

Aus der Klinik für Neurochirurgie
des Unfallkrankenhauses Berlin

DISSERTATION

Outcome ein Jahr nach Anwendung des minimalinvasiven
Bandscheibenoperationsverfahrens Disk Dekompressor®

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Nadine Reese

aus Berlin

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. U. Meier
 2. Prof. Dr. med. L. Harms
 3. Prof. Dr. med. S. Mutze

Datum der Promotion: 09. 09. 2011

Gewidmet meinem Großvater
Herrn Ulrich Dückert
und
meinen geliebten Eltern
Frau Christine Reese
Herrn Dr. Udo Reese

Inhaltsverzeichnis

1.) Zielstellung	6
2.) Einleitung	6
3.) Low Back Pain	9
3.1.) minimalinvasive Operationstechniken	12
3.1.1.) Chemonukleolyse	12
3.1.2.) Laserdiskektomie (Percutaneous Laser Disc Decompression)	13
3.1.3.) Nukleoplastie	13
4.) perkutane Diskektomie-Sonde (Dekompressor®)	15
4.1.) präoperativ	18
4.2.) Operationsvorbereitung	18
4.3.) Operationsverfahren	18
4.4.) postoperativ	19
5.) Material und Methode	21
5.1.) Untersuchungskriterien	21
5.1.1.) Untersuchungsprotokoll	22
5.1.2.) Recovery-Rate	26
5.1.3.) Visuelle Analogskala (VAS)	26
5.1.4.) bildgebende Diagnostik	26
5.2.) statistische Datenanalyse	27
6.) Ergebnisse	28
6.1.) präoperative Untersuchungen	28
6.1.1.) Alter- und Geschlechterverteilung	28
6.1.2.) Segmente der Bandscheibenprotrusion	29
6.1.3.) Schmerzkategorie (Lumbago)	30
6.1.4.) Lumboischialgie und memory-pain	33
6.2.) postoperative Untersuchungen	34
6.2.1.) Nachuntersuchungszeitraum	34
6.2.2.) Verweildauer	35
6.2.3.) Schmerzkategorie postoperativ (Lumbago)	36
6.2.4.) Lumboischialgie postoperativ	39
6.3.) Outcome	40
6.4.) Histopathologie	42
6.5.) Komplikationen	42
7.) Diskussion	43

8.) Zusammenfassung.....	53
9.) Literaturverzeichnis	55
10.) Abbildungsverzeichnis	62
11.) Eidesstattliche Erklärung	63
12.) Tabellarischer Lebenslauf	64
13.) Danksagung.....	65

1.) Zielstellung

In der folgenden Arbeit soll die Effektivität des Verfahrens der minimalinvasiven Bandscheibenoperation mittels der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) bei Bandscheibenprotrusionen mit radikulärem Schmerzsyndrom kritisch betrachtet werden.

Sowohl die Vorteile, Nachteile als auch die Indikation für diese Methode sollen diskutiert werden.

Anhand der Auswertung der klinischen Nachuntersuchungen soll geklärt werden, ob das klinische Outcome dieses neurochirurgischen Verfahren günstig ist, und ob es in Zukunft als minimalinvasive Operationstechnik zur Behandlung von Bandscheibenprotrusionen von großer Relevanz sein kann.

2.) Einleitung

Die minimalinvasive Chirurgie umfasst als Begriff das Bestreben der Medizin, einen notwendigen operativen Eingriff für den Patienten mit dem möglichst kleinsten Trauma durchzuführen.

Bei chronischen Schmerzen reichen konservative Maßnahmen oft nicht mehr aus. Offene chirurgische Eingriffe sind in der Regel zu invasiv und die Rekonvaleszenz- und Immobilitätsphase ist nach Operationen erheblich verlängert.

Anfang des 20. Jahrhundert kam es zur Entwicklung der Laparoskopie, ein Verfahren der minimalinvasiven Abdominalchirurgie. Für diese „Bauchspiegelung“ sind sehr kleine Schnitte von einer Länge um 0,5-2 cm nötig, durch die Trokare in die Bauchhöhle eingeführt werden. Die ersten Berichte über Eingriffe dieser Art am Hund wurden 1901 von G. Kellinger beschrieben. Die erste Bauchspiegelung beim Menschen wurde 1910 von H.-C. Jacobaeus durchgeführt und 1981 war K. Semm in Kiel der erste Chirurg, der die erste Appendektomie am Menschen minimalinvasiv durchführte [1, 2].

Die Vorteile der minimalinvasiven Chirurgie liegen in der weitaus schonenderen Präparation des Zuganges zum Operationsgebiet. Auch bei einem Zugang in tiefere Operationsregionen sind die Verletzungen im durchquerten Gebiet weitaus geringer. Kleine Instrumente kommen zum Einsatz, die das diffizile Arbeiten noch unterstützen. Somit sind postoperative Schmerzen im Operationsgebiet und an umliegenden

Strukturen minimiert. Die Analgetikaeinnahme ist ebenfalls reduziert. Es kommt zu keiner größeren Abkühlung des Operationssitus, wie es bei offenen Operationen der Fall ist. Das Infektionsrisiko und dadurch bedingte Entzündungen sind minimiert. Nahtdehiszenzen werden durch die kleineren Wunden unwahrscheinlicher und auch das Risiko eines Narbenbruchs sinkt hinsichtlich der geringen Narbengröße. Ästhetisch stellen kleine Narben die „schönere“ Alternative dar. Eine kürzere stationäre Verweildauer bis hin zur ambulanten Versorgung, bedingt durch die geringere Anzahl der postoperativen Komplikationen und eine frühere Mobilisation, sind möglich.

Der „kleinere Zugang“ kann jedoch auch kontrovers diskutiert werden. Ein kleinerer Zugang bedeutet auch eingeschränkte Sicht auf den Operationssitus. Die Möglichkeit, das Gewebe direkt zu ertasten, ist nicht mehr gegeben. Kompliziertere Operationen dauern gegebenenfalls länger als bei einem konventionellen Eingriff. Größere Resektate sind nur mit einem Erweiterungsschnitt zu entfernen. Bei einer Verletzung umliegender Organe oder Gefäße, die zu einer Blutung führt, ist diese weitaus schwieriger zu lokalisieren und zu stillen [2]. Die Schädigung retroperitonealer Organe und neuronaler Strukturen, eine Fehlplatzierung der Führungsnadel, Materialbruch und Infektionen sind nicht auszuschließen.

Durch die neueren bildgebenden Verfahren, wie die der Computertomographie und der Kernspintomographie ist dem Chirurgen die exakte Darstellung umliegender Strukturen jederzeit vor und während der Operation möglich. Diese Verfahren und die daraus resultierenden Erkenntnisse sind Grundlage einer exakten Planung und dienen der Optimierung eines operativen Eingriffs.

In der Neurochirurgie werden sowohl Erkrankungen des zentralen und peripheren Nervensystems behandelt, wie zum Beispiel Tumore, Fehl- und Missbildungen an Gehirn und Schädel, Gefäßen, Rückenmark und Nerven, als auch den Wirbelkanal einengende Prozesse.

Aufgrund der kleinen und schwer erreichbaren Hohlräume, kam es erst zu einem späteren Zeitpunkt zur Entwicklung von Neuroendoskopie und endoskopischer Bandscheibenchirurgie. Die technischen Bildgebungsverfahren ermöglichen heutzutage jedoch umfangreiche operative Eingriffe an den neuronalen Strukturen, sowie die minimalinvasiven Verfahren zur Behandlung von Bandscheibenprotrusionen.

Die moderne Wirbelsäulenchirurgie bietet Patienten, bei denen durch konservative Therapieformen [3] (Analgetikaeinnahme, manuelle Therapie sowie Physiotherapie)

keine Schmerzfreiheit erreicht werden konnte, minimalinvasive Operationstechniken als eine erfolgreiche Therapiemöglichkeit an. Offene chirurgische Eingriffe sind in diesem Stadium meist nicht indiziert. Hier stellen die minimalinvasiven Operationstechniken als Therapieform eine willkommene Alternative dar [4, 5]. Bei diesem Verfahren wird über eine Kanüle, ähnlich dem Trokar, minimalinvasiv durch die Rückenmuskulatur hindurch, ein chirurgisches Instrument bis in die Bandscheibe eingeführt, um durch ein bestimmtes Verfahren über eine Volumenreduktion in der Bandscheibe eine Druckminderung auf umliegende neuronalen Strukturen zu erreichen.

Das Ziel ist, mit relativ geringem Aufwand dem Patienten seine chronische Schmerzsymptomatik zu nehmen.

So kam es zur Entwicklung der verschiedensten Verfahren mit der Intention: Schmerzreduktion durch Volumenreduktion. Beispielhaft sind in dieser Arbeit die Chemonukleolyse, die Laserdiskektomie, die Nukleoplastie® und die perkutane Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) genannt.

Bandscheibenbedingte Erkrankungen [6] der Lendenwirbelsäule haben eine multifaktorielle Ätiologie [7]. Sie sind weit verbreitet und kommen als „Volkskrankheit“ in allen Alters- und Berufsgruppen, sowie sozialen Schichten vor. Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lendenwirbelsäule können im Wesentlichen durch das Heben und Tragen gegebenenfalls mit Ziehen und Schieben schwerer Lasten oder das häufige Arbeiten in extremer Beugehaltung verursacht werden. Torsionsbewegungen werden ebenfalls als Auslöser für Lumbago gegebenenfalls mit Lumboischialgien diskutiert. Dies belegen Studien, in denen einzelne Berufsgruppen diesbezüglich untersucht wurden [8-10].

Es wird ein möglicher Zusammenhang bei Patienten mit andauernder chronischer Schmerzsymptomatik und psychischer Belastung diskutiert [11]. Auch im Alter ist eine Zunahme von Rückenbeschwerden, sowie den daraus resultierenden psychischen Belastungen zu erkennen [12, 13].

Nemoto et al. [14] stellt einen Zusammenhang zwischen Nikotin-Abusus und der Degeneration von Bandscheibengewebe her. Zudem zeigt die Studie eine partielle Rückbildung der Bandscheibendegeneration nach Aufgabe des Rauchens. Cardio-Vasculäre-Risikofaktoren werden als mögliche Ursache für eine Bandscheibendegeneration von Ihwar et al. diskutiert [15].

Aus den Untersuchungen des Robert-Koch-Instituts [16] geht hervor, dass innerhalb eines Jahres 69% der Bundesbürger in Deutschland gelegentlich an Rückenschmerzen leiden. Bei 15% von ihnen liegt bereits ein chronisches Stadium vor.

Es ist nicht nur die persönliche Situation der Patienten zu betrachten, welche durch die Schmerzen und eine eingeschränkte Lebensqualität gekennzeichnet ist, sondern auch der volkswirtschaftliche Aspekt. So kommt es laut Untersuchungen von Kohlmann und Schmidt [17] in Deutschland zu Krankheitstagen, Arbeitsunfähigkeiten oder gar Frühberentungen, die die Volkswirtschaft indirekt 10-15 Milliarden Euro im Jahr kosten. Die Behandlungskosten belaufen sich auf 10 Milliarden Euro jährlich.

3.) Low Back Pain

Rückenschmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule treten akut, subakut oder auch chronisch in Erscheinung. Sie kommen aufgrund der besonderen Belastungssituation in diesem Wirbelsäulenabschnitt auffallend häufig vor. Als Ursache dafür kommen der Bandscheibenvorfall, Wirbelbrüche, Spondylolisthese, spinale Stenosen, Entzündungen oder Tumore/Metastasen in Frage.

Aus der berücksichtigten Literatur und klinischen Studien der verschiedenen Verfahren ist ersichtlich, dass in erster Linie die beiden unteren Bewegungssegmente der Lendenwirbelsäule LW4/5 und LW5/SW1 betroffen sind [18-21]. So kommt diesen unteren Segmenten eine besondere Bedeutung bei der Entstehung von chronischen Rückenschmerzen und bei Ischialgien zu [22]. Eine komprimierte Nervenwurzel ist deren häufigste Ursache. Die Nervenkompression kann sowohl ossär als auch diskogen bedingt sein.

Schmerzhafte ossäre Prozesse, bei denen konservative Therapien wie die Medikation von Analgetika und Physiotherapie keine Besserung bringen, werden mit einer offenen Operation angegangen. Der diskogen durch eine Bandscheibenprotrusion bedingte Schmerz, der sich in schweren Fällen ebenfalls als therapieresistent gegenüber der konservativen Behandlung erweist, kann durch die moderne minimalinvasive Operationstechnik therapiert werden.

Die Bandscheibe ist anatomisch die Verbindung zwischen den einzelnen Wirbelkörpern. Eine kollagenfaserige Außenschicht, der Anulus fibrosus, umschließt die Innenzone,

einen gallertartigen Kern, den Nucleus pulposus, welcher leicht nach dorsal verlagert ist. Jede Wirbelzwischenplatte ist mit der Grund- und Deckplatte der beiden, der sie einschließenden Wirbelkörpern verwachsen. Durch ihre viskoelastische Verformbarkeit dämpft die Bandscheibe Stöße und Aufprallungen in der Wirbelsäule.

Da die Bandscheibe nicht über Gefäße, sondern ausschließlich durch Diffusion versorgt wird, reagiert sie besonders anfällig auf mechanische Dauerbelastungen. Eine anhaltende Kompressionsbelastung reduziert die druckabhängige Flüssigkeitsverschiebung und beeinträchtigt damit den diffusionsabhängigen Stoffwechsel im Bandscheibengewebe. Es entstehen irreversible Schäden an der Bandscheibe als Form- und/oder Volumenveränderungen. Adams et al. [23] beschreiben eine altersbedingte Degeneration des Bandscheibengewebes, durch die es zu einer andersartigen Druckverteilung in der Bandscheibe kommt. Schmerzen, sowie Einrisse im Bandscheibengewebe sind möglich. Diese können zu einer multiplen Schmerzsymptomatik führen [24, 25]. Wird der Faserring beschädigt, kann er nachgeben und sich verformen. Eine nachfolgende Bandscheibenprotrusion, die die Nervenstrukturen des Rückenmarks komprimiert, löst eine erhebliche Schmerzsituation mit eventueller radikulärer Symptomatik in den unteren Extremitäten aus.

Der Schmerz entsteht einerseits durch mechanische Reize, die durch den Vortritt der Bandscheibe in den Nervenkanal verursacht werden [4, 26]. Andererseits sind auch chemische Reize eine mögliche Ursache des Schmerzes, wenn Bandscheibenmaterial direkt auf das Nervengewebe einwirkt. Olmarer und Rydevik [27] wiesen dieses Phänomen 1993 experimentell nach. Das so gereizte und in Folge entzündlich veränderte Nervengewebe bildet durch die Chronifizierung verstärkt nozizeptive Eigenschaften aus. Eine entzündlich gereizte Nervenwurzel ist Berührungen gegenüber sehr viel empfindlicher als in ihrem Normalzustand.

Durch die in degenerierten Bandscheiben histologisch nachgewiesenen Nervenfasern wird die Möglichkeit derer Einsprossung diskutiert [28, 29]. Für diesen Prozess sind Nervenwachstumsfaktoren verantwortlich, die über die einwachsenden Blutgefäße aus den benachbarten Wirbelkörpern in die degenerierte Bandscheibe gelangen [30]. Die mit höherem Alter zunehmende Kalzifikation der Wirbelendplatten und die dadurch bedingte Abnahme der Diffusionsernährung, genetische Faktoren, metabolische Fehlfunktion (Diabetes mellitus), mechanische Faktoren (Vibrationen, Torsion und Kompression), sind bekannte Risiken, die das empfindliche Gleichgewicht einer gesunden Bandscheibe auf molekularer Ebene stören [31, 32]. Rauchen wird ebenfalls

mit einer Zunahme der Bandscheibendegeneration in Verbindung gebracht [32]. Es ist eine bekannte Tatsache, dass Übergewicht ein erheblicher Risikofaktor für die Wirbelsäulenstatik ist.

Ziel der minimalinvasiven Operationstechniken ist es, aus dem Nucleus pulposus Gewebe zu entfernen, um eine Reduzierung des Bandscheibenvolumens zu erreichen. Dieses führt zu einer Rückbildung der Bandscheibenprotrusion und in der Folge zu einer Entlastung der benachbarten neuronalen Strukturen. Die Reduzierung der Schmerzsymptomatik erfolgt durch Druckminderung.

Die Verödung von Nervenfasern im degenerierten Bandscheibengewebe wird seit einiger Zeit bei der Ausschaltung der Schmerzsymptomatik als eine weitere Möglichkeit in Betracht gezogen [33].

Die Indikation für eine perkutane Bandscheibendekompressionsbehandlung ist gegeben, wenn eine Protrusion der Bandscheibe, ein Prolaps der Bandscheibe ohne völlige Zerreißung des Faserrings oder chronische diskogene Beschwerden mit oder ohne radikulärer Schmerzsymptomatik, vorliegen.

Als Kontraindikationen gelten sequestrierte Bandscheiben, der Bandscheibenvorfall mit Lähmung, die vollständige Ruptur des Anulus fibrosus, systemische oder lokale Infektionen, eine Wirbelsäulenfraktur, Tumore/Metastasen und voroperierte Bandscheiben.

Zu der präinterventionellen Diagnostik gehören eine ausführliche Anamnese, mit klinischer Untersuchung und bildgebender Diagnostik (mit einer aktuellen Magnetresonanztomographieaufnahme, gegebenenfalls zusätzlich ein klassisches Röntgenbild oder eine Computertomographieaufnahme) sowie die Diskographie. Die Diskographie ist ein Verfahren, das dem Chirurgen im Gegensatz zu der MRT-Aufnahme, die die Ausdehnung der Bandscheibenprotrusion darstellt, zusätzlich die Intaktheit des Anulus fibrosus aufzeigt. Der Übertritt des Kontrastmittels in den Spinalkanal schließt die Behandlung mit einem minimalinvasiven Verfahren aus [34]. Bei einer Diskographieuntersuchung ist die Schmerzprovokation des memory-pain ein zusätzliches Aussagekriterium der präoperativen Diagnostik. Colhoun et al. [35] geben eine 89%ige Besserung der Beschwerden bei Patienten mit Auftreten des memory-pain

an, im Gegensatz zu einer nur 52%igen Besserung der Beschwerden bei Patienten ohne das Auftreten des memory-pain bei der präoperativen Diskographieuntersuchung.

3.1.) minimalinvasive Operationstechniken

Einige bisherige minimalinvasive Operationsverfahren, die in dieser Studie zum Vergleich herangezogen werden, sind:

- die Chemonukleolyse
- die Laserdiskektomie
- die Nukleoplastie

Zielsetzung aller drei Verfahren ist, durch eine Gewebereduktion die Rückbildung der Protrusion der Bandscheibe herbeizuführen und somit den schmerzverursachenden Druck auf die umgebenden neuronalen und ligamentären Strukturen zu reduzieren [36]. Jedes einzelne der Verfahren hat sich als effektiv erwiesen. Die vorliegende Arbeit soll aufzeigen, ob das neueste Verfahren mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) ein positives Outcome erkennen lässt und in Zukunft von klinischer Relevanz sein kann.

3.1.1.) Chemonukleolyse

Die Chemonukleolyse wurde erstmals 1969 von L. Smith [37] beschrieben.

Bei diesem Verfahren erfolgt die Volumenreduktion durch eine enzymatische, bzw. oxidative Zersetzung des Bandscheibengewebes. Hierfür haben sich verschiedene Substanzen als erfolgreich erwiesen. Sie werden durch eine Kanüle in den Nucleus pulposus injiziert. Der gallertige Kern wird durch sie verflüssigt und nach einer geringen Einwirkzeit kann das so veränderte Gewebe des Nucleus pulposus über die Kanüle abgesaugt werden.

Das bereits seit Einführung dieses Operationsverfahren eingesetzte Enzym Chemopapain gilt jedoch als sehr aggressiv und weist eine äußerst hohe allergische Potenz auf. Als Alternative kommt seit einiger Zeit Ozon zur Anwendung. Die stattfindende Oxidationsreaktion führt zu einer Volumenabnahme durch Dehydration. Spezifische Komplikationen, in Form der Unverträglichkeitsreaktionen von Nesselfieber

bis hin zur Anaphylaxie und Diszitiden sind von Smith [37, 38] und Simmons [39] beschrieben worden.

3.1.2.) Laserdiskektomie (Percutaneous Laser Disc Decompression)

Das Wirkprinzip des Lasers basiert auf der Absorption von Laserlicht im umliegenden Gewebe. Operationsziel ist es, durch die in den Nucleolus pulposus der betroffenen Bandscheibe eingeführte Laser-Glasfaser, das Bandscheibengewebe durch Verdampfung zu verringern und so den intradiskalen Druck zu reduzieren [40]. Choy et al. führten 1985/86 die erste Laserdiskektomie mit einem 1.064-nm-Nd:YAG-Laser durch [41]. Neben dem Nd:YAG-Laser kommen noch der Ho:YAG-Laser, der Dioden-Laser, der KTP-Laser oder CO₂-Laser zum Einsatz. Aus dieser großen Auswahl erwiesen sich der Nd:YAG-Laser und Ho:YAG-Laser als gleichermaßen effektiv [42]. Beim CO₂-Laser ist zu beachten, dass er nicht mit der gewöhnlichen Glasfaser benutzt werden kann. Der Energietransfer muss über eine Metalleitung erfolgen, wodurch sich das Risiko der Überhitzung erhöht [43, 44]. Durch umfangreiche Auswahlmöglichkeiten bei Lasertyp, Impulsrate, Wellenlänge und auch Leistung, bietet dieses Verfahren dem Operateur die größte Variationenvielfalt [45].

Als spezifische Komplikationen wurden von Choy et al. [46] und Hellinger [47] unter anderem Deckplattennekrosen und Diszitiden beschrieben.

3.1.3.) Nukleoplastie

Die Nukleoplastie wurde 1997 erstmals von Sharps und Isaac [48], sowie Singh et al. [49] beschrieben und zuerst auch „Coblation“, (Kurzform für *controlled ablation*; kontrollierte Abtragung) genannt. Sie beruht auf einem elektrochemischen Prozess, wobei ein Radiofrequenzstrom bei Temperaturen von 40-70°C ein stark ionisierendes Plasmafeld erzeugt. Die Teilchen im Plasmafeld verfügen über genügend Energie, die Molekülverbindungen im Gewebe bei relativ niedrigen Temperaturen aufzuspalten. Durch die Spaltung der Moleküle, kommt es zu einer Auflösung des Gewebes. Das so histochemisch veränderte Gewebe kann nun beim Zurückziehen der Operations-Sonde entfernt werden (Ablation). Die durch die Energiezufuhr entstandenen Gase werden

resorbiert. Es kommt durch diese Gewebsreduktion zu einer intradiskalen Druckminderung an den umliegenden neuronalen und/oder ligamentären Strukturen. Als eine mögliche spezifische Komplikation bei diesem Verfahren nennt Smuck et al. [50] die epidurale Fibrose. Nau und Diederich [51] wiesen entlang des Einstichkanals eine schmale Region von Verbrennungen nach.

4.) perkutane Diskektomie-Sonde (Dekompressor®)

Die minimalinvasive Operationstechnik mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®), wurde in den USA entwickelt und wird derzeit durch die Firma Stryker in Deutschland vermarktet. Im Unfallkrankenhaus Berlin gelangt diese Technik seit Februar 2006 zur Anwendung.

Das Prinzip bei diesem Verfahren basiert ebenfalls auf der intradiskalen Druckminderung. Ohne weitere Zusätze, wie Wärme oder andere zuvor beschriebene Substanzen, wird Gewebe aus der Bandscheibe, mittels der an der Sonde befindlichen Archimedes-Schraube entfernt.

Absolute Bedingung, wie auch bei den übrigen Verfahren ist die Intaktheit des Faserringes.

Die Kanüle, die der Punktion der Bandscheibe und als Zugang für die perkutane Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) dient, besitzt einen Durchmesser von 17 Gauge und ist in einer Länge von 6 Zoll (15,4 cm) mit einem Stilett (gerade, gebogen, stumpf), sowie Tiefengraduierung erhältlich.

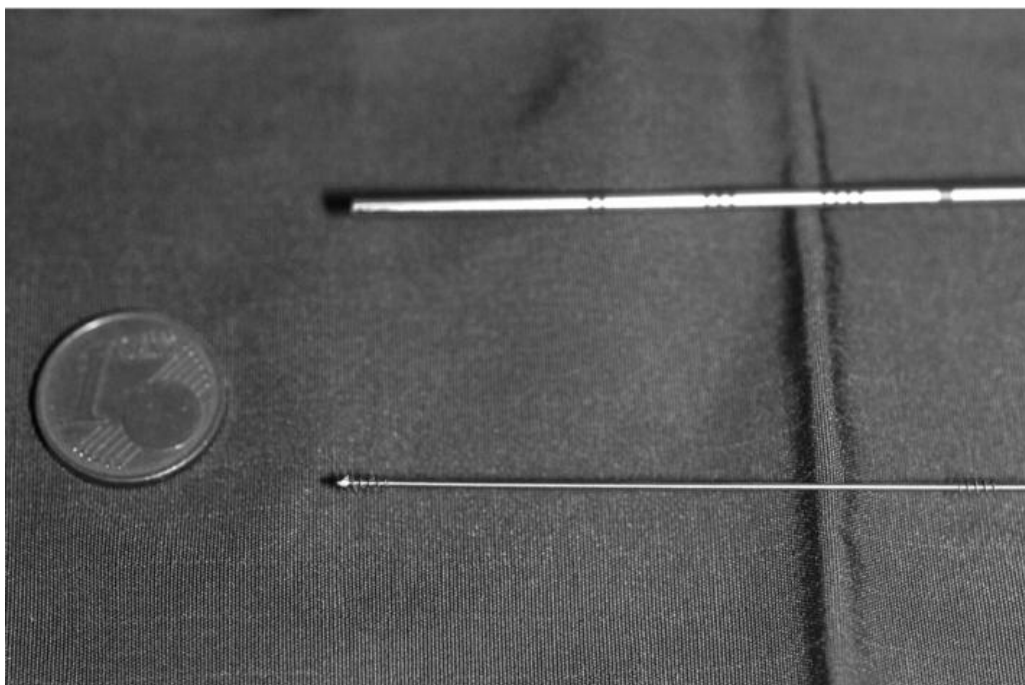


Abbildung 1: Kanüle (oben), Sondenspitze/Archimedes Schraube (unten)

Die perkutane Dissektomie-Sonde (Dekompressor®) und ihre zugehörige Kanüle werden steril geliefert und sind lediglich für den Einmalgebrauch zulässig. Der im Handgriff integrierte Motor bringt bei Inbetriebnahme eine kleine Archimedes-Schraube an der Sondenspitze zum Drehen.

Die Sonde ist mit 17 Gauge in einer Länge von 15,4 und 22,8 cm oder mit 19 Gauge in einer Länge von 15,4 cm erhältlich.



Abbildung 2: perkutane Dissektomie-Sonde (Dekompressor®)

Für die operationsbegleitende bildgebende Diagnostik wurden ein Bildverstärker (Philips BV Libra, Eindhoven/Niederlande) und als Computertomograph ein 16-Zeilen-CT (Philips CT Brilliance Gantry 16 System, Cleveland/Ohio/USA) verwendet.



Abbildung 3: OP-Aufbau, CT und Bildverstärker



Abbildung 4: OP-Sonde in situ

4.1.) präoperativ

Vor der Operation ist eine ausführliche allgemeine Anamnese zu erheben, um Erkrankungen auszuschließen, die eine Kontraindikation für den Einsatz der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) darstellen.

Ein aktuelles Blutbild soll eventuelle Entzündungen und Infektionen ausschließen. Der TSH-, sowie Creatinin-Wert dienen der Überprüfung der Schilddrüsen- und Nierenfunktion, um Komplikationen durch die Kontrastmittelanwendung auszuschließen. Das Bild eines Magnet-Resonanz-Tomographen ist unerlässlich zur aktuellen Weichgewebstdarstellung. Auf der direkt zu Beginn des operativen Eingriffes durchgeführten Computertomographieaufnahme wird der Zugangswinkel ausgemessen. Die Diskographie ist wichtig zur Überprüfung der Intaktheit des Anulus fibrosus. Bei dieser Untersuchung kommt es bei einigen Patienten zum Phänomen des memory-pain.

4.2.) Operationsvorbereitung

Der Eingriff findet unter sterilen Kautelen statt.

Vor dem Eingriff bekommt der Patient 1 g Novalgin in 500 ml Infusionslösung und 1,5 g Unacid. Bei Bedarf werden zusätzlich 2 mg Midazolam verabreicht. Im unmittelbaren Operationsbereich wird eine Lokalanästhesie mit 1%igem Lidocain gegeben. Die Lagerung des Patienten erfolgt in Bauchlage auf dem CT-Tisch.

4.3.) Operationsverfahren

Von posterolateral wird vom Radiologen, in dem vorher als optimal berechnetem Zugangswinkel, eine Kanüle unter CT- und Bildverstärkerkontrolle in die zu behandelnde Bandscheibe eingeführt. Es erfolgt eine Kontrastmittelinjektion zur Kontrolle der Intaktheit des Anulus fibrosus. Zeigt sich kein Kontrastmittel im Spinalkanal, beginnt der Chirurg mit dem Eingriff.

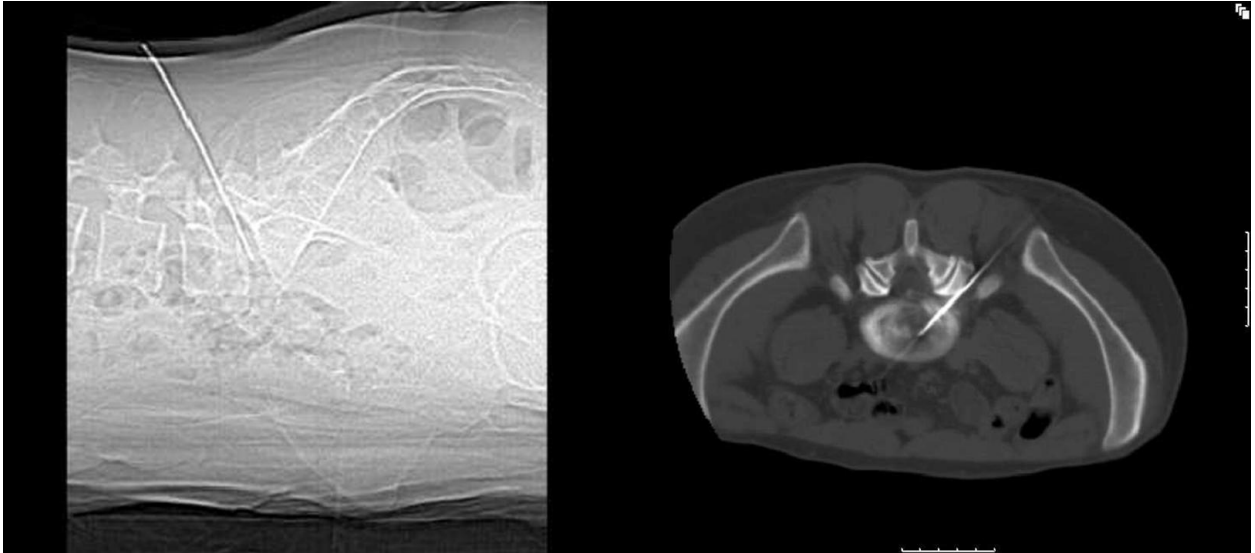


Abbildung 5: Kanülenposition-Bildverstärkeraufnahme (links), Kanülenposition mit Kontrastmittelinjektion CT-Aufnahme (rechts)

Die perkutane Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) wird über die Kanüle eingeführt. Ist sie optimal platziert, wird nach ihrer Inbetriebnahme mit minimalen Auf- und Abbewegungen, bei gleichzeitigem Vorschieben begonnen, Bandscheibenmaterial unter kontinuierlichem Monitoring abzutragen.

Das Gewebe kann entweder in einem an der Sonde integrierten Sammelbehälter aufgefangen werden, oder es wird mit Entfernung der Sonde entnommen und vorsichtig von der Sondenspitze abgetragen. Dieser Vorgang wird zwei- bis dreimal wiederholt. Nach abschließender Antibiotikagabe wird die Kanüle entfernt. Die Abdeckung der Punktionsstelle wird mit einem sterilen Pflaster vorgenommen.

4.4.) postoperativ

Zur Beobachtung wird der Patient kurzfristig stationär aufgenommen. Nach zwei Stunden beginnt die Mobilisierung des Patienten. Drei bis vier Stunden postoperativ erfolgen die erste Nachuntersuchung und in der Regel die Entlassung des Patienten aus der Klinik.

In den nächsten Wochen sollten Krankengymnastik und manuelle Therapie den Patienten bei seiner Rekonvaleszenz unterstützen. Langes Sitzen und Stehen ist zu vermeiden. Analgetika und gegebenenfalls Muskelrelaxanzien können bei Bedarf eingenommen werden.

Sechs Monate postoperativ erfolgt die zweite Nachuntersuchung und nach weiteren sechs Monaten die dritte und derzeit letzte Nachuntersuchung.

Diese werden in der Regel nur klinisch durchgeführt. Sofern eine Progredienz der klinischen Symptomatik auf Rezidivverdacht besteht, wird erneut eine MRT-Aufnahme angefertigt.

5.) Material und Methode

Die vorliegende Arbeit ist als prospektive follow-up-Studie im Sinne der Qualitätssicherung nach SGB V angelegt.

Die Daten stammen aus klinischen Untersuchungen, die prä- und postoperativ nach nachfolgend abgebildetem Untersuchungsprotokoll (5.1.1.) aufgenommen wurden.

In die Studie eingeschlossen sind Patienten mit einer Lumbago mit oder ohne Lumboischialgie, die zwischen Februar 2006 bis November 2007 in der Klinik für Neurochirurgie des Unfallkrankenhauses Berlin mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) minimalinvasiv operiert wurden.

Die Indikation zur perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®)-Operation ist im Rahmen der Erstuntersuchung erstellt worden.

In einem Zeitraum von einem Jahr erfolgten drei Nachuntersuchungen, um den Genesungsverlauf der Patienten zu beurteilen.

5.1.) Untersuchungskriterien

Sowohl die Erstuntersuchung als auch die Nachuntersuchungen gliedern sich in eine eingehende klinische Untersuchung des Patienten und in eine schematische Befunderhebung nach dem eigens für diese Untersuchung zusammengestellten Untersuchungsprotokoll (5.1.1.).

In diesem Protokoll werden sowohl Base-Line-Daten (Name, Alter zum Operationszeitpunkt, Geschlecht), der präoperative Status (betroffenes Segment, memory-pain, Bandscheibendegeneration nach Adams) vermerkt, als auch wiederholte Abfragen gleicher Modalitäten in den Nachuntersuchungen (Rücken- und Beinschmerzen nach der Visuellen Analogskala (VAS) [52], Analgetikabedarf, Arbeitsunfähigkeit, Beeinträchtigung des alltäglichen Lebens) vorgenommen.

Die Klassifikation der Rückenschmerzen nach Moskowitz et al. und die Befragungen zur Bewertung des Operationsverlaufs durch den Patienten wurden ebenfalls durchgeführt. Diese sind in dieser Studie jedoch nicht berücksichtigt worden. Der BMI, die Größe und das Gewicht, der Beruf und die berufliche Situation postoperativ fanden bei der Auswertung ebenfalls keine Berücksichtigung.

5.1.1.) Untersuchungsprotokoll

Anwendungsbeobachtung Dekompressor

➔ Patientendaten

Patientennummer:

Beruf:

Alter:

Geschlecht:

Dauer der Schmerzanamnese: _____ Monate

➔ Angaben zur vorgenommenen Dekompressor®-OP

OP-Datum:

OP-Level:

eingriffsbedingte Komplikationen:

sonstige Anmerkungen: memory-pain – ja/nein

➔ Intensität der Schmerzen auf der Visuellen Analogskala (VAS)

Der Schmerzwert ist durch den Patienten auf der Visuellen Analogskala (VAS) zwischen „keine Schmerz“ und „stärkster Schmerz“ durch einen senkrechten Strich so zu kennzeichnen, wie es seinem jeweiligen Schmerz entspricht.

Rückenschmerzen: (bitte nur ein Strich pro VAS)

- vor dem Eingriff:	-----
	kein Schmerz (0) stärkster Schmerz (10)
- einen Tag nach dem Eingriff:	-----
	kein Schmerz (0) stärkster Schmerz (10)
- nach 6 (±1) Monaten:	-----
	kein Schmerz (0) stärkster Schmerz (10)
- nach 12 (±1) Monaten:	-----
	kein Schmerz (0) stärkster Schmerz (10)

Beinschmerzen: (bitte nur ein Strich pro VAS)

- vor dem Eingriff: |-----|
 kein Schmerz (0) stärkster Schmerz (10)

- einen Tag nach dem Eingriff: |-----|
 kein Schmerz (0) stärkster Schmerz (10)

- nach 6 (±1) Monaten: |-----|
 kein Schmerz (0) stärkster Schmerz (10)

- nach 12 (±1) Monaten: |-----|
 kein Schmerz (0) stärkster Schmerz (10)

➔ Art und Häufigkeit des Analgetikabedarfs

	vorher	6 Monate	12 Monate
keine Analgetika			
gelegentlich übliche Analgetika			
gelegentlich starke Analgetika			
täglich übliche Analgetika			
täglich starke Analgetika			

bitte Zutreffendes ankreuzen

➔ Häufigkeit der Arbeitsunfähigkeit (AU)

	vorher	6 Monate	12 Monate
keine AU			
gelegentliche AU			
häufige AU			
dauerhafte AU			

bitte Zutreffendes ankreuzen

→ Diskographische Stadien der Bandscheibendegeneration (nach ADAMS et al.)

Kategorie 1	cottonball – keine Degenerationszeichen	
Kategorie 2	lobular – Läppchenbildung des Nucleous erkennbar	
Kategorie 3	irregular – Riss-/Spaltbildung in Nucleous und im inneren Anulus	
Kategorie 4	fissured – Riss-/Spaltbildung bis zum äußeren Rand des Anulus	
Kategorie 5	ruptured – vollständiger Riss-/Spalt Austritt von Kontrastmittel erkennbar	

bitte Zutreffendes ankreuzen

→ Klassifikation der Rückenschmerzen (nach MOSKOWITZ et al.)

		vorher	6 Monate	12 Monate
Grad 1	Keine Schmerzen			
Grad 2	Selten Schmerzen, nur Schmerzen beim Pressen; Schmerzen treten für gewöhnlich bei anstrengenden Aktivitäten.			
Grad 3	Gelegentlich Schmerzen, mehrmals im Jahr; Patient gibt ungefragt Schmerzen an; Schmerzen nicht heftig genug, um einen Arzt aufzusuchen; nur durch körperliche Schonung oder längeres Sitzen zu unterbrechen.			
Grad 4	Häufig Schmerzen nach Belastung, der aber nicht zu Einschränkungen führt; Analgetika oder Muskelrelaxanzien werden benötigt; der Patient sucht deshalb den Arzt auf.			
Grad 5	Dauerhafte Schmerzen: (a) nicht arbeitsunfähig (b) arbeitsunfähig			

bitte Zutreffendes ankreuzen

→ Beeinträchtigung bei Verrichtung des täglichen Lebens

	vorher	6 Monate	12 Monate
nicht beeinträchtigt			
wenig beeinträchtigt			
stark beeinträchtigt			
völlig unfähig zur Verrichtung			

bitte Zutreffendes ankreuzen

➔ Berufliche Situation

	6 Monate	12 Monate
gleicher Beruf, voll einsatzfähig		
gleicher Beruf, eingeschränkt einsatzfähig		
beruf krankheitsbedingt gewechselt		
krankheitsbedingt arbeitsunfähig		
arbeitslos		

bitte Zutreffendes ankreuzen

➔ Subjektive Bewertung des Operationserfolges durch den Patienten

	6 Monate	12 Monate
Würde sich wieder einer Dekompressor-OP unterziehen.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Würde die Dekompressor-OP einem Familienmitglied empfehlen.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Erwartungen an die Dekompressor-OP wurden erfüllt.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

bitte Zutreffendes ankreuzen

➔ Bemerkungen

5.1.2.) Recovery-Rate

Um die Behandlungsergebnisse der Patienten untereinander vergleichen zu können, wurde die Recovery-Rate in Anlehnung an Vitzthum und Dalitz [53] hinzugezogen. Dadurch wird ein Vergleich von Patienten mit unterschiedlicher Ausgangslage möglich. Die Differenz aus dem VAS-Wert postoperativ und dem VAS-Wert präoperativ wird in ein Verhältnis mit der Differenz des Optimalwerts (0) und dem VAS-Wert präoperativ gesetzt. Durch die Multiplikation mit 100 erhält man als prozentualen Verbesserungswert das Outcome der Patienten.

$$RR = \frac{VAS \text{ postoperativ} - VAS \text{ präoperativ}}{0 - VAS \text{ präoperativ}} \times 100 \quad [\%]$$

Dabei repräsentieren 75-100% ein sehr gutes, 50-74% ein gutes, 25-49% ein befriedigendes und 0-24% ein schlechtes Outcome.

5.1.3.) Visuelle Analogskala (VAS)

Die Visuelle Analogskala (VAS) ist eine Skala, die in der Medizin zur Messung subjektiver Empfindungen der Patienten bzgl. des verspürten Schmerzes zur Anwendung kommt. Sie wird häufig in der Schmerzforschung und Schmerztherapie eingesetzt. Auf einer 100mm langen Linie, deren Endpunkte extreme Zustände darstellen, wie z.B. kein Schmerz (0) – unerträglicher Schmerz (10), markieren die Patienten ihre subjektiv empfundenen Schmerzen durch einen vertikalen Strich.

5.1.4.) bildgebende Diagnostik

Zum ersten Untersuchungstermin musste eine aktuelle MRT-Aufnahme sagittal und transversal in T1 und T2-Wichtung vorhanden sein.

Es darf keine vollständige Ruptur des Anulus fibrosus vorliegen. Für diese Beurteilung wurde eine Diskographie durchgeführt, wobei es bei einigen Patienten zu einem Auftreten des memory-pain gekommen war.

Postoperativ wurden keine weiteren bildgebenden Verfahren durchgeführt. Die Nachuntersuchung erfolgte nach klinischen Kriterien.

5.2.) statistische Datenanalyse

Die explorative Datenanalyse erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA) mit der STATA-Software Version 10 (StataCorp, College Station, Texas, USA (c) 2007). Das Signifikanzniveau wurde bei $p=0,005$ angenommen. Daten wurden je nach zugrundeliegender Verteilung als Mittelwert, Median oder prozentualer Anteil mit entsprechenden Fehlerindikatoren angegeben. VAS-Mittelwerte wurden bei mehreren Gruppen mittels Varianzanalyse (ANOVA), bei stetigen Assoziationen mittels linearer Regression verglichen. Die Auswertung erfolgte rein explorativ, p-Werte sind deskriptiv zu interpretieren.

6.) Ergebnisse

6.1.) präoperative Untersuchungen

In die Studie wurden 66 Patienten eingeschlossen. Die Erstuntersuchung erfolgte zur Indikationsstellung für die Anwendung der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®). Es wurden MRT-Aufnahmen begutachtet und das Untersuchungsprotokoll erstellt.

6.1.1.) Alter- und Geschlechterverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten in dieser Studie lag bei $43 \pm 11,89$ Jahren (16 Jahre bis 76 Jahre). Der größte Anteil der Patienten war der Altersgruppe zwischen 30 und 49 Jahren zuzuordnen.

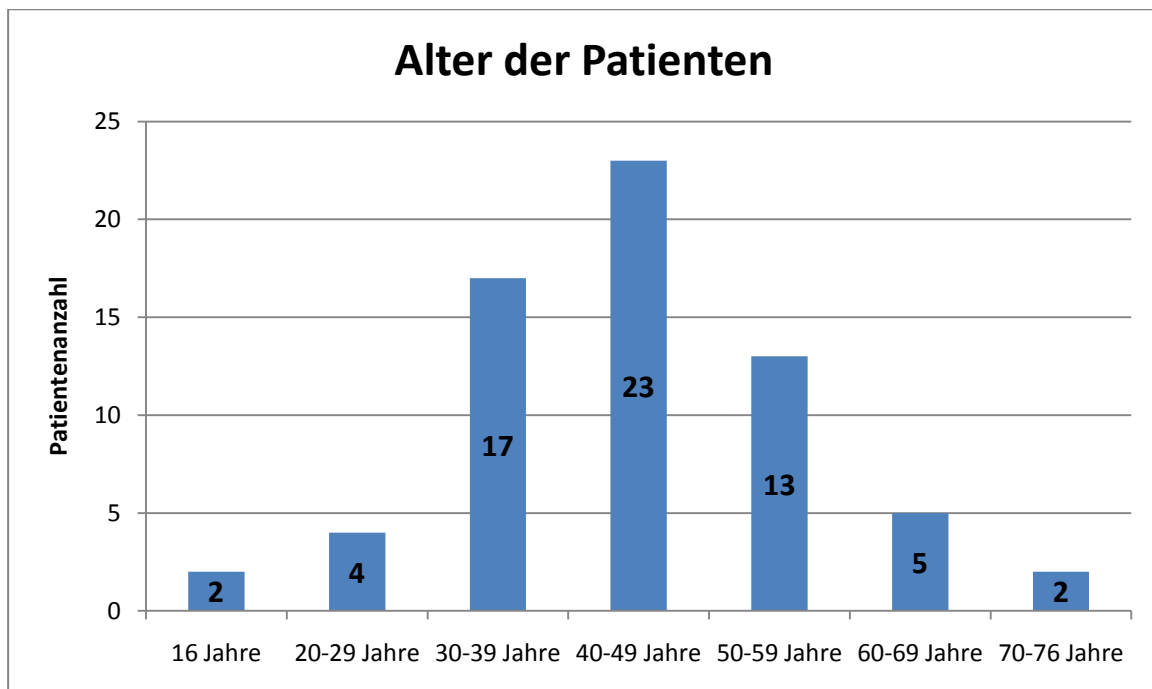


Abbildung 6: Alter der Patienten, n=66

Es wurden 25 (38%) Frauen und 41 (62%) Männer operiert. Aus den Werten geht hervor, dass Männer fast doppelt so oft betroffen waren, wie Frauen.

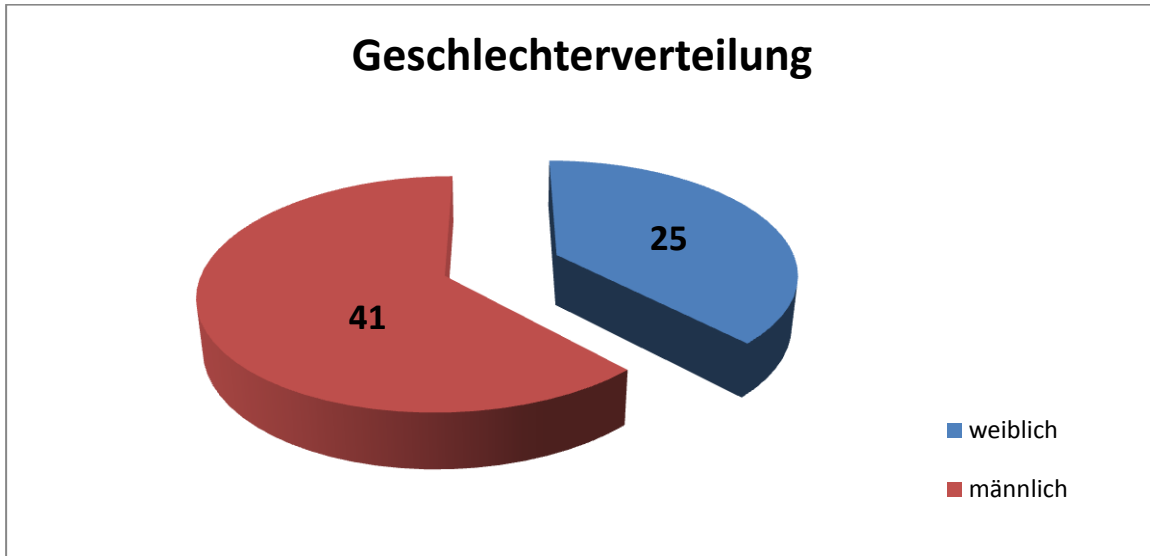


Abbildung 7: Geschlechterverteilung, n=66

6.1.2.) Segmente der Bandscheibenprotrusion

Aus dem nachfolgenden Diagramm ist zu entnehmen, dass bei 59 Patienten (89%) entweder LW4/5 oder LW5/SW1 und bei 1 Patienten (2%) mit LW4/5 und LW5/SW1 zwei Bandscheibenregionen in einem operativen Eingriff behandelt wurden. Bei den übrigen 6 Patienten (9%) waren die betroffenen Bandscheiben in Höhe LW2/3 oder LW3/4.

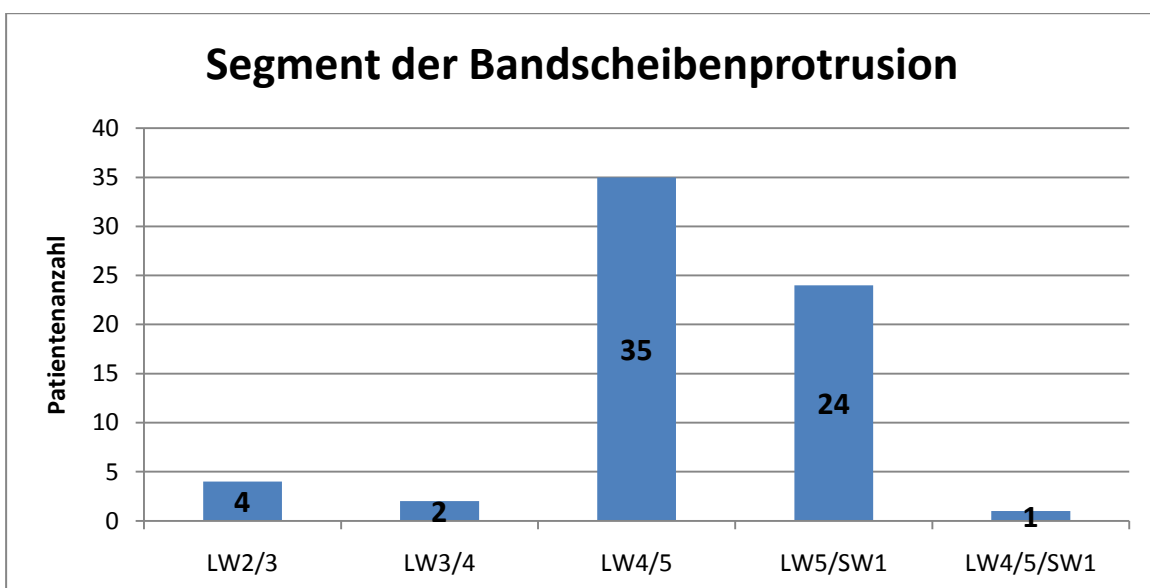


Abbildung 8: Segment der Bandscheibenprotrusion, n=66

6.1.3.) Schmerzkategorie (Lumbago)

Bei allen 66 Patienten (100%) lag eine Lumbago vor, die bei 63 Patienten (95 %) von einer Lumboischialgie begleitet wurde.

Die Patienten wurden gebeten, die Intensität ihrer subjektiv empfundenen Lumbago anhand der Werte von 0 (=kein Schmerz) bis 10 (=unerträglicher Schmerz) auf der Visuellen Analogskala (VAS) wiederzugeben.

Mit 30 Patienten (45%) gaben zwar nicht die Mehrzahl der Patienten eine Schmerzintensität von 7 und 8 an, jedoch sind diese beiden Werte die am häufigsten genannten. Die Nennungen der übrigen 36 Patienten (55%) verteilten sich auf die Werte 1-6 und 9-10.

Hieraus ergibt sich ein Mittelwert von $6,4 \pm 1,18$ für die Lumbago präoperativ.

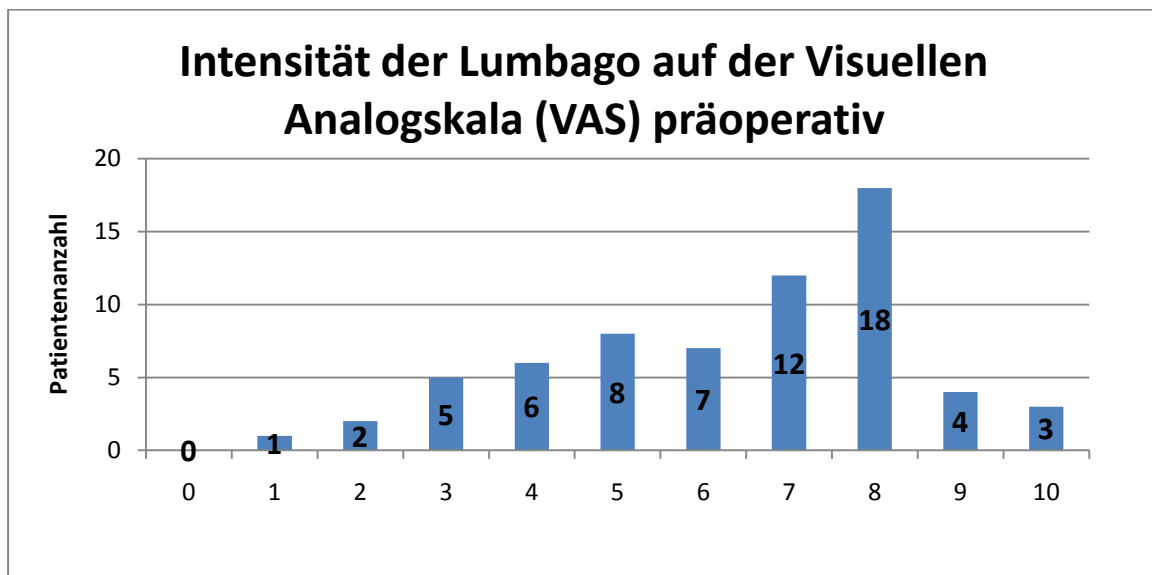


Abbildung 9: Intensität der Lumbago auf der Visuellen Analogskala (VAS) präoperativ, n=66

Des weiteren wurden die Patienten befragt, inwieweit sie im alltäglichen Leben bei der Verrichtung üblicher Arbeiten eingeschränkt waren.

Mit 54 Patienten (82%) war die Mehrzahl bei der Verrichtung ihrer alltäglichen Arbeiten stark beeinträchtigt und 2 Patienten (3%) waren sogar völlig unfähig zu einer Leistungserbringung. Nur 1 Patient (2%) berichtete, dass er in seiner täglichen Lebensqualität nicht beeinträchtigt war. 9 Patienten (13%) gaben eine wenig beeinträchtigte Leistungsfähigkeit an.

Die aus der klinischen Symptomatik resultierende Arbeitsunfähigkeit wurde bei 24 Patienten (36%) gelegentlich, bei 25 Patienten (38%) häufig beschrieben. Bei 4 Patienten (6%) lag bis zur Operation sogar eine dauerhafte Arbeitsunfähigkeit vor. Lediglich 13 Patienten (20%) wurde keine Arbeitsunfähigkeit bescheinigt.

Bezüglich der Schmerzdauer vor der Operation, angegeben in Monaten, machten 31 Patienten (47%) die Angabe, seit 1-9 Monaten an den Schmerzen zu leiden. Bei 30 Patienten (45%) bestanden die Schmerzen seit 10-39 Monaten und bei 5 Patienten (8%) seit 60-72 Monaten.

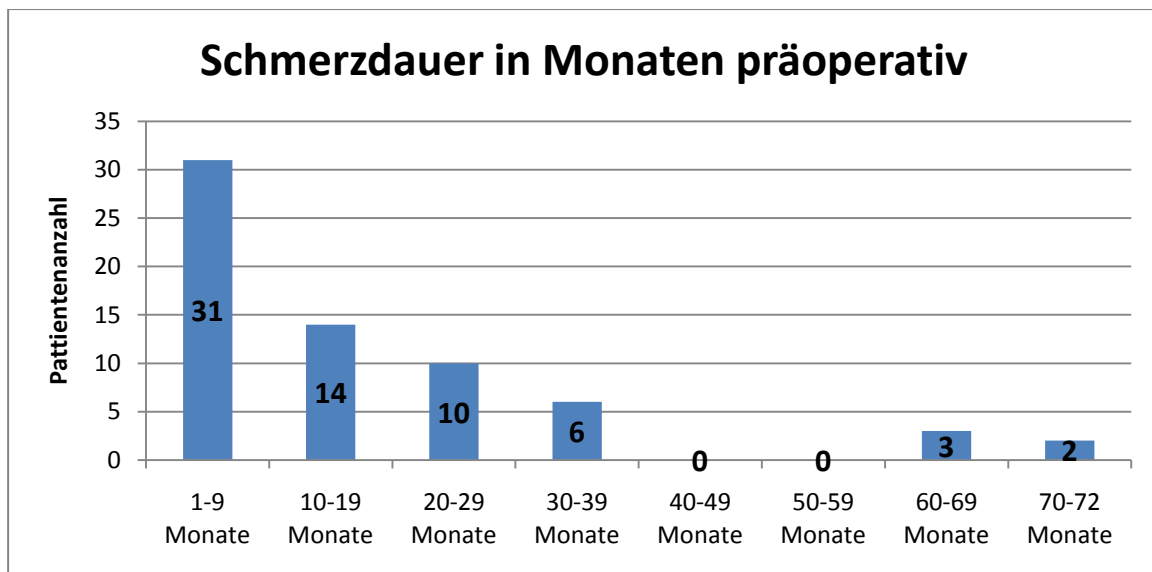


Abbildung 10: Schmerzdauer in Monaten präoperativ, n=66

Andauernde Schmerzen führten zu einer Analgetikaeinnahme. Lediglich 5 Patienten (8%) kamen ohne die Einnahme von Analgetika aus. Mit 44 Patienten (66%) war die gelegentliche Einnahme von üblichen oder starken Analgetika am häufigsten. Dennoch nahmen 17 Patienten (26%) täglich übliche beziehungsweise starke Analgetika ein.

Die Auswertung der diskographischen Stadien der Bandscheibendegeneration nach Adams ergab, dass 45 Patienten (68%) dieser Studie bereits Kategorie 4 („fissured“ Riss-/Spaltbildung bis zum äußeren Rand des Anulus) zugeteilt werden konnten. Die übrigen Patienten 21 (32%) verteilten sich auf die Kategorien 1 bis 3 und 5.

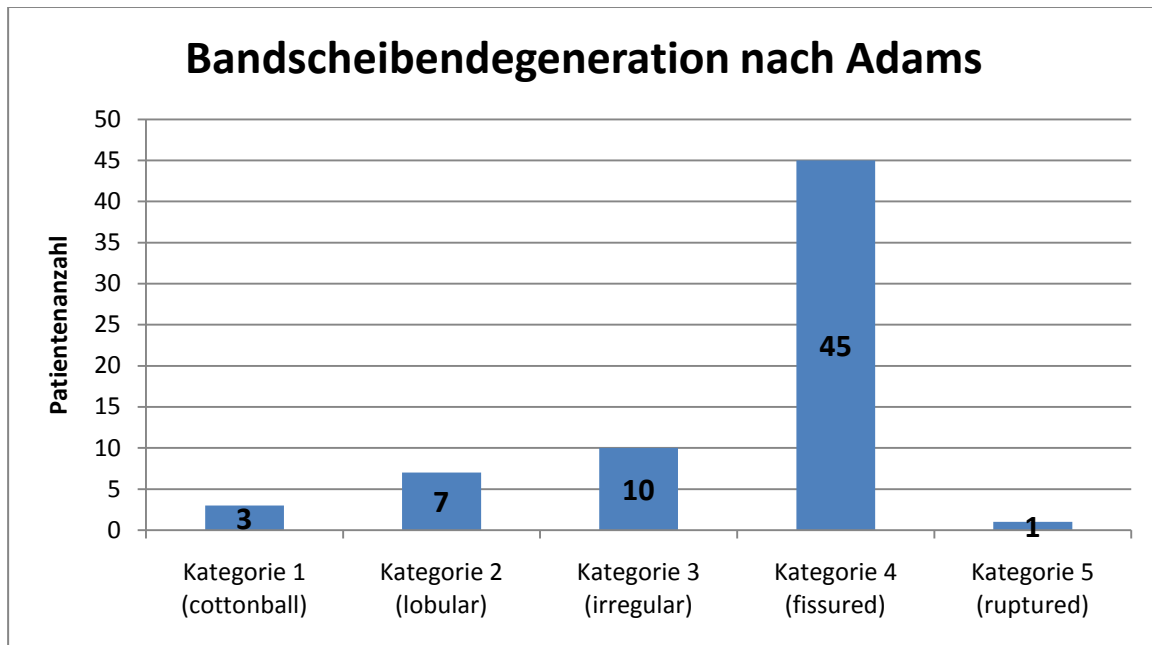


Abbildung 11: Bandscheibendegeneration nach Adams, n=66

6.1.4.) Lumboischialgie und memory-pain

Die Dokumentation der subjektiven Schmerzempfindung der Lumboischialgie erfolgte ebenfalls auf der Visuellen Analogskala (VAS) von 0 (=kein Schmerz) bis 10 (=unerträglicher Schmerz) nach subjektivem Empfinden der Patienten. 3 Patienten (5%) gaben keine Lumboischialgie an. 20 Patienten (32%) gaben ihre Lumboischialgieschmerzen mit Stärke 7 an. Für die übrigen 43 Patienten (68%) wurden Schmerzstärken von 1-6 und 8-10 verzeichnet. Daraus resultierte für 63 Patienten (95%), die an einer Lumboischialgie litten, ein Mittelwert von $6,0 \pm 1,14$ präoperativ.

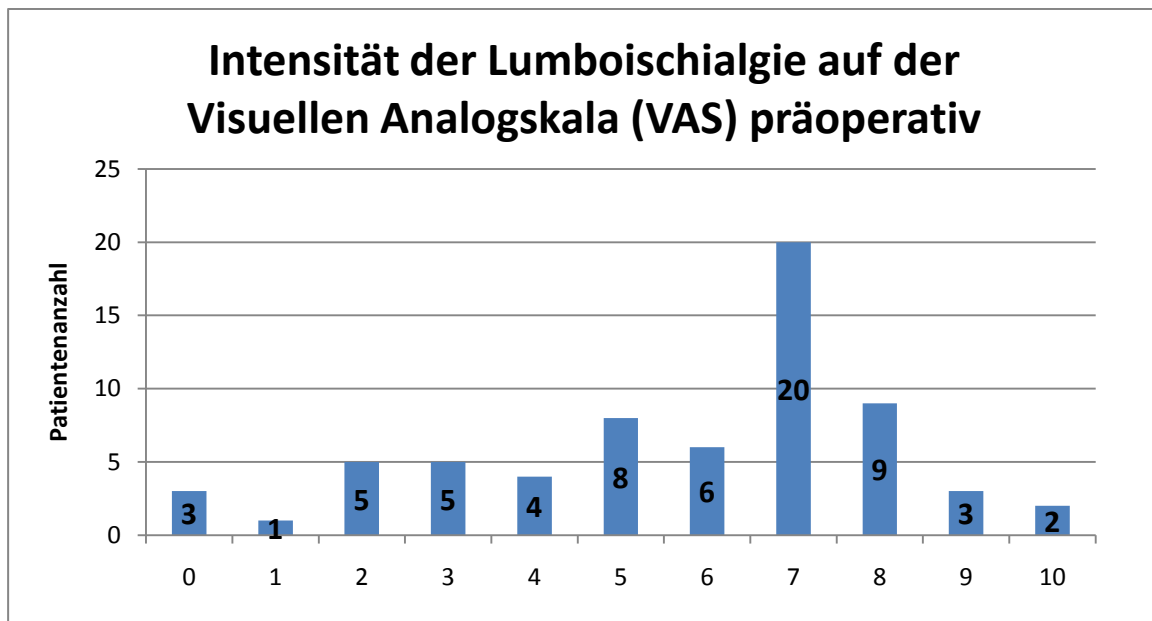


Abbildung 12: Intensität der Lumboischialgie auf der Visuellen Analogskala (VAS) präoperativ, n=66

Die vor der Operation durchgeführte Diskographie ergab nicht nur ein wichtiges Bilddokument, sondern es konnte gleichzeitig das Auftreten des memory-pain dokumentiert werden. Der memory-pain ist eine Schmerzsymptomatik, die bei der Diskographie durch Kontrastmittelinjektion ausgelöst wird. Diese ist dann dem zuvor vom Patienten verspürten Rückenschmerz ähnlich. Bei 56 Patienten (85%) trat bei der Diskographie der memory-pain auf. 10 Patienten (15%) blieben ohne Befund.

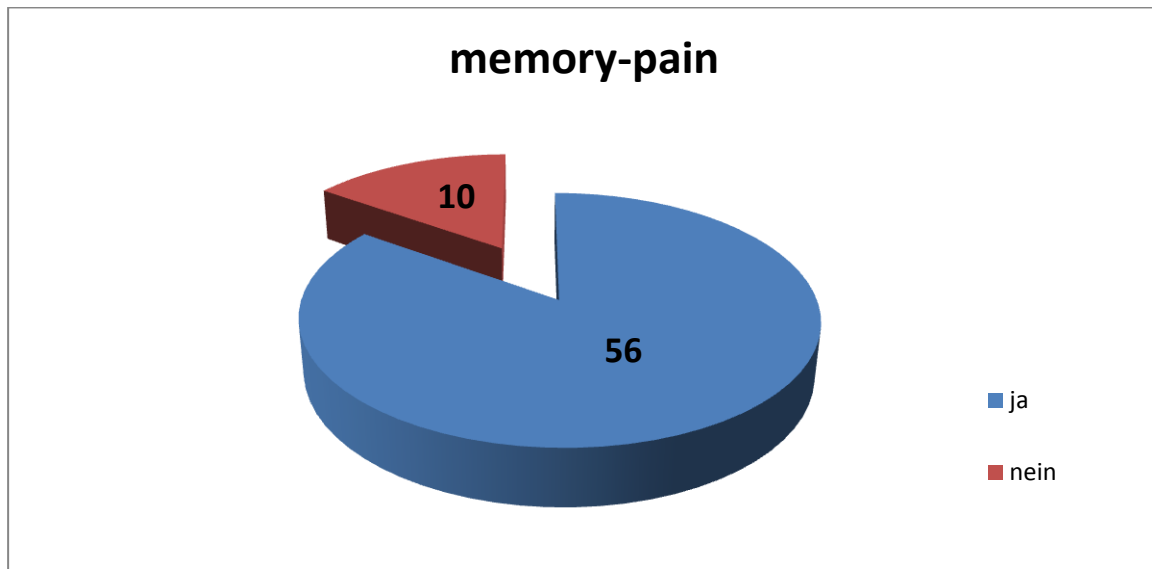


Abbildung 13: memory-pain, n=66

6.2.) postoperative Untersuchungen

Die erste Nachuntersuchung zur Operation mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) wurde bei 66 Patienten (100%) durchgeführt. Zur zweiten Nachuntersuchung erschienen 61 Patienten (92%). Für die dritte Nachuntersuchung konnten 57 Patienten (86%) rekrutiert werden.

6.2.1.) Nachuntersuchungszeitraum

Der Nachuntersuchungszeitraum betrug ein Jahr und war in drei Nachuntersuchungen gegliedert. Die Patienten wurden klinisch untersucht sowie zu ihrem subjektiven Empfinden bezüglich Lumbago und Lumboischialgien anhand der Visuellen Analogskala (VAS) befragt. Die erste Nachuntersuchung erfolgte drei bis vier Stunden nach dem operativen Eingriff. In dem nachfolgenden follow-up-Zeitraum von einem Jahr

wurden zwei weitere Nachuntersuchungen durchgeführt. Die zweite Nachuntersuchung erfolgte sechs Monate und die dritte Nachuntersuchung zwölf Monate postoperativ.

6.2.2.) Verweildauer

Bei der Operationsmethode mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) handelt es sich um ein ambulantes Verfahren. Deshalb betrug die postoperative Verweildauer der Patienten in der Regel nur wenige Stunden.

Zwei Stunden nach der Operation wurde die Mobilität der Patienten klinisch überprüft. Bei gutem Befinden konnten die Patienten nach kurzer Nachbeobachtungszeit aus der ärztlichen Aufsicht entlassen werden.

6.2.3.) Schmerzkategorie postoperativ (Lumbago)

Die Lumbago postoperativ war signifikant rückläufig. Der Mittelwert der subjektiven Empfindung der Lumbago anhand der Visuellen Analogskala (VAS) betrug präoperativ noch $6,4 \pm 1,18$. Bereits drei bis vier Stunden postoperativ waren 32 Patienten (48%) schmerzfrei. 26 Patienten (39%) gaben eine Schmerzstärke von 1-3 auf der Visuellen Analogskala (VAS) an und 8 Patienten (12%) verteilten sich auf die Werte 4-10. Hieraus ergab sich ein Mittelwert von $1,4 \pm 1,49$ auf der Visuellen Analogskala (VAS) einen Tag postoperativ. Weitere sechs Monate postoperativ betrug der Mittelwert $1,1 \pm 1,08$ und zwölf Monate postoperativ lag der Mittelwert bei $1,2 \pm 1,13$.

Für die Beeinträchtigung des alltäglichen Lebens war ebenfalls ein signifikanter Rückgang zu verzeichnen. Vor dem operativen Eingriff gaben noch 56 Patienten (85%) starke Beeinträchtigungen oder eine völlige Unfähigkeit bei der Verrichtung ihrer Arbeiten im alltäglichen Leben an.

Bei der ersten Nachuntersuchung sechs Monate postoperativ gaben nur noch 4 Patienten (6%) an, stark beeinträchtigt zu sein. Kein Patient war mehr unfähig, seinen alltäglichen Arbeiten nachzugehen. 34 Patienten (56%) waren in ihrer alltäglichen Arbeit nicht mehr beeinträchtigt, und weitere 23 Patienten (38%) waren nur noch wenig beeinträchtigt.

Nach zwölf Monaten wurde eine weitere Besserung verzeichnet. Die Anzahl der Patienten ohne Einschränkungen im alltäglichen Leben stieg auf 41 Patienten (72%). Nur noch 13 Patienten (23%) waren wenig und 3 Patienten (5%) stark bei der Verrichtung ihrer alltäglichen Arbeiten beeinträchtigt.

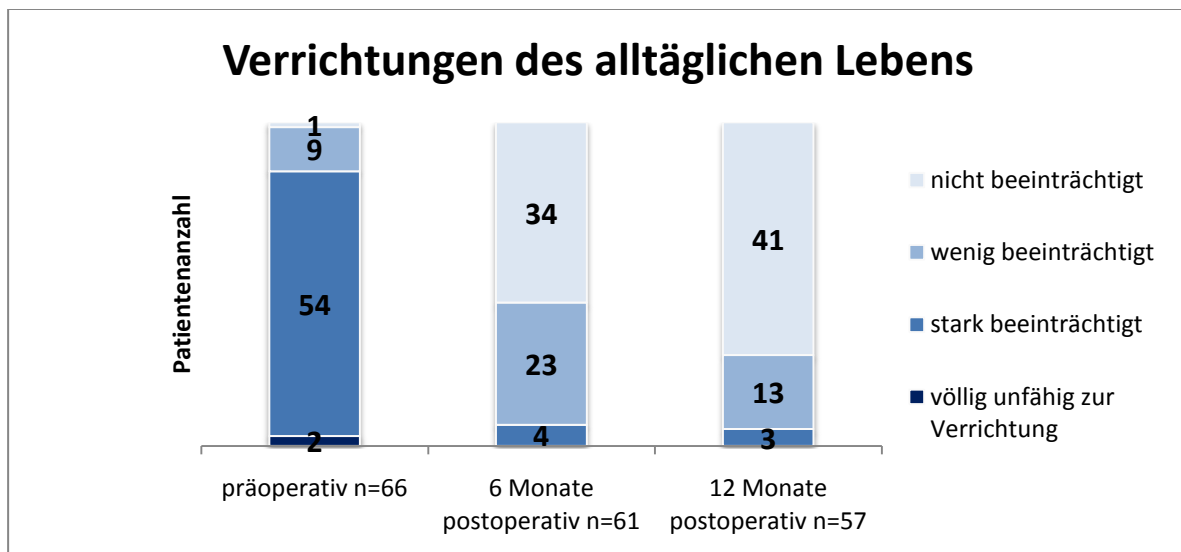


Abbildung 14: Verrichtungen des alltäglichen Lebens

Von 53 arbeitsunfähigen Patienten (80%) vor dem operativen Eingriff waren sechs Monate postoperativ nur noch 9 Patienten (15%) gelegentlich, 1 Patient (2%) häufig und 1 Patient (2%) dauerhaft arbeitsunfähig.

Zwölf Monate postoperativ kam es zu einer weiteren Verbesserung, da nur noch 4 Patienten (7%) gelegentlich arbeitsunfähig und 1 Patienten (2%) eine häufige Arbeitsunfähigkeit bescheinigt werden musste. Eine dauerhafte Arbeitsunfähigkeit wurde nicht mehr angegeben.

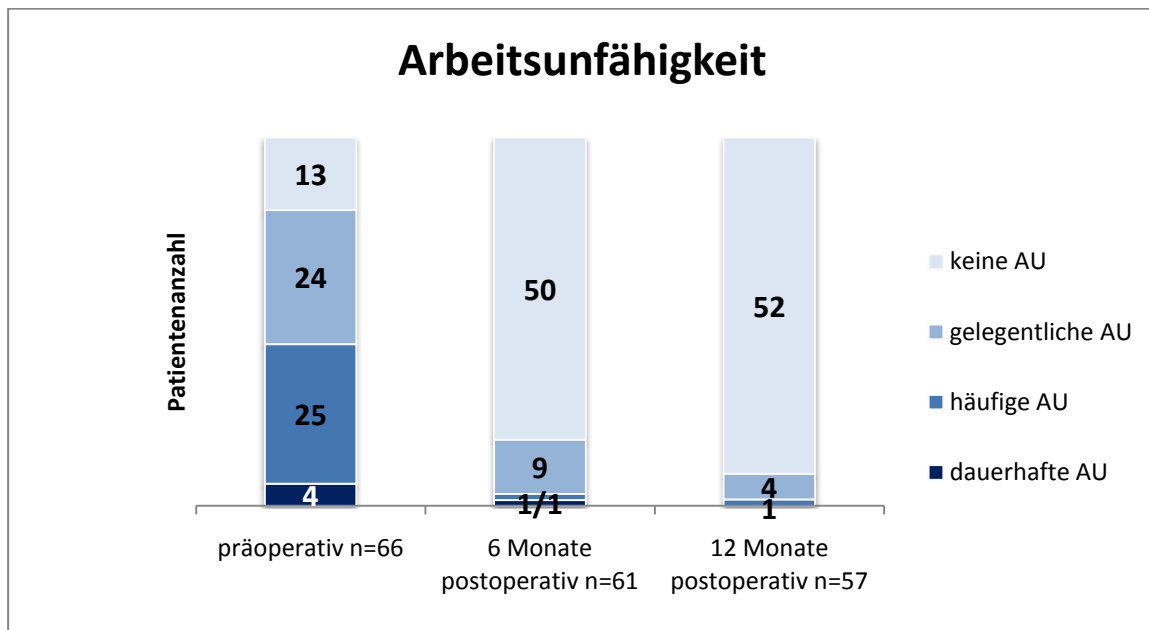


Abbildung 15: Arbeitsunfähigkeit

Durch die deutliche Schmerzminderung war auch ein signifikanter Rückgang bei der Analgetikaeinnahme eingetreten.

Nahmen vor der Operation noch 44 Patienten (67%) gelegentlich übliche oder starke Analgetika und 17 Patienten (26%) täglich übliche oder starke Analgetika zu sich, wurden sechs Monate postoperativ nur noch übliche oder starke Analgetika von 18 Patienten (30%) gelegentlich und von 1 Patienten (2%) übliche Analgetika täglich eingenommen.

Zwölf Monate postoperativ nahmen noch lediglich 1 Patient (2%) täglich übliche und 9 Patienten (16%) gelegentlich übliche oder starke Analgetika zu sich.

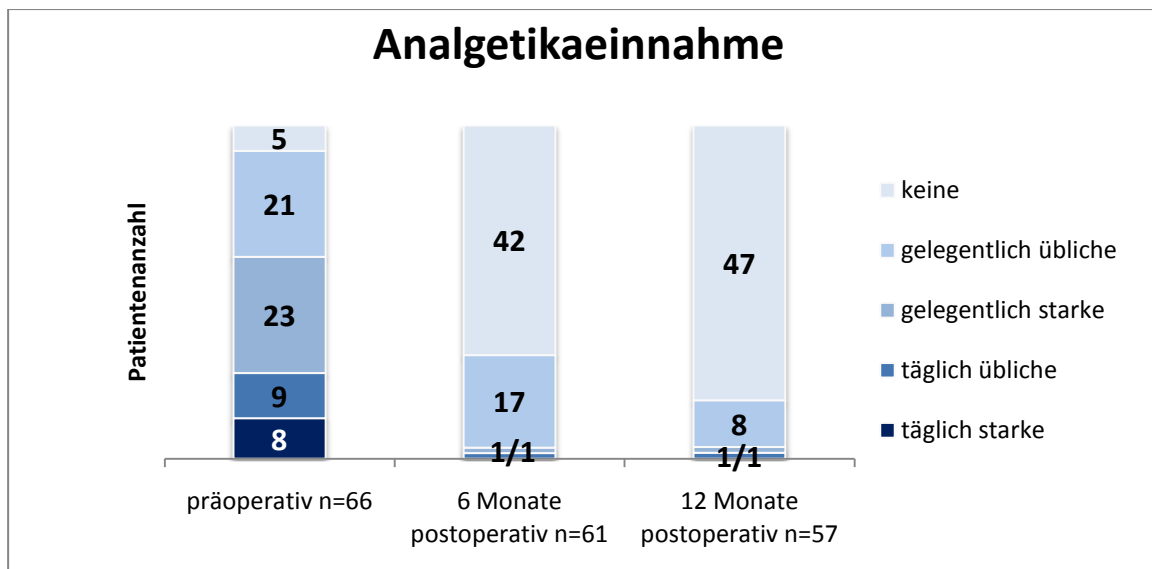


Abbildung 16: Analgetikaeinnahme

6.2.4.) Lumboischialgie postoperativ

Die subjektiv empfundenen Lumboischialgieschmerzen, wiedergegeben anhand der Visuellen Analogskala (VAS), nahmen ebenfalls signifikant ab. Der Mittelwert sank von $6,0 \pm 1,14$ präoperativ, drei bis vier Stunden postoperativ auf einen Wert von $1,2 \pm 1,57$. Sechs Monate postoperativ wurde ein Mittelwert von $1,3 \pm 1,25$ und zwölf Monate postoperativ von $1,1 \pm 1,16$ ermittelt.

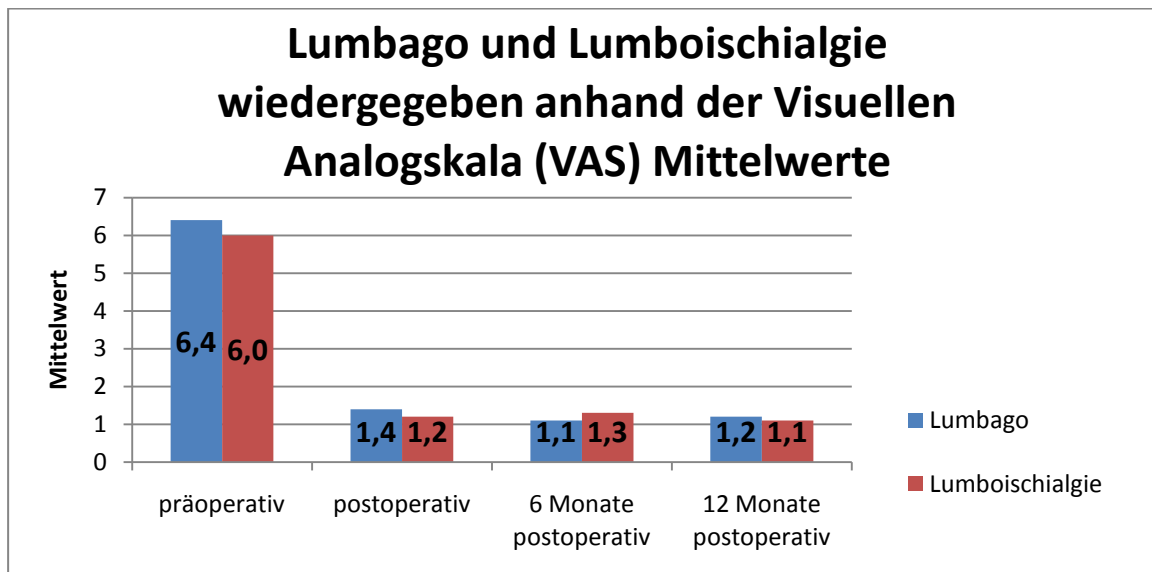


Abbildung 17: VAS Mittelwert der Lumbago (präoperativ und postoperativ n=66/6Mo postoperativ n=61/12 Mo postoperativ n=57) VAS Mittelwert der Lumboischialgie (präoperativ und postoperativ n=63/6 Mo postoperativ n=58/12 Mo postoperativ n=55)

6.3.) Outcome

Das Outcome für die Lumbago und die Lumboischialgie ein Jahr postoperativ wurde mit Hilfe der Recovery-Rate (5.1.2.) ermittelt. Dabei repräsentieren 75-100% ein sehr gutes, 50-74% ein gutes, 25-49% ein befriedigendes und 0-24% ein schlechtes Outcome.

Für die Lumbago wurde bei 38 Patienten (66%) ein sehr gutes, bei 10 Patienten (18%) und gutes, bei 4 Patienten (7%) ein befriedigendes und bei 5 Patienten (9%) ein schlechtes Outcome ein Jahr postoperativ verzeichnet.

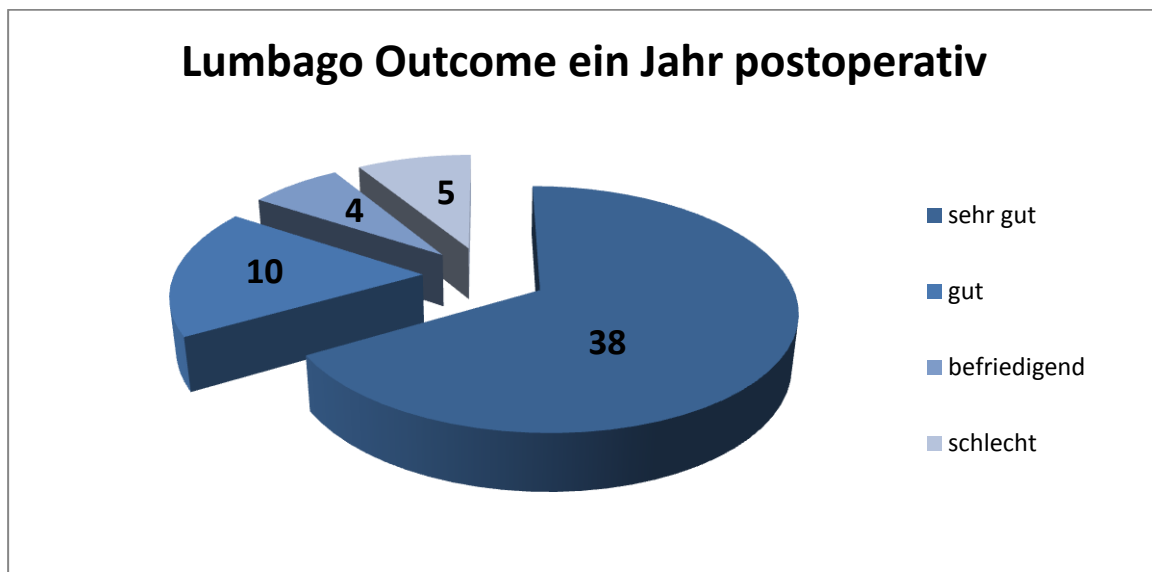


Abbildung 18: Lumbago Outcome ein Jahr postoperativ, n=57

Für die Lumboischialgie ergaben sich ähnliche Werte. Hier ergab sich bei 41 Patienten (75%) ein sehr gutes, bei 5 Patienten (9%) ein gutes, bei 4 Patienten (7%) ein befriedigendes und bei 5 Patienten (9%) ein schlechtes Outcome ein Jahr postoperativ. 2 Patienten (4%) gaben keine Lumboischialgie an.

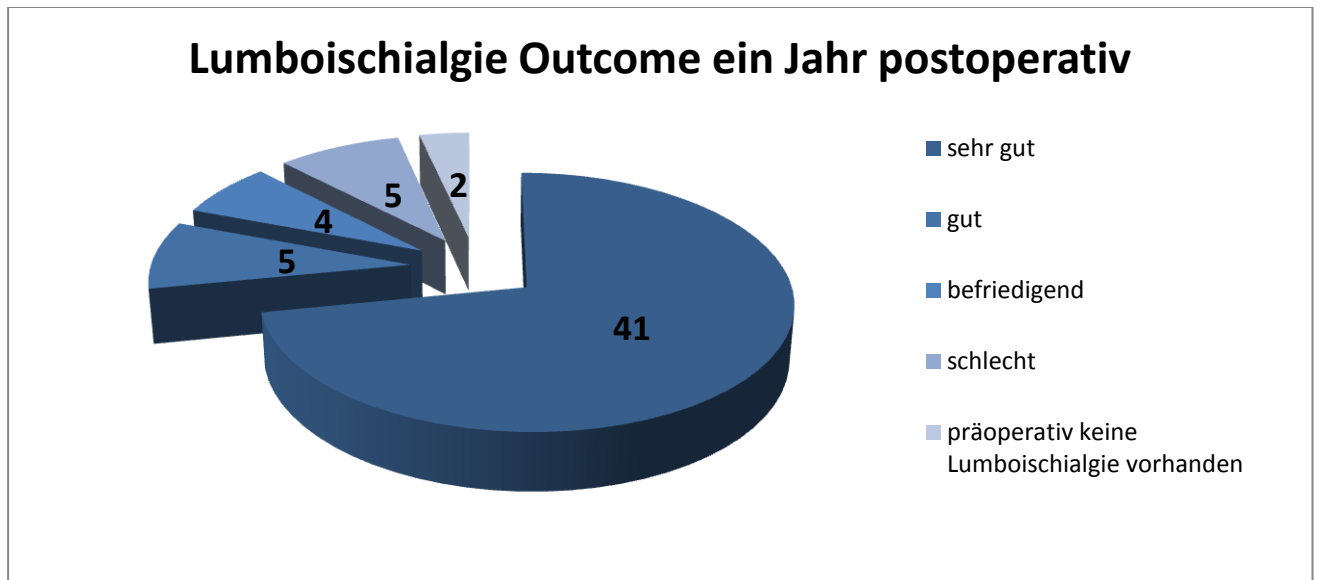


Abbildung 19: Lumboischialgie Outcome ein Jahr postoperativ, n=57

Der Mittelwert aus dem Outcome der Lumbago und dem Outcome der Lumboischialgie ergeben das Outcome gesamt ein Jahr postoperativ.

Hier konnte bei 33 Patienten (58%) ein sehr gutes, bei 12 Patienten (22%) ein gutes und bei 6 Patienten (10%) ein befriedigendes Gesamtoutcome verzeichnet werden. Bei weiteren 6 Patienten (10%) konnte kein Therapieerfolg erzielt werden.

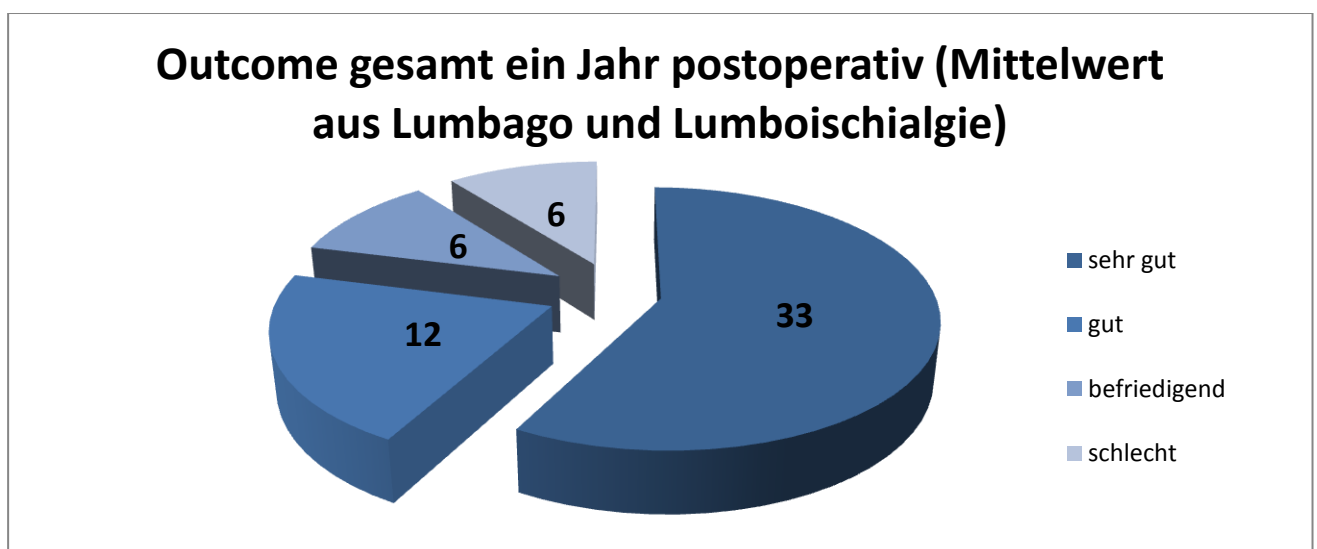


Abbildung 20: Outcome gesamt ein Jahr postoperativ (Mittelwert aus Lumbago und Lumboischialgie), n=57

Zählt man die Patienten mit einem sehr guten, guten und befriedigenden Outcome zusammen, trat bei 51 Patienten (90%) eine Besserung nach der Behandlung mit der Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) ein.

6.4.) Histopathologie

Bei allen entnommenen Gewebeproben wurde bei der patho-histologischen Untersuchung degenerativ verändertes Bandscheibengewebe befundet. In keinem Fall lag eine Malignität vor.

6.5.) Komplikationen

Es konnten bei der untersuchten Patientengruppe keine dauerhaften behandlungsbedingten spezifischen Komplikationen diagnostiziert werden.

Es traten keine allergischen Reaktionen auf. Es kam zu keiner Traumatisierung neuronaler Strukturen. Lediglich bei 7 Patienten (11%) trat durch die Lokalanästhetikagabe eine Hypästhesie oder eine Parästhesie auf. Bei allen Patienten waren diese jedoch reversibel. Bei 4 Patienten (6%) kam es postoperativ zu einem Rezidiv, so dass bei ihnen zu einem späteren Zeitpunkt eine offene mikrochirurgische Sequestrektomie oder eine Nukleotomie über eine erweiterte interlaminäre Fensterung erfolgen musste.

7.) Diskussion

Als minimalinvasive Operationsmethoden für die Behandlung chronischer Rückenschmerzen mit oder ohne radikuläre Schmerzsymptomatik bei lumbalen Bandscheibenprotrusionen sollen in dieser Arbeit die Chemonukleolyse, die perkutane Laserdiskektomie und die Nukleoplastie diskutiert und mit dem neueren Operationsverfahren der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) verglichen werden.

Alle Verfahren basieren auf einer Schmerzlinderung durch Volumenreduktion.

Ist ein Patient in seiner Lebensqualität eingeschränkt, haben konservative Therapien zu keinem hinreichenden Erfolg geführt und untermauern bildgebende Verfahren die klinische Symptomatik, ist nach Marks [54] die Indikationen für einen minimalinvasiven Eingriff an der Wirbelsäule angezeigt. Ausschlaggebendes Kriterium bildet sowohl die Intaktheit des Faserrings als auch die Größe der Protrusion.

Mirzai et al. [55] gehen von einer erfolgreichen Behandlung mit der minimalinvasiven Operationstechnik aus, wenn die Protrusion der Bandscheibe kleiner als 6 mm ist. Singh et al. [56] stützen in Anlehnung an Carragee [57] diese Theorie ebenfalls. So sind offene Operationsverfahren für Bandscheibenprotrusionen unter einer gewissen Größe eher uneffektiv. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Stadien der Bandscheibendegeneration nach Adams [58] im Vorfeld mittels der Diskographie zu ermitteln. Durch dieses Verfahren erhält der Behandler eine wertvolle klinische Information über die vorliegende Degeneration der zu behandelnden Bandscheibe. Sie beschreiben fünf Diskogrammtypen von Bandscheibendegenerationen. Typ 1-4 (cottonball, lobular, irregular, fissured) repräsentieren aufeinanderfolgende Stadien der Bandscheibendegeneration. Typ 5 (ruptured) hingegen bezeichnet eine Ruptur des anulus, welche in jedem Stadium möglich ist. Die Mehrzahl der Diskographiebilder zeigt eine der fünf Typen auf, womit eine klare Information über die Degeneration der Bandscheibe gegeben werden kann. Der Chirurg besitzt durch die Diskographie im Vorfeld diagnostische Unterlagen, die ihm Anhalt über die Effektivität der zu erfolgenden Therapie geben können, und so durch eine ineffektive Behandlungsmaßnahme in Form der Unter- als auch Übertherapie ein Misserfolg vermieden werden kann. Die Verfahren der minimalinvasiven Operationstechnik können somit eine Alternative zu konservativen Therapien, sowie den offenen Operationsverfahren darstellen.

Die Verfahren der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) und der Nukleoplastie sind die zwei jüngsten Verfahren, die der minimalinvasiven Therapie in der Wirbelsäulenchirurgie zuzuordnen sind.

Das Verfahren der perkutanen Bandscheibendekompression mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) ist als ein neues, minimalinvasives Operationsverfahren hinzugekommen. Dieses mechanische Verfahren basiert auf der intradiskalen Druckminderung, ohne weitere Hilfsmittel wie Wärme oder andere Energieformen. Die nachfolgende Druckminderung führt zu einer Rückbildung der Protrusion der Bandscheibe und somit zu der gewünschten Schmerzreduzierung durch Entlastung der umliegenden anatomischen, neuronalen Strukturen.

Das Verfahren der Nukleoplastie wurde 1997 erstmals von Sharps und Isaac [48] und auch von Singh et al. [49] beschrieben. Das Wirkprinzip dieses Verfahrens beruht auf einem elektrochemischen Prozess. Durch freiwerdende Energie kommt es zu einer histochemischen Gewebsveränderung, bei Temperaturen von 40-70°C.

Es existieren zwei Anschauungen, die die Wirksamkeit dieses Verfahrens beschreiben. Zum Einen erfolgt auch bei diesem Verfahren die Druckminderung durch die Volumenreduktion aufgrund von Gewebsentfernung aus der Bandscheibe. Diese Theorie wird von zahlreichen Autoren [4, 59, 60] beschrieben.

Chen et al. [61] stellen zusätzlich die These auf, dass eine inverse Korrelation zwischen dem Degenerationsgrad und der intradiskalen Druckminderung der behandelten Bandscheibe besteht.

Zum anderen konstatieren die Autoren für eine Schmerzentstehung eine Einsprossung nozizeptiver Nervenfasern, bedingt durch eine nachlassende Elastizität der Bandscheibe mit zunehmendem Lebensalter. Als Folge kommt es zum Verlust der Stoßdämpferfunktion des inneren Anteils der Bandscheibe, wodurch der äußere Anulus fibrosus brüchig wird. Die Konsequenz sind Einsprossungen von schmerzübertragenden Nervenfasern in die Struktur der Bandscheibe. Der diskogene Schmerz entsteht. Die Bandscheibe ist nun selbst der Schmerzauslöser. Die Theorie einer Beseitigung der Nerveinsprossungen wird in der Literatur durch Freemont et al. [28, 30] beschrieben. Sie beruht auf der Verödung von Nerveinsprossungen. Al-Zain et al. [33] führen die Verödung der schmerzübertragenden Nerveinsprossungen auf die

elektrothermale Koagulation zurück, die durch die thermische Energie des Verfahren der Nukleoplastie mit Temperaturen von 40-70 °C bedingt ist [62].

Eine Verödung der Nerveinsprossung kommt bei dem Verfahren der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) nicht in Betracht.

Dennoch sprechen die guten Ergebnisse über den postoperativen Zustand der Patienten für diese neuartige, radiologisch gesteuerte, minimalinvasive Therapiemethode und entsprechen den Ansprüchen der modernen Medizin. In dieser Studie wurde unmittelbar nach dem operativen Eingriff bei der Lumbago eine signifikante Schmerzreduktion um 5 Punkte auf der Visuellen Analogskala (VAS) von $6,4 \pm 1,18$ auf $1,4 \pm 1,49$ und eine Besserung um 4,8 Punkte von $6,0 \pm 1,14$ auf $1,2 \pm 1,57$ bei der Lumboischialgie verzeichnet. Nach sechs Monaten betrug sie bei der Lumbago $5,3 \pm 1,08$ Punkte und bei der Lumboischialgie $4,7 \pm 1,25$ Punkte. Nach zwölf Monaten stellte sich eine Besserung mit $5,2 \pm 1,13$ Punkten bei der Lumbago und mit $4,9 \pm 1,16$ Punkten bei der Lumboischialgie ein. Es konnte somit eine sehr gute Reduktion der Schmerzen bei 33 Patienten (58%), eine gute bei 12 Patienten (22%) und eine befriedigende bei 6 Patienten (10%) nach einem Jahr follow-up-Zeitraum erzielt werden. Insgesamt liegt die Besserung bei 90%. Die Therapieversager belaufen sich auf 10%.

Die Besserung aus dieser Studie entspricht denen in anderen Studien mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®).

Amoretti et al. [19] geben in einer Studie zwölf Monate postoperativ eine Schmerzreduktion von 70% auf der Visuellen Analogskala (VAS) bei 8 von 10 Patienten an. In einer weiteren Studie [63] wurden 50 Patienten ein halbes Jahr nachuntersucht, 36 Patienten (72%) hatte eine Schmerzreduktion von über 70%.

Alò et al. [64] erzielten nach ihrer sechsmonatigen follow-up-Studie bei 50 operierten Patienten die allgemeine Besserung der Schmerzsymptomatik von 80%. Die durchschnittliche Reduzierung auf der Visuellen Analogskala (VAS) wird mit 60% angegeben. Weiterhin ist der Verlauf der erzielten Ergebnisse im Vergleich mit Ergebnissen aus Studien der übrigen drei zum Vergleich herangezogenen minimalinvasiven Verfahren zu berücksichtigen. Die sehr gute Schmerzreduktion bestätigt auch hier die hohe klinische Erfolgsrate des Verfahrens mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®).

Für die Nukleoplastie kann nach Auswertung mehrerer Studien [18, 33, 56, 65-67] eine Besserung der Symptomatik um 53-80% bei den Patienten verzeichnet werden. Das subjektive Schmerzempfinden, angegeben auf der Visuellen Schmerzskala (VAS), verbessert sich um 2,4-4,4 Punkte. Berücksichtigt wurde eine Schmerzreduktion von 50% und mehr nach einem follow-up-Zeitraum von einem Jahr. Singh, Piryani, Liao et al. [49, 56, 68] dokumentierten nach einem Jahr follow-up-Zeitraum neben der allgemeinen Schmerzreduktion zusätzlich das subjektive Schmerzempfinden im Sitzen, Laufen und Stehen. So konnte aufgezeigt werden, dass neben der deutlichen allgemeinen Symptomverbesserung auch eine Besserung im funktionellen Status beim Sitzen und Laufen der Patienten eingetreten ist, nicht jedoch beim Stehen. Zu berücksichtigen ist weiterhin ein tendenziell schlechteres Abschneiden der Patienten, die bereits zuvor einer Operation unterzogen worden sind, als bei denen ohne zuvor erfolgter Operation. Dies belegt eine Studie von Sharps und Isaac [48] in welcher die allgemeine Erfolgsrate ein Jahr postoperativ mit 79% angegeben wird. Im Einzelnen jedoch lag die Besserung für Patienten bei bereits erfolgter Operation mit 67% deutlich unter den 82% der Patienten, die das erste Mal operiert wurden.

Auch die Chemonukleolyse stellt ein effektives Verfahren zur Schmerzlinderung durch Druckminderung in Folge enzymatischer, beziehungsweise oxidativer Zersetzung von Gewebe dar. Smith [37] untersuchte in einem Zeitraum von bis zu fünf Jahren 150 Patienten nach. Eine gute Besserung ergab sich bei 83% der Patienten und eine befriedigende für 7% der Patienten. Keine Besserung wurde bei 10% der nachuntersuchten Patienten festgestellt. Differenzierter betrachtet war auch hier die Besserung bei Patienten, die sich zum ersten Mal operieren ließen, signifikant höher. Die Ärzte erzielten eine sehr gute und gute Besserung bei 88% und die befriedigende Besserung bei 4% der Patientengruppe ohne bisher erfolgte Operation. Bei 8% der Patienten aus dieser Gruppe trat keine Reduktion der Schmerzsymptomatik ein. Für die Patienten mit bereits erfolgter Voroperation hingegen lagen die Werte mit 69% für eine deutliche und mit 13% für eine befriedigende Besserung darunter. Auch der Anteil der Patienten, bei denen kein Behandlungserfolg erzielt werden konnte, liegt mit 18% deutlich höher als bei den Patienten der ersten Gruppe.

Shah et al. [69] publizierten in Ihrer follow-up-Studie mit 112 Patienten ein exzellentes und gutes Ergebnis bei 79 Patienten (70%) und eine moderate Verbesserung der Symptome bei 12 Patienten (11%). Bei 21 Patienten (19%) schlug die Behandlung fehl,

weitere 12 Patienten dieser Gruppe mussten nach sechs Monaten ein weiteres Mal operiert werden.

Für das alternativ verwendete Ozon ergeben Studien ähnliche Werte. Lehnert et al. [60] erzielten postoperativ eine Verbesserung der Schmerzsymptomatik bei 52 der insgesamt 69 operierten Patienten. Buric und Lova [70] geben in ihrer an 30 Patienten durchgeführte Studie nach einem follow-up-Zeitraum von einem Jahr eine Besserung bei 27 Patienten (90%) an. 1 Patient (3%) blieb unverändert, bei 2 Patienten (7%) wurde eine Verschlechterung der Symptome verzeichnet. Andreula et al. [71] behandelten 300 Patienten (Gruppe A) mit einem reinen Ozon-Sauerstoff-Gemisch. Dem gegenüber wurden weitere 300 Patienten (Gruppe B) zusätzlich mit einer Kortikosteroidinjektion und einem Anästhetikum paraganglionär behandelt. Es ergab sich für Gruppe B eine Besserung bei 78% und keine Besserung bei 22% der behandelten Patienten. In der Gruppe A waren eine 70%ige Besserung und 30% Therapieversager zu verzeichnen. Benoist M. [72] berichtet über eine Besserung von 75% durch die Therapie mit der Chemonukleolyse nach 20-jähriger Anwendung. Bei Fehlschlagen der Therapie wird eine zweite Operation durchgeführt mit einer Erfolgsrate ähnlich der ersten Operation. Er gibt auch für die Zweitoperation mit dem Verfahren der Chemonukleolyse ein geringeres Risiko im Vergleich zur offenen Operationen an. Aribit et al. [73] untersuchten in ihrer 10-jährigen Studie 160 Patienten und geben an, mit dem Verfahren der Chemonukleolyse jungen Patienten eine Möglichkeit zu geben, gleiche Ergebnisse wie bei einer offenen Operation zu erzielen.

Bei der Laserdiskektomie wird durch Verdampfung von Gewebe die Reduktion des intradiskalen Drucks erreicht. Bei diesem Verfahren steht dem Operateur eine Vielzahl an Variablen zur Verfügung. Dabei kann nicht nur der Lasertyp, sondern auch die Wellenlänge, die Impulsrate, die Intervallzeit und die Leistung separat gewählt werden. Zusammengekommen ergeben sie die Gesamtenergie als entscheidendes Kriterium [43]. Trotz der Vorauswahl an Variablen, bleibt die Basistechnik unverändert.

In drei Studien mit dem Nd:YAG-Laser geben Choy et al. mit dem Nd:YAG-Laser eine Erfolgsrate zwischen 75 und 89% an. Die follow-up-Studie über einen Zeitraum von 17 Jahren an 1275 nachuntersuchten Patienten ergab eine Erfolgsrate von 89% [46]. Zusätzlich untermauert die auf zwölf Jahre angelegte follow-up-Studie an 518 Patienten eine Schmerzreduktion von 75 bis 89% das erste Ergebnis [74]. Eine weitere Studie zeigt bei 333 Patienten, die mit einem Nd:YAG-Laser behandelt wurden, nach fünf

Jahren eine Erfolgsrate von 78% [75]. Grönemeyer publizierte für 200 Patienten, die mit einem Nd:YAG-Laser behandelt wurden, eine 74%ige Erfolgsrate nach vier Jahren follow-up [76]. McMillan behandelte 32 Patienten mit einem Nd:YAG-Laser, 30 von ihnen mit einer Lumboischialgie zusätzlich zur Lumbago. Hier konnte bei 75% der Patienten eine Reduktion der Schmerzsymptomatik erzielt werden. In der Patientengruppe mit zusätzlicher Lumboischialgie wurde sogar eine 80%ige Schmerzreduktion verzeichnet [77].

Iwatsuki et al. stellen die These auf, dass der Erfolg dieses Operationsverfahrens zusätzlich an das Auftreten von Symptomen geknüpft ist. In ihrer Studie unterteilten sie 65 Patienten nach der Symptomatik „positives“ bzw. „negatives“ Lasègue-Zeichen. Für die Patientengruppe mit positivem Lasègue-Zeichen trat eine Schmerzlinderung von 80% ein. Die Patientengruppe ohne das Auftreten des Lasègue-Zeichen gab keine Veränderung der Beschwerden durch die Behandlung mit einem Diodenlaser an [78].

Jeder operative Eingriff birgt seine Risiken und ist mit Komplikationen behaftet. Für die Bandscheibenoperationen allgemein seien hier als Beispiel die Infektion, die Einblutung, der Nervschaden, insbesondere durch die Platzierung der Kanüle, die Verschlechterung der Symptomatik (=Operationsversagen), die wiederkehrende Protrusion der Bandscheibe oder gar die Instrumentenfraktur genannt.

Beim Einsatz der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) lag die Komplikationsrate der spezifischen Komplikationen bei 0% von 66 im Unfallkrankenhaus Berlin operierten Patienten. Bei 4 Patienten (6%) trat ein Rezidiv auf. Sie wurden einer offenen mikrochirurgischen Segmentresektomie bzw. einer Nukleotomie mit einer interlaminären Fensterung unterzogen.

Eine Abnahme der prozentualen Besserung postoperativ von der ersten Untersuchung unmittelbar postoperativ, bis zur letzten Nachuntersuchung, ist generell bei allen Verfahren mit einem unterschiedlichen hohen Prozentsatz zu verzeichnen.

Das Rezidiv kann ggf. durch eine Störung im biochemischen Mechanismus der Bandscheibe bedingt sein, da durch einen operativen Eingriff keine völlige Regeneration der Bandscheibenstrukturen möglich ist. Auch eine nicht ausreichende Druckminderung wegen einer zu geringen Volumenreduktion kann zu einer unzureichenden Entlastung von neuronalen Strukturen führen und ein Rezidiv begründen. Des Weiteren sind in dieser Studie unspezifische Komplikationen in Form

der Hyp- und Parästhesie durch die Anästhetikagaben bei insgesamt 7 Patienten (11%) aufgetreten. Bei allen Patienten war diese reversibel.

Für den Gebrauch von Lokalanästhetika ist diese Art der Komplikationen durchaus typisch [79, 80] und ist nicht auf die Anwendung der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) zurückzuführen.

Domsky et al. berichten einmalig über eine Instrumentenfraktur während der Behandlung mit der perkutanen Diskektomie-Sonde Dekompressor® [81]. Sie geben jedoch an, dass diese Instrumentenfraktur durch einen geraden Zugang und bedachte, sensible Handhabung der Sonde zu vermeiden gewesen wäre. Das permanente Monitoring durch bildgebende Verfahren lässt den Operateur eine Fraktur jederzeit erkennen und entsprechend reagieren. Weitere Komplikationen zu diesem Verfahren sind bisher nicht beschrieben worden.

In den Studien zum Verfahren der Nukleoplastie von Singh et al. mit einer Anzahl von 67 operierten Patienten [49] und einer weiteren mit 47 operierten Patienten [56] wird die Komplikationsrate in beiden Studien mit 0% angegeben.

In ihrem Review berichten Singh et al. [82] jedoch von möglichen unspezifischen Komplikationen, insbesondere die Instrumentenfraktur durch unsachgemäße Handhabung. Desweiteren kann abgetragenes Material zu Verstopfungen der Sonde führen. Konkrete Fallangaben mit Patientenzahlen sind hierzu jedoch nicht verzeichnet worden. Auch Bhagia et al. [83] sicherten mit ihrer Studie das Auftreten von weiteren unspezifischen Komplikationen. 53 Patienten wurden postoperativ zu möglichen Nebenwirkungen (wie eine Zunahme der ursprünglichen Beschwerden, Taubheit, Empfindlichkeit an der Nadeleinstichstelle, Beeinträchtigung der Darm- oder Blasenaktivität, Blutungen, Übelkeit, Erbrechen, Schwäche, Zittern, Kopfschmerzen, Fieber, Hautveränderungen oder Juckreiz) befragt. Genannt wurde von 76% der behandelten Patienten die Empfindlichkeit der Einstichstelle, 26% gaben Taubheit und 15% eine initiale Zunahme der präoperativen Beschwerden an.

Smuck et al. [50], berichten über einen Fall von epiduraler Fibrose nach einer Nukleoplastie®-Behandlung bei einem 46 Jahre alten Patienten drei Monate postoperativ.

Beim Verfahren der Laserdiskektomie wird über spezifische Komplikationen berichtet, die durch Thermodestruktion umliegender Strukturen infolge von Zufuhr zu hoher Energiedichte des eingesetzten Lasers entstanden sind.

Hellinger [47] gibt in seiner Studie die allgemeine Komplikationsrate bei der Laserdiskektomie mit 0.5% für die Behandlung von 3377 Patienten mit einem Nd:YAG-Laser an. Er gibt zu bedenken, ein Verfahren nicht nur nach der Erfolgsrate, sondern auch nach seiner Komplikationsrate zu beurteilen.

Choy [74] nennt eine Komplikationsrate von unter 1%. In seiner Studie wurden 518 Patienten innerhalb von zwölf Jahren behandelt und nachuntersucht. Desweiteren berichtet er über 0,4% spezifische Komplikationen in einer anderen Studie. Hier wurden bei den 1275 operierten Patienten vornehmlich Disziden als spezifische Komplikationen genannt [46]. Farrer et al. [84] berichten in einem Fall vom Auftreten einer Osteomyelitis. Von weiteren Knochenschäden berichten Djurasovic et al. [85]. Ein Patient weist nach erfolgter Operation eine Osteonekrose auf. Auch Scholl et al. [86] berichten bei einem Patienten nach der Laserdiskektomie-Behandlung vom Auftreten einer Osteonekrose.

Bei der Chemonukleolyse gelten die allergischen Reaktionen auf das injizierte Enzym Chemopapain als die schwerwiegendste spezifische Komplikation. Allergische Anzeichen, von einem leichten Juckreiz über das Quinke-Ödem bis hin zum anaphylaktischen Schock, können auftreten. Somit ist der präinterventionelle Allergietest unabdingbar.

Neben einer anaphylaktischen Reaktion und dem Quinke-Ödem berichtet Smith [37] auch von Infektionen, Krämpfen und einem kompletten Mobilitätsverlust. In allen Fällen kam es jedoch zu einer Ausheilung

Simmons et al. [39] berichten in ihrem Review über eine Studie, die in den USA von der Food an Drug Administration durchgeführt worden ist. In dieser Untersuchung wurden Komplikationszwischenfälle bei Chemonukleolyse-Operationen aus den Jahren 1982-1991 zusammengetragen. Bei insgesamt 135.000 operierten Patienten traten in 121 (0.1%) Fällen Komplikationen auf. Diese gliedern sich auf in spezifische und unspezifische Komplikationen, wie anaphylaktische Schock (7 Patienten / 6%), Infektionen (24 Patienten / 20%) Einblutungen (32 Patienten / 26%), neurologische Zwischenfälle in Form von Querschnitts- und Halbseitenlähmung (32 Patienten / 26%) und übrige Zwischenfälle des Herz-Kreislaufsystems sowie des Respirationstraktes mit

(15 Patienten / 12%). Zu den restlichen 11 Patienten sind keine weiteren Angaben zu entnehmen. So kamen die Autoren zu dem Schluss, dass der allergisch bedingte Zwischenfall den geringsten Anteil ausmacht. Deshalb sollten Patienten mit einem positiven Ergebnis auf den Allergietest nicht mit diesem Verfahren operiert werden [87]. Das alternativ eingesetzte Ozon weist eine weitaus geringere allergische Potenz auf. Es wird im Körper in Sauerstoff umgewandelt und ist somit als Allergen weitaus geringer bedrohlich, berichten Lehnert et al. [60]. Dies belegt ebenfalls die Studie von Buric et al. [70]. Sie behandelten 30 Patienten mit dem Verfahren der Ozon-Chemonukleolyse ohne das Auftreten von spezifischen Komplikationen.

Wildförster [88] erstellte eine Sammlung von spezifischen und unspezifischen Komplikationen bei offenen Operationsverfahren und nannte retroperitoneale Blutungen, abdominale Organverletzungen, intraspinale Verletzungen, Lagerungsschäden, cardio-pulmonale Komplikationen, belassene Fremdkörper, maligne Hyperthermie, Infektionen, Lähmungen, Symptomverschlimmerung. Bei den minimalinvasiven Eingriffen, die in dieser Arbeit diskutiert werden, könne oder sind ebenfalls genannte Komplikationen aufgetreten, jedoch in einem sehr viel geringeren Ausmaß. Grundsätzlich kann jedoch aus den Ergebnissen gefolgert werden, dass spezifische Komplikationen seltener auftreten als unspezifische.

Die Vorteile der minimalinvasiven Therapien gegenüber den offenen Operationen werden an mehreren Kriterien deutlich. Das OP-Handling ist einfacher und auch sicherer, wodurch die Verletzungsgefahr der umliegenden anatomischen und neuronalen Strukturen minimiert wird. Der Traumatisierungsgrad ist geringer, und daraus resultiert im Allgemeinen eine um ein Vielfaches verkürzte Rekonvaleszenzzeit. Die Wiederherstellung der physiologischen und biochemischen Parameter des betroffenen Segmentes und die dadurch erwünschte Schmerzfreiheit werden weitestgehend erreicht. Die klinische Verweildauer, während der der Patient unter ständiger ärztlicher Beobachtung steht, ist wesentlich verkürzt. Wegen der postoperativen Narbenbildung bei offenen Operationen und ihrer bekannten Folgen kann die Entstehung des Postdiskektomiesyndroms [89] nicht völlig ausgeschlossen werden. Nach der Behandlung mit einem minimalinvasiven Verfahren ist ein Auftreten des Postdiskektomiesyndroms jedoch nicht zu erwarten, da die Narbenbildung bei diesem Operationsverfahren nicht relevant ist.

In der Konsequenz kommt es zu einer enormen Reduktion der klinischen Kosten, die sonst den Kostenträgern sowie der Solidargemeinschaft der Versicherten entstehen würden.

So kann die offene Operation mit ihren Risiken und Nebenwirkungen in Vollnarkose, ohne Erwägung eines minimalinvasiven Verfahrens unter lokaler Anästhesie, als übertherapiert eingeschätzt werden. Vor allem bei jüngeren Patienten sollte ein minimalinvasives Operationsverfahren in Erwägung gezogen werden und vermehrt zum Einsatz gelangen.

Es ist erwiesen, dass die Patientengruppe im Unfallkrankenhaus Berlin mit der minimalinvasiven Operation unter Einsatz der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) weitestgehend komplikationslos behandelt werden konnte.

Bei 51 Patienten (90%) kam es zu einer Verbesserung der Symptome. Zusammengefasst sind hier die 33 vollständig genesenen Patienten (58%) und die 18 Patienten (32%) mit einer partiellen, aber für die Patienten immer noch signifikanten Schmerzlinderung. Aufgetretene Komplikationen waren unspezifisch, was bei den drei übrigen Verfahren nicht der Fall war. Die strenge Indikationsstellung ist Voraussetzung für den Erfolg dieses Verfahrens. In der Konsequenz ist nach Durchführung dieser Operationsmethode bei Ausbleiben einer weitestgehenden Beschwerdefreiheit die Möglichkeit einer offenen Operation weiterhin gegeben. Somit kann durchaus die Schlussfolgerung gezogen werden, dass der minimalinvasiven Wirbelsäulenchirurgie zukünftig mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) ein weiteres sehr effektives und adäquates Therapiegerät zur Verfügung steht, um die absolute oder relative Schmerzfreiheit der Patienten wieder herzustellen, wenn konservative Therapiemaßnahmen keinen Erfolg bringen konnten, und ein offener chirurgischer Eingriff nicht indiziert ist.

8.) Zusammenfassung

In der Neurochirurgie erfolgt die Behandlung chronischer Rückenschmerzen seit einiger Zeit mit minimalinvasiven Operationsverfahren.

Für den Vergleich der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) mit bisherigen angewandten minimalinvasiven Operationsverfahren, die ebenfalls auf dem Prinzip der Gewebentfernung basieren, wurden in dieser Studie beispielhaft die Chemonukleolyse, die Laserdiskektomie und die Nukleoplastie herangezogen. Zielsetzung dieser Arbeit war die Untersuchung, ob das klinische Outcome für die perkutane Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) günstig ist, und sie somit als neue minimalinvasive Operationstechnik in Zukunft relevant sein kann.

In einer follow-up-Studie wurden 66 Patienten ein Jahr lang nachuntersucht. Die Patienten wurden wegen ihrer Lumbago (66 Patienten / 100%) mit meist gleichzeitig auftretenden Lumboischialgien (63 Patienten / 95%) nach strenger Indikationsstellung mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) behandelt.

Drei bis vier Stunden postoperativ erfolgte bei 66 operierten Patienten (100%) die erste Nachuntersuchung. Zur zweiten Nachuntersuchung, sechs Monate postoperativ, erschienen 61 Patienten (92%), für die dritte Nachuntersuchung, zwölf Monate postoperativ konnten 57 Patienten (86%) rekrutiert werden.

Ein sehr gutes und gutes Outcome war bei 33 Patienten (58%) und ein zufriedenstellendes Outcome bei 18 Patienten (32%) festzustellen. Bei 6 Patienten (10%) konnte kein Therapieerfolg verzeichnet werden. Zusammengenommen beträgt die Anzahl der Patienten, die eine Besserung nach dem operativen Eingriff mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) angaben, 51 (90%).

Die Werte der Schmerzsymptomatik auf der Visuellen Analogskala (VAS) gingen deutlich zurück. Lag der Mittelwert bei der Lumbago präoperativ noch bei $6,4 \pm 1,18$, sank er um 5,2 Punkte auf einen Mittelwert von $1,2 \pm 1,13$ ein Jahr postoperativ. Der Mittelwert der Lumboischialgie lag präoperativ noch bei $6,0 \pm 1,14$, ein Jahr postoperativ sank er um 4,9 Punkte auf einen Mittelwert von $1,1 \pm 1,16$.

Die Lebensqualität der Patienten nahm wieder zu. Dieses kann als eine Bestätigung der Operationsmethode gedeutet werden, und wird die Zustimmung für einen derartigen minimalinvasiven operativen Eingriff positiv beeinflussen. Eine operativ bedingte Letalität war nicht zu verzeichnen.

Lediglich bei 4 Patienten (6%) wurde postoperativ ein Rezidiv diagnostiziert. Sie wurden einer offenen mikrochirurgischen Segmentresektomie bzw. einer Nukleotomie mit einer interlaminären Fensterung unterzogen. Diese Studie zeigt, dass die Bandscheibendekompressionsbehandlung mit der perkutanen Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) unter Berücksichtigung der genauen Indikationsstellung, sowie durch die geringe physische und psychische Belastung, den minimalinvasiven Eingriff, den kurzen klinischen Aufenthalt und die kurze anschließende Zeit der Rekonvaleszenz eine sehr effektive Therapie darstellt.

Für Patienten, die an chronischen Rückenschmerzen leiden, kann die perkutane Diskektomie-Sonde (Dekompressor®) zukünftig als ein erfolgreiches minimalinvasives Operationsverfahren eingesetzt werden.

9.) Literaturverzeichnis

1. Hatzinger M, Kwon ST, Langbein S, Häcker A und Alken P. Hans Christian Jacobaeus: Inventor of human laparoscopy and thoracoscopy. J Endourol. 2006 Nov; 20(11):848-50.
2. Souza-Offtermatt G. minimal invasive Operationsverfahren. [Hrsg.] Urban & Fischer. in dem Buch Intensivkurs Chirurgie, 1. Auflage 2004, 44-45.
3. Van Tulder MW, Koes BW und Bouter LM. Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain: a systematic review of randomized controlled trails of the most common interventions. Spine 1997 Sep 15;22(18):2128-56.
4. Pomerantz SR und Hirsch JA. Intradiscal therapies for discogenic pain. Semin Musculoskelet Radiol 2006 Jun;10(2):125-35.
5. Chen Y, Derby R und Lee SH. Percutaneous disc decompression in the management of chronic low back pain. Orthop Clin North Am. 2004 Jan;35(1):17-23.
6. Krämer J. Bandscheibenbedingte Erkrankungen. s.l. : Thieme, 1997. Bd. 4. Aufl.
7. Manchikanti L, Singh V, Pampati V, et al. Evaluation of the relative contributions of various structures in chronic low back pain. Pain Physician 2001 Oct;4(4):308-16.
8. Bovenzi M und Zadini A. Self-reported low back symptoms in urban bus drivers exposed to whole-body vibration. Spine 1992 Sep;17(9):1048-59.
9. Videman T, Nurminen T, Tola S, Kuorinka I, Vanharanta H und Troup JD. Low-back pain in nurses and some loading factors of work. Spine 1984;9(4):400-4.
10. Hofmann F, Bolm-Audorff U, Dupuis H, et al. Berufsbedingte Wirbelsäulenerkrankungen-Biomechanik, Epidemiologie, Exposition, Klinik und Begutachtung. 2002, Zbl. Arbeitsmed., S. (52): 78-103.
11. Manchikanti L, Pampati V, Beyer C und Damrou K. Do number of pain conditions influence emotional status? Pain Physician 2002 Apr;5(2):200-5.
12. Verhaak PF, Kerssens JJ, Dekker J, Sorbi MJ und Bnsing JM. Prevalence of chronic benign pain disorder among adults: a review of the literature. Pain 1998 Sep;77(3):231-9.
13. Bressler HB, Keyes WJ, Rochon PA und Badley E. The prevalence of low back pain in the elderly. A systematic review of the literature. Spine 1999 Sep 1;24(17):1813-9.
14. Nemoto Y, Matsuzaki H, Tokuhasi Y. Histological changes in intervertebral discs after smoking and cessation:experimental study using a rat passive smoking model. J Orthop Sci. 2006 Mar;11(2):191-7.

15. Ihawar BS, Fuchs CS, Colditz GA und Stampfer MJ. Cardiovascular risk factors for physician-diagnosed lumbar disc herniation. *Spine J.* 2006 Nov-Dec;6(6):684-91.
16. Diemer W und Burchert H. chronische Schmerzen - Kopf- und Rückenschmerzen, Tumorschmerzen. 2002, Gesundheitsberichterstattung des Bundes Heft 7, Bd. Heft 7.
17. Kohlmann T und Schmidt CO. Volkskrankheit in Zahlen Rückenschmerzen in Deutschland - eine epidemiologische Bestandsaufnahme. 2005, Orthopädie und Rheuma, Bd. Heft 1.
18. Reddy AS, Loh S, Cutts J, Rachlin J und Hirsch JA. New approach to the management of acute disc herniation. *Pain Physician* 2005 Oct;8(4):385-90.
19. Amoretti N, Huchon F, Flory P, Brunner P, Chevalier P und Bruneton JN. Percutaneous nucleotomy: preliminary communication on a decompression probe (Dekompressor) in percutaneous discectomy. Ten case reports. *Clin Imaging* 2005 Mar-Apr;29(2):98-101.
20. Hijikata S. Percutaneous nucleotomy. A new concept technique and 12 years' experience. *Clin Orthop Relat Res* 1989 Jan;(238):9-13.
21. Schwarzer A, Aprill CN, Derby R, Fortin J, Kine G und Bogduk N. The prevalence and clinical features of internal disc disruption in patients with chronic low back pain. *Spine* 1995 Sep 1;20(17):1878-83.
22. Bushe KA, Deftereos T und Schäfer ER. Lumbago and radicular sciatica. Causes surgical treatment and surgical results. *Dtsch Med Wochenschr.* 1968 Jun14;93(24):1171-6.
23. Adams MA, McNally DS und Dolan P. "Stress" Distributions inside intervertebral discs. *J Bone Joint Surg Br.* 1996 Nov;78(6):965-72.
24. Mirza SK und White AA3rd. Anatomy of intervertebral disc and pathophysiology of herniated disc disease. *J Clin Laser Med Surg* 1995 Jun;13(3):131-42.
25. Peng B, Hao J, Hou S, et al. Possible pathogenesis of painful intervertebral disc degeneration. *Spine* 2006 Mar 1;31(5):560-6.
26. Adams MA, Freeman BJ, Morrison HP, Nelson IW und Dolan P. Mechanical initiation of intervertebral disc degeneration. *Spine* 2000 Jul 1;25(13):1625-36.
27. Olmarker K und Rydevik B. Biochemical influence of nucleus pulposus on cauda equina nerve roots. 18, 1993, *Spine*, S. 1425-32.
28. Freemont AJ, Peacock TE, Goupille P, Hoyland JA, O'Brian J und Jayson MI. Nerve ingrowth into diseased intervertebral disc in chronic back pain. *Lancet* 1997 Jul 19;350(9072):178-81.
29. Brisby H. Pathology and possible mechanisms of nervous systems response to disc degeneration. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Apr;88 Suppl 2:68-71.

30. Freemont AJ. Nerve growth factor expression and innervation of the painful intervertebral disc. *J Pathol* 2002 Jul;197(3):286-92.
31. Adams MA. Biomechanics of back pain. *Acupunct Med.* 2004 Dec;22 (4) : 178-88.
32. Hadjipavlou AG, Tzermiadianos MN, Bogduk N und Zindrick MR. The pathophysiology of disc degeneration a critical review. *J Bone Joint Surg[Br]* 2008 Okt;90(10):1261-70.
33. Al-Zain F, Lemcke J, Killeen T, Meier U und Eisenschenck A. Minimally invasive spinal surgery using nucleoplasty: a 1-year follow-up study. *Acta Neurochir* 2008 Dec;150(12):1257-67.
34. Graßhoff H, Kayser R, Mahlfeld U und Mahlfeld K. Diskography findings and results of percutaneous laser disk decompression (PLDD). *Rofo* 2001 Mar;173(3):191-4.
35. Colhoun E, McCall IW Williams L und Casser Pullicino VN. Provocation discography as a guide to planning operations on the spine. *J Bone Joint Surg Br* 1988 Mar;70(2):267-71.
36. Maroon JC. Current concepts in minimally invasive discectomy. *Neurosurgery* 2002 Nov;51(5):137-45.
37. Smith L. Chemonucleolysis. *Clin Orthop Relat Res* 1969 Nov-Dec;67:72-80.
38. Smith L. Failure with chemonucleolysis. *Orthop Clin North Am.* 1975 Jan;6(1):255-8.
39. Simmons JW, Nordby EJ, Hadjipavlou AG. Chemonucleolysis: the state of the art. *Eur Spine J* 2001 Jun;10(3):192-202.
40. Choy DS und Altman P. Fall of intradiscal pressure with laser ablation. *J. Clin Laser Med Surg* 1995 Jun;13(3):149-51.
41. Choy DS. Percutaneous laser disc decompression. *J Clin Laser Med Surg.* 1995 Jun;13(3):125-6.
42. Choy DS, Altman PA Case RB und Trokel SL. Laser radiation at various wavelengths for decompression of intervertebral disk. Experimental observations on human autopsy specimens. *Clin Orthop Relat Res* 1991 Jun;(267):245-50.
43. Schenk B, Brouwer PA, Peul WC und van Buchem MA. percutaneous laser disc decompression: a review of literature. *Am J Neuroradiol.* 2006 Jan;27(1):232-5.
44. Schenk B, Brouwer PA und van Buchem MA. Experimental basis of percutaneous laser disc decompression (PLDD): a review of literature. *Lasers Med Sci.* 2006 Dec;21(4):245-9.
45. Goupille P, Mullemann D, Mammou S, Griffoul I und Valat JP. Percutaneous laser disc decompression for the treatment of lumbar disc herniation:a review. *Semin Arthritis Rheum.* 2007 Aug;37(1):20-30.

46. Choy DS. Percutaneous laser disc decompression: a 17-year experience. *Photomed Laser Surg* 2004 Oct;22(5):407-10 Review.
47. Hellinger J. Complications of non-endoscopic percutaneous laser disc decompression and nucleotomy with the neodymium:YAG laser 1064 nm. *Photomed Laser Surg* 2004 Oct;22(5):418-22.
48. Sharps L und Isaac Z. Percutaneous disc decompression using nucleoplasty. *Pain Physician* 2002 Apr;5(2):121-6.
49. Singh V, Piryani C, Liao K und Nieschulz S. Percutaneous disc decompression using coblation (nucleoplasty) in the treatment of chronic discogenic pain. *Pain Physician*. 2002 Jul;5(3):250-9.
50. Smuck M, Benny B, Hau A und Levin J. Epidural fibrosis following percutaneous disc decompression with coblation technology. *Pain Physician* 2007 Sep;10(5):691-6.
51. Nau WH und Diederich CJ. Evaluation of temperature distributions in cadaveric lumbar spine during nucleoplasty. *Phys Med Biol*. 2004 Apr 21;49(8): 1583-94.
52. Langley GB und Sheppard H. The visual analogue scale: its use in pain measure. *Rheumatol Int*. 1985; 5(4):145-8.
53. Vitzthum HE und Dalitz K. Analysis of five specific scores for cervical spondylogenic myelopathy. *Eur Spine J* 2007 Dec; 16(12):2096-103.
54. Marks RA. Transcutaneous lumbar discectomy for internal disk derangement: A new indication. *South Med J* 2000 Sep;93(9):885-90.
55. Mirzai H, Tekin I, Yaman O und Burali A. The results of nucleoplasty in patients with lumbar herniated disc: a prospective clinical study of 52 consecutive patients. *Spine J*. 2007 Jan-Feb;7(1):88-92.
56. Singh V, Piryani C und Liao K. Role of percutaneous disc decompression using coblation in managing chronic discogenic low back pain: a prospective, observational study. *Pain Physician* 2004 Oct;7(4):419-25.
57. Carragee EJ, Han MY, Suen PW und Kim D. Clinical outcomes after lumbar discectomy for sciatica: the effects of fragment type and anular competence. *J Bone Joint Surg Am* 2003 Jan;85-A(1):102-8.
58. Adams MA, Dolan P und Hutton WC. The stages of disc degeneration as revealed by discograms. *J Bone Joint Surg Br* 1986 Jan;68(1):36-41.
59. Macmillan J, Schaffer JL, Kambin P, et al. Routes and incidence of communication of lumbar discs with surrounding neural structures. *Spine* 1991 Feb;16(2):167-71.
60. Lehnert T, Mundackatharappel S, Schwarz W, et al. Nucleolysis in the herniated disk. *Radiologe* 2006 Jun;46(6):513-9.

61. Chen Y, Lee S und Chen D. Intradiscal pressure study of percutaneous disc decompression with nucleoplasty in human cadavers. *Spine* 2003 Apr 1;28(7):661-5.
62. Hecht P, Hayashi K und Cooley AJ, et al. The thermal effect of monopolar radiofrequency energy on the properties of joint capsule. An in vivo histologic study using a sheep model. *Am J Sports Med* 1998 Nov-Dec;26(6):808-14.
63. Amoretti N, David P, Grimaud A, et al. Clinical follow-up of 50 patients treated by percutaneous lumbar discectomy. *Clin Imaging* 2006 Jul-Aug;30(4):242-4.
64. Alò KM, Wright RE, Sutcliffe J und Brandt SA. Percutaneous lumbar discectomy: clinical response in an initial cohort of fifty consecutive patients with chronic radicular pain. *Pain Pract* 2004 Mar;4(1):19-29.
65. Alexandre A, Corò L, Azuelos A und Pellone M. Percutaneous nucleoplasty for discoradicular conflict. *Acta Neurochir Suppl.* 2005;92:83-6.
66. Yakovlev A, Tamimi MA, Liang H und Eristavi M. Outcomes of percutaneous disc decompression utilizing nucleoplasty for the treatment of chronic discogenic pain. *Pain Physician, S.* 2007 Mar;10(2):319-28.
67. Masala S, Massari F, Fabiano S, et al. Nucleoplasty in the treatment of lumbar diskogenic back pain: one year follow-up.. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2007 May-Jun;30(3):426-32.
68. Singh V, Piryani C und Liao K. Evaluation of percutaneous disc decompression using coblation in chronic back pain with or without leg pain. *Pain Physician* 2003Jul;6(3):273-80.
69. Shah NH, Dastgir N und Gilmore MF. Medium to long-term functional outcome of patients after chemonucleolysis. *Acta Orthop Belg* 2003 Aug;69(4):346-9.
70. Buric J und Molino Lova R. Ozone chemonucleolysis in non-contained lumbar disc herniations: a pilot study with 12 months follow-up. *Acta Neurochir Suppl.* 2005;92:93-7.
71. Andreula CF, Simonetti L, De Santis F, Agati R, Ricci R und Leonardi M. Minimally invasive oxygen-ozone therapy for lumbar disk herniation. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2003 May;24(5):784-7.
72. Benoist M. 20 Years of lumbar chymonucleolysis. *Presse Med* 1996 May 4-11;25(16):743-5.
73. Aribit F, Charissoux JL und Arnaud JP. Long-term 10-year outcome after chemonucleolysis for lumbar disc herniation. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002 May;88(3):221-8.
74. Choy DS. Percutaneous laser disc decompression (PLDD): twelve years' experience with 752 procedures in 518 patients. *J Clin Laser Med Surg* 1998 Dec;16(6):325-31.

75. Choy DS, Ascher PW und Ranu HS. Percutaneous laser disc decompression. A new therapeutic modality. *Spine* 1992 Aug;17(8):949-56.
76. Grönemeyer DW, Buschkamp H, Braun M, Schip S, Weinsheimer PA und Gevargez A. Image-guided percutaneous laser disc decompression for herniated lumbar disks: a 4-year follow-up in 200 patients. *J. Clin Laser Med Surg* 2003 Jun;21(3):131-8.
77. McMillan MR, Patterson PA und Parker V. Percutaneous laser disc decompression for the treatment of discogenic lumbar pain and sciatica: a preliminary report with 3-month follow-up in a general pain clinic population. *Photomed Laser Surg* 2004 Oct;22(5):434-8.
78. Iwatsuki K, Yoshimine T und Awazu K. Percutaneous laser disc decompression for lumbar disc hernia: indications based on Lasegue's Sign. *Photomed Laser Surg* 2007 Feb;25(1):40-4.
79. Faccenda KA und Finucane BT. Complications of regional anaesthesia incidence and prevention. *Drug Saf.* 2001;24(6):413-42.
80. Pogatzki-Zahn EM, Wenk M und Wassmann H, et al. Complications of regional anesthesia: diagnostic and management. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2007 Jan;42(1):42-52.
81. Domsy R, Goldberg ME, Hirsh RA, Scaringe D und Torjman MC. Critical failure of a percutaneous discectomy probe requiring surgical removal during disc decompression. *Reg Anesth Pain Med.* 2006 Mar-Apr;31(2):177-9.
82. Singh V und Derby R. Percutaneous lumbar disc decompression. *Pain Physician* 2006 Apr;9(2):139-46.
83. Bhagia SM, Slipman CW, Nirschl M, et al. Side effects and complications after percutaneous disc decompression using coblation technology. *Am J Phys Med Rehabil* 2006 Jan;85(1):6-13.
84. Farrar MJ, Walker A und Cowling P. Possible salmonella osteomyelitis of spine following laser disc decompression. *Eur Spine J* 1998;7(6):509-11.
85. Djurasovic M, Glassman SD, Dimar JR 2nd und Johnson JR. Vertebral osteonecrosis associated with the use of intradiscal electrothermal therapy: a case report. *Spine* 2002 Jul1;27(13):325-8.
86. Scholl BM, Theiss SM, Lopez-Ben R und Kraft M. Vertebral osteonecrosis related to intradiscal electrothermal therapy: a case report. *Spine* 2003 May1;28(9):161-4.
87. Kim YS, Chim DK, Yoon DH, Jin BH und Cho YE. Predictors of successful outcome for lumbar chemonucleolysis: analysis of 3000 cases during the past 14 years. *Neurosurgery* 2002 Nov;51(5):123-8, S. 123 - 8.

88. Wildförster U. Intraoperative complications in lumbar intervertebral disk operations. Cooperative study of the spinal study group of the German society of Neurosurgery. Neurochirurgia 1991 Mar;34(2):53-6.

89. Krämer J. The post-diskotomy syndrome. Z Orthop Ihre Grenzgeb 1987 Nov-Dec;125(6):622-5.

10.) Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kanüle (oben), Sondenspitze/Archimedes Schraube (unten)	15
Abbildung 2: perkutane Diskektomie-Sonde (Dekompressor®)	16
Abbildung 3: OP-Aufbau, CT und Bildverstärker	17
Abbildung 4: OP-Sonde in situ.....	17
Abbildung 5: Kanülenposition-Bildverstärkeraufnahme (links), Kanülenposition mit Kontrastmittelinjektion CT-Aufnahme (rechts)	19
Abbildung 6: Alter der Patienten, n=66	28
Abbildung 7: Geschlechterverteilung, n=66	29
Abbildung 8: Segment der Bandscheibenprotrusion, n=66.....	29
Abbildung 9: Intensität der Lumbago auf der Visuellen Analogskala (VAS) präoperativ, n=66.....	30
Abbildung 10: Schmerzdauer in Monaten präoperativ, n=66.....	31
Abbildung 11: Bandscheibendegeneration nach Adams, n=66	32
Abbildung 12: Intensität der Lumboischialgie auf der Visuellen Analogskala (VAS) präoperativ, n=66.....	33
Abbildung 13: memory-pain, n=66.....	34
Abbildung 14: Verrichtungen des alltäglichen Lebens	36
Abbildung 15: Arbeitsunfähigkeit	37
Abbildung 16: Analgetikaeinnahme	38
Abbildung 17: VAS Mittelwert der Lumbago (präoperativ und postoperativ n=66/6Mo postoperativ n=61/12 Mo postoperativ n=57) VAS Mittelwert der Lumboischialgie (präoperativ und postoperativ n=63/6 Mo postoperativ n=58/12 Mo postoperativ n=55)	39
Abbildung 18: Lumbago Outcome ein Jahr postoperativ, n=57	40
Abbildung 19: Lumboischialgie Outcome ein Jahr postoperativ, n=57	41
Abbildung 20: Outcome gesamt ein Jahr postoperativ (Mittelwert aus Lumbago und Lumboischialgie), n=57	41

11.) Eidesstattliche Erklärung

Ich, Nadine Reese, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Outcome ein Jahr nach Anwendung des minimalinvasiven Bandscheibenoperationsverfahrens Disk Dekompressor®“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

Datum

Unterschrift

12.) Tabellarischer Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

13.) Danksagung

Ich möchte mich bei Herrn Prof. Dr. Ullrich Meier, Direktor der Klinik für Neurochirurgie im Unfallkrankenhaus Berlin für die freundliche Überlassung des Themas bedanken.

Ich danke Herrn Dr. Johannes Lemcke für die hervorragende Betreuung, die geduldigen Korrekturen, sowie die kritischen Hinweise und Anregungen bei dieser vorliegenden Dissertation.

Schließlich bin ich Frau Franke für die ausführliche Dokumentation der Werte aus den Patientenbefragungen in den Nachuntersuchungen, sowie Herrn Priv. - Doz. Dr. Dirk Stengel für die statistische Auswertung dankbar.