen zu warten. In der vorliegenden Studie werden die Patienten deshalb angehalten, im Verlauf des Rehabilitationsprogramms bereits solche Übungen durchzuführen und auch nach der eingeschränkten Sportfreigabe Sportarten wie Schwimmen zu betreiben, die ebenfalls die Rückenmuskulatur stärken. Ergänzend kann auch ein Ausdauertraining durchgeführt werden, das den Rücken nicht belastet, wie etwa Training auf dem Fahrradergometer.

In Hommels Studie wird sonst keine weitere Empfehlung in Bezug auf den Sportbeginn gegeben. Auch wird nicht differenziert zwischen eingeschränkter und uneingeschränkter Sportfreigabe. Der Sportbeginn wird den Patienten völlig freigestellt und erfolgt nach durchschnittlich 8,5 Monaten, also deutlich später als in der vorliegenden Studie [36, S.12] (s. Tabelle 35). Hier erhalten die Patienten unmittelbar nach der Operation die eingeschränkte Sportfreigabe und nach drei bzw. sechs Monaten erfolgt die völlige Freigabe des Trainings und der Wahl der Sportarten. Doch diese erheblich frühere Freigabe des Trainings scheint den Erfolg der Operation

im Vergleich zur Studie von Hommel nicht zu beeinträchtigen, da in beiden Studien ähnliche Erfolgsraten erreicht werden (s. Tabelle 35).

In beiden Untersuchungen betreiben nach der Operation mehr Patienten regelmäßig Sport als vorher. Doch das Sportprofil in den Studienpopulationen erweist sich als sehr verschieden. Bei Betrachtung der beliebtesten Sportarten in der vorliegenden Untersuchung lässt sich neun Monate nach der Operation ein deutlicher Trend in Richtung des eingeschränkten Trainings feststellen. In den uneingeschränkten Sportarten hingegen sind weniger Patienten aktiv als vor der Operation. Während präoperativ unter den fünf beliebtesten Sportarten drei aus dem Bereich uneingeschränkter Sport waren, ist es nach neun Monaten nach der Operation nur noch eine einzige (Fahrradfahren). Bei einigen uneingeschränkten Sportarten wird der Sportbeginn von den Patienten trotz Freigabe des Trainings noch verschoben. Dies gilt vor allem für das Laufen und Skifahren.

Das postoperative Sportprofil in Hommels Studie ist dagegen kaum verändert. Die beliebtesten Sportarten sowohl prä- als auch postoperativ sind Laufen und Schwimmen [36, S.12]. Während in der vorliegenden Studie im uneingeschränkten Sport allgemein eine postoperative Abnahme der Patientenzahl beobachtet wird, ergibt sich aus Hommels Daten eine Zunahme [36, S.12].

Dieser Unterschied in Bezug auf die Wahl der Sportarten lässt sich jedoch zumindest teilweise durch den Zeitpunkt der postoperativen Patientenbefragung erklären. Die Nachbeobachtung erfolgt bei Hommel nach durchschnittlich 16,5 Monaten, während in dieser Studie die letzte Befragung neun Monate postoperativ stattfindet [36, S.11]. Nach fast eineinhalb Jahren nach der Bandscheibenoperation sollten der Heilungsprozess und die Restabilisierung des Bewegungssegments jedoch soweit fortgeschritten sein, dass Freizeitsport wieder möglich ist. Auch in der vorliegenden Studie zeigt sich die Tendenz, den Trainingsbeginn bei gewissen Sportarten noch auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben, jedoch weniger ausgeprägt als in Hommels Untersuchung.

Hommel kommt zu dem Schluss, dass regelmäßiges sportliches Training nach einer Nukleotomie langfristig möglich ist und keine negativen Auswirkungen auf das Behandlungsergebnis zu haben scheint [36, S.12]. Eine Empfehlung über den Zeitpunkt des Trainingsbeginns lässt sich aus den Daten nicht ableiten, da die Studie vor allem das langfristige Trainingsverhalten nach der Operation erfasst und unterschiedliche Zeitpunkte des Trainingsbeginns nicht miteinander verglichen werden.

Die Daten der vorliegenden Studie geben jedoch Hinweise, dass die uneingeschränkte Sportfreigabe unter bestimmten Voraussetzungen bereits

nach drei Monaten möglich ist, ohne das Behandlungsergebnis dadurch zu verschlechtern.

Weiterhin von Bedeutung ist die Information über Verhalten beim Auftreten von Beschwerden bei uneingeschränkter sportlicher Aktivität und die Selbstbestimmung des Trainings durch den Patienten innerhalb dieser Richtlinien. Dazu gehört auch gegebenenfalls eine Staffelung der uneingeschränkten Sportfreigabe, wobei der Trainingsbeginn besonders kritischer Sportarten wie etwa Laufen sukzessiv erfolgt und in einen Zeitraum zwischen drei und sechs Monaten nach der Operation gelegt wird.

5 Zusammenfassung

Aufgrund der steigenden Popularität freizeitsportlicher Aktivitäten in unserer Gesellschaft wird der behandelnde Arzt häufig mit der Frage konfrontiert, ab wann das Training nach einer Bandscheibenoperation wieder uneingeschränkt möglich ist. In der Literatur finden sich darüber gegenwärtig keine fundierten Daten und die beschriebenen Patientenkollektive bestehen vorwiegend aus Hochleistungssportlern.

Insgesamt 84 Patienten (33 Frauen und 51 Männer), die sich einer makroskopischen Nukleotomie unterzogen, nahmen an dieser prospektiven randomisierten klinischen Studie teil. Das Durchschnittsalter betrug 42 Jahre (24 – 58). Nach Alter und Geschlecht wurden die Studienteilnehmer randomisiert und in zwei Gruppen verteilt. Am häufigsten trat der Discusprolaps im untersuchten Kollektiv auf der Höhe L5/S1 auf (43 Patienten) und die klinische Symptomatik setzte im Median vier Wochen vor der Operation ein. Bei der Selbsteinschätzung der Beschwerden ergab sich auf der VAS ein Durchschnittswert über 4,0 und ein NASS Score für lumbale Schmerzen um 4,0. Von den 84 Studienteilnehmern waren 64 im Jahr vor der Operation regelmässig freizeitsportlich aktiv. Der durchschnittliche Trainingsumfang der sportlich aktiven Patienten betrug 8,7 Stunden pro Woche.

Alle Patienten wurden angehalten, unmittelbar nach der Operation wieder mit einem eingeschränkten rehabilitativen Training zu beginnen. Die volle Trainingsfreigabe erhielt eine Studiengruppe bereits nach drei Monaten, die andere erst sechs Monate nach der Operation. Die Evaluation der beiden Gruppen erfolgte mittels Fragebögen zur Erhebung der Sportanamnese sowie VAS und NASS Score. Präoperativ und nach je drei, sechs und neun Monaten postoperativ fanden die Befragungen statt.

Im postoperativen Verlauf sanken in beiden Gruppen sowohl VAS (2,28 bzw. 2,18 nach 3 Monaten; 2,23 bzw. 2,16 nach 6 Monaten) als auch NASS Score (2,14 bzw. 2,37 nach 3 Monaten; 1,87 bzw. 2,00 nach 6 Monaten) fortlaufend. Beide Gruppen zeigten keinen Unterschied im Behandlungsergebnis trotz der zeitlich verschiedenen Rückkehr zum uneingeschränkten sportlichen Training (9 Monate postoperativ: VAS je 2,03 und NASS Score 1,86 bzw. 1,88; $p > 0,05$). Das Sportprofil und die Trainingsparameter jedoch veränderten sich deutlich. Nach neun Monaten waren mehr Patienten regelmäßig sportlich aktiv als vor der Operation (71 Patienten). Der Trainingsumfang der sportlich aktiven Patienten stieg im postoperativen Verlauf kontinuierlich an, lag allerdings nach neun Monaten noch unter dem präoperativen Wert (7,0 Stunden/Woche). Deutlich mehr

Patienten übten Sportarten aus wie Gehen, Gymnastik und Training auf dem Fahrradergometer (präoperativ 24 – postoperativ 53 Patienten). Beim uneingeschränkten Training (z.B. Skifahren, Tennisspielen oder Laufen) waren dagegen Rückgänge zu verzeichnen (präoperativ 53 – postoperativ 40 Patienten). Dennoch berichteten die aktiven Patienten, dass der Sport die Restbeschwerden überwiegend verbessere. Die beliebtesten Sportarten waren Fahrradfahren, Laufen, Nordic Walking, Alpinski fahren, Fussball, Fitnesstraining und Langlaufen.

Die Daten dieser Studie zeigen, dass eine Rückkehr zum vollen und uneingeschränkten Training bereits drei Monate nach der Bandscheibenoperation möglich ist, ohne dadurch das Behandlungsergebnis zu verschlechtern.

6 Literaturverzeichnis

- 1) Adams, M.A., Freeman, B.J.C., Morrison, H.P., Nelson, I.W., Dolan, P.
Mechanical initiation of intervertebral disc degeneration.
Spine 25 (2000) 1625 - 1636
- 2) Adams, M.A., McNally, D.S., Dolan, P.
'Stress' distributions inside intervertebral discs. The effects of age and degeneration.
J Bone Joint Surg Br 78 (1996) 965 - 972
- 3) Akmal, M., Kesani, A., Anand, B., Singh, A., Wiseman, M., Goodship, A.
Effect of nicotine on spinal disc cells: a cellular mechanism for disc degeneration.
Spine 29 (2004) 568 – 575
- 4) Anderson, D.G., Izzo, M.W., Hall, D.J., Vaccaro, A.R., Hilibrand, A., Arnold, W., Tuan, R.S., Albert, T.J.
Comparative gene expression profiling of normal and degenerative discs: analysis of a rabbit annular laceration model.
Spine 27 (2002) 1291 - 1296
- 5) Annunen, S., Paassilta, P., Lohiniva, J., Perälä, M., Pihlajamaa, T., Karppinen, J., Tervonen, O., Kröger, H., Lähde, S., Vanharanta, H., Ryhänen, L., Göring, H.H.H., Ott, J., Prockop, D.J., Ala-Kokko, L. An allele of COL9A2 associated with intervertebral disc disease. Science 285 (1999) 409 - 412
- 6) Antoniou, J., Steffen, T., Nelson, F., Winterbottom, N., Hollander, A.P., Poole, R.A., Aebi, M., Alini, M.
The human lumbar intervertebral disc: evidence for changes in the biosynthesis and denaturation of the extracellular matrix with growth, maturation, ageing, and degeneration.
J Clin Invest 98 (1996) 996 - 1003
- 7) Beaton, D.E., Schemitsch, E.
Measures of health-related quality of life and physical function.
Clin Orthop 413 (2003) 90 – 105
- 8) Berlemann, U., Gries, N.C., Moore, R.J.
The relationship between height, shape and histological changes in early degeneration of the lower lumbar discs.
Eur Spine J7 (1998) 212 - 217

- 9) Bibby, S.R., Urban, J.P.
Effect of nutrient deprivation on the viability of intervertebral disc cells.
Eur Spine J 13 (2004) 695-701
- 10) Brinckmann, P., Grootenboer, H.
Change of disc height, radial disc bulge, and intradiscal pressure from discectomy. An in vitro investigation on human lumbar discs. Spine 16 (1991) 641 - 646
- 11) Brinckmann, P., Porter, R.W.
A laboratory model of lumbar disc protrusion: Fissure and fragment. Spine 19 (1994) 228 - 235
- 12) Brooke, M.H., Kaiser, K.K.
Muscle fiber types: how many and what kind?
Arch Neurol 23 (1970) 369 - 379
- 13) Brown, M.F., Hukkanen, M.V.J., McCarthy, I.D., Redfren, D.R.M., Batten, J.J., Crock, H.V., Hughes, S.P.F., Polak, J.M.
Sensory and sympathetic innervation of the vertebral endplate in patients with degenerative disc disease.
J Bone Joint Surg Br. 79 (1997) 147 – 153
- 14) Burton, A.K., Battie, M.C., Gibbons, L., Videman, T., Tillotson, K.M. Lumbar disc degeneration and sagittal flexibility.
J Spinal Disord 9 (1996) 418 - 424
- 15) Castro, W.H.M., Jerosch, J., Brinckmann, P.
Veränderungen an der lumbalen Bandscheibe nach Anwendung der nicht-automatisierten perkutanen Diskektomie. Eine biomechanische Untersuchung.
Z Orthop 130 (1992) 472 - 478
- 16) Ching, C.T., Chow, D.H., Yao, F.Y., Holmes, A.D.
The effect of cyclic compression on the mechanical properties of the intervertebral disc: an in vivo study in a rat tail model.
Clin Biomech 18 (2003) 182-189
- 17) Crean, J.K., Roberts, S., Jaffray, D.C., Eisenstein, S.M., Duance, V.C.
Matrix metalloproteinases in the human intervertebral disc: role in disc degeneration and scoliosis.
Spine 22 (1997) 2877 - 2884
- 18) Dai, L.Y., Tu, K.Y., Xu, Y.K., Zhang, W.M., Cheng, P.L.
Effects of discectomy on the stress distribution in the lumbar spine. Chin Med J (Engl) 105 (1992) 944 - 948

- 19) Daltroy, L.H., Cats-Baril, W.L., Katz, J.N., Fossel, A.H., Liang, M.H. The North American Spine Society lumbar spine outcome assessment instrument. Reliability and validity tests.
Spine 21 (1996) 741 – 749
- 20) Danielsen, J.M., Johnsen, R., Kibsgaard, S.K., Hellevik, E.
Early aggressive exercise for postoperative rehabilitation after discectomy.
Spine 25 (2000) 1015-1020
- 21) Dixon, W.J., Massey, F.J.
Introduction to Statistical Analysis.
McGraw-Hill, 1983
- 22) Exner, V., Keel, P.
Erfassung der Behinderung bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Validierung einer deutschen Version des „Roland & Morris disability questionnaire“ sowie verschiedener numerischer Ratingskalen.
Schmerz 14 (2000) 392 - 400
- 23) Fidler, M.W., Jowett, R.L., Troup, J.D.
Myosin ATPase activity in multifidus muscle from cases of lumbar spinal derangement.
J Bone Joint Surg Br 57 (1975) 220 - 227
- 24) Frei, H., Oxland, T.R., Rathonyi, G.C., Nolte, L.
The effect of nucleotomy on lumbar spine mechanics in compression and shear loading.
Spine 26 (2001) 2080 - 2089
- 25) Fujiwara, A., Lim, T.H., An, H.S., Tanaka, N., Jeon, C.H., Andersson, G.B., Haughton, V.M.
The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine.
Spine 25 (2000) 3036 - 3044
- 26) Furusawa, N., Baba, H., Miyoshi, N., Maezawa, Y., Uchida, K., Kokubo, Y., Fukuda, M.
Herniation of cervical intervertebral disc: Immunohistochemical examination and measurement of nitric oxide production.
Spine 26 (2001) 1110 - 1116
- 27) Gertzbein, S.D., Seligman, J., Holtby, R., Chan, K.H., Kapasouri, A., Tile, M., Cruickshank, B.
Centrod patterns and segmental instability in degenerative disc disease.
Spine 10 (1985) 257 - 261

- 28) Goel, V.K., Goyal, S., Clark, C., Nishiyama, K., Nye, T.
Kinematics of the whole lumbar spine. Effect of discectomy. Spine10 (1985)
543-554
- 29) Gördes, W., Feuchtgruber, G., Fritz, W.
Quantitative measurement of disc space area before and after
chemonucleolysis and nucleotomy.
Int Orthop 13 (1989) 89 - 93
- 30) Gruber, H.E., Ashraf, N., Kilburn, J., Williams, C., Norton, H.J., Gordon, B.E.,
Hanley, E.N.jr
Vertebral endplate architecture and vascularization: application of micro-
computerized tomography, a vascular tracer, and immunocytochemistry in
analyses of disc degeneration in the aging sand rat.
Spine 30 (2005) 2593 – 2600
- 31) Gruber, H.E., Hanley, E.N.jr
Analysis of aging and degeneration of the human intervertebral disc.
Comparison of surgical specimens with normal controls.
Spine 23(1998) 751 - 757
- 32) Hadjipavlou, A.G., Simmons, J.W., Yang, J.P., Bi, L.X., Ansari, G.A.,
Kaphalia, B.S., Simmons, D.J., Nicodemus, C.L., Necessary, J.T., Lane, R.,
Esch, O.
Torsional injury resulting in disc degeneration: I. An in vivo rabbit model.
J Spinal Disord 11(1998) 312 – 317
- 33) Häkkinen, A., Ylinen, J., Kautiainen, H., Airaksinen, O., Herno, A., Tarvainen,
U., Kiviranta, I.
Pain, trunk muscle strength, spine mobility and disability following lumbar
disc surgery.
J Rehabil Med 35 (2003) 236 - 240
- 34) Holm, S., Maroudas, A., Urban, J.P.G., Selstam, G., Nachemson, A.
Nutrition of the intervertebral disc: solute transport and metabolism.
Connect Tissue Res. 8 (1981) 101 – 119
- 35) Holt, A.E., Shaw, N.J., Shetty, A., Greenough, C.G.
The reliability of the low back outcome score for back pain.
Spine 27 (2002) 206 – 210
- 36) Hommel, H.
Sport nach lumbaler mikrochirurgischer Nukleotomie.
Z. Orthop 137 (1999) 0a11-12
- 37) Horner, H.A., Urban, J.P.
2001 Volvo Award Winner in Basic Science Studies: effect of nutrient supply

on the viability of cells from the nucleus pulposus of the intervertebral disc.
Spine 26 (2001) 2543 - 2549

- 38) Hutton, W.C., Ganey, T.M., Elmer, W.A., Kozłowska, E., Ugbo, J.L., Doh, E.S., Whitesides, T.E. Jr
Does long-term compressive loading on the intervertebral disc cause degeneration?
Spine 25 (2000) 2993 – 3004
- 39) Kahanovitz, N., Viola, K., Gallagher, M.
Long-term strength assessment of postoperative diskectomy patients.
Spine 14 (1989) 402 - 403
- 40) Kast, E., Antoniadis, G., Richter, H.-P.
Epidemiologie von Bandscheibenoperationen in der Bundesrepublik Deutschland.
Zentralbl Neurochir 61 (2000) 22 - 25
- 41) Kauppila, L.I., Penttila, A., Karhunen, P.J., Lalu, K., Hannikainen, P. Lumbar disc degeneration and atherosclerosis of the abdominal aorta.
Spine 19 (1994) 923 - 929
- 42) Kawaguchi, Y. Osada, R., Kanamori, M., Ishihara, H., Ohmori, K., Matsui, H., Kimura, T.
Association between an aggrecan gene polymorphism and lumbar disc degeneration.
Spine 24 (1999) 2456 - 2460
- 43) Kim, Y.E., Goel, V.K., Weinstein, J.N., Lim, T.H.
Effect of disc degeneration at one level on the adjacent level in axial mode.
Spine 16 (1991) 331 - 335
- 44) Kirkaldy-Willis, W.H., Farfan, H.F.
Instability of the lumbar spine.
Clin Orthop Relat Res. 165 (1982) 110 – 123
- 45) Kjellby-Wendt, G., Carlsson, S.G., Styf, J.
Results of early active rehabilitation 5-7 years after surgical treatment for lumbar disc herniation.
J Spinal Disord Tech 15 (2002) 404 – 409
- 46) Kjellby-Wendt, G., Styf, J., Carlsson, S.G.
Early active rehabilitation after surgery for lumbar disc herniation. A prospective, randomized study of psychometric assessment in 50 patients.
Acta Orthop Scand 72 (2001) 518 - 524

- 47) Kohlmann, T., Raspe, H.
Der Funktionsfragebogen Hannover zur alltagsnahen Diagnostik der Funktionsbeeinträchtigung durch Rückenschmerzen (FFbH-R). Rehabilitation 35 (1996) I-VIII
- 48) Kopec, J.A.
Measuring functional outcomes in persons with back pain. A review of back-specific questionnaires.
Spine 25 (2000) 3110 - 3114
- 49) Kopec, J.A., Esdaile, J.M., Abrahamowicz, M., Abenhaim, L., Wood-Dauphinee, S., Lamping, D.L., Williams, J.I.
The Quebec back pain disability scale. Measurement properties. Spine 20 (1995) 341 - 352
- 50) Kurowski, P., Kubo, A.
The relationship of degeneration of the intervertebral disc to mechanical loading conditions on lumbar vertebrae.
Spine 11 (1986) 726 - 731
- 51) Liyang, D., Peilai, C., Kaiyuan, T., Yinkan, X., Wenming, Z.
The stress distribution of the lumbar spine and disc degeneration. Chin Med Sci J 7 (1992) 166 - 168
- 52) Lotz, J.C., Colliou, O.K., Chin, J.R., Duncan, N.A., Liebenberg, E.
Compression-induced degeneration of the intervertebral disc: an in vivo mouse model and finite-element study.
Spine 23 (1998) 2493 - 2506
- 53) Matsui, H., Kanamori, M., Ishihara, H., Yudoh, K., Naruse, Y., Tsuji, H.
Familial predisposition for lumbar degenerative disc disease. A case-control study.
Spine 23 (1998) 1029-1034
- 54) Matsunaga, S., Sakou, T., Taketomi, E., Ijiri, K.
Comparison of operative results of lumbar disc herniation in manual laborers and athletes.
Spine 18 (1993) 2222 - 2226
- 55) Mattila, M., Hurme, M., Alaranta, H., Paljarvi, L., Kalimo, H., Falck, B., Lehto, M., Einola, S., Jarvinen, M.
The multifidus muscle in patients with lumbar disc herniation. A histochemical and morphometric analysis of intraoperative biopsies. Spine 11 (1986) 732 - 738
- 56) Mayer, T.G., Mooney, V., Gatchel, R.J., Barnes, D., Terry, A., Smith, S., Mayer, H.

Quantifying postoperative deficits of physical function following spinal surgery.

Clin Orthop 244 (1989) 147-157

- 57) Mayer, T.G., Vanharanta, H., Gatchel, R.J., Mooney, V., Barnes, D., Judge, L., Smith, S., Terry, A.
Comparison of CT scan muscle measurements and isokinetic trunk strength in postoperative patients.
Spine 14 (1989) 33 - 36
- 58) Meakin, J.R., Redpath, T.W., Hukins, D.W.L.
The effect of partial removal of the nucleus pulposus from the intervertebral disc on the response of the human annulus fibrosus to compression.
Clin Biomech 16 (2001) 121 - 128
- 59) Mimura, M., Panjabi, M.M., Oxland, T.R., Crisco, J.J., Yamamoto, I., Vasavada, A.
Disc degeneration affects the multidirectional flexibility of the lumbar spine.
Spine 19 (1994) 1371 - 1380
- 60) Mirza, S.K., White, A.A.
Anatomy of intervertebral disc and pathophysiology of herniated disc disease.
J Clin Laser Med Surg. 13 (1995) 131 - 142
- 61) Natarajan, R.N., Andersson, G.B.J., Patwardhan, A.G., Verma, S. Effect of annular incision type on the change in biomechanical properties in a herniated lumbar intervertebral disc.
J Biomech Eng 124 (2002) 229-236
- 62) O'Brien, R.G., Muller, K.E.
Applied Analysis of Variance in Behavioral Science.
Marcel Dekker, New York, 1983
- 63) Ohshima, H., Urban, J. P.
The effect of lactate and pH on proteoglycan and protein synthesis rates in the intervertebral disc.
Spine 17 (1992) 1079 - 1082
- 64) Ostelo, R.W.J.G., de Vet, H.C.W., Waddell, G., Kerckhoffs, M.R., Leffers, P., van Tulder, M.
Rehabilitation following first-time lumbar disc surgery. A systematic review within the framework of the Cochran Collaboration.
Spine 28 (2003) 209 - 218
- 65) Panjabi, M.M., Krag, M.H., Chung, T.Q.
Effects of disc injury on mechanical behavior of the human spine. Spine 9 (1984) 707 - 713

- 66) Pose, B., Sangha, O., Peters, A., Wildner, M.
Validierung des North American Spine Society Instrumentes zur Erfassung des Gesundheitsstatus bei Patienten mit chronischen Rückenbeschwerden. *Z Orthop* 137 (1999) 437 - 441
- 67) Quint, U., Wilke, H.J., Shirazi-Adl, A., Parnianpour, M., Loer, F., Claes, L.E.
Importance of the intersegmental trunk muscles for the stability of the lumbar spine. A biomechanical study in vitro. *Spine* 23 (1998) 1937 - 1945
- 68) Rajaserkan, S., Naresh Babu, J., Arun, R., Roy Wilson Armstrong, B., Shetty, A.P., Murugan, S.
ISSLS Prize Winner: A study of diffusion in human lumbar discs: a serial magnetic resonance imaging study documenting the influence of the endplate on diffusion in normal and degenerate discs. *Spine* 29 (2004) 2654 – 2667
- 69) Roland, M., Fairbank, J.
The Roland-Morris disability questionnaire and the Oswestry disability questionnaire. *Spine* 25 (2000) 3115 - 3124
- 70) Sakou, T., Masuda, A., Yone, K., Nakagawa, M.
Percutaneous discectomy in athletes. *Spine* 18 (1993) 2218 - 2221
- 71) Sangha, O., Wildner, M., Peters, A.
Auswertung des North-American-Spine-Society-Instrumentes zur Erfassung des Gesundheitsstatus bei Patienten mit chronischen Rückenbeschwerden. *Z Orthop* 138 (2000) 447 - 451
- 72) Schochat, T., Rehberg, W., von Kempis, J., Stucki, G., Häckel, W.H.
The North American Spine Society Lumbar Spine Outcome Assessment Instrument: Übersetzung und psychometrische Analyse der deutschen Version an einer Stichprobe von Rehabilitanden mit chronischen Rückenschmerzen. *Z Rheumatol* 59 (2000) 303 - 313
- 73) Seligman, J.V., Gertzbein, S.D., Tile, M., Kapasouri, A.
1984 Volvo Award in Basic Science: Computer analysis of spinal segment motion in degenerative disc disease with and without axial loading. *Spine* 9 (1984) 566 - 573
- 74) Shea, M., Takeuchi, T.Y., Wittenberg, R.H., White III, A.A., Hayes, W.C.
A comparison of the effects of automated percutaneous discectomy and conventional discectomy on intradiscal pressure, disk geometry, and

stiffness.

J Spinal Disord 7 (1994) 317 - 325

- 75) Solovieva, S., Lohiniva, J., Leino-Arjas, P., Raininko, R., Luoma, K., Ala-Kokko, L., Riihimaki, H.
COL9A3 gene polymorphism and obesity in intervertebral disc degeneration of the lumbar spine: evidence of gene-environment interaction.
Spine 27 (2002) 2691 - 2696
- 76) Steffen, R., Nolte, L.P., Pingel, T.H.
Stellenwert der Rückenmuskulatur in der Rehabilitation der postoperativen segmentalen lumbalen Instabilität – Eine biomechanische Analyse.
Rehabilitation 33 (1994) 164 - 170
- 77) Steffen, R., Wittenberg, R.H., Nolte, L.P., Hedtmann, A., Kolditz, D., Herchenbach, T.
Experimentelle Untersuchungen zur Drehpunktveränderung des Bewegungssegments nach Bandscheibenausräumung.
Z Orthop 129 (1991) 248 - 254
- 78) Stokes, I.A., Iatridis, J.C.
Mechanical conditions that accelerate intervertebral disc degeneration: overload versus immobilization.
Spine 29 (2004) 2724 - 2732
- 79) Takahashi, M., Haro, H., Wakabayashi, Y., Kawa-uchi, T., Komori, H., Shinomiya, K.
The association of degeneration of the intervertebral disc with 5a/6a polymorphism in the promoter of the human matrix metalloproteinase-3 gene.
J Bone Joint Surg Br 83 (2001) 491 - 495
- 80) Tanaka, N., An, H.S., Lim, T.H., Fujiwara, A., Jeon, C.H., Haughton, V.M.
The relationship between disc degeneration and flexibility of the lumbar spine.
Spine J 1 (2001) 47 - 56
- 81) Thiehoff, R.
Wirtschaftliche Bewertung der Arbeitsunfähigkeit durch muskuloskelettale Erkrankungen.
Orthopäde 31 (2002) 949 – 956
- 82) Tibrewal, S.B., Pearcy, M.J.
Lumbar intervertebral disc heights in normal subjects and patients with disc herniation.
Spine 10 (1985) 452-454

- 83) Türeyen, K.
One-level one-sided lumbar disc surgery with and without microscopic assistance: 1-year outcome in 114 consecutive patients.
J Neurosurg 99 (2003) 247 - 250
- 84) Videman, T., Battié, M.C., Gibbons, L.E., Kaprio, J., Koskenvuo, M., Kannus, P., Raininko, R., Manninen, H.
Disc degeneration and bone density in monozygotic twins discordant for insulin-dependent diabetes mellitus.
J Orthop Res 18 (2000) 768 - 772
- 85) Videman, T., Gibbons, L.E., Battie, M.C., Maravilla, K., Vanninen, E., Leppavuori, J., Kaprio, J., Peltonen, L.
The relative roles of intragenic polymorphisms of the vitamin d receptor gene in lumbar spine degeneration and bone density. Spine 26 (2001) E7 – E12
- 86) Walker, M.H., Anderson, D.G.
Molecular basis of intervertebral disc degeneration.
Spine J 4 (2004) S158 - S166
- 87) Wang, J.C., Shapiro, M.S., Hatch, J.D., Knight, J., Dorey, F.J., Delamarter, R.B.
The outcome of lumbar discectomy in elite athletes.
Spine 24 (1999) 570 - 573
- 88) Watkins 4th, R.G., Williams, L.A., Watkins 3rd, R.G.
Microscopic lumbar discectomy results for 60 cases of professional and Olympic athletes.
Spine J 3 (2003) 100-105
- 89) Weiler, C., Nerlich, A.G., Zipperer, J., Bachmeier, B.E., Boos, N. 2002 SSE Award Competition in Basic Science: Expression of major matrix metalloproteinases is associated with intervertebral disc degradation and resorption.
Eur Spine J 11 (2002) 308 - 320
- 90) Wiesinger, G.F., Nuhr, M., Quittan, M., Ebenbichler, G., Wöfl, G., Fialka-Moser, V.
Cross-cultural adaptation of the Roland-Morris questionnaire for German-speaking patients with low back pain.
Spine 24 (1999) 1099 - 1103
- 91) Wilke, H.J., Wolf, S., Claes, L.E., Arand, M., Wiesend, A.
Stability increase of the lumbar spine with different muscle groups. A biomechanical in vitro study.
Spine 20 (1995) 192 - 198

- 92) Yamazaki, S., Banes, A.J., Weinhold, P.S., Tsuzaki, M., Kawakami, M., Minchew, J.T.
Vibratory loading decreases extracellular matrix and matrix metalloproteinase gene expression in rabbit annulus cells.
Spine J. 2 (2002) 415 – 420
- 93) Ziv, I., Moskowitz, R.W., Kraise, I., Adler, J.H., Maroudas, A.
Physicochemical properties of the aging and diabetic sand rat intervertebral disc.
J Orthop Res 10 (1992) 205 - 210
- 94) Zöllner, J., Heine, J., Eysel, P.
Der Einfluß einer Nukleotomie auf die biomechanischen Eigenschaften des lumbalen Bewegungssegmentes.
Zentralbl Neurochir 61 (2000) 138 - 142
- 95) Zöllner, J., Rosendahl, T., Herbsthofer, B., Humke, T., Eysel, P.
Der Einfluß verschiedener Nucleotomietechniken auf die biomechanischen Eigenschaften der Bandscheibe.
Z Orthop 137 (1999) 206 - 210

7 Anhang

7.1 Patientenanschreiben



Sehr geehrte/r Patient/in!

Fitness und freizeitsportliche Aktivitäten gewinnen in unserer Gesellschaft zunehmend an Bedeutung. In unserer Klinik werden bereits seit längerer Zeit Studien über den geeigneten Zeitpunkt für einen Sportbeginn nach Bandscheibenoperation an der Lendenwirbelsäule durchgeführt. In diesem Rahmen möchten wir untersuchen, welche Auswirkungen sportliche Aktivitäten auf Ihr Wohlbefinden haben. Deshalb werden wir Sie nach jeweils drei, sechs und neun Monaten nach Ihrer Operation telefonisch kontaktieren, um Sie über Ihr Befinden zu befragen.

Für das Untersuchungsergebnis ist es wichtig, dass Sie das für Sie entwickelte Behandlungskonzept einhalten!

Postoperativer Behandlungsplan

Um Beschwerden nach Ihrer Operation zu vermeiden, bitten wir Sie, sich nach folgendem Behandlungsplan zu richten!

Am ersten Tag nach Ihrer OP werden Sie erstmalig mobilisiert, d.h. Sie dürfen aufstehen und gehen. Im weiteren Verlauf sind Sie bereits frei beweglich.

Wenn Sie zuhause gut versorgt sind (Angehörige), erfolgt nach ca. fünf Tagen eine Entlassung nach Hause, andernfalls eine Verlegung in Ihr Heimatkrankenhaus.

Anschließend ist eine **stationäre Anschlussheilbehandlung (AHB)** in einer von uns empfohlenen Reha-Klinik geplant.

Nach Entlassung aus der AHB empfehlen wir die Fortsetzung der **Krankengymnastik** im ambulanten Rahmen für **drei weitere Wochen mit jeweils zwei Sitzungen pro Woche**.

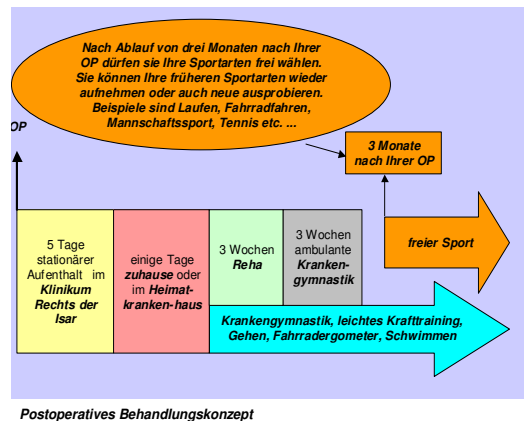
In unserer Klinik erhalten Sie eine Arbeitsfähigkeitsbescheinigung für die ersten drei Wochen nach Ihrer OP. Danach ist eine Verlängerung durch den Hausarzt möglich. In den meisten Fällen

kann nach ca. sechs Wochen die Arbeit wieder aufgenommen werden.

Sportbeginn nach Bandscheiben-OP

Bereits in der **Reha-Klinik** werden Sie **sportlich aktiv** sein: neben krankengymnastischer Übungsbehandlung und leichtem Muskeltraining ist es auch möglich, zur Verbesserung der Ausdauer Sportarten wie „Gehen/Spaziergehen“, **Fahrradergometer** und **Schwimmen** auszuüben.

Nach Entlassung aus der Reha dürfen und sollen Sie diese sportlichen Aktivitäten auch zuhause weiterführen! Eine allgemeine Aufnahme freizeitsportlicher Aktivität ist jetzt noch nicht möglich, da Ihre Wirbelsäule zu diesem Zeitpunkt noch empfindlich ist gegen plötzliche Ausgleichs- und Reaktionsbewegungen, Stöße, Vibrationen und Stürze.





Klinik für Neurochirurgie



Nach Ablauf von **drei Monaten nach Ihrer OP** dürfen Sie Ihre gewohnten freizeitsportlichen Aktivitäten wiederaufnehmen. Dazu dürfen Sie Ihre **Sportarten wieder völlig frei wählen** - also alle Sportarten ausüben, die Sie bereits vor Ihrer OP betrieben haben oder in Zukunft gerne betreiben würden!

Wir bitten Sie jedoch, mit diesen Sportarten vorsichtig zu beginnen und sich langsam an Ihre frühere sportliche Leistungsfähigkeit heranzutasten!

Falls Beschwerden beim Training auftreten, empfehlen wir nach kurzer **Trainingspause eine Reduktion der Belastung und/oder veränderte Technik der Sportausübung**. Wenn daraufhin immer noch Beschwerden bestehen, sollten Sie eine andere Sportart ausprobieren.

Während des stationären Aufenthaltes in unserer Klinik haben Sie schmerzlindernde und entzündungshemmende Medikamente („Nichtsteroidale Antiphlogistika“) erhalten wie **Voltaren oder Vioxx**. Im Rahmen einer Beschwerdephase können Sie diese Medikamente für einen Zeitraum von drei bis fünf Tagen noch einmal einnehmen, außer Sie leiden an Magen- oder Nierenerkrankungen!

Bei Fragen und Problemen können Sie uns in Ausnahmefällen telefonisch unter folgender Nummer kontaktieren: 089 - 41129669

Für Ihre Zusammenarbeit möchten wir uns herzlich bedanken!

**PATIENTENINFORMATION
ZUR STUDIE
„SPORTFÄHIGKEIT NACH
BANDSCHEIBENOPERATION
DER
LENDENWIRBELSÄULE“**

7.2 Fragebogen präoperativ

Datum:

Fragebogen zur Sportfähigkeit – präoperativ

Laufende Nummer:	
Name Patient:	
Gruppe:	
Adresse:	
Telefon tagsüber:	
Telefon abends:	
E-Mail:	

Beruf:	
OP-Datum:	

Prä-OP-Status:	LI	Sensibilitätsausfälle	Paresen
Dauer (Wochen)			
Bildgebende Diagnose			

1. Welche Sportarten haben Sie in Ihrem Leben schon regelmäßig betrieben? Ordnen Sie nach Lieblingssportarten!

Sportart	Trainingsumfang (h pro Woche)	Freizeit-(1) / Leistungsniveau (2)	Zeitraum (z.B. vom 15. – 30. LJ)

2. Wie lange vor der OP haben Sie schon keinen Sport mehr betrieben? _____ Wochen

3. Ordnen Sie bitte Ihren Beruf ein!

- überwiegend sitzend (1) körperliche Arbeit (4)
 überwiegend stehend (2) schwere körperliche Arbeit (5)
 überwiegend gehend (3)

4. Ordnen Sie bitte Ihre Schmerzen in der letzten Woche vor der OP nach Schulnoten ein (1= keine Schmerzen; 6 = stärkste Schmerzen)! _____

7.3 Fragebogen postoperativ

Datum
:

Fragebogen zur Sportfähigkeit – postoperativ

Laufende Nr.:	Patient:	Gruppe:	Befragungszeitpunkt:
----------------------	-----------------	----------------	-----------------------------

1. Waren Sie nach der OP beschwerdefrei? nein (1) ja (2) Falls ja, wann? _____ Wo postop
2. Wie lange bestand nach der OP AU? _____ Wo
3. Werden Sie Ihren früheren Beruf in Zukunft wieder ausüben?
 - ja (auch arbeitslos) (1)
 - Umschulung (2)
 - Minderung der Erwerbsfähigkeit (3)
 - Berentung bzw. Rentenantrag (4)
4. Welche Sportarten haben Sie in den letzten drei Monaten ausgeübt? (Ordnen Sie nach Ihren Lieblingssportarten!) Wie hat der Sport Ihre Beschwerden beeinflusst?

Sportart	Frei (1)/ geführt (2)	Trainingsumfang (h pro Wo)	Verbesserung(1)/ Verschlechterung (2)

5. Kam es im Zusammenhang mit Ihren Rückenbeschwerden zu besonderen Vorfällen beim Sport, z.B. spezielle Probleme bei bestimmter Sportart o.Ä.?

6. Sind Sie der Meinung, Sport hat eine positive Auswirkung auf Ihr Rückenleiden? nein(1) ja(2)
7. Machen Sie weiterhin KG? nein (1) ja (2)
8. Machen Sie weiterhin Übungen zur Stärkung der Bauch- und Rückenmuskulatur?
 - nein(1)
 - ja, gelegentlich (2)
 - ja, mehrmals pro Woche (3)

9. Werden Sie mit diesen Übungen auch in Zukunft weitermachen?
noch eine Zeit lang (1) lebenslang (2) nur bei Beschwerden (3)
10. Ordnen Sie bitte Ihre Schmerzen in der letzten Woche nach Schulnoten ein (1= keine Schmerzen; 6
= stärkste Schmerzen)! _____

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei allen bedanken, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben.

Zuerst gilt mein Dank Frau Univ.-Prof. Dr. med. A.E. Trappe, ehem. Direktorin der Klinik für Neurochirurgie, für die Zurverfügungstellung des Themas wie auch Herrn Univ.-Prof. Dr. med. B. Meyer, Direktor der Klinik für Neurochirurgie, für die abschließende Annahme dieser Arbeit.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. M. Knöringer, Facharzt für Neurochirurgie, der Thema und Aufbau dieser Studie erarbeitete und die Fertigstellung dieser Arbeit kontinuierlich und engagiert betreute.

Ebenso möchte ich mich bei Frau R. Hollweck, Dipl. Statistikerin, vom Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie für die statistische Beratung bedanken.

Weiterhin gilt mein Dank allen Ärzten und dem Pflegepersonal der Abteilung für Neurochirurgie des Klinikums Rechts der Isar wie auch der Direktionssekretärin Frau A. Stiegler, die mich bei der Durchführung dieser Studie immer unterstützt haben.