

Aus der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie
Neurozentrum
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf,
Martinistraße 52, 20249 Hamburg
Universität Hamburg
Direktor: Prof. Dr. med. Manfred Westphal

**Die mikrochirurgische lumbale Bandscheiben-Operation:
Vergleich der transmuskulären Zugangstechnik mit dem subperiostalen
Standardzugang**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg

vorgelegt von

Marko Brock
aus Osterburg (Sachsen-Anhalt)

2007

Angenommen vom Fachbereich Medizin
der Universität Hamburg am: 05.12.2007

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: PD Dr. med. L. Papavero
Prüfungsausschuss: 2. Gutachter: PD Dr. med. N. Hansen - Algenstaedt
Prüfungsausschuss: 3. Gutachter/in: PD Dr. med. D. Sommerfeldt

PUBLIKATIONEN

Brock M, Kunkel Ph Papavero L, (2007) *Lumbar microdiscectomy: The type of approach influences the postoperative analgetic consumption.* EUR Spine J Suppl.

Status: "Accepted"

Brock M, Papavero L, Kunkel PS (2007) *Lumbar microdiscectomy: Subperiosteal vs. transmuscular approach and influence on the early postoperative analgesic consumption.* EUR Spine J

Status: "Accepted"

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
1.1. GESCHICHTE EINES VOLKSLEIDENS	1
1.2. ANATOMIE UND BIOMECHANIK DER BANDSCHEIBE	4
1.3. DIE DEGENERATIVE ERKRANKUNG DER BANDSCHEIBE	6
1.3.1. EPIDEMIOLOGIE	6
1.3.2. PATHOPHYSIOLOGIE UND ENTSTEHUNG	7
1.3.3. PATHOLOGISCHE KLASSIFIKATION	9
1.3.4. KLINISCHES BILD	10
1.3.5. DIAGNOSTIK	14
1.3.6. AKTUELLE THERAPIEMÖGLICHKEITEN	16
1.4. FRAGESTELLUNG UND ZIELSETZUNG	19
2. MATERIAL UND METHODEN	20
2.1. STUDIENDESIGN	20
2.2. PATIENTENKOLLEKTIV	21
2.2.1. CASPAR-GRUPPE	23
2.2.2. XS-GRUPPE	23
2.3. OPERATIONSTECHNIKEN	24
2.3.1. ANATOMISCHE GRUNDLAGEN	24
2.3.2. DIE MIKROCHIRURGISCHE BANDSCHEIBENOPERATION	25
2.4. PATIENTEN-FRAGEBÖGEN	33
2.4.1. SCHMERZ-SKALA NACH VAS	34
2.4.2. OSWESTRY-BEEINTRÄCHTIGUNGS-SKALA (ODI VERSION 2.0)	35
2.4.3. POSTOPERATIVER ANALGETIKAVERBRAUCH	36
2.5. STATISTISCHE ANALYSE	39
3. ERGEBNISSE	40
3.1. SCHMERZ-SKALA (VAS)	40
3.1.1. VAS-ANALYSE BEZÜGLICH DER RADIKULÄREN SCHMERZEN	41
3.1.2. VAS-ANALYSE BEZÜGLICH DER RÜCKENSCHMERZEN	44

3.2. OSWESTRY-BEEINTRÄCHTIGUNGS-SKALA	47
3.3. POSTOPERATIVER ANALGETIKAVERBRAUCH	51
4. DISKUSSION	53
4.1. POSTOPERATIVE SCHMERZEN (VAS)	56
4.2. BEEINTRÄCHTIGUNG DES TÄGLICHEN LEBENS (ODI)	59
4.3. POSTOPERATIVER ANALGETIKAVERBRAUCH	61
4.4. FAZIT	62
5. ZUSAMMENFASSUNG	64
6. LITERATURVERZEICHNIS	65
7. ANHANG	71
8. DANKSAGUNG	73
9. LEBENSLAUF	74
10. EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG	75

1. EINLEITUNG

Der chronische Rückenschmerz wird in den westlichen Industrieländern als die „Volkskrankheit Nr. 1“ angesehen. Mehr als 50 % aller orthopädischen Patienten und der Patienten in Schmerzzambulanzen sind „Rückenpatienten“ [46].

Unter dem Schlüssel ICD-10 M40-M54 klassifizierte Krankheiten der Wirbelsäule sind heute die häufigste Ursache für Leistungen der gesetzlichen Rentenversicherung [60]. Produktionsausfälle bedingt durch Rückenerkrankungen verursachen volkswirtschaftliche Gesamtkosten von jährlich geschätzten 16-22 Mrd. € [27]. Etwa 75% der Erwachsenen erleiden wenigstens einmal im Leben eine Lumbago oder eine Ischialgie [72]. In einer aktuellen Studie gaben ein Drittel der Befragten an, unter Rückenschmerzen zu leiden. 12% der Befragten konnten von einer Ischialgie innerhalb des letzten Monats berichten [27].

Rückenschmerzen zählen somit zu den größten Gesundheitsproblemen Deutschlands.

1.1. GESCHICHTE EINES VOLKSLEIDENS

Schon für die Menschen der Antike stellte das „Rückenleiden“ eines der bedeutendsten gesundheitlichen Probleme dar. Erste Beschreibungen in der medizinischen Literatur zum Begriff des „Ischias“ finden sich bereits in der hippokratischen Schrift „Vorhersagen II“, die den Symptomen des Ischias ein eigenständiges Kapitel widmet. Eine differenzierte Betrachtung des Rückenschmerzes nach der Pathophysiologie gelang D. F. A. COTUGNO, der die entscheidende Beschreibung neurogener Gesäß- und Beinschmerzen leistete. In seiner bahnbrechenden Arbeit von 1764 unterschied er deutlich zwischen dem auf die Hüfte beschränkten Schmerz bei arthritischer Ischias und der durch Schmerzausstrahlung ins Bein charakterisierten neurogenen Ischias, die später nach ihm als Ischias nervosa Cotunnii oder Cotugno-Syndrom benannt wurde [19]. Aufgrund seiner exakten Symptombeschreibung gebührt ihm der Verdienst der Erstbeschreibung des lumboradikulären Syndroms. So geriet der Ischias erstmals ins Gesichtsfeld der Nervenkrankheiten [10].

Zur Verbesserung der klinischen Diagnostik trugen Arbeiten des französischen Neurologen ERNEST C. LASÉGUE [40], O. NÄGLI 1894 [50] und K. BRAGARD 1928 [11] bei.

Die Erstbeschreibung eines Bandscheibenvorfalls gelang schließlich H. LUSCHKA (1820-1875) in seiner Monographie über „Die Halbgelenke des menschlichen Körpers“ (1858). Darin bestätigte er die Auffassung von einer Intervertebralscheibe mit einem Faserring als Gelenkkapsel und einem Gallertkern als Synovialhaut (Abb. 1). LUSCHKA beschränkte sich nicht nur auf die Beschreibung der normalen Anatomie, sondern geht auch auf die Erkrankungen ein. Seine Monographie enthält unter anderem die ersten Zeichnungen eines Bandscheibenvorfalls (Abb. 2) [44]. Er interpretierte dieses Phänomen allerdings als „Auswuchs“ und „Geschwulstmasse“. Von einer Ruptur des Anulus fibrosus oder einer Verlagerung, einem Vorfall bzw. einer Herniation des Nucleus pulposus war noch nicht die Rede.

Abb. 1

Erste bekannte Darstellung einer Bandscheibe

* nach LUSCHKA, H. [10]

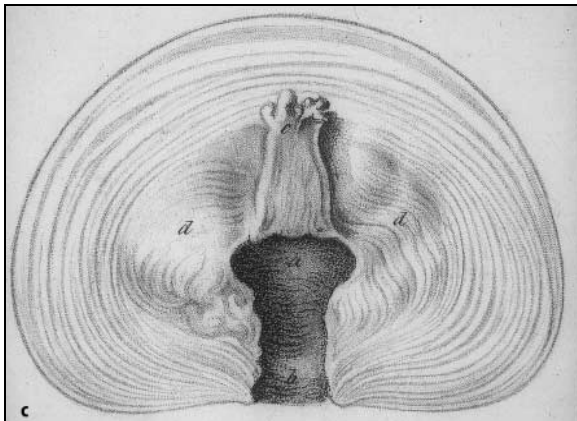
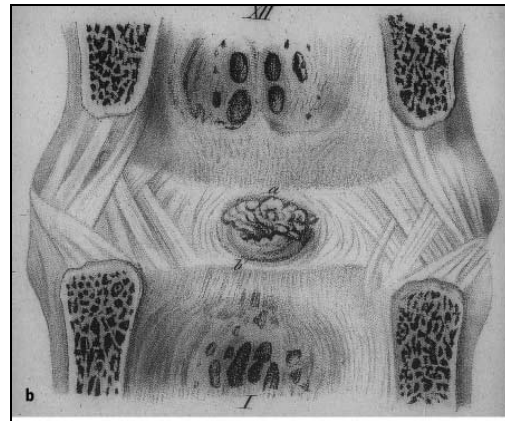


Abb. 2

Erste bekannte Darstellung eines Bandscheibenvorfalls bei Th12/L1 (von dorsal)

* nach LUSCHKA, H. [10]



Erst 70 Jahre später ergründeten die Pathologen Christian G. SCHMORL und R. ANDRAE den wahren Hergang des Diskus-Prolapses [10].

1928 beschrieb SCHMORL erstmalig 2 Fälle, bei denen er am hinteren Ende der Wirbelscheiben kleine halbkugelige Vorwölbungen in den Wirbelkanal beobachtete. Er deutete diesen Befund allerdings als akzessorische Nuclei pulposi, d.h. Chordarestes [61]. Erst in der Folgestudie von R. ANDRAE wurde der Entstehungsmechanismus dieser Pathologie genauer untersucht. Nach ANDRAES Theorie gelangte der „Knorpel-

knoten“ unter Druckeinwirkung zusammen mit Gewebsmassen aus dem Nucleus pulposus bis zur Hinterfläche des Wirbels und verursacht dort eine Vorwölbung [2]. Dies ist somit die erste vollständige Beschreibung einer Herniation von Bandscheibengewebe.

Nachdem die Diagnostik durch die skizzierte Entwicklung der Dermatome gezielte operative Eingriffe am Rückenmark und Spinalkanal möglich gemacht hatten, gelang H. O. OPPENHEIM und F. KRAUSE 1909 die erste erfolgreiche Entfernung eines Bandscheibenvorfalles [53]. Die Autoren interpretierten den Befund aber fälschlicherweise als Enchondrom [10]. Den ersten Fall eines operativ geheilten Nucleus-pulposus-Prolapses, den er auch als solchen erkannt hatte, veröffentlichte ADSON 1922 [1]. Die Kenntnis des lumbalen Bandscheibenvorfalles als Ursache des Ischias sollte dennoch erst Jahre später Verbreitung in der medizinischen Öffentlichkeit finden [10].

Zum endgültigen Durchbruch der operativen Behandlung der lumbalen Bandscheibenerkrankung verhalf erst der lückenlos aufgearbeitete Bericht von W. J. MIXTER und J. S. BARR 1934 [49]. Sie hatten erstmals die Nucleus-pulposus-Hernien als Ursache des Ischias darstellen können. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde die Bandscheibenoperation erst ab 1947 zum Standardeingriff in den orthopädischen und neurochirurgischen Kliniken Deutschlands [12].

In der weiteren Entwicklung erfolgte eine Verfeinerung der Operationstechniken von der Laminektomie zur Hemilaminektomie und, seit 1938, zu der von LOVE angegebenen Fensterung des Ligamentum flavum [42]. Seit Mitte der 70iger Jahre wurde die bis dahin übliche Standarddiskektomie durch die Einführung erster mikrochirurgischer Operationstechniken von zahlreichen Autoren modifiziert. Hier sind vor allem YASARGIL und CASPAR als wichtige Vorreiter auf dem Gebiet der Mikrochirurgie der Wirbelsäule zu nennen [15, 75]. Nach der Entdeckung der proteolytischen Wirkung von Chymopapain führte SMITH 1964 die Chemonukleolyse ein [64]. Durch Anwendung von minimal-invasiven Verfahren zur perkutanen Schrumpfung eines Bandscheibenvorfalles, erhoffte man sich eine Verminderung der Risiken, wie sie bei offenen Operationen bestehen. Da der Hersteller 2001 den Wirkstoff vom Markt genommen hat, steht dieses Verfahren in Deutschland nicht länger zur Verfügung.

Auf HIJIKATA [31] geht das Verfahren der perkutanen Diskektomie zurück. Seit 1987 besteht die Möglichkeit, einen Laser zur perkutanen Diskektomie zu verwenden. Diese

Technik wurde 1997 durch einen transforaminalen, endoskopischen Zugang (MED) erweitert. In Deutschland liegen diesbezüglich Berichte von SIEBERT und STÜCKER et. al. vor [12].

Gemeinsames Ziel der unterschiedlichen Methoden war und ist es auch noch heute, das Operationstrauma zu verringern und den Krankenhausaufenthalt zu verkürzen, um eine schnellst mögliche Wiedereingliederung des Patienten zu ermöglichen.

Welches der skizzierten Verfahren in Zukunft die besten Ergebnisse erzielen wird, muss durch Langzeitergebnisse noch bewiesen werden. Zudem ist damit zu rechnen, dass weitere technische und medizinische Innovationen die Behandlung des Bandscheibenvorfalles beeinflussen werden.

1.2. ANATOMIE UND BIOMECHANIK DER BANDSCHEIBE

Jede Bandscheibe besteht aus einem zentral gelegenen Gallertkern, dem Nucleus pulposus, der von konzentrisch angeordneten Fasermassen, den Anulus fibrosus, umgeben ist. Der Nucleus pulposus verhält sich wie ein Wasserkissen, dass nicht komprimiert werden kann. Er steht unter normalen Bedingungen immer unter Druck und versucht die Wirbelkörper auseinander zu halten. Als Gegenkräfte wirken nur der Anulus fibrosus und die Bandstrukturen der Nachbarschaft. Bei Flexion der Wirbelsäule verteilt die intakte Bandscheibe so die Kraft gleichmäßig auf die gesamte Fläche der Wirbelendplatten. Die Fasern des Anulus fibrosus werden dabei stark belastet und angespannt [8].

Für die hohe Gewebsspannung im Zentrum der Bandscheibe ist ihr hoher Wassergehalt verantwortlich. Er beträgt beim Jugendlichen 83% und findet sich vorwiegend als Bestandteil von hochmolekularen Polysachariden und Glykoproteinen. Diese Substanzen zeichnen sich durch starke Wasseranziehungskraft und Viskosität aus.

Die Bandscheibe stellt ein bradytrophes Gewebe dar. Bereits im Alter von 2 Jahren besitzt sie keine Blutgefäße mehr, so dass sie hauptsächlich durch Diffusion ernährt wird [36].

Die Besonderheiten der Stoffwechselvorgänge der Bandscheibe bestehen darin, dass

- beim Stofftransport sehr lange Wegstrecken zurückgelegt werden müssen,
- beim Stofftransport semipermeable Grenzschichten zu überwinden sind,
- der Zwischenwirbelabschnitt erheblichen anhaltenden Druckbelastungen ausgesetzt ist.

Eine ausschließliche Ernährung durch Diffusion würde jedoch nach KRÄMER [36] zu einer frühzeitigen Degeneration des zentral gelegenen Bandscheibengewebes führen. Deshalb spielen noch andere Transportmechanismen eine Rolle. Demnach geschieht die Verteilung des Wassers und damit der Nährstoffe durch folgende osmotische Kräfte:

- den osmotischen Druck,
- den kolloidosmotischen Druck und
- den hydrostatischen Druck.

In der Bandscheibe ist außerdem der Quelldruck von Bedeutung. Der Quelldruck und der kolloidosmotische Druck ergeben zusammen den onkotischen Druck und lassen den Nucleus pulposus gegen Widerstand aufquellen.

Am osmotischen System sind der Bandscheibeninnenraum, Knorpelplatten, Anulus fibrosus und paravertebrales Gewebe beteiligt. Ein ständiger Austausch von Flüssigkeit und Nährstoffen ist essentiell für die Funktion der Bandscheibe. Den wichtigsten Faktor in diesem System stellt der wechselnde Belastungsdruck (hydrostatischer Druck) dar. Bei einer Druckerhöhung tritt demnach Flüssigkeit aus der Bandscheibe aus. Entlastung bzw. Extension führen wiederum zur Flüssigkeitsaufnahme. KRÄMER beobachtete als Besonderheit, dass bei starker Belastung (Bücken, Tragen, Heben) nach Entlastung die Bandscheibe besonders mit Wasser angefüllt ist und dieses Volumen dann verstärkt abgibt [36]. Das heißt, dass auch die Qualität der Belastung auf die Bandscheibe von Bedeutung ist. So führen kurze, kräftige Belastungen zu einer kurzdauernden Verformung mit massiver Erhöhung des intradiskalen Druckes (25 kp/cm^2). Die Flüssigkeit im Nucleus pulposus verschiebt sich dann immer zur weniger belasteten Seite. Längere gleichmäßige Druckbelastungen führen hingegen unter Abgabe und späterer Wiederaufnahme von Flüssigkeit zu einer voll reversiblen Bandscheibenerniedrigung [72].

Infolge der aufrechten Körperhaltung, verlieren die Bandscheiben im Laufe des Tages an Flüssigkeit. Dadurch kann die Körpergröße am Abend bis zu 3 cm geringer als noch am Morgen sein [8].

Die intakte Bandscheibe nimmt als eine Art Halbgelenk an allen Bewegungen der Wirbelsäule teil und gestattet aufgrund ihrer begrenzten Kompressibilität und Dehnbarkeit den Wirbelbogengelenken einen gewissen Bewegungsspielraum. Die Lendenwirbelsäule besitzt sagittal gestellte Gelenkflächen, die Ausschnitte eines Zylindermantels darstellen und lediglich Beuge- und Streckbewegungen zulassen, Rotationen hingegen blockieren.

1.3. DIE DEGENERATIVE ERKRANKUNG DER BANDSCHEIBE

1.3.1. EPIDEMIOLOGIE

In den letzten 20 Jahren haben zahlreiche Studien gezeigt, dass die Inzidenz von lumbalen Bandscheibenvorfällen (BSV) zunimmt. BSV werden auch bei jüngeren und sehr alten Menschen diagnostiziert [72]. Obwohl der isolierte diskogene (unmittelbar von der degenerativen Bandscheibe ausgehende) Kreuzschmerz als alleinige Ursache für Kreuzschmerzen selten ist, liegt die Inzidenz von Lumbalsyndromen bei Bandscheibendegeneration bei 150/100000 Einwohnern [22].

Da es auch heute noch keine exakte Definition für den Sammelbegriff der degenerativen Bandscheibenerkrankungen gibt, variieren die Prävalenzen stark. Anhand von modernen kernspintomographischen Reihenuntersuchungen konnte festgestellt werden, dass bei symptomlosen Probanden 10-81% „bulging discs“, 3-63% Protrusionen, 20-83% Signalminderung der Bandscheibe, 3-56% Osteochondrose und bei 6-56% anuläre Risse der Bandscheiben vorlagen [27]. In einer Studie von 1984 fanden sich bei 19,5% der symptomlosen Patienten unter 40 Jahren ein computertomographisch nachweisbarer Bandscheibenvorfall [73]. Da Bandscheibenvorfälle also auch völlig symptomlos auftreten können, ist von einer hohen Dunkelziffer auszugehen [28].

1.3.2. PATHOPHYSIOLOGIE UND ENTSTEHUNG

Spätestens seit den Autopsiestudien von MILLER ist bekannt, daß die Degeneration der Bandscheibe mit dem Alter korreliert. Demnach steigt die Prävalenz mit zunehmendem Alter am höchsten in den Segmenten LWK4/LWK5 und LWK5/SWK1. Bei den 20-Jährigen bestand bei 16% eine degenerative Veränderung und bei den 70-Jährigen bei 98% [48].

Die Ursache der pathophysiologischen Veränderung der Bandscheibe liegt allerdings bereits im frühen Kindesalter. Während noch Blutgefäße die Bandscheibe des Kleinkindes versorgen, obliterieren diese mit dem steigenden Belastungsdruck beim Erlernen des aufrechten Ganges. An den Stellen, wo ursprünglich die Blutgefäße in die Bandscheibe einmündeten, also dorsolateral, bleiben Narben zurück, welche im Anulus fibrosus natürliche Schwachstellen darstellen [72].

Im weiteren Verlauf der Bandscheibendegeneration kommt es zur Änderung des Wassergehaltes und zu einer Änderung der biochemischen und histologischen Zusammensetzung der Trockensubstanz:

Während das Bandscheibengewebe eines Neugeborenen noch zu 88% aus Wasser besteht, beträgt der Wasseranteil bei den 12-Jährigen 83 % und fällt auf 70% bei den 72-jährigen Patienten. Neben dem Wassergehalt sinkt auch das Wasseraufnahmevermögen der Bandscheibe mit zunehmendem Alter. Dadurch verschlechtert sich die Versorgungslage im Zwischenwirbelabschnitt, denn Wasser dient hier als Haupttransportmittel für Substrate und Produkte des Zellstoffwechsels. Ursache für die Abnahme des Wassergehalts ist die Abnahme der Qualität und Quantität der Gesamtmucopolysaccharide im Nucleus pulposus. Im höheren Alter binden die verbliebenen hydrophilen Gruppen mehr Kollagen anstelle von Wasser. Vor allem im mittleren Lebensabschnitt kommt es zu einem massiven Zerfall von Makromolekülen, die den intradiskalen onkotischen Druck paradoxerweise ansteigen lassen. Bei hydrostatischen Druckzunahmen ist der Anulus fibrosus dann einer erhöhten Rupturgefahr ausgesetzt. Wird diese Phase aber ohne größere Symptome überstanden, diffundieren die immer weiter zerfallenden Moleküle durch die Grenzschicht hindurch und werden abtransportiert. Da die Bandscheibenzellen danach nicht mehr in der Lage sind neue Mucopolysacharidketten in dem benötigten Maße zu produzieren, reduziert sich der intradiskale Druck mit zunehmendem Alter wieder [36]. Schließlich löst sich der Protein-Polysacharid-Komplex fast

vollständig auf, so dass der Bandscheibenkern ein aus Faserknorpel bestehendes Gebilde von beinahe bröckeliger Konsistenz wird. Ein Indiz hierfür ist die Abnahme des spezifischen Gewichts der Bandscheibe in zunehmendem Alter. Dieser Vorgang ist am Nucleus pulposus am stärksten ausgeprägt [72].

Ein weiterer Punkt ist die erhöhte Permeabilität der Grenzschichten durch kleinste Fissuren im Anulus fibrosus, welche die semipermeablen Eigenschaften an diesen Stellen aufheben. Da das osmotische Gleichgewicht gestört ist, treten dann bereits bei geringen Druckbelastungen Wasser und Makromoleküle aus dem Bandscheibengewebe aus und verschlechtern die Stoffwechsellage weiter. Dieser Circulus vitiosus führt schließlich zur völligen Austrocknung und Zermürbung der Bandscheibe im hohen Alter [36].

Obwohl die Degeneration der Bandscheibe mit dem Alter zunimmt, treten Bandscheibenvorfälle meist im Alter zwischen 30 und 60 Jahren auf. Es bedarf einer ganz bestimmten biochemischen Konstellation im Bewegungssegment:

Ein Bandscheibenvorfall ist am wahrscheinlichsten, wenn Mobilität und Quelldruck des Nucleus pulposus noch einigermaßen normal sind, der Anulus fibrosus aber bereits an Elastizität eingebüßt hat und an den natürlichen Schwachstellen rissig geworden ist. Ein relativ geringfügiger Zusatzimpuls kann dann einen Vorfall hervorrufen. Im hohen Alter ist die Gefahr wieder geringer, weil der Nucleus pulposus eingetrocknet ist und nicht mehr in der Lage ist, sich durch Schwachstellen im Anulus fibrosus hindurch zu verlagern [36].

Neben den biomechanischen und biochemischen Veränderungen spielen folgende Faktoren bei der Degeneration der Bandscheibe eine Rolle:

- Rauchen (häufiges Husten führt zu Vasokonstriktion und Osteochondrose)
- Schwere Belastungen der Wirbelsäule
- Übergewicht
- Genetische und soziale Faktoren (ein spezifisches Gen ist bislang aber noch nicht nachgewiesen) [27].

1.3.3. PATHOLOGISCHE KLASSIFIKATION

Hat der fortschreitende Flüssigkeitsverlust der Bandscheibe erst einmal zu Rissbildungen im Anulus fibrosus geführt, besteht die Gefahr der Verlagerung des Nucleus pulposus bei zu starker Druckbelastung auf das Bewegungssegment. In der Regel wird der Nucleus so immer weiter an die Randpartien des Anulus gedrückt, bis er schließlich Faserringgewebe vorwölbt oder nach Perforation des Anulus selbst raumfordernd wirkt [72].

Entsprechend der Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft wurden zur Definition des Bandscheibenvorfalls die Begriffe „Protrusion“ und „Prolaps“ festgelegt [4]. Dabei ist von entscheidender Bedeutung, ob der Vorfall noch vom Anulus fibrosus bzw. von dem hinteren Längsband bedeckt ist oder ob es sich um einen freien Sequester handelt. Protrusion steht für die Bandscheibenvorwölbung mit mehr oder weniger gut erhaltenen Anulus fibrosus und Prolaps für den Bandscheibenvorfall mit Perforation des Anulus fibrosus. Auch bei einem Prolaps mit Perforation des Anulus kann das ausgetretene Bandscheibenmaterial noch vom hinteren Längsband bedeckt sein. Man spricht von einem gedeckten Prolaps. Sequester, die sich unter diese Membran schieben, werden als „subligamentär“ bezeichnet. Ein Synonym für den gedeckten Prolaps ist im chirurgischen Sinne die „Herniation“. Wenn auch das hintere Längsband perforiert ist, liegt das dislozierte Bandscheibengewebe frei im Epiduralraum. Der nicht gedeckte Prolaps wird als freier Sequester („free fragment“) bezeichnet, wenn die Bandscheibenfragmente keinen Kontakt mehr zu der Bandscheibe haben. KRÄMER unterteilt den Bandscheibenvorfall unter Berücksichtigung der allgemeinen Definition in 5 Dislokationsgrade (Abb. 3) [39].

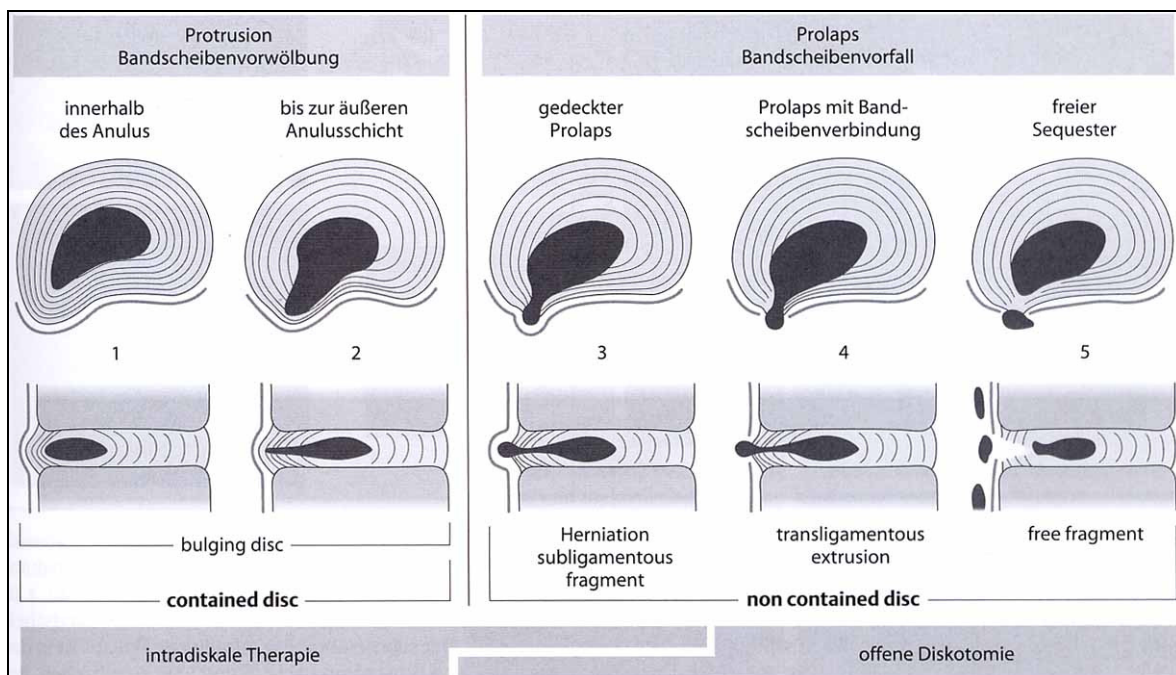


Abb. 3
Protrusion und Prolapse – Dislokationsgrade 1-5

* nach KRÄMER, R. [39]

1.3.4. KLINISCHES BILD

Die pathophysiologischen Vorgänge zur Entstehung der Schmerzen bei Bandscheibenvorfall sind noch nicht vollständig geklärt. Im Inneren der Bandscheibe gibt es selbst keine Schmerzrezeptoren. Lediglich im dorsalen Anteil des Randleistenanulus der LWS wurden Rezeptoren zur Schmerzempfindung nachgewiesen [36]. Man erklärt sich die Ursache der Schmerzen durch eine Schädigung des gut innervierten hinteren Längsbandes oder durch mechanische Reizung der Hinterwurzeln. Bei der Zerstörung der erregbaren Nervenmembranen kommt es bei manchen Patienten zu sogenannten „injury potentials“, die der Patient direkt über dem betroffenen Segment fühlt. Bei einer Schädigung des Ramus communicans anterior kann es zusätzlich zu vegetativen Störungen kommen [72].

Der Schmerz ist, zumindest vorübergehend, ein niemals fehlender Bestandteil des Wurzelkompressionssyndroms. Je nach Symptomatik werden unterschiedliche Syndrome beschrieben:

1.3.4.1. LUMBAGO

Unter Lumbago versteht man den Schmerz, welcher auf die Lendenwirbelsäule und das Kreuzbein beschränkt sind. Zusätzlich sind Bewegungseinschränkungen und kyphotische Fehlhaltungen zu beobachten. Früher bezeichnete man dieses Symptombild im Volksmund als „Hexenschuss“. Als Ursache ist gewöhnlich eine dorsomediane Bandscheibenprotrusion anzuschuldigen.

Die Schmerzen können sowohl schlagartig als auch langsam auftreten und verstärken sich beim Husten, Niesen und Pressen. Die betroffene Rückenmuskulatur verhärtet sich und wird druckdolent. Der Schmerz verstärkt sich bei dem Versuch, die Fehlhaltung zu korrigieren [72].

1.3.4.2. LUMBOISCHIALGIE

Bei der Kompression von Spinalnervenzwurzeln bleibt es nicht bei einer Lumbago, vielmehr tritt ein Wurzelreizsyndrom auf, welches auch motorische und sensible Ausfallerscheinungen aufweisen kann.

Bei der Lumboischialgie strahlen die Schmerzen in ein Versorgungsgebiet der betroffenen Spinalnervenzwurzel aus. Bei Kompression der fünften Lumbalwurzel ist beispielsweise eine periphere Schmerzausstrahlung über die Vorder-/Außenseite des Unterschenkels und den Fußrücken bis zur Großzehe zu erwarten. Die Schmerzqualität und –intensität sind nicht einheitlich. Manche Patienten berichten über ein heftiges Ziehen, andere berichten über schneidende Schmerzen, die sich wie bei der Lumbago bei pressorischen Akten und ungünstigen Bewegungen verstärken. Gemeinsam findet man bei allen Patienten eine Schmerzverstärkung bei Dehnung der Wurzel durch Vorwärtsbeugen der Wirbelsäule oder bei Durchführung des Lasègueschen Provokationstests. Darüber hinaus finden sich teilweise hochgradige kyphotische Fehlhaltungen, wobei zur Entlastung eingeklemmter Wurzeln von den Patienten Zwangshaltungen mit Seitwärtsneigung des Rumpfes, teils zur gesunden, teils zur kranken Seite hin, eingenommen werden [72].

Treten später dann motorische Ausfälle ein, werden sie von vielen Patienten gar nicht bemerkt, da es sich lediglich um Reflexabschwächungen oder Aufhebung der Muskeldehnungsreflexe handelt. Echte Paresen treten im weiteren Verlauf bei 20-30% aller

Patienten mit Wurzelkompressionen auf. Die Patienten berichten meist selbst über die Lokalisation des Sensibilitätsverlusts [72].

Für die Diagnostik spielen die Reflexdifferenzen und Paresen eine entscheidende Rolle. Sie geben Auskunft über die genaue Lokalisation und das Ausmaß der Wurzelschädigung. Die typischen lumbalen radikulären Syndrome sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Bei der Prüfung der Sensibilität können Schwierigkeiten auftreten, wenn es sich nicht nur um monoradikuläre, sondern oligoradikuläre Wurzelkompressionen handelt. Die Varianz der Gefühlsstörungen kann dann erheblich sein. Es gibt auch Wurzelkompressionen ohne klinisch nachweisbare Sensibilitätsstörungen. Zu den erwähnten motorischen und sensiblen Störungen treten zusätzlich vegetative Symptome auf. Die Patienten berichten über muskuläre Verkrampfungen, Durchblutungsstörungen, Kälte- und Schweregefühl in den Beinen sowie Potenz- und Blasenentleerungsstörungen. Diese vegetativen Störungen folgen nicht dem radikulären Schema und bleiben gelegentlich auch postoperativ bestehen.

Syndrom	Schmerzausstrahlung / Hypästhesiezone	Parese / Muskelschwäche	Art des Reflexverlustes
L1 und L2	▪ Obere LWS nach vorn bis Leistengegend	▪ <i>In der Regel keine</i>	▪ <i>In der Regel keine</i>
L3	▪ Vorderaußenseite des Oberschenkels, niemals Knie oder Unterschenkel	▪ Schwäche des M. quadriceps und Adduktoren	▪ Patellasehnenreflex
L4	▪ Lateral des L3-Bereichs incl. Kniegelenk über Vorderinnenseite Unterschenkel bis Fußinnenrand	▪ Schwäche des M. quadriceps	▪ Patellasehnenreflex
L5	▪ Lenden/Kreuzgegend über Hinter-/ Außenseite des Oberschenkels zur Vorderseite des Unterschenkels in Richtung Außenknöchel bis Fußrücken und Zehe 1-2	▪ Paresen von Großzehen- und Fußheber ▪ Schwäche des M. tibialis anterior (Hackengang beeinträchtigt)	▪ Tibialis-posterior-Reflex
S1	▪ Von Lenden-/Kreuzgegend über Hinterseite des Ober- und Unterschenkels bis zur Ferse und Vorderfuß incl. Zehe 3-5	▪ Störungen des M. triceps surae (Zehenspitzenstand beeinträchtigt) ▪ Paresen der Glutealmuskeln	▪ Achillessehnenreflex
Tab. 1.: Wurzelausfallerscheinungen nach Bandscheibenvorfall			

1.3.4.3. KAUDAKOMPRESSION

Bei einem medianen Massenprolaps kann ein „Kaudasyndrom“ auftreten, welches einen Notfall darstellt. Man unterscheidet eine hohe Kaudakompression mit doppelseitigen Fussenkerrpareesen und Blasen- und Mastdarmstörungen von einer tiefen Kaudaläsion, die vorrangig zu Störungen der Funktion des Sphincter ani führt. Das Cauda-Syndrom stellt eine sofortige OP-Indikation dar [72].

1.3.5. **DIAGNOSTIK**

1.3.5.1. KLINISCHE UNTERSUCHUNG

Am Anfang aller diagnostischen Maßnahmen sollte auch bei Patienten mit lumbalen Beschwerden eine sorgfältige Anamnese und klinische Untersuchung stehen.

Es wird nach Dauer und Art der Kreuzschmerzen, Schmerzausstrahlung, Schmerzverstärkung beim Husten, Niesen und Pressen, motorischen Lähmungen, Gefühlsstörungen, Blasen-, Darm- und Potenzstörungen gefragt. So können bereits erste Hinweise zum Krankheitsprozess und zur Höhenlokalisation gewonnen werden.

Außer der allgemein orientierenden neurologischen Untersuchung muss eine gezielte Untersuchung der Wirbelsäule, der Rückenstrecker, Gesäß- und Beinmuskulatur, der Motorik, der Eigenreflexe und der Sensibilität an den unteren Extremitäten erfolgen sowie nach Zeichen vegetativer Störungen gefahndet werden.

Am stehenden Patienten wird auf Zwangshaltungen und schmerzhafte Bewegungseinschränkungen geachtet. Die Prüfung des Finger-Boden-Abstandes bei Rumpfbeugung mit gestreckten Knien gibt Auskunft über die Beweglichkeit der Wirbelsäule. Bei der Palpation muss vor allem auf Muskelverspannungen der Rückenstreckermuskulatur geachtet werden. Mit der Prüfung der Druckdolenz des N. ischiadicus über den *Valleixschen Punkten* wird der Tonus und die Trophik der Gluteal- und dorsalen Beinmuskulatur überprüft. Motorische Ausfälle lassen sich beim stehenden Patienten mit Hilfe des Hacken- und Zehenspitzenanges nachweisen. Um Muskelatrophien an der Ober- und Unterschenkelmuskulatur zu erkennen erfolgen vergleichende Umfangmessungen. Die klassische Prüfung eines evtl. vorhandenen Nervendehnungsschmerzes erfolgt durch den *Lasègueschen Handgriff*. Eine zusätzliche Schmerzverstärkung tritt

meist bei Anwendung des *Bragardschen Handgriffs* auf und spricht am ehesten für eine Schädigung der ersten Sakralwurzel [72].

Reflexabschwächungen werden durch die Prüfung der Eigenreflexe des Patienten zur Höhenlokalisation herangezogen. Besonders der Patellarsehnenreflex und der Achillessehnenreflex sind leicht zu überprüfen. Die Prüfung der Oberflächensensibilität liefert anhand hyposensibler bis analgetischer Dermatome eine Aussage, welche Spinalnervenzurzel betroffen ist.

1.3.5.2. BILDGEBENDE VERFAHREN

Röntgenübersichtsaufnahmen der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeins dienen im Wesentlichen zum Ausschluss destruierender Prozesse (z.B. Metastasen oder Tumoren) oder geben Aufschluss über osteochondrotische und spondylarthrotische Veränderungen. Zur Diagnose sowie Differentialdiagnose zu rein degenerativ bedingten Krankheitsbildern reichen diese allerdings nicht aus, da einerseits die Bandscheibe nicht abgebildet wird, andererseits mit zunehmendem Alter die Inzidenz von degenerativen Veränderungen auch bei klinisch unauffälligen Patienten stetig zunimmt [51].

Bei der Computertomographie wird auch das Diskusgewebe dargestellt und ist gegenüber den knöchernen Strukturen gut abgrenzbar. Allerdings ist das Ausmaß einer Kompression von Nervenwurzel oder Myelon schlecht zu beurteilen, da es sich von Wurzeltaschen sowie dem Subarachnoidalraum nicht abgrenzen lässt. Bei voroperierten Patienten wird Kontrastmittel injiziert, um durchblutete Narben von Diskusmaterial zu differenzieren.

Die beste Untersuchungsmethode stellt die Magnetresonanztomographie (MRT) dar. Das MRT gibt nicht nur Auskunft über das Ausmaß der Dislokation von Bandscheibengewebe, sondern auch über den Zustand der Nervenwurzel [39]. Die Anwendung von Kontrastmittel beschränkt sich üblicherweise auf voroperierte Patienten. Die Aufnahmen des MRT korrelieren besser mit den intraoperativen Befunden (90%) als das CT (77%) [35].

1.3.6. AKTUELLE THERAPIEMÖGLICHKEITEN

1.3.6.1. KONSERVATIVE THERAPIE

Die konservative Therapie des Bandscheibenvorfalls ist bis auf wenige Ausnahmen (Kauda-Syndrom, Massenprolaps mit progredienten neurologischen Defiziten) immer der operativen Therapie vorzuziehen [72].

Es gibt eine Vielfalt von konservativen Therapieoptionen. Im Wesentlichen handelt es sich um eine Kombination aus physikalischer und medikamentöser Behandlung. Grundlage jeder konservativen Maßnahme ist die Entlastung der Lendenwirbelsäule. Dies geschieht durch Verordnung von Bettruhe (maximal 2-3 Tage) mit einer festen Unterlage und Stufenbettlagerung zur Kyphosierung der Lendenwirbelsäule. Anschließend sollte die Rückenmuskulatur durch Krankengymnastik gestärkt werden [6]. Liegen allerdings Zeichen einer Nervenwurzelkompression vor, ist von jeglicher Manipulation abzugehen, um keine Verschlimmerung des Befundes zu verursachen [72].

Eine erste Linderung der Beschwerden kann mit der pharmakologischen Behandlung erreicht werden. Die größte Rolle spielen dabei die oralen nichtsteroidalen Antirheumatika (NSAIDs). Der analgetische und antiphlogistische Effekt auf die reflektorisch verspannten Muskelgruppen kann zudem durch die Kombination mit muskelrelaxierenden Medikamenten verstärkt werden. Eine Meta-Analyse von mehreren klinischen Studien zu diesem Thema ergab den höchsten Nutzen der NSAIDs bei akut einsetzenden lumbalen Rückenschmerzen [6].

Eine invasive Methode ist die paravertebrale Injektion eines Lokalanaesthetikums zur Blockade des betroffenen Grenzstranges bzw. der Spinalnervenwurzel. In letzter Zeit ist man zu der Erkenntnis gekommen, dass bei einem Bandscheibenvorfall die inflammatorisch freigesetzten Substanzen ein signifikanter Faktor für die Schmerzentstehung und die Nervenwurzelirritation darstellen. Um den Entzündungsprozess zu hemmen, werden zunehmend epidural applizierte Cortikoid-Gaben empfohlen. In einer prospektiv randomisierten Studie konnte damit der Hälfte der Patienten, welche vorher 6 Wochen lang erfolglos mit konservativen Maßnahmen behandelt wurden, geholfen werden [13].

Wichtig zu erwähnen ist auch die physikalische Behandlung des Bandscheibenvorfalls.

Wärmeanwendungen, Unterwasserbewegungstherapien, Massagen und in zunehmendem Maße auch die Akupunktur können nicht nur den Schmerz lindern, sondern führen auch zu einer schnellen Wiederaufnahme der Arbeit [6].

Der Trend geht heute auch bei der Behandlung des Bandscheibenvorfalles in Richtung Prävention. Die Einrichtung rückengerechter Arbeitsplätze und das präventive Training der Rückenmuskulatur könnten zu einer erheblichen Entlastung des Gesundheitssystems führen.

1.3.6.2. OPERATIVE THERAPIE

Obwohl beim direkten Vergleich der konservativen mit den operativen Maßnahmen keine Methode definitive Vorteile gegenüber der anderen hat [6], sollte bei dem Vorliegen absoluter oder auch relativer Operationsindikationen in der Regel ein Eingriff vorgenommen werden. Bei Berücksichtigung der Behandlungsrichtlinien werden heute 2% bis 4% der Patienten mit einem BSV operiert [47].

Die offene partielle Abtragung des Bandscheibenvorfalles ist heute zum Behandlungsstandard geworden. Dabei wurden immer innovativere Techniken etabliert, um die Weichteilverletzung und Narbenbildung zu minimieren. Minimalinvasive Techniken sind heute durch den Einsatz des Mikroskopes zu sehr effektiven Methoden auf diesem Gebiet avanciert. Im Vergleich zur traditionellen offenen Diskektomie überwiegen signifikant der geringere postoperative Schmerz, die Kostenersparnis und der Arbeitsausfall [3, 7].

Heute existieren mehrere Verfahren zur minimal invasiven Operation.

Dies sind im Wesentlichen:

- die Chemonucleolyse nach SMITH [64],
- die perkutane manuelle Nucleotomie nach HIJIKATA [31],
- die Mikrodiskektomie nach YASARGIL [75] und CASPAR [15],
- die automatisierte perkutane lumbale Diskektomie (APLD) nach ONIK [52],
- die Laser-Diskektomie nach ASCHER und CHOY [18],
- die endoskopische Diskektomie nach SCHREIBER und SUEZAWA [62],
- die mikroendoskopische Diskektomie (MED) nach SMITH und FOLEY [66],

Nach MAROON [45] ist heute die Mikrodiskektomie im Vergleich zu allen anderen Methoden die Technik der Wahl.

Wie schon einleitend erwähnt, führten in Deutschland die vielen Nebenwirkungen von Chymopapain durch falsche Applikation und anaphylaktische Reaktionen zur Einstellung der Chemonucleolyse. Auch für die anderen Verfahren ist die Indikation meist enger zu stellen. So kann die Laser-Diskektomie nicht bei sequestrierten Vorfällen eingesetzt werden. Keine der perkutanen Techniken ist geeignet, um bei foraminale Stenosen, bei einem hypertrophen Ligamentum flavum oder bei Osteophyten eingesetzt zu werden.

Eine ebenbürtige Operationsmethode sieht MAROON daher allein im Einsatz der mikroendoskopischen Diskektomie (MED).

Dieses Verfahren bietet:

- einen 18mm kleinen Hautschnitt,
- einen schonenden Zugang durch Muskelbougie,
- einen geringeren postoperativen Schmerz,
- frühere Krankenhausentlassung,
- schnellere Rückkehr zur Arbeit

Trotz der vielen parallel existierenden Techniken ist heute die subperiostale Mikrodiskektomie weiterhin der Gold-Standard in der operativen Versorgung des lumbalen Bandscheibenvorfalles. Weitere Verfeinerungen dieser Methode konnten die Nebenwirkungen (Verletzung von Nerven, epidurale Fibrosierungen, Traumatisierung der Cauda equina und Gefäßverletzungen) bisher nur gering minimieren [45].

1.4. FRAGESTELLUNG UND ZIELSETZUNG

Auf dem Gebiet der lumbalen Bandscheibenoperationen ist durch die Entwicklung von mikroinvasiven Techniken ein Niveau erreicht worden, bei dem weitere Fortschritte nur noch in kleinen Maßeinheiten gemessen werden können. Trotzdem muss es auch zukünftig das Ziel einer Operationstechnik sein, das gesetzte Ziel mit dem geringstmöglichen Gewebetrauma zu erreichen.

Diese Arbeit vergleicht eine miniaturisierte Operationstechnik zur Behandlung des BSV mit der Standard-Mikrodiskektomie. Die „Mikrodisk-XS-Technik“ (XS für extra small), im Folgenden kurz XS-Technik genannt, wurde 2002 in der Klinik für Neurochirurgie des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf entwickelt.

Die vorliegende Arbeit soll folgende Fragen beantworten:

1. Ist die XS-Technik genauso effektiv wie die konventionelle Mikrodiskektomie (CASPAR-Technik)?
2. Beinhaltet die geänderte Zugangstechnik einen Vorteil für die Patienten?

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1. STUDIENDESIGN

Die beiden Zugangstechniken wurden in einer klinischen prospektiven Studie verglichen.

Einschlusskriterium: Diagnose eines operationsbedürftigen lumbalen BSV.

Ausschlusskriterien: Jene, die grundsätzlich gegen eine operative Behandlung des BSV gesprochen hätten, aber unabhängig von der geplanten Zugangstechnik.

Die Wahl des operativen Zugangs wurde zu Beginn der Studie von der Verfügbarkeit des XS-Retraktors beeinflusst, da der Prototyp nicht immer erhältlich war. Außerdem konnten anfänglich nicht 2 Patienten hintereinander mit der XS-Technik operiert werden, da zuerst eine Sterilisierung des Op-Siebs mit dem nur einmal vorhandenen XS-Retraktor erfolgen musste.

Um einen möglichen systematischen Fehler zu vermeiden, der durch die Auswirkung einer „Lernkurve“ bei Anwendung der neuen Technik durch alle in Frage kommenden Operateure zustande kommen könnte, wurde sie im Rahmen der Studie nur von zwei Operateuren angewendet. Außerdem wurden die privat versicherten Patienten aufgrund des Behandlungsvertrages immer von demselben der beiden Operateure operiert. Somit ergab sich eine Operateur bedingte randomisierte Verteilung der Patienten. Die Patienten wurden bewusst nicht über die Zugangstechnik informiert. Die Aufklärung über die Risiken des Eingriffs war von der Zugangstechnik unabhängig. Das Wissen um die Anwendung einer neuen Technik hätte ansonsten die postoperativen Angaben der Patienten beeinflussen können.

Zwischen Juli 2003 und März 2005 wurden alle Patienten mit der Diagnose eines lumbalen BSV gebeten, während ihres Krankenhausaufenthaltes einen Fragebogen (siehe Anhang) zu ihrem Befinden auszufüllen.

2.2. PATIENTENKOLLEKTIV

141 Patienten (83 Männer und 58 Frauen), stellten das ursprüngliche Patientenkollektiv dar (Abb. 4). Bei 16 Patienten stellte sich intraoperativ ein anderer Befund dar. Zum Ausschluss führten Diagnosen wie Radikulopathien ohne Prolaps, Spinalkanalstenosen, Lymphome, Implantationen einer Bandscheibenprothese.

125 Patienten (76 Männer und 49 Frauen) wurden ausgewertet. Der Anteil männlicher Patienten lag damit bei 61%.

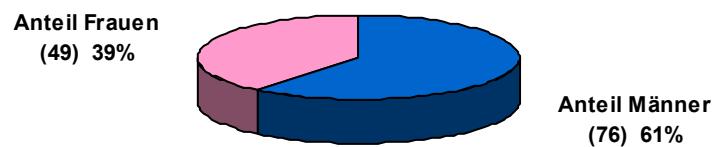


Abb. 4 Geschlechterverteilung

Das Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt betrug 51 Jahre (Abb. 5). Der jüngste Patient des Gesamtkollektivs war bei seiner Operation 20 Jahre alt, der Älteste 79 Jahre.

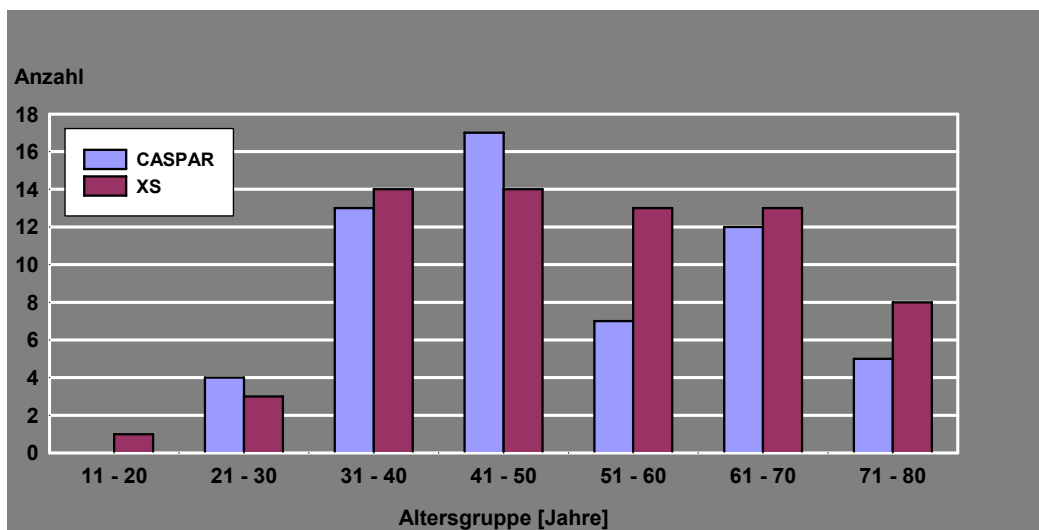


Abb. 5 Alter zum Operationszeitpunkt

Bei den operierten Etagen (Abb. 6) dominierte der lumbosakrale Übergang (LWK5/SWK1). Insgesamt wurde diese Lokalisation bei 42,4% der Patienten aus der CASPAR-Gruppe und bei 50% der Patienten aus der XS-Gruppe diagnostiziert. Am zweit häufigsten ereignete sich der Vorfall in der nächst höheren Etage (LWK4/LWK5). Dies war bei 42,4% der Patienten aus der CASPAR-Gruppe und bei 36,4% aus der XS-Gruppe der Fall.

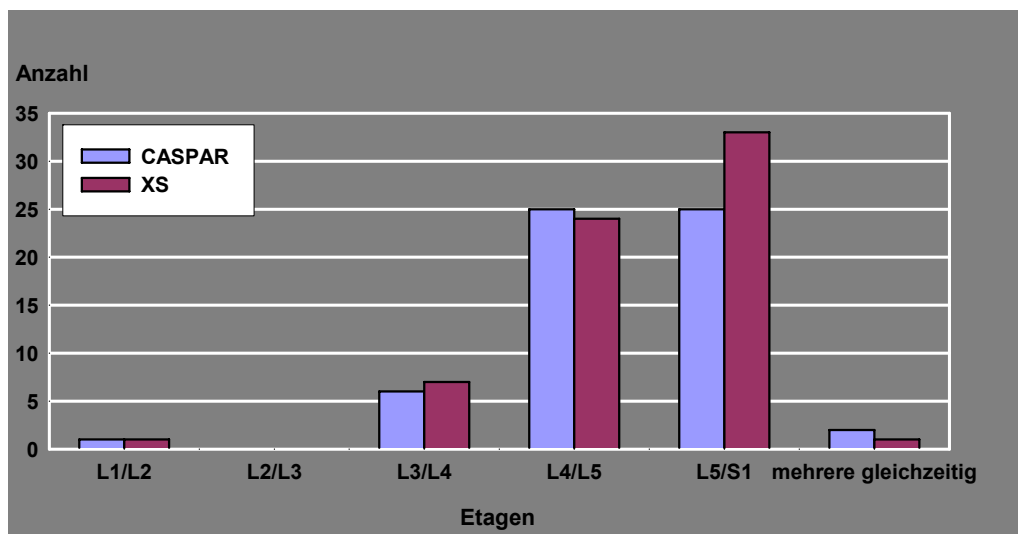


Abb. 6 Operierte Etagen

2.2.1. CASPAR-GRUPPE

Insgesamt 59 Patienten wurden über den subperiostalen Standardzugang operiert. Die CASPAR-Gruppe bestand aus 23 Frauen und 36 Männern (Abb. 7).

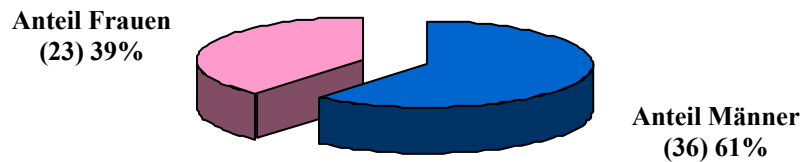


Abb. 7 Geschlechterverteilung CASPAR-Gruppe

Das Durchschnittsalter betrug bei diesen 59 Patienten 50 Jahre. Der jüngste Patient war 24 Jahre und der älteste 78 Jahre alt.

2.2.2. XS-GRUPPE

In dieser Gruppe befanden sich 66 Patienten. Die 26 weiblichen und 40 männlichen Patienten (Abb. 8) hatten ein Durchschnittsalter von 52 Jahren. Der jüngste Patient war 20 Jahre alt, der Älteste 79 Jahre.

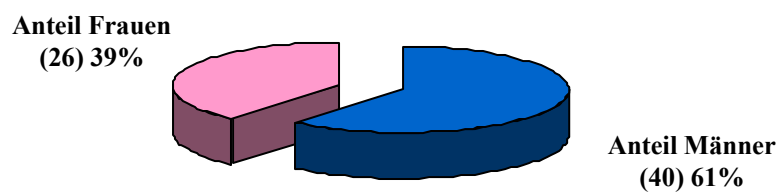


Abb. 8 Geschlechterverteilung XS-Gruppe

2.3. OPERATIONSTECHNIKEN

2.3.1. ANATOMISCHE GRUNDLAGEN

Bei der mikrochirurgischen Bandscheibenoperation ist eine gute Orientierung im Situs wichtig. Nach einer von KRÄMER 1995 vorgeschlagenen Systematik wird zur prä- und intraoperativen Prolapslokalisation eine diskusbezogene Einteilung verwendet [38]. Dazu wird der Komplex aus zwei benachbarten Wirbelkörpern und die dazwischen liegende Bandscheibe als ein Bewegungssegment benannt [33]. Die Ebenen der Frontalan- sicht werden durch den Ober- bzw. den Unterrand der Bandscheibe und die Unterränder der Pedikel begrenzt (Abb. 10).

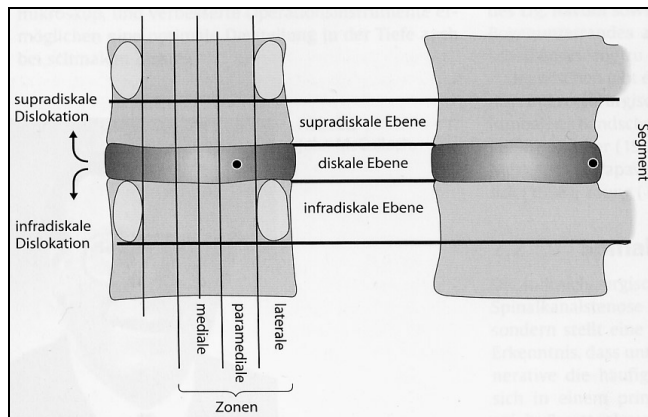


Abb. 10:
Einteilung des Bewegungssegmentes

*nach KRÄMER, R. [39]

Als diskale Ebene ist der Bereich zwischen Deck- bzw. Bodenplatte zweier benachbar- ter Wirbel definiert. Über der diskalen Ebene schließt sich bis zum Unterrand der höher gelegenen Pedikel der supradiskale Raum an. In kaudaler Richtung bis zum Unterrand spricht man vom infradiskalen Raum.

Die Einteilung der Frontalebene von medial nach lateral wird in 3 Zonen vorgenommen. Der Raum zwischen den Pedikel eines Wirbels wird dazu gedrittelt. Das mittlere Drittel, also die mediale Zone wird zudem noch in 2 Hälften geteilt. Weiter lateral schließt sich bis zum Rand des Pedikels die paramediale Zone an. Dies ist die Zone, in der die meis- ten Bandscheibenvorfälle anzutreffen sind [39]. Lateral der medialen Pedikelbegren- zung liegt die laterale Zone. Die laterale Zone der infradiskalen Ebene entspricht dem unteren Pedikel des Bewegungssegmentes und die laterale Zone der diskalen und supra- diskalen Ebene dem Foramen intervertebrale.

2.3.2. DIE MIKROCHIRURGISCHE BANDSCHEIBENOPERATION

2.3.2.1. INSTRUMENTE

In der Wirbelsäulenchirurgie kommen folgende allgemein chirurgisch Verwendung findende Weichteilinstrumente zum Einsatz:

- Skalpelle,
- Pinzetten,
- Scheren,
- Raspatorien und
- Langenbeck'scher Wundhaken.

Instrumente für einen mikrochirurgischen Eingriff durch ein Spekulum müssen folgende Charakteristika erfüllen:

- langschäftig,
- geringer Durchmesser,
- bajonettförmig,
- nicht spiegelnd und
- bruchfest.

2.3.2.2. RETRAKTOREN-SYSTEME

Beim konventionellen subperiostalen Zugang wird das CASPAR-Spekulum verwendet (Abb. 11).

Je nach Situstiefe besteht die Wahl zwischen 7 Längen:

45mm, 50mm, 55mm, 60mm, 65mm, 75mm und 85mm.

Die Valven sind gefenstert, um ein Verrutschen während der Operation zu vermeiden. Nach dem Einsetzen wird das Spekulum mittels einer Spreizschraube in der Tiefe etwas weiter als am Wundeingang geöffnet (Abb. 12). Dadurch entsteht ein trichterförmiger Arbeitsraum und der Druck auf die Haut ist geringer ausgeprägt [39]. Bei größerem Situs ist es erforderlich, einen Gegenspreizer einzusetzen, um ein Vorwölben der paravertebralen Muskulatur in den Operationssitus zu vermeiden (Abb. 13).

Abb. 11:
CASPAR-Retraktor mit Ge-
genspreizer

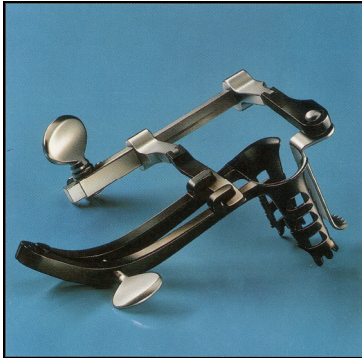


Abb. 12:
CASPAR-Retraktor
Röntgen - Darstellung

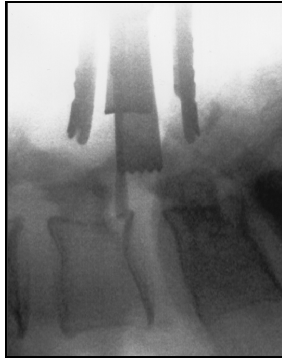
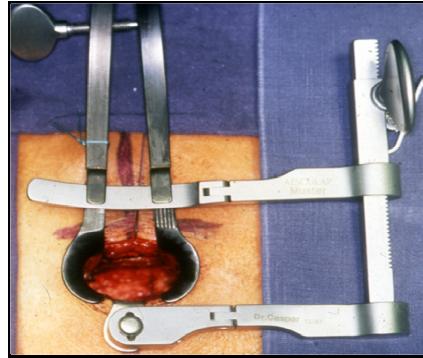


Abb. 13:
CASPAR-Retraktor und Gegensprei-
zer in situ



Röhrchen-Spekulum (Tubular retractor)

Beim transmuskulären Zugang wird ein Tubus artiger Retraktor, auch Röhrchen-Spekulum oder XS(extra small)-Retraktor, verwendet (Abb. 14-16). Auch das Röhrchen-Spekulum ist in unterschiedlichen Längen verfügbar:

45mm–55mm, 65mm und 80mm.

Der Durchmesser beträgt 15mm und 18mm.

Die zwei Halbschalen spreizen sich in der Tiefe auseinander (Abb. 15). So weist das engere Röhrchen-Spekulum bei 15mm Durchmesser an der Oberfläche einen Durchmesser von 24mm in der Tiefe auf.

Abb. 14:
XS-Retraktor (geschlossen)



Abb. 15:
XS-Retraktor (gespreizt)
Röntgen - Darstellung

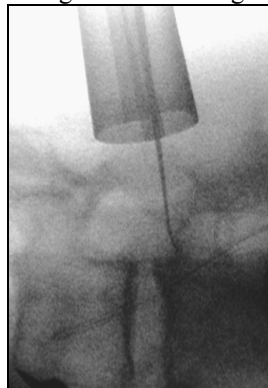
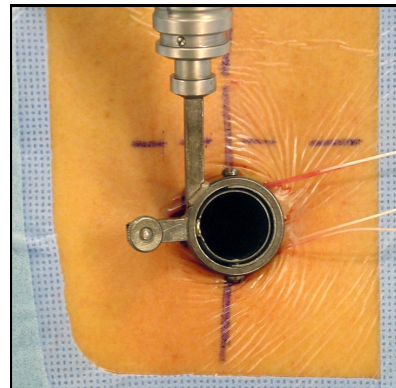


Abb. 16:
XS-Retraktor in situ



Um das Verrutschen des Röhren-Spekulums zu verhindern, wird es mit einem flexiblen Haltearm am Operationstisch befestigt. Der Haltearm kann durch ein Rad arretiert werden (Abb. 17,18).

Abb. 17:
Haltearm für den XS-Retraktor

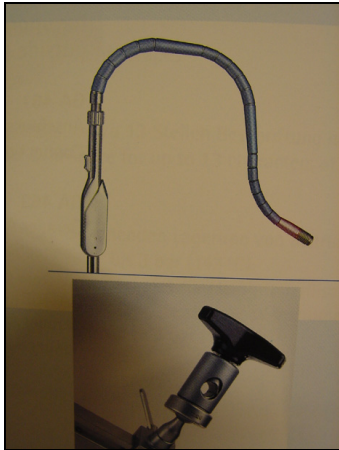
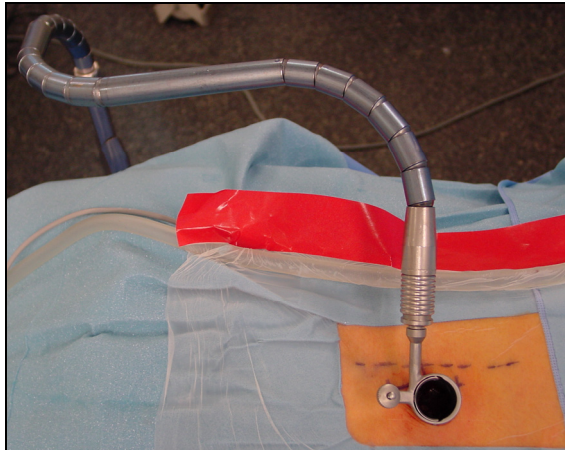


Abb 18:
Haltearm und XS-Retraktor



2.3.2.3. DIE LUMBALE BANDSCHEIBEN-OPERATION

Lagerung

Der subperiostalen Standardzugang und der minimal-invasive transmuskuläre Zugang erfolgen in identischer Lagerung des Patienten.

Die Bauchlage auf der „Wilson-Bank“ (Abb. 19) komprimiert nicht das Abdomen des Patienten, da die Bank in der Mitte eine Aussparung für den frei hängenden Bauch besitzt (Abb. 20). Durch diese Art der Lagerung ist ein ausreichender venöser Abfluss der epiduralen Gefäße gewährleistet [29] und eine erhöhte Blutungsgefahr durch gestaute Epiduralvenen wird vermieden. Durch Hochkurbeln der Bank, wird ihr Krümmungsradius verändert. Die LWS-Lordose kann dadurch abgeflacht werden, um das interlaminäre Fenster zu erweitern. Hüft- und Kniebeugung können variiert werden, um das Rückenprofil parallel zur Horizontalebene einzustellen.

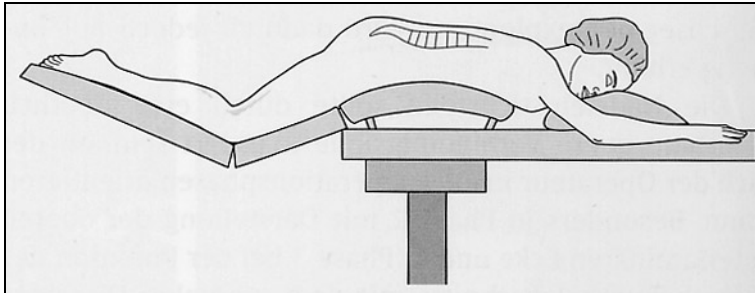


Abb. 19:
Lagerung des Patienten auf
der Wilson-Bank

* nach KRÄMER, R. [39]

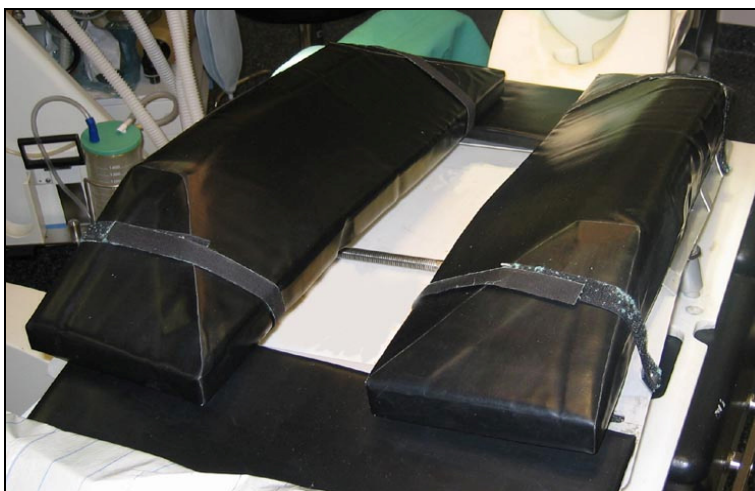


Abb. 20:
Wilson-Bank mit Abdomen-
Ausparung

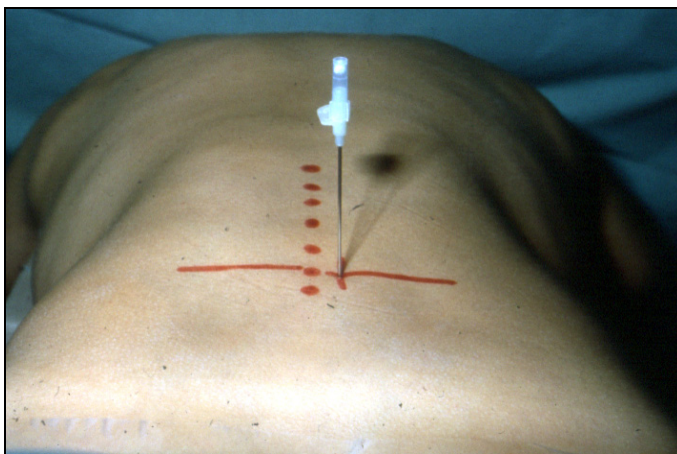
Identifikation des zu operierenden Bandscheibenfaches

Weil eine Identifizierung des Zwischenwirbelsegmentes allein durch die Palpation anatomischer Orientierungspunkte mit einer zu hohen Fehlerquote behaftet ist [39], ist die eindeutige Markierung des zu operierenden Bandscheibenfaches mit Hilfe einer Nadel unter Durchleuchtung erforderlich (Abb. 21). In der Neurochirurgischen Klinik am UK Eppendorf erfolgte die Höhenlokalisation mit dem Bildwandler durch den Operateur bei bereits gelagerten Patienten.

Die Kanüle wird etwa 2-3cm kontralateral zur Operationsseite eingestochen, so dass die Spitze auf die Zwischenwirbelräume zeigt. Gelegentlich ist eine Korrektur der Kanülenlage erforderlich. Die Einstichstelle wird durch eine horizontale Linie markiert, an der sich der Operateur zu jedem Zeitpunkt des Eingriffs orientieren kann.

Abb. 21:

Eingeführte Kanüle zur röntgenologischen Lokalisation des zu operierenden Bandscheibenfaches



Der konventionelle subperiostale Zugang für den lumbalen Bandscheibenvorfall

Der Zugang zum Spinalkanal erfolgt je nach Lage des Bandscheibenvorfalls inter- oder translaminär. Von der Hautinzision bis zur Dekompression der Nervenwurzel kann man 4 Abschnitte unterscheiden:

Abschnitt 1: Hautschnitt und Subkutane Präparation

Der etwa 3 bis 4cm lange Hautschnitt erfolgt ca. 1cm lateral der Mittellinie [41]. Die auftretenden Blutungen werden mit der Koagulationspinzette gestillt, um eine freie Sicht in den engen Operationssitus zu gewährleisten.

Nach Inzision der obersten Schicht des subkutanen Fettgewebes werden die Wundränder mit dem Langenbeck'schen Wundhaken lateralisiert. Die nun gut sichtbare Lamina superficialis der Fascia thoracolumbalis halbmondförmig inzidiert und mittels mehrerer Haltenähte nach medial gezogen.

Abschnitt 2: Muskulatur

Die Ansätze der Mm. multifidii und der mediale Anteil des M. erector spinae, werden mit einem Raspatorium teils scharf, teils stumpf „subperiostal“ von den Dornfortsätzen und den angrenzenden Halbbögen abpräpariert. Mit einem Langenbeck-Haken wird das abgelöste Muskelgewebe nach lateral bis zum medialen Anteil des Zwischenwirbelgelenkes retrahiert.

An diesem Punkt der Operation wird das CASPAR-Spekulum eingesetzt [15]. Es soll entlang des Langenbecks-Hakens bis auf die Halbbögen eingeführt werden. Das CASPAR-Spekulum wird nun mit seinen Branchen 90° zur Assistentenseite hin rotiert und aufgespreizt [39]. Um die Sicht für das Operationsteam weiter zu optimieren, wird eine laterale Gegenvalve eingesetzt [16].

Abschnitt 3: Lig. flavum und Knochen

Das Mikroskop wird über den Situs geschwenkt [55]. Zur ausreichenden Darstellung des Lig. flavum kann die Resektion des unteren Randes des kranialen Halbbogens erforderlich sein. Für die Abtragung von Knochen kann man Kerrison-Stanzen oder eine Knochenfräse verwenden. Biomechanische Untersuchungen haben gezeigt, dass durch

die Entfernung der hinteren Wirbelbogenanteile die Belastbarkeit der lumbalen Bewegungssegmente nicht beeinträchtigt wird, solange die Zwischenwirbelgelenke intakt bleiben [37]. Nach Darstellung des Lig. flavum erfolgt eine laterale Flavektomie. Lig. flavum und Knochen werden soweit nach lateral reseziert, bis der laterale Rand des Duralsackes bzw. der Wurzel sicher auszumachen sind.

Abschnitt 4: Präparation im Epiduralraum

Um den Bandscheibenprolaps im Epiduralraum darzustellen, wird der Duralsack-Wurzel-Komplex mit Dissektoren präpariert. Dieser Vorgang muss mit absoluter Sorgfalt durchgeführt werden, um eine Verletzung von Dura und Wurzel zu vermeiden. Falls es zu Blutungen aus dem epiduralen Venengeflecht kommt, sollten diese zunächst nur abgesaugt werden.

Wenn der Duralsack und/oder die Nervenwurzel sicher medialisiert sind, wird sequestriertes Bandscheibengewebe mit der Faszange entfernt. Ein gedeckter Prolaps kann entfernt werden, indem das hintere Längsband mit dem Dissektor stumpf durchstoßen wird. Um bei der Entfernung von Bandscheibengewebe aus dem Zwischenwirbelraum eine Verletzung des ventralen Anulus fibrosus zu verhindern sollte die Faszange nicht weiter als 1 Maullänge tief eingeführt werden. Die Menge des entfernten Bandscheibenmaterials wird mit dem Befund im MRT oder CT verglichen.

Nach Entfernung des CASPAR-Spekulums wird der Situs nach Blutungen im Muskel und Unterhautfettgewebe überprüft. Nach Faszien- und Subkutannähten können die Wundränder intrakutan genäht werden, da sie keiner Spannung ausgesetzt sind [39].

Die transmuskuläre Zugangstechnik

Die Lagerung des Patienten und die Höhenlokalisation der zu operierenden Bandscheibe unter Bildwandlerkontrolle unterscheiden sich nicht von dem konventionellen Eingriff (siehe oben). Die Operation gliedert sich ebenfalls in 4 Abschnitte:

Abschnitt 1: Hautschnitt und Subkutane Präparation

Aufgrund des miniaturisierten Operationssitus wird das Mikroskop zu Beginn des Eingriffs über das Operationsfeld geschwenkt. Der Hautschnitt wird im Unterschied zum konventionellen Zugang ca. 2cm lateral der Dornfortsätze gesetzt und misst nicht mehr als 17mm, wenn das XS-Spekulum mit 15mm Durchmesser verwendet wird. Die Faszie wird geradlinig in Längsrichtung inzidiert und beide Ränder werden mit einem Haltefaden auseinander gezogen, um die paraspinale Muskulatur frei zulegen.

Abschnitt 2: Muskulatur

Um den Zugang durch die Mm. multifidi zu schaffen, bougiert der Operateur mit seinen Zeigefinger stumpf in die Tiefe bis zum Übergang von Halbbogen zum medialen Gelenkkomplex. Dieser Spalt wird nun durch zwei nur 6mm breite (konventionelle messen 20mm) Langenbeck-Haken aufgehalten. Die Tiefe des Zugangs wird gemessen und ein entsprechend langes XS-Spekulum wird eingeführt. Es folgt die Fixierung am Haltearm, der wiederum seitlich am Operationstisch befestigt ist. Die Stellung des XS-Spekulums wird röntgenologisch überprüft und eventuell korrigiert. Durch Lösen der Arretierschraube des Haltearms, kann das XS-Spekulum durch einfaches Schwenken mehr cranial oder caudal ausgerichtet werden. Ist die endgültige Position eingestellt, wird das XS-Spekulum geöffnet. Die divergierenden Valven gewährleisten in der Tiefe einen Einblick, der absolut ausreichend für die Fortsetzung des Eingriffs ist. Das Mikroskop wird koaxial zum XS-Spekulum eingestellt, so dass sowohl Operateur als auch Assistent eine optimale Sicht haben.

Abschnitte 3 und 4:

Sie entsprechen denen des subperiostalen Zuganges. Aufgrund des miniaturisierten Zuganges zum Epiduralraum werden Bajonett-förmige Instrumente und eine Knochenfräse mit besonders schlankem Handgriff benutzt, um nicht den Einblick durch das Spekulum zu verlegen. Nach Entfernung des Bandscheibenvorfalles und sorgfältiger Blutstillung wird das XS-Spekulum in seine Zylinder-förmige Ausgangsform gebracht und vorsichtig entfernt. Der Wundverschluss erfolgt wie bereits oben beschrieben.

2.4. PATIENTEN-FRAGEBÖGEN

Die Daten der Studie wurden zwischen Juli 2003 und März 2005 gesammelt. Es wurde eine wöchentliche Liste der Patienten erstellt, die mit der Diagnose „Lumbaler Bandscheibenvorfall“ in der Klinik für Neurochirurgie stationär aufgenommen wurden. Mit Hilfe des Operationsplanes wurden folgende Daten registriert:

- Personalien des Patienten
- Aufnahmediagnose und Aufnahmedatum
- Op-Datum und später das Entlassungsdatum
- Operationsteam

Den Patienten wurde am Tag vor der Operation ein Fragebogen (siehe Anhang) ausgehändigt. Eine geringe Anzahl von Patienten erhielt den Fragebogen erst am 2. oder 3. postoperativen Tag, wenn die Krankenhauseinweisung am Wochenende erfolgte.

Der Fragebogen bestand aus 3 Teilen:

Die erste Seite beinhaltete die Erklärung der Studie und eine kurze Anleitung zum Beantworten der Fragen. Im zweiten Teil erfolgte die Selbsteingruppierung der Patienten bezüglich der Schmerzintensität ihrer Lumboischialgie anhand der Visuell Analogen Schmerzskala (VAS). Der letzte Teil fragte Beeinträchtigungen der Aktivitäten des täglichen Lebens mit Hilfe des „Oswestry Disability Index (ODI) ab.

2.4.1. SCHMERZ-SKALA NACH VAS

Um das postoperative mit dem präoperativen Befinden eines Patienten vergleichen zu können, ist es sinnvoll die jeweilige Schmerzwahrnehmung zu quantifizieren. Obwohl es noch kein Übereinkommen zur Messung des Schmerzes nach bzw. vor einer Bandscheibenoperation gibt [76], ist die Visual Analogue Scale (VAS) das mit Abstand am häufigsten verwendete Instrument [14, 32, 68]. Der niedrigste Wert ist 0 und entspricht der Aussage „kein Schmerz“. Der höchste Wert der Skala ist 10 und beschreibt einen „unerträglichen“ Schmerz.

Nach HUSKISSON [32] ist die VAS sogar das feinfühligste Messinstrument.

Da die reine VAS-Messung eine etwa 7-11% höhere Fehlerquote als numerische Skalen aufweist [76], haben die Verfasser des Fragebogens für diese Studie eine leicht modifizierte Version der VAS verwendet.

Um die Intensität der Schmerzen genau zu messen, setzte sich die Schmerzskala aus einer kombinierten visuellen und numerischen Skala zusammen. Durch getrennte Aufzeichnung der Schmerzintensität in Bein und Rücken am Tag vor der Operation und an jedem postoperativen Tag bis zur Entlassung (max. 6 Tage), konnte der Parameter Schmerz sorgfältig erhoben werden.

Da das klinische Ergebnis von lumbalen BS-OPs anhand der ermittelten VAS-Werte in den veröffentlichten Studien der letzten Jahre nach ganz unterschiedlichen Kriterien zusammengefasst wird, ist ein direkter Vergleich der Daten schwierig [17]. Zur Vereinfachung und besseren Vergleichbarkeit, wird in Anlehnung an die Outcome-Studie von ASCH [5], nach „Erfolg“ (VAS bei Entlassung 0-4) und „Scheitern“ (VAS bei Entlassung aus dem Krankenhaus 5-10) gruppiert. Weiterhin wurden die arithmetischen Mittelwerte für jeden postoperativen Tag gebildet.

2.4.2. OSWESTRY-BEEINTRÄCHTIGUNGS-SKALA (ODI VERSION 2.0)

Da sich das Schmerzempfinden und die dadurch bedingten Beeinträchtigungen des täglichen Lebens in ihrer klinischen Definition unterscheiden, ist es essentiell, zwei unterschiedliche Messmethoden zu verwenden [70].

Die verbreitetste Methode um die Beeinträchtigung des täglichen Lebens zu ermitteln, ist die „Oswestry Disability Scale“ (ODI) nach FAIRBANK [25]. In vielen Übersichtsarbeiten [9, 21] wird explizit die Anwendung des ODI für die Evaluation des Kreuzschmerzes empfohlen.

Da dem Verfasser bei Studienbeginn noch keine allgemeingültige Version der Oswestry-Beeinträchtigungs-Skala in deutscher Sprache vorgelegen hat, orientierten wir uns bei der Erstellung des Fragebogens an dem ODI in der Version 2.0. Diese Version entstammt der Originalversion 1.0 [25] und wurde in mehreren Punkten von der Medical Research Council Group aus England modifiziert [24]. FAIRBANK selbst empfiehlt jedoch die Verwendung der modifizierten Version.

Die in dieser Studie verwendete Oswestry-Beeinträchtigungs-Skala besteht aus 7 Abschnitten:

- Abschnitt 1 – Intensität der Schmerzen
- Abschnitt 2 – Körperliche Pflege (Waschen, Ankleiden usw.)
- Abschnitt 3 – Heben
- Abschnitt 4 – Gehen
- Abschnitt 5 – Sitzen
- Abschnitt 6 – Stehen
- Abschnitt 7 – Schlafen

Verglichen mit der ODI-Version 2.0 fehlen dieser Version 3 Abschnitte. Der Abschnitt 8 – Sexualleben - wurde ausgelassen, da es einige Patienten aus ethischen oder religiösen Gründen ablehnen, diese Fragen zu beantworten.

Ebenfalls entfielen die Fragen zum Sozialleben und zu den Reisegewohnheiten, da der Fragenkatalog während des Krankenhausaufenthaltes abgefragt wurde.

In jedem Abschnitt konnten jeweils eine von sechs Antwortmöglichkeiten markiert werden. Der ODI-Fragebogen wurde am Tag vor der Operation und am Entlassungstag ausgefüllt.

Zur Auswertung der ODI-Fragebögen wurde die Standard-Methode nach FAIRBANK [24] verwendet:

In jedem der 7 Abschnitte beträgt der Höchstpunktwert 5. Wenn die erste Aussage markiert wird, werden 0 Punkte vergeben; wenn die sechste Aussage markiert wird, werden 5 Punkte vergeben. Falls mehr als eine Aussage angekreuzt wird, wird nur die mit dem höchsten Punktwert gewertet. So ergibt sich nach Addieren der Einzelpunkte aus den 7 Abschnitten als maximale Gesamtpunktzahl ein Wert von 35. Die Gesamtpunktzahl des Patienten wird durch die maximale Gesamtpunktzahl dividiert und das Ergebnis mit 100 multipliziert. Als Ergebnis (= ODI-Score) erhält man eine Prozentzahl, die ausdrückt wie viel die individuelle Beeinträchtigung des Patienten von der maximalen Beeinträchtigung (100%) beträgt. Wird in einem oder mehreren Abschnitten keine Aussage markiert, werden pro nichtmarkiertem Abschnitt 5 Punkte von der maximalen Gesamtpunktzahl subtrahiert.

2.4.3. POSTOPERATIVER ANALGETIKAVERBRAUCH

Da unterschiedliche Analgetika nach spinalen Eingriffen verabreicht werden, war es für die Durchführung dieser Studie sinnvoll, die medikamentöse Schmerztherapie zu vereinheitlichen. Der Analgetikaverbrauch wurde nach dem „WHO-Stufenschema“ (Abb. 9) ausgewertet:

Das WHO-Stufenchema unterscheidet 4 Therapie-Stufen je nach Intensität, Qualität und Lokalisation der Schmerzen. Die nächst höhere Stufe ist immer dann indiziert, wenn die Medikation der aktuellen Stufe die erwünschte Wirkung nicht mehr erzielt. Die 4. Stufe spielt bei der Wahl der Medikamente in dieser Studie keine Rolle, da sie lediglich invasive und nichtinvasive Maßnahmen des alten Stufenplanes zusammenfasst.

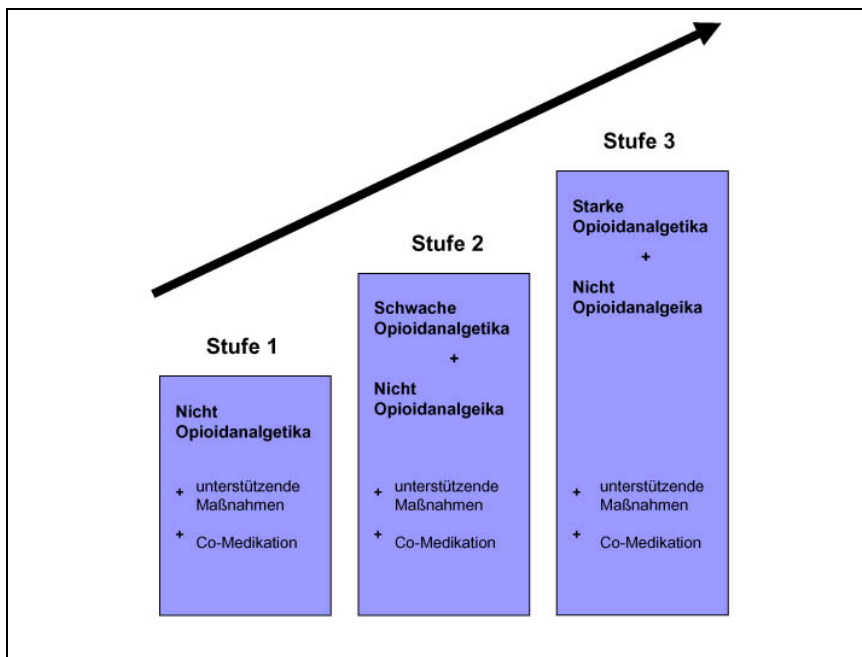


Abb. 9:
WHO-
Stufentherapie

Stufe 1:

Zur Analgesie bei mäßigen Schmerzen stehen Nichtopioid-Analgetika zur Verfügung.

Folgende Medikamente kamen dabei zur Anwendung:

- Diclofenac (Voltaren) / Diclofenac ret.
- Paracetamol (ben-u-ron)
- Ibuprofen (Dolormin)
- Metamizol (Novalminsulfon)
- Piroxicam (Felden)
- Meloxicam (Mobec)
- Rofecoxib (Vioxx)

Stufe 2:

Die Stufe 2 beinhaltet eine Kombination von schwachen, niedrigpotenten Opioidanalgetika mit den Nicht-Opioidanalgetika der Stufe 1:

- Tramadol (Tramal) / Tramadol ret.
- Tilidin (Valoron)

Stufe 3:

Ist mit der Kombination eines Nicht-Opioids aus Stufe 1 plus eines schwach wirksamen Opioids der Stufe 2 keine zufrieden stellende Wirkung zu erzielen, wird in der dritten Stufe das schwachwirksame gegen ein starkwirksames Opioid ausgetauscht:

- Morphin (MST retard) ret.
- Nalbuphin (Nubain)
- Buprenorphin (Temgesic)
- Piritramid (Dipidolor)

* Als Co-Medikation wurde zusätzlich zu der Medikation der Stufe 1 bis 3 Tetrazepam (Musaril) und Diazepam (Valium) gegeben.

Zur Auswertung des individuellen Analgetika-Verbrauchs wurde ein Gesamtpunktwert für jeden Patienten gebildet. Die einzelnen Punkte wurden wie folgt vergeben:

Die Medikamente der Stufe 1, sowie die Co-Medikamente, wurden mit einem Punkt pro Tag gewertet. Medikamente der Stufe 2 nach WHO-Stufenchema wurden mit 2 Punkten und die der Stufe 3 mit 3 Punkten gewertet.

Beispielrechnung: Insgesamt 5 Punkte wurden vergeben, wenn der Patient 1 Tag lang ein Medikament der Stufe 2 und 3 Tage lang ein Medikament der Stufe 1 erhalten hatte. Weiterhin wurden Extrapunkte vergeben, wenn zusätzlich zur Dauermedikation ein Medikament als Bedarfsmedikation verabreicht wurde. Dabei wurden pro WHO-Stufe jeweils 1/3 Punkt pro Extraabforderung vergeben; das heißt bei der Extraabforderung eines Medikaments der Stufe 1, sowie eines Co-Medikaments, wurden 1/3 Punkt vergeben, bei Stufe 2 2/3 und bei Stufe 3 1 Punkt vergeben.

Zum Zeitpunkt der Entlassung des Patienten wurden die Punktwerte der Dauermedikation mit den Punktwerten der Bedarfsmedikation addiert und so ein Gesamtpunktwert gebildet.

2.5. STATISTISCHE ANALYSE

Die Auswertung der Daten erfolgte auf einem IBM-kompatiblen Rechner unter dem Betriebssystem Windows XP®. Die Errechnungen der Gesamtwerte in den unterschiedlichen Gruppen erfolgten mit dem Programm Microsoft Office Excel 2003. Aus diesen Werten wurden dann die arithmetischen Mittelwerte und die Median-Werte ermittelt. Um diese Werte zwischen der CASPAR-Gruppe und der XS-Gruppe zu vergleichen, wurden graphische Darstellungen und eine statistische Analyse mit den Programmen SigmaPlot® 2002 Version 8.0 bzw. SigmaStat® Version 2.03 (Firma SPSS, Chicago, USA) erstellt.

Statistisch signifikante Korrelationen wurden mit dem Student-T-Test geprüft. Bei einem $p < 0,05$ wurde von einem statistisch signifikanten Unterschied ausgegangen.

3. ERGEBNISSE

3.1. SCHMERZ-SKALA (VAS)

159 Patienten mit einem Bandscheibenvorfall machten Angaben zur Intensität ihrer Bein- bzw. Rückenschmerzen, indem sie auf der VAS-Skala für jeden Tag ihres Krankenhausaufenthaltes jeweils eine Aussage markierten. Die Skalen von 59 Patienten der CASPAR-Gruppe und 66 Patienten der XS-Gruppe ließen sich auswerten.

Bedingt durch die unterschiedliche Dauer des stationären Aufenthaltes bzw. aufgrund von Fehlern bei der VAS-Markierung wurden nicht immer 6 postoperative Tage mit einer VAS-Aussage versehen. Die Mehrzahl der Patienten der CASPAR-Gruppe (n = 30) markierten alle 6 postoperativen VAS-Werte. Viele Patienten der XS-Gruppe (n = 19) füllten nur die ersten 4 postoperativen VAS-Werte aus. Das Nachuntersuchungsintervall lag hierzu passend im Median in der CASPAR-Gruppe bei 6 Tagen und in der XS-Gruppe bei 4 Tagen. Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,05$).

Wie viele postoperative Tage in der jeweiligen Gruppe zur Schmerzregistrierung genutzt wurden, geht aus Tab. 2 hervor:

Anzahl der postoperativen Tage mit VAS-Angabe	Anzahl der CASPAR-Patienten	Anzahl der XS-Patienten
0	1	0
1	0	1
2	0	2
3	4	12
4	14	19*
5	10	11
6	30*	11
Summe	59	66

Tab. 2.: Anzahl der ausgefüllten VAS-Aussagen postOp – Die jeweils höchste Anzahl der Patienten ist mit * markiert.

3.1.1. VAS-ANALYSE BEZÜGLICH DER RADIKULÄREN SCHMERZEN

Um zu beurteilen, ob die Patienten dieser Studie von der Operation profitieren konnten, wurde jeweils der letzte VAS-Wert des Aufenthaltes in der Klinik registriert. Ein VAS-Wert von 0 bis 4 Punkten wurde als „Erfolg“ für den Patienten gewertet. Bei mehr als 4 VAS-Punkten bei Entlassung des Patienten wurde die operative Therapie als „nicht erfolgreich“ gewertet. Die Erfolgsraten abgeleitet von den Angaben zu den radikulären Schmerzen sind in Abb. 22 geordnet nach Operationsmethode aufgetragen.

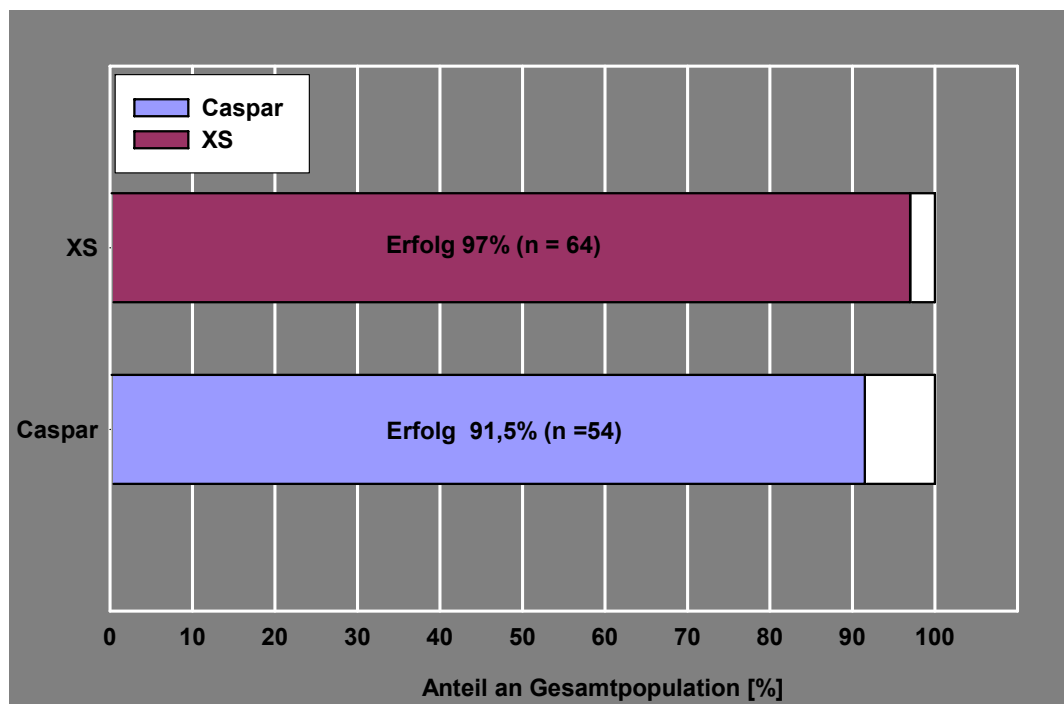


Abb. 22: Radikulärer Schmerz: Therapieerfolg – Erfolg der operativen Therapie für die CASPAR- (n = 54) und XS-Gruppe (n = 64) im Vergleich zum Misserfolg.

In der CASPAR-Gruppe (n = 59) konnte bezüglich der in ein Bein ausstrahlenden Schmerzen bei 54 Patienten (91,5%) ein „erfolgreiches“ Operationsergebnis erreicht werden. 5 Patienten (8,5%) gaben bei Entlassung noch einen VAS-Wert von > 4 an.

Die Patienten der XS-Gruppe ($n = 66$) erreichten 97% ($n = 64$) „erfolgreiche“ Ergebnisse, eine um 5,5% bessere Rate als die Patienten der CASPAR-Gruppe. Nur 2 Patienten (3%) des XS-Kollektives gaben bei Entlassung mehr als 4 VAS-Punkte an.

Als „schmerzfrei“ wurden die Patienten registriert, welche bei Entlassung einen VAS-Wert von 0 oder 1 angaben.

In der CASPAR-Gruppe gaben 40 der 59 Patienten an, keinen Schmerz im Bein mehr zu verspüren. Dies entspricht 67,8% der Patienten. In der XS-Gruppe gruppierten sich 50 der 66 Patienten (75,8%) in diese günstige Gruppe. Dieser 8%ige Unterschied zugunsten der Patienten der XS-Gruppe war jedoch nicht statistisch signifikant ($p = 0,47$).

Eine Gegenüberstellung der VAS-Werte beider Gruppen wurde durch die Bestimmung der arithmetischen Mittelwerte für jeden Tag der Registrierung der radikulären VAS-Werte realisiert (Abb. 23)

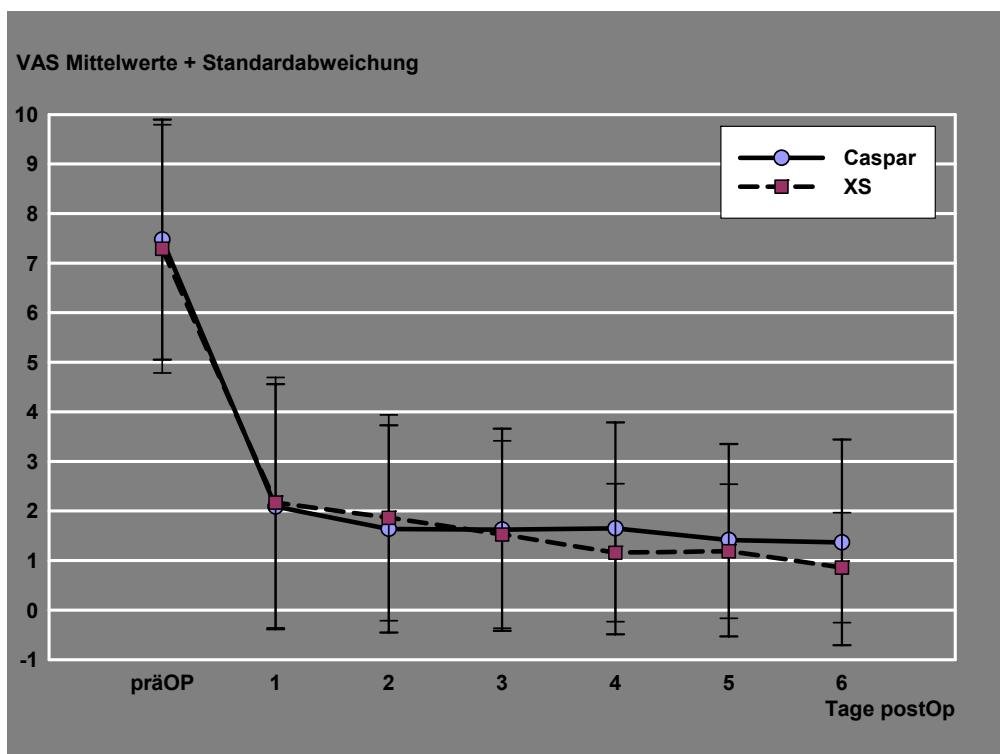


Abb. 23: Radikulärer Schmerz: VAS – Arithmetische Mittelwerte und Standardabweichung für die CASPAR- ($n = 59$) und XS-Gruppe ($n = 66$) vor der Operation und an 6 postoperativen Tagen. Nichtsignifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

Die Patienten beider Gruppen gaben vor der Operation im Mittel einen ähnlich ausgeprägten radikulären Schmerz an. Die Patienten der CASPAR-Gruppe ($n = 59$) lagen dabei mit 7,5 Punkten leicht über dem Mittelwert von 7,3 Punkten der XS-Patienten ($n = 66$). Dieser geringe Unterschied war statistisch nicht signifikant.

Bereits einen Tag nach dem operativen Eingriff registrierten alle Patienten unabhängig von der jeweiligen Operationsmethode einen statistisch signifikanten ($p < 0,05$) geringeren VAS-Wert für die radikulären Schmerzen. Die CASPAR-Patienten lagen im Mittel bei nur noch 2,1 Punkten und die XS-Patienten bei 2,2 Punkten.

In den postoperativen Tagen 2 bis 6 zeigten sich in der CASPAR-Gruppe keine signifikanten Unterschiede mehr zum ersten postoperativen Mittelwert. In dieser Gruppe ergab sich der niedrigste Mittelwert von 1,4 Punkten am 6. Tag der VAS-Registrierung.

Die Patienten der XS-Gruppe verbesserten sich im Gegensatz zu denen der CASPAR-Gruppe an den folgenden postoperativen Tagen noch deutlich. Der niedrigste radikuläre VAS-Mittelwert betrug in der XS-Gruppe am 6. Tag 0,9 Punkte. Ab dem 5. Tag sanken die VAS-Werte im Vergleich zum ersten postoperativen Tag noch einmal signifikant ($p < 0,05$). Der Vergleich beider Gruppen zeigt, dass ab dem 3. postoperativen Tag die VAS-Werte der XS-Patienten immer unterhalb derer der CASPAR-Patienten liegen. Dieser Unterschied ist allerdings an sämtlichen Tagen nicht statistisch signifikant ($p > 0,05$).

3.1.2. VAS-ANALYSE BEZÜGLICH DER RÜCKENSCHMERZEN

Analog zur Auswertung der radikulären VAS-Werte wurden auch die Angaben der VAS-Werte für Rückenschmerzen zur Beurteilung des Therapieerfolgs herangezogen. In Abb. 24 sind die „Erfolgsquoten“ (VAS 0-4) entgegen der „Misserfolgsquoten“ (VAS 5-10) dargestellt.

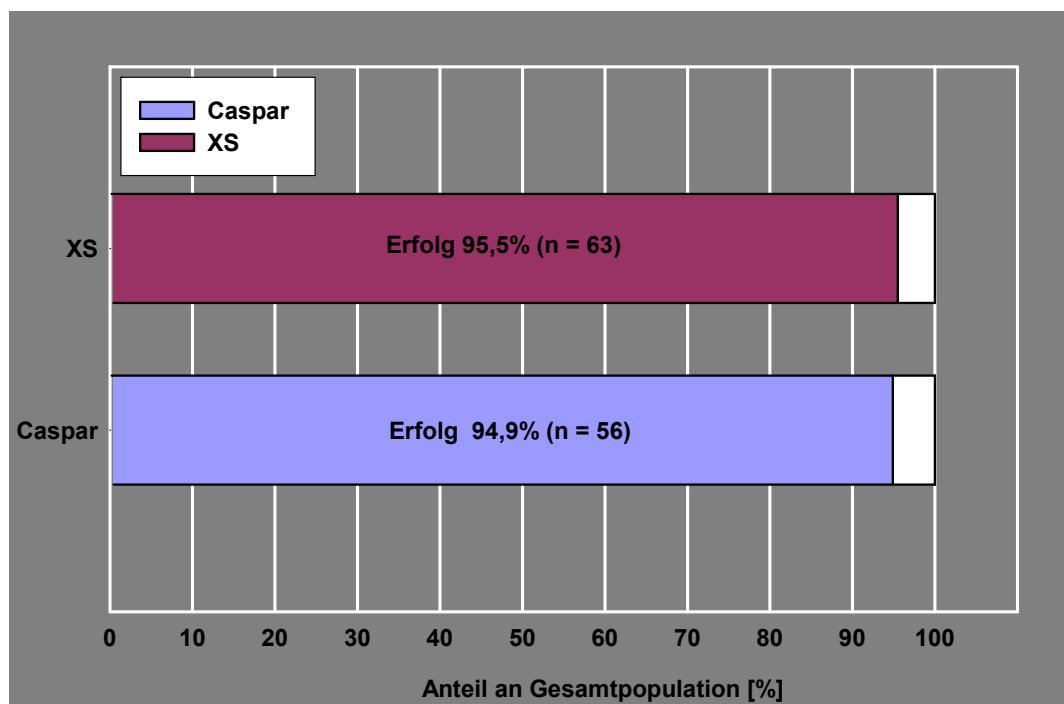


Abb. 24: Rückenschmerz: Therapieerfolg – Erfolg der operativen Therapie für die CASPAR- (n = 54) und XS-Gruppe (n = 64) im Vergleich zum Misserfolg.

Die Unterschiede zwischen beiden Gruppen sind bei den Rückenschmerzen nicht mehr so deutlich wie bei den radikulären Schmerzen.

Die Patienten der CASPAR-Gruppe (n = 59) erreichten hier zu 94,9% (n = 56) ein erfolgreiches Operationsergebnis. Ein Misserfolg bezüglich der Rückenschmerzinduktion wurde bei 5,1% (n = 3) der Patienten der CASPAR-Gruppe verzeichnet. Die Patienten der XS-Gruppe hatten mit einer Differenz von 0,6% keine wesentlich bessere Schmerzverbesserung. Hier verzeichneten wir bei 63 der 66 Patienten (95,5%) ein erfolgreiches

Ergebnis. Nur 3 Patienten der XS-Gruppe (4,5%) hatten bei Entlassung einen VAS-Wert > 4 , was als Misserfolg gewertet wurde.

Eingeteilt nach Schmerzfreiheit im Rücken lag die Anzahl der Patienten mit einem VAS von 0 oder 1 in beiden Gruppen deutlich unterhalb der Anzahl der Patienten mit radikulärer Schmerzfreiheit.

Demnach waren 57,6% ($n = 34$) der Patienten der CASPAR-Gruppe und 59,1% ($n = 39$) der Patienten der XS-Gruppe bei Entlassung ohne Schmerzen.

Wie schon die radikulären VAS-Werte, wurden auch die VAS-Werte in Bezug auf Rückenschmerzen arithmetisch gemittelt und in Abb. 25 für jeden Tag der Evaluierung dargestellt.

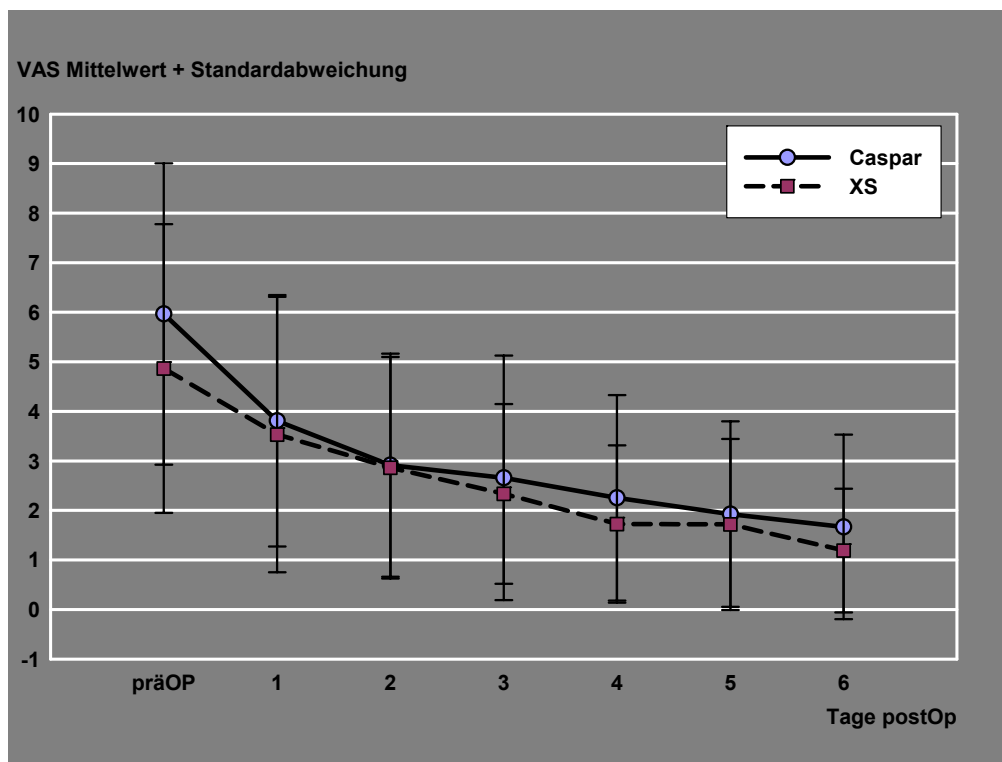


Abb. 25: Rückenschmerz: VAS – Arithmetische Mittelwerte und Standardabweichung für die CASPAR- ($n = 59$) und XS-Gruppe ($n = 66$) vor der Operation und an 6 postoperativen Tagen. Signifikanter Unterschied nur präoperativ ($p < 0,05$).

Der präoperative Rückenschmerz (Abb. 25) betrug in der CASPAR-Gruppe ($n = 59$) 6 Punkte und in der XS-Gruppe ($n = 66$) 4,9 Punkte. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0,05$).

Am ersten postoperativen Tag sanken die VAS-Werte in beiden Gruppen auf ein statistisch signifikant niedrigeres Niveau. In der CASPAR-Gruppe lag der Mittelwert mit 3,8 Punkten leicht höher als in der XS-Gruppe mit einem Mittelwert von 3 Punkten.

An allen nachfolgenden Tagen sank der durchschnittliche VAS-Wert in beiden Gruppen weiter ab, bis er am sechsten postoperativen Tag den jeweils niedrigsten Wert erreichte. In der CASPAR-Gruppe betrug der Mittelwert mit 1,7 Punkten etwas mehr als die 1,2 Punkte der XS-Gruppe.

Ein signifikanter Abfall des VAS-Wertes nach dem ersten postoperativen Tag ergab sich in der CASPAR-Gruppe nur vom ersten zum zweiten VAS-Wert. In der XS-Gruppe jedoch sanken die Mittelwerte im Vergleich zum ersten Tag nach dem Eingriff auch am vierten, fünften und sechsten postoperativen Tag signifikant ($p < 0,05$) ab.

Alle VAS-Werte der XS-Gruppe lagen unterhalb der Mittelwerte der CASPAR-Gruppe. Der Unterschied war nicht statistisch signifikant ($p > 0,05$).

3.2. OSWESTRY-BEEINTRÄCHTIGUNGS-SKALA

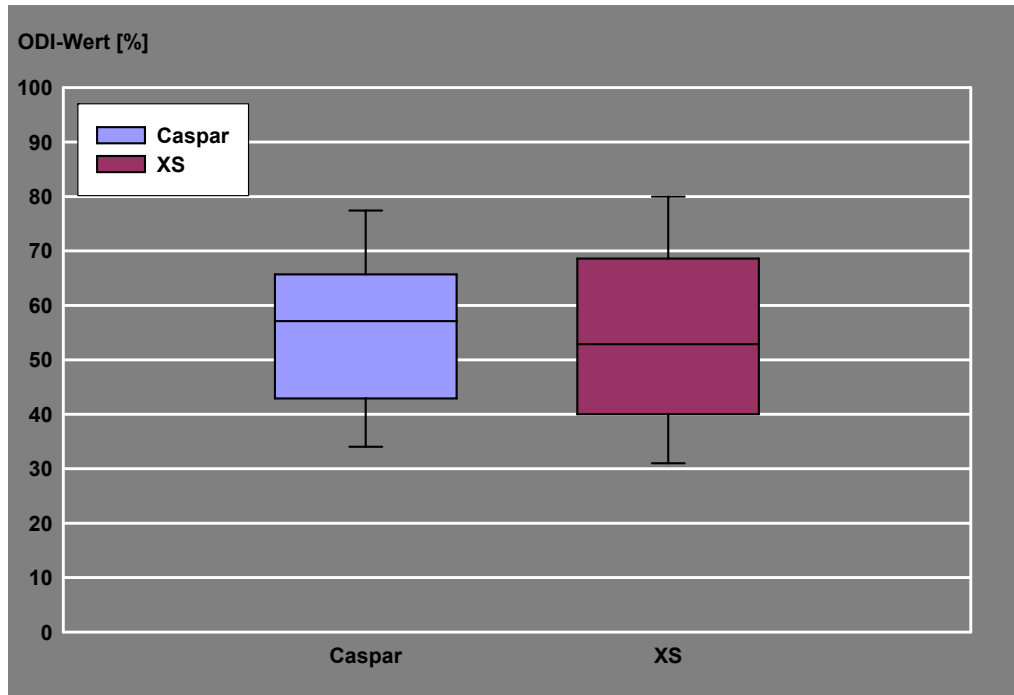


Abb. 26: ODI-Werte präoperativ – Verteilung der Werte zwischen CASPAR- ($n = 59$) und XS-Gruppe ($n = 66$) vor der Operation. Nichtsignifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

Betrachtet man die CASPAR- bzw. die XS-Gruppe ohne nach weiteren Kriterien zu differenzieren erhält man folgende Ergebnisse:

Die CASPAR-Patienten hatten präoperativ (Abb. 26) im Median einen ODI-Wert von 57,1%. Die Patienten der XS-Gruppe mit 52,8% eine etwas geringere Beeinträchtigung. Dieser Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p > 0,05$).

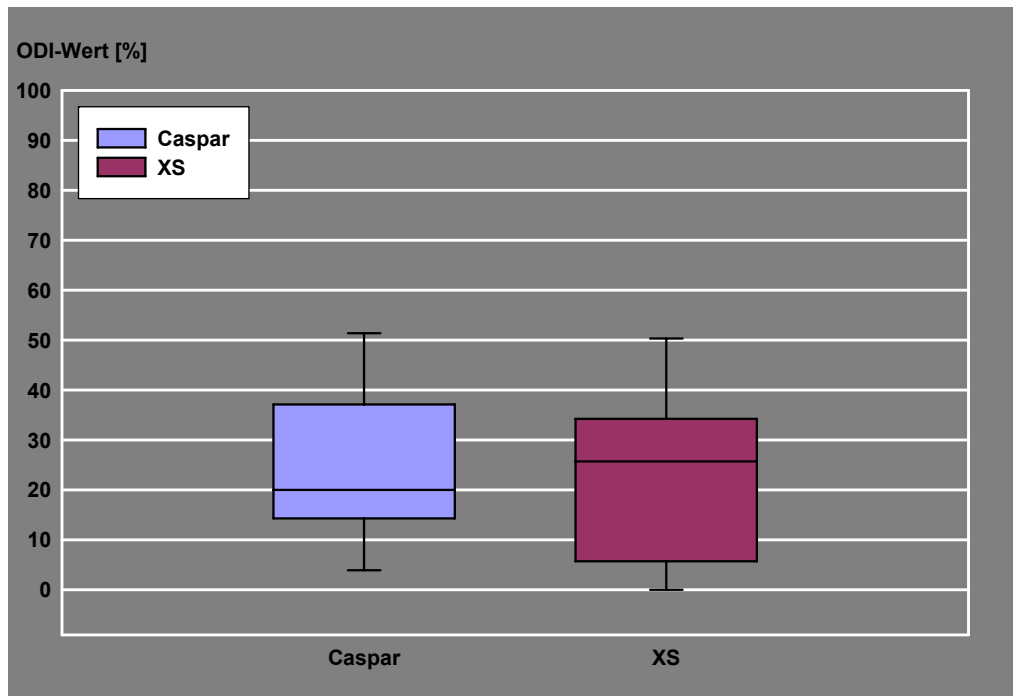


Abb. 27: ODI-Werte postoperativ – Verteilung der Werte zwischen CASPAR- ($n = 59$) und XS-Gruppe ($n = 66$) nach der Operation. Nichtsignifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

Postoperativ (Abb. 27) zeigten die Patienten beider Gruppen eine deutliche Rückbildung der Beeinträchtigung. Die Abnahme der Beeinträchtigung war sowohl in der CASPAR- als auch in der XS-Gruppe statistisch signifikant ($p < 0,05$).

In der CASPAR-Gruppe betrug der Score im Median 20%; in der XS-Gruppe noch 25,7%.

Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p > 0,05$).

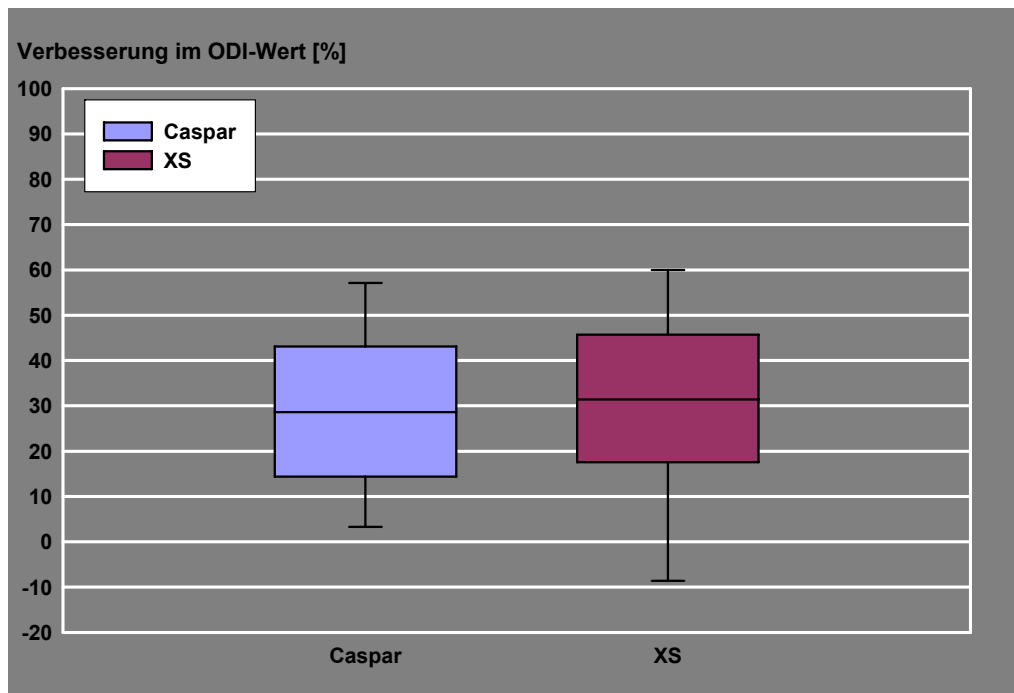


Abb. 28: ODI-Wert-Verbesserung von präoperativ zu postoperativ – Verteilung der Werte zwischen CASPAR- ($n = 59$) und XS-Gruppe ($n = 66$) nach Subtraktion der postoperativen von den präoperativen Werten. Nichtsignifikanter Unterschied ($p > 0,05$).

Die Verbesserung des ODI-Wertes ist in Abb. 28 anhand der Median-Werte für jeweils beide Gruppen dargestellt. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass Median-Werte nach mathematischen Regeln nicht voneinander subtrahiert oder addiert werden dürfen. Daher wurde zuerst von jedem Patienten individuell die Differenz zwischen prä- und postoperativem ODI-Wert gebildet und erst dann der Median-Wert aus den Differenz-Werten gebildet.

Somit betrug die Verbesserung (Abb. 28) von präoperativ zu postoperativ im ODI-Score innerhalb der CASPAR-Gruppe im Median 28,6% und innerhalb der XS-Gruppe 31,4%. Der Unterschied von 2,8%-Punkten erwies sich im Student-T-Test als statistisch nichtsignifikant. Dabei ist zu beachten, dass in der XS-Gruppe eine deutlich höhere „Spannweite“ (von -31% bis 91,4%) der Ergebnisse gefunden werden konnte.

Um zu überprüfen, in wie weit die ODI-Werte mit anderen Merkmalen der beiden Gruppen korrelieren, wurden statistische Untersuchungen nach folgenden Parametern durchgeführt:

1. Geschlecht
2. Altersgruppen der Patienten
3. Höhe des operierten Segmentes
4. Ersteingriff versus Rezidiveingriff

Zusammenfassend war der postoperative ODI-Score immer signifikant niedriger als der präoperative Wert.

Signifikante Unterschiede zwischen der CASPAR- und der XS-Gruppe konnten bei keiner der Untersuchungen nachgewiesen werden.

Die differenzierte Betrachtung nach folgenden Parametern erbrachte keine signifikanten Unterschiede:

1. Geschlecht,
2. Alter,
3. Höhe des operierten Segmentes,
4. Häufigkeit des Eingriffs (Erst- oder Rezidiveingriff) oder
5. Art der verwendeten Operationstechnik (CASPAR vs. XS)

** Auf eine gesonderte graphische Darstellung der Ergebnisse bezüglich der Parameter 1 bis 5 wird an dieser Stelle verzichtet, da keine Signifikanzen nachgewiesen werden konnten.*

3.3. POSTOPERATIVER ANALGETIKAVERBRAUCH

Durch die retrospektive Aufarbeitung konnte bei 119 der 125 Patienten der postoperative Analgetika-Verbrauch bestimmt werden. Bei den restlichen 6 Patienten war es meist aus Gründen des Abrechnungsprocederes nicht möglich, eine Akteneinsicht zu erhalten.

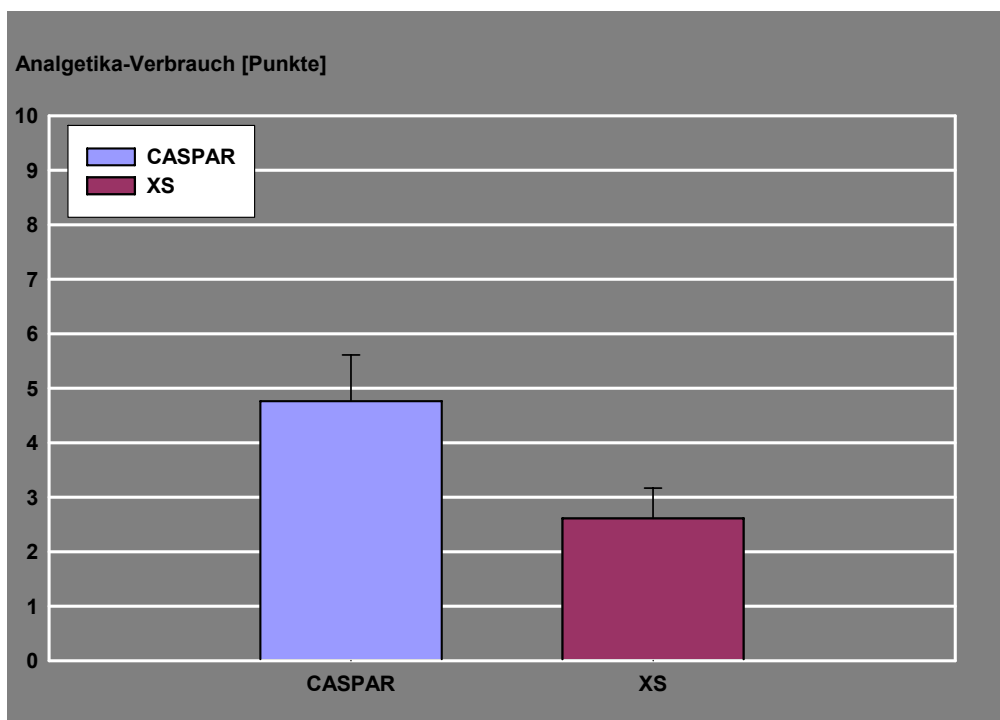


Abb. 29: Postoperativer Analgetika-Verbrauch – Arithmetische Mittelwerte und Standardfehler des Mittelwertes für die CASPAR- ($n = 56$) und XS-Gruppe ($n = 63$). Signifikanter Unterschied ($p < 0,05$).

In Abb. 29 ist der durchschnittliche Analgetika-Verbrauch beider Kohorten graphisch dargestellt. Die CASPAR-Patienten ($n = 56$) verbrauchten hier mit 4,8 Punkten signifikant mehr Analgetika als die Patienten der XS-Gruppe ($n = 63$) mit 2,6 Punkten.

Analog der Untersuchung der ODI-Ergebnisse wurde auch beim Analgetika-Verbrauch nach evtl. Merkmalen gesucht, die eine Korrelation zu den postoperativen Ergebnissen aufweisen.

Daher wurden statistische Untersuchungen nach folgenden Parametern durchgeführt:

1. Geschlecht
2. Altersgruppen der Patienten
3. Höhe des operierten Segmentes
4. Ersteingriff versus Rezidiveingriff

Bei der Auftrennung der Ergebnisse nach Geschlechtern ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Frauen der CASPAR- und XS-Gruppe ($p < 0,05$). Die Frauen der CASPAR-Gruppe ($n = 23$) verbrauchten mit 5,8 Punkten mehr Analgetika als die XS-Patientinnen ($n = 25$) mit 2,2 Punkten.

Die Auftrennung in Altersgruppen erbrachte keine Signifikanzen zwischen der CASPAR- und XS-Gruppe ($p > 0,05$).

Bei der Betrachtung des Analgetika-Verbrauchs aufgeteilt nach der Höhe des operierten Segments, zeigte sich bei L5/S1 ein statistisch signifikant höherer Verbrauch in der CASPAR-Gruppe ($p < 0,05$). Die CASPAR-Patienten ($n = 24$) erzielten 4 Punkte und die XS-Patienten ($n = 33$) 1,6 Punkte.

Zusammenfassend war der postoperative Analgetika-Verbrauch der XS-Gruppe immer niedriger als derer der CASPAR-Gruppe. Statistisch signifikante Unterschiede wurden aber nicht in allen Gruppen errechnet.

4. DISKUSSION

Einleitend stellte sich die Frage, welches der in dieser Studie untersuchten Operationstechniken die effektivere Methode darstellt. Außerdem sollte ergründet werden, ob durch die "Weiterentwicklung" der herkömmlichen CASPAR-Methode ein schmerzärmerer postoperativer Verlauf für die Patienten gefunden werden konnte.

Um genau diese Problematik zu diskutieren, ist es zuerst einmal erforderlich aufzuzeigen, welche Operationstechnik heute der Standard in der Behandlung von lumbalen Bandscheibenvorfällen ist.

Die mikrochirurgische Bandscheibenoperation begründeten unabhängig voneinander CASPAR [15] und YASARGIL [75] 1977, sowie WILLIAMS [74] 1978. Nach weiteren Verbesserungen wurde die Mikrodiskektomie zum „Gold-Standard“ der Bandscheibenoperation [57].

Die Vorteile der Mikrodiskektomie gegenüber dem zuvor verwendeten konventionellen oder "makrochirurgischen" Vorgehen wurden in zahlreichen Studien belegt [6].

ANDREWS [3] verglich 1990 in einer retrospektiven Studie die Mikrodiskektomie mit der konventionellen Diskektomie bezüglich der Wiederaufnahme der Arbeit, des postoperativen Analgetika-Verbrauchs und der postoperativen Fieberkurven. Er kam zu dem Schluss, dass der mikrochirurgische Zugang zu einer signifikant schnelleren Genesung der Patienten führt.

Noch im gleichen Jahr konnte BARRIOS [7] nach einer Analyse von 150 Patienten, welche in einem Zeitraum von 3 Jahren entweder herkömmlich oder mikrochirurgisch versorgt wurden, feststellen, dass beide Operationstechniken mit 85 % gleich viele gute oder sehr gute Ergebnisse erzielten. Jedoch führte die mikrochirurgische Methode zu signifikant geringerem intraoperativen Blutverlust, zu einem kürzeren Krankenhausaufenthalt und zu einer schnelleren Wiederaufnahme der Arbeit.

CASPAR [17] wies in einem retrospektiven Vergleich von Mikrodiskektomie mit der konventionellen Makrodiskektomie nach, dass die erstere Technik nicht nur sicherer sondern auch effektiver war. Die Vorteile der Methode lagen in geringerem postoperati-

vem Fieber, geringerer Inzidenz von tiefen Venenthrombosen, Harnwegsinfektionen, Lungenembolien und einer schnelleren Rückkehr zur Arbeit.

1998 legte FINDLAY [26] eine Langzeit-Nachuntersuchung vor, welche retrospektiv das klinische Ergebnis von 88 Patienten analysierte, die sich 10 Jahre zuvor einer lumbalen Mikrodiskektomie unterzogen hatten. 6 Monate nach der Operation lag die Erfolgsquote, welche anhand des „Roland-Morris-Beeinträchtigungsfragebogens“ ermittelt wurde, bereits bei 91%. Die 10-Jahres-Ergebnisse ergaben eine leicht reduzierte aber dennoch hohe Erfolgsquote von 83%. Die Zufriedenheit der Patienten war auch 10 Jahre nach der Operation sehr hoch.

In einem mehrfach zitiertem Artikel von 2002 vergleicht MAROON [45] die geläufigsten minimal invasiven Operationstechniken zur Therapie des lumbalen Bandscheibenvorfalles. Demnach liegen die Erfolgsraten der Mikrodiskektomie heute bei 88% bis 98,5%. Der Einsatz des Mikroskops ermöglicht es Muskeltrauma, Blutverlust und Gesamtmorbidität deutlich zu verringern, sowie den Hautschnitt zu minimieren.

1997 wurde eine minimal-invasive Operationstechnik entwickelt, welche laut MAROON [45] als einziges Verfahren gleichwertige Ergebnisse zur Mikrodiskektomie liefern kann.

Die MED-Technik (MikroEndoskopische Diskektomie) nach FOLEY et al [65] stellt eine Kombination aus endoskopischer Zugangstechnik und aus Mikrodiskektomie dar. In einer ersten Studie aus dem Jahr 1998 [66] mit 100 Patienten konnte gezeigt werden, dass bei 85% der Probanden exzellente Ergebnisse und bei 11% gute Ergebnisse erzielen waren. Der durchschnittliche Krankenhausaufenthalt konnte auf 9,5 Stunden reduziert werden. Die Operationstechnik übernahm viele Punkte der Mikrodiskektomie hinsichtlich der Entfernung des Bandscheibenfragmentes, so genannte „target surgery“. Ein Unterschied ist jedoch der transmuskuläre Zugang, oder „access surgery“, der den üblichen subperiostalen Zugang ablöste. Trotz der guten Ergebnisse konnte sich die MED-Technik im chirurgischen Alltag nicht durchsetzen, wahrscheinlich weil die meisten Neurochirurgen die zusätzliche Verwendung eines Endoskopes scheuen [45].

SMITH und FOLEY etablierten deshalb das METRx-System, welches in Anlehnung an das MED-System einen transmuskulären Zugang mit Hilfe von Dilatatoren und einem Röhrchenspekulum ermöglicht. Der Vorteil dieser Methode ist, dass der Operateur

durch das Mikroskop einen direkten, dreidimensionalen und vertrauten Blick in den Situs hat. Zusätzlich wird das optische Medium nicht durch Blutungen beeinträchtigt, wie dies bei dem Endoskop der Fall sein kann. Die Kombination von Mikroskop und Röhrchenspekulum wird im Folgenden als „XS (extra-small)-Technik“ bezeichnet.

Erste Studien zum Einsatz des METRx-Systems von PALMER [54] und PEREZ-CRUET et al [56] haben gezeigt, dass die neue Methode im Vergleich zur Mikrodiskektomie den Patienten eine noch schnellere Wiederaufnahme der Arbeit ermöglicht.

Da das neue System Muskelschonender anmutet, prüfte SCHICK et al [58] in einer intraoperativen EMG-Studie die Irritation der paraspinalen Muskelgruppen bei 15 Patienten, die mit der Mikrodiskektomie behandelt wurden, im Vergleich zu 15 Patienten, die mit XS-Technik operiert wurden. Die Ergebnisse zeigten signifikant weniger Denervationspotenziale beim transmuskulären XS-Zugang. Im Vergleich zur klassischen mikrochirurgischen Methode erforderte er zudem einen kleineren Hautschnitt.

Randomisierte Studien zum Vergleich der XS-Diskektomie und der Mikrodiskektomie liegen zum heutigen Zeitpunkt noch nicht vor. SCHIZAS et al [59] teilten 2005 nicht randomisiert 28 Patienten in eine XS- und eine Mikrodiskektomie-Gruppe auf. Der postoperative Zustand wurde mit dem „Oswestry-Beeinträchtigungs-Fragebogen“ und einer „Rückenschmerz-Skala“ erfasst. Das klinische Ergebnis beider Gruppen unterschied sich nicht signifikant. Allerdings stellte SCHIZAS fest, dass die Patienten der MED-Gruppe signifikant weniger Analgetika postoperativ verbrauchten.

Der subperiostale Zugang der Mikrodiskektomie ist der „Gold-Standard“ in der lumbalen Bandscheibenoperation. Der transmuskuläre Zugang kombiniert mit dem Einsatz eines Röhrchenspekulums verspricht den postoperativen Schmerzmittelverbrauch zusätzlich reduzieren zu können.

Um den Stellenwert der XS-Technik vor diesem Hintergrund zu definieren, werden nachfolgend die Ergebnisparameter dieser Studie getrennt diskutiert.

4.1. POSTOPERATIVE SCHMERZEN (VAS)

Die VAS-Evaluierung dieser Studie unterlag verschiedenen Einflussfaktoren, die von mehreren Autoren ausführlich beschrieben worden sind. Die wichtigsten Ursachen für Schwankungen in den Ergebnissen der VAS-Nachuntersuchung sind demnach unterschiedliche Einschlusskriterien, wechselnde Nachuntersuchungsintervalle und ungleiche Messmethoden zur Interpretation der Ergebnisse [5].

Einen bedeutenden Faktor in diesem Zusammenhang stellte das stark variierende Nachuntersuchungs-Intervall dar, welches einen Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit anderen Veröffentlichungen schwierig macht. Die Patienten der CASPAR-Gruppe konnten im Median mit 6 Tagen etwas länger beobachtet werden als die Patienten der XS-Gruppe mit nur 4 Tagen. Von einer späteren Nachbefragung der Patienten wurde in dieser Studie abgesehen, weil bei der Ähnlichkeit beider Operationsverfahren eine Unterscheidung der VAS-Werte vor allem in den ersten Tagen nach der Operation zu erwarten war. Aufgrund des geringeren Muskeltraumas bei Verwendung der XS-Technik sollte der Unterschied zur CASPAR-Methode demnach früh postoperativ zu erkennen sein.

Vergleichbare Studien über die mikrochirurgische Entfernung lumbaler Bandscheibenvorfälle haben meist deutlich längere Nachuntersuchungsintervalle [17, 23, 34], die im Median von 12 Monaten bis zu 6,4 Jahren nach dem Eingriff reichen. Früh postoperative Ergebnisse von Mikrodiskektomien sind weniger häufig untersucht worden. ASCH [5] erfasste die postoperativen VAS-Werte von Patienten, die mittels Mikrodiskektomie behandelt worden waren, am ersten Tag, nach 10 Tagen, nach 6 Wochen, nach 6 Monaten und schließlich nach 2 Jahren. Interessanterweise stellte er dabei fest, dass sich der Median-VAS-Wert sowohl für Rücken- als auch Beinschmerz ab der sechsten Woche nach Operation nicht mehr signifikant von späteren Evaluierungen unterschied. Hieraus könnte man schließen, dass Patienten vor allem in den ersten postoperativen Wochen von der verwendeten Technik profitieren. Diese Beobachtung rechtfertigt damit das kürzere Nachuntersuchungs-Intervall in dieser Arbeit.

Ein weiterer Einflussfaktor auf die postoperativen VAS-Werte ist die Klassifikationsmethode, nach welcher der unmittelbare Erfolg einer Bandscheibenoperation beurteilt wird [17]. In dieser Studie wurde ein dichotomes System verwendet, welches die VAS-

Ergebnisse in „Erfolg“ und „Misserfolg“ einteilt. Diese Einteilung stellt nach ASCH [5] eine exakte und realistische Möglichkeit der Auswertung dar. Wie bei lumbalen Bandscheibenoperationen üblich, wurde nach Rücken- und Beinschmerzen getrennt evaluiert.

Die Auswertung der radikulären VAS-Werte zeigte sowohl bezüglich des Operationserfolges als auch hinsichtlich der Schmerzfreiheit nur knapp signifikante Vorteile der XS-Methode gegenüber der CASPAR-Methode. Bei den Patienten der XS-Gruppe lassen sich zu 97% erfolgreiche Ergebnisse, sie waren zu 75,8% hinsichtlich ihrer Schmerzen im Bein beschwerdefrei. Die den Patienten der CASPAR-Gruppe wurden in 91,5% erfolgreiche Ergebnisse und in 67,8% Schmerzfreiheit erreicht. Somit bestand bezüglich dieser beiden Parameter ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen von lediglich ca. 5%. Unter Berücksichtigung der Auswertung der einzelnen postoperativen Tage anhand der Mittelwerte kann nicht auf eine deutliche Überlegenheit der XS-Methode gegenüber der CASPAR-Methode hinsichtlich der Ischialgien geschlossen werden. Bei weitgehend übereinstimmenden VAS-Ausgangswerten präoperativ profitierten beide Gruppen am ersten postoperativen Tag gleich stark von der Operation. Die Patienten der CASPAR-Gruppe verbesserten sich von 7,5 VAS-Punkte auf 2,1 Punkte und die Patienten der XS-Gruppe von VAS 7,3 Punkte auf 2,2 Punkte. Bis zum letzten Tag der VAS-Evaluierung sanken in beiden Gruppen die Werte auf durchschnittlich unter 1,5 Punkte.

Die Analyse der VAS-Werte für Rückenschmerzen erbrachte keine deutlichen Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Mit einer Erfolgsquote von 95,5% und 59,1% schmerzfreien Patienten innerhalb des Nachuntersuchungs-Intervalls war die XS-Methode der CASPAR-Methode, bei der sich ein Erfolg in 94,9% und eine Schmerzfreiheit in 57,6% ermitteln ließ, nur geringfügig überlegen. Die Mittelwerte der XS-Gruppe nach einzelnen Tagen analysiert, erbrachten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. Der präoperative Rückenschmerz lag in beiden Gruppen unterhalb der Schmerzangabe der radikulären Schmerzen. Die Caspar Patienten lagen bei 6 Punkten und die XS-Patienten bei 4,9 Punkten präoperativ. Auch die Verbesserung zum ersten postoperativen Tag war nicht mehr so hoch wie die der radikulären Schmerzen. Die Caspar-Gruppe verbesserte sich auf 3,8 Punkte und die XS-Gruppe auf 3 Punkte.

Die ermittelten Ausgangswerte sind mit denen anderer Studien zum klinischen Ergebnis der Mikrodiskektomie durchaus vergleichbar. Bei 212 Patienten konnte ASCH [5] einen präoperativen Beinschmerz von 7 VAS-Punkten und einen Rückenschmerz von 6 Punkten ermitteln, so dass die in unserer Studie gemessenen VAS-Werte hier beinahe vollständig übereinstimmen.

Die Erfolgsraten bei lumbalen Mikrodiskektomien sind generell sehr hoch. In einer Übersichtsarbeit aus dem Jahre 2002 [45] ermittelte MAROON Werte zwischen 88 und 98,5%. Diese Resultate erklärt sich der Autor durch den kleinen Hautschnitt, das minimierte Trauma der paraspinalen Muskulatur sowie durch die erleichterte Identifikation der Nervenstrukturen bei Einsatz eines Operationsmikroskops.

Verglichen mit der Studie von ASCH [5], in der bei Anwendung der gleichen Messmethode wie in unseren Untersuchungen Erfolgsraten von 80% bezüglich radikulärer und 77% bezüglich der VAS-Werte des Rückenschmerzes ermittelt worden sind, wurden in unserer Studie insgesamt noch etwas bessere Werte erreicht.

Bei dem Vergleich der Ergebnisse bezüglich der Schmerzfreiheit bei Entlassung mit anderen Studien konnten nur solche mit deutlich längeren Nachuntersuchungszeiträumen verwendet werden.

In einer Studie von WEIR [71] gaben 63% der 100 Probanden 1 Jahr nach mikrochirurgischer Entfernung ihres Bandscheibenvorfalles an, keinen Schmerz mehr im Rücken zu verspüren. 73% waren hinsichtlich der Ischialgien beschwerdefrei.

SILVERS [63] ermittelte in einer Studie mit langem Nachuntersuchungsintervall bei Patienten, die ein Bandscheibenvorfallrezidiv erlitten und sich dann einer Mikrodiskektomie unterzogen hatten, zu 56% eine Schmerzfreiheit im Bein und zu 54% im Rücken.

Die Ergebnisse dieser Studie sind vergleichbar mit denen der genannten Autoren. In der XS-Gruppe waren sogar 75,8% der Patienten, und damit mehr als in den anderen Arbeiten, schmerzfrei. Jedoch ist nochmals anzumerken, dass diese Studie nur einen Zeitraum von maximal 6 Tagen postoperativ erfasst und deshalb ein Vergleich mit den Daten aus Studien mit langen Nachuntersuchungszeiträumen nur bedingt möglich ist.

4.2. BEEINTRÄCHTIGUNG DES TÄGLICHEN LEBENS (ODI)

Analog zur Evaluierung der prä- und postoperativen Schmerzen mit Hilfe der VAS-Fragebögen dient auch die Erfassung der individuellen Beeinträchtigung des täglichen Lebens der Patienten anhand des Oswestry Disability Index (ODI) der Beurteilung der Effektivität verschiedener Operationsverfahren beim Bandscheibenvorfall.

Beim Vergleich der ODI-Ergebnisse dieser Studie mit denen in der Fachliteratur veröffentlichten muss beachtet werden, dass in der Literatur unterschiedliche Interpretationsvarianten verwendet werden. Im Allgemeinen werden postoperative ODI-Werte kleiner als 40% als „Erfolg“ der Operation gewertet, während höhere Werte als „Teil- oder Misserfolg“ eingestuft werden [5]. Eine andere Methodik berechnet die Differenz zwischen den prä- und postoperativen ODI-Werten. Von einer signifikanten Verbesserung der Beeinträchtigung wird erst ab einer Differenz von mehr als 10 ODI-Punkten ausgegangen [67].

Um die Ergebnisse dieser Studie mit der Literatur vergleichen zu können, wurden die ODI-Werte prä- und postoperativ ermittelt und zusätzlich ihre Differenz als Maß der „Verbesserung“ durch die Operation berechnet.

Die bei Aufnahme im Krankenhaus ermittelten ODI-Werte der Patienten beider Gruppen dieser Studie wiesen keine signifikante Differenz auf. Die Beeinträchtigung des täglichen Lebens in der CASPAR-Gruppe betrug im Median 57,1% und in der XS-Gruppe 52,8%. Vergleichbare Studien von SCHIZAS et al. [59] und ASCH et al. [5] ermittelten für die CASPAR-Technik präoperativ einen ODI-Wert von 64% bzw. 47%. Die Differenzen im Vergleich zu unserem Patientenkollektiv sind am ehesten durch unterschiedlich hohe präoperative Analgetika-Einnahme in diesen beiden Studien sowie durch die recht geringe Patientenzahl (n=14) in der Studie von SCHIZAS zu erklären. Postoperativ konnten in beiden Gruppen dieser Studie signifikant geringere ODI-Werte gemessen werden. Die Patienten der CASPAR-Gruppe wiesen im Median einen Wert von 20% und die Patienten der XS-Gruppe einen Wert von 25,7% auf. Auch bei Vergleich der postoperativen Differenzen ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Studiengruppen. Wie schon bei der Interpretation der VAS-Ergebnisse führen die sehr unterschiedlichen Nachuntersuchungs-Intervalle anderer Studien zu gro-

ßen Schwierigkeiten beim Vergleich der postoperativen ODI-Werte. Da die Patienten dieser Studie in der Regel am letzten postoperativen Tag den ODI-Fragebogen vervollständigten, könnten höhere Werte als in den anderen Studien zu erwarten sein, weil die ODI-Werte in der Regel erst ab 6 Wochen postoperativ nicht mehr signifikant sinken [5]. So konnte ASCH et al. bei einer Nachuntersuchung in der 6. postoperativen Woche bei Patienten, welche in CASPAR-Technik an einem Bandscheibenvorfall operiert wurden, einen ODI-Medianwert von 26% des Ausgangswertes ermitteln. Dieser Wert ist damit um 6 Punkte höher als der Wert in der CASPAR-Gruppe und etwa gleich dem entsprechenden Wert der XS-Patienten unserer Studie, wobei deren präoperative Beeinträchtigung höher war als in der Studie von ASCH et al. Die geringen postoperativen ODI-Werte in der vorliegenden Untersuchung lassen sich als Anhalt für gute Operationsergebnisse in beiden Gruppen deuten.

Als drittes Kriterium bei der Analyse der ODI-Ergebnisse wurde die mediane Verbesserung der postoperativen ODI-Werte im Vergleich zu den präoperativen Werten ermittelt. Mit Hilfe dieser Betrachtung wird direkt sichtbar, in welchem Ausmaß die Beeinträchtigung des täglichen Lebens durch die Bandscheibenoperation gemindert wird. In der CASPAR-Gruppe betrug die Verbesserung des ODI 28,6% und in der XS-Gruppe 31,4%. Da der Unterschied zwischen beiden Gruppen nicht signifikant war, ist die Verringerung der Beeinträchtigung des täglichen Lebens in beiden Gruppen als ähnlich gut zu werten. Vor dem Hintergrund der Daten von VACULIK aus dem Jahr 2003, der eine Verbesserung im ODI von 30% als gutes Ergebnis wertete [69], sind die vorliegenden Ergebnisse als effektive Operationsresultate zu werten.

4.3. POSTOPERATIVER ANALGETIKAVERBRAUCH

Schon 1990 wurden die Operationstechniken bei Patienten mit Bandscheibenvorfall anhand des postoperativen Analgetika-Verbrauches verglichen. Die heute verwendete Mikrodiskektomie nach CASPAR wurde von ANDREWS retrospektiv mit der makrochirurgischen Diskektomie verglichen. Die Überlegenheit der Mikrodiskektomie zeigte sich damals unter anderem durch einen 10fach geringeren Analgetika-Verbrauch [3]. Seither ist der subperiostale Zugang nach CASPAR der „Gold-Standard“ in der mikrochirurgischen Bandscheibenchirurgie.

Eine weitere Schonung der paraspinalen Muskulatur konnte durch das transmuskuläre MED-Verfahren erreicht werden. In einer zu diesem Verfahren durchgeführten Studie zeigte sich im Vergleich zur subperiostalen Technik ein geringeres Gewebetrauma, eine kleinere Hautinzision sowie eine geringere Nervenirritation [58]. Der Vergleich der transmuskulären MED-Technik mit der subperiostalen Standard-Methode in Bezug auf postoperativen Schmerzmittelverbrauch in der Studie von SCHIZAS et al ließ einen postoperativ signifikant geringeren Verbrauch von Opioiden erkennen [59].

Auch in der vorliegenden Studie wurde der postoperative Bedarf an Analgetika als ein Kriterium zur indirekten Abschätzung der Invasivität in Hinblick auf die Traumatisierung der paravertebralen Muskulatur herangezogen. Die Patienten, die mit der XS-Technik operiert wurden, benötigten mit 2,6 Punkten statistisch signifikant ($p = 0,03$) weniger Analgetika als die Patienten der CASPAR-Gruppe mit 4,8 Punkten. Dies entspricht einem 54%ig geringerem postoperativen Schmerzmittelbedarf der Patienten der XS-Gruppe im Vergleich zu denen der CASPAR-Gruppe.

4.4. FAZIT

Die vorliegenden Ergebnisse belegen, dass der transmuskuläre Zugang die paraverbrale Muskulatur weniger traumatisiert als der subperiostale Zugang.

Eine vordergründige Ursache des postoperativen Schmerzempfindens ist die intraoperative Retraktion der paraspinalen Muskulatur. 2002 konnte erstmals nachgewiesen werden, dass infolge der Durchtrennung und Retraktion von Muskulatur und deren Ansätzen Hitzeschockproteine (HSP70) freigesetzt werden. Deren Konzentration spiegelt das Trauma der paraspinalen Muskulatur wieder [43]. DATTA et al. konnten 2004 nachweisen, dass die Muskelretraktion bei Bandscheiben-Operationen ab 60 Minuten zu signifikant höheren VAS- und ODI-Werten führt. Zur Verbesserung der Perfusion der Muskulatur wurde die regelmäßige Lockerung der Retraktoren während der Operation empfohlen. [20].

In der vorliegenden Studie konnte die Analyse der VAS-Werte nur eine geringfügige Überlegenheit der XS-Methode gegenüber der CASPAR-Methode erbringen. Bezüglich der radikulären Schmerzsymptomatik erwies sich die XS-Methode im Trend als noch etwas effektiver, jedoch ist keine statistisch signifikante Überlegenheit nachgewiesen worden. Auch die Auswertung der ODI-Ergebnisse erbrachte keine eindeutige Überlegenheit der neuen Zugangsmethode im Vergleich zum etablierten Verfahren. Diese Ergebnisse müssen allerdings vor dem Hintergrund des ohnehin schon sehr hohen Wirkungsgrades der mikrochirurgischen Bandscheibenoperation betrachtet werden. Etwaige darüber hinausgehende quantitative Unterschiede sind somit weitaus schwerer nachzuweisen. Zusätzlich unterliegen sowohl die Ergebnisse des VAS-, als auch die des ODI-Fragebogen nicht zu unterschätzenden subjektiven Einflussfaktoren. So können beispielsweise der subjektive Gemütszustand und die "Tagesform" des Patienten zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen führen. Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass der signifikant unterschiedliche Verbrauch von Analgetika zu einem "Angleichen" der Unterschiede im Schmerzempfinden und Beeinträchtigung des täglichen Lebens führen dürfte. Um diesen "Einflussfaktor" auf die postoperativen VAS- und ODI-Werte zu minimieren, hätte man also in beiden Gruppen keine oder zumindest gleiche Analgetika-Dosierungen verordnen müssen. Diese Überlegung ist natürlich in der Realität nicht

durchzuführen, weil die Patienten ein unterschiedliches Bedürfnis an Schmerzmitteln haben.

Objektivere und genauere Auswertungsmethoden zum Vergleich des subperiostalen und transmuskulären Zugangs stellen MRT-Aufnahmen zur Beurteilung des Muskeltraumas und die Erfassung des postoperativen Analgetika-Verbrauchs dar.

In dieser Studie zeigt die Auswertung der postoperativ verbrauchten Analgetika einen Vorteil der XS-Technik gegenüber der CASPAR-Technik. Da die Patienten bei Aufnahme annähernd gleiche VAS- und ODI-Werte aufwiesen, kann von einem homogenen Patientenkollektiv gesprochen werden. Die Korrelation von signifikant geringerem postoperativen Analgetika-Verbrauch und Ausmaß der Ödembildung in der paravertebralen Muskulatur in MRT-Aufnahmen konnte in einer aktuellen Studie von GREINER-PERTH nachgewiesen werden. Die Verwendung eines „röhrchenförmigen“ Retraktors und der MAPN-Technik (microscopically assisted percutaneous nucleotomy) erwies sich dabei als weniger invasiv als die konventionelle Zugangstechnik nach CASPAR [30].

Die aktuellen Verfeinerungen der Zugangstechnik bei der Operation eines lumbalen Bandscheibenvorfall zeigen einen gemeinsamen Trend auf: Das Trauma der paraspinalen Muskulatur soll reduziert werden. Dies kann nur durch eine im Vergleich zur Standardtechnik weitere Miniaturisierung der Retraktoren und eine schonende transmuskuläre Operationstechnik erreicht werden.

Die hier vorgestellte und überprüfte XS-Technik reduziert messbar das Trauma der paraspinalen Muskulatur durch den transmuskulären Zugang und das eingesetzte Röhrchen-Spekulum. Im Vergleich zu anderen transmuskulären Verfahren, ist die XS-Technik vom Operateur leichter zu erlernen, denn ein Umstieg auf die endoskopische Video-darstellung ist nicht erforderlich. Wie beim bewährten subperiostalen Zugang wird weiterhin das Operationsmikroskop verwendet.

Zusammenfassend stellt das neue XS-Verfahren eine effektive Alternative zum Standardverfahren dar. Sowohl die Ergebnisse dieser Studie als auch andere Arbeiten [30] sehen in einem noch schmerzärmeren postoperativen Verlauf den größten Vorteil der neuen Technik für die Patienten.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Der hohe Leidensdruck der Patienten vor dem Hintergrund einer enormen volkswirtschaftlichen Bedeutung hat die operative Versorgung des lumbalen Bandscheibenvorfalls zu einem wichtigen Therapiestandard werden lassen. Nach einem langen Weg der Entwicklung und Innovation der Operationstechnik ist heute die Mikrodiskotomie nach CASPAR zu dem "Gold-Standard" avanciert. Die Zugangstechnik umfasst dabei im Wesentlichen eine subperiostale Präparation und Durchtrennung der paraspinalen Muskulatur. Als Retraktorensystem hat sich das CASPAR-Spekulum mit Gegenspreizer etabliert.

Ziel dieser Studie war es ein alternatives Zugangsverfahren zur Operation des lumbalen Bandscheibenvorfalls bezüglich Effektivität und postoperativer Schmerzempfindung im Vergleich zur CASPAR-Technik zu untersuchen. Die neue XS-Methode unterscheidet sich durch eine geringere Hautinzision und einen transmuskulären Zugang von der Standardmethode. Dies wird durch die Anwendung eines neuen röhrenförmigen Retraktors ermöglicht, der unter Schonung der Mm. multifidii nach Bougierung mittels Zeigefinger eingeführt werden kann.

Zur Untersuchung wurden 2 Patientenkollektive verglichen, welche jeweils nach einem der oben genannten Verfahren operiert wurden. Es wurde das postoperative Schmerzempfinden und die Beeinträchtigung des täglichen Lebens sowie der postoperative Analgetika-Verbrauch zum Vergleich beider Gruppen analysiert. Nach statistischer Auswertung der Ergebnisse konnte bezüglich der postoperativen Schmerzen und der Beeinträchtigung des täglichen Lebens keine signifikante Überlegenheit eines der beiden Verfahren bewiesen werden. Die Auswertung der "objektiveren" Messwerte, wie die stationäre Liegedauer und der postoperative Analgetika-Verbrauch beweisen aber eine signifikante Überlegenheit der XS-Technik gegenüber der CASPAR-Methode.

Vor dem Hintergrund eines technisch schonenderen Zugangswegs unter Beibehaltung des vertrauten direkten Blicks in den Operationssitus über ein Mikroskop ist die XS-Technik als eine effektive Alternative zum CASPAR-Verfahren einzustufen und kann für die Patienten mit einem lumbalen Bandscheibenvorfall eine gute Behandlungsalternative darstellen.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. **Adson AW, Ott WO** (1922) Results of the removal of tumors of the spinal cord. Archs Neurol Psychiatr 8: 520-538
2. **Andrae R** (1929) Ueber Knorpelknötchen am hinteren Ende der Wirbelbandscheiben im Bereich des Spinalkanals. Beitr Pathol Anat 81: 464-474
3. **Andrews DW, Lavyne MH** (1990) Retrospective analysis of microsurgical and standard lumbar discectomy. Spine 15(4): 329-35
4. **Arzneimittelkommission der Deutschen Ärzteschaft** (2000) Empfehlungen zur Therapie von Rückenschmerzen. Dtsch Ärzteverlag Köln
5. **Asch HL, Lewis PJ, Moreland DB, Egnatchik JG, Yu YJ, Clabeaux DE, Hyland AH** (2002) Prospective multiple outcomes study of outpatient lumbar microdiscectomy: should 75 to 80% success rates be the norm? J Neurosurg 96(1 Suppl): 34-44
6. **Awad JN, Moskovich R** (2006) Lumbar disc herniations: surgical versus nonsurgical treatment. Clin Orthop Relat Res 443: 183-97
7. **Barrios C, Ahmed M, Arroategui J, Bjornsson A, Gillstrom P** (1990) Microsurgery versus standard removal of the herniated lumbar disc. A 3-year comparison in 150 cases. Acta Orthop Scand 61(5): 399-403
8. **Benninghoff A, Drenckhahn D** (2003) Wirbelsäule, Columna vertebralis. Anatomie. Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie. Vol. 16. München, Jena: Urban Fischer Verlag. 412-442.
9. **Bombardier C** (2000) Outcome Assessments in the evaluation of treatment of spinal disorders. summary and general recommendations. Spine 25: 3100-3103
10. **Boni T** (2000) From sciatica to intervertebral disk displacement. On the history of a disease concept. Orthopade 29(12): 1033-43
11. **Bragard K** (1928) Über das Lasèguesche Phänomen. Münchner Med Wochenschr 75: 387-389
12. **Breitenfelder J** (2003) Historische Bemerkungen zur Therapie von lumbalen Bandscheibenerkrankungen. In: Der lumbale Bandscheibenvorfall, J. Breitenfelder und R. Haaker. Steinkopff Verlag: Darmstadt. p. 2-4.
13. **Buttermann GR** (2004) Treatment of lumbar disc herniation: epidural steroid injection compared with discectomy. A prospective, randomized study. J Bone Joint Surg Am 86-A(4): 670-9
14. **Carlsson AM** (1983) Assessment of chronic pain. I. Aspects of the reliability and validity of the visual analogue scale. Pain 16(1): 87-101

15. **Caspar W** (1977) A new surgical procedure for the lumbar herniation causing less tissue damage through a microsurgical approach. *Advances in Neurosurgery* 4: 74-77
16. **Caspar W** (1990) Technique of Microsurgery. In: *Microsurgery of the lumbar spine. Principles and techniques in spinal surgery*, M.Y. Wiliam RW, Young PA. Aspen Inc. Publishers: Rockville, Maryland, USA. p. 105-122.
17. **Caspar W, Campbell B, Barbier DD, Kretschmmer R, Gotfried Y** (1991) The Caspar microsurgical discectomy and comparison with a conventional standard lumbar disc procedure. *Neurosurgery* 28(1): 78-86; discussion 86-7
18. **Choy DS, Case RB, Fielding W, Hughes J, Liebler W, Ascher P** (1987) Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disks. *N Engl J Med* 317(12): 771-2
19. **Cotunnus D** (1764) *De ischiade nervosa comentarius*. Neapel: Typographia Simoniana.
20. **Datta G, Gnanalingham KK, Peterson D, Mendoza N, O'Neill K, Van Dellen J, McGregor A, Hughes SP** (2004) Back pain and disability after lumbar laminectomy: is there a relationship to muscle retraction? *Neurosurgery* 54(6): 1413-20; discussion 1420
21. **Deyo R, Battie M, Beurskens A, Bombardier C, Croft P, Koes B, Malmivaara A, Roland M, Von Korff M, Waddell G** (1998) Outcome measures for low back pain reserch. A proposal for standardized use. *Spine* 23: 2003-2013
22. **Deyo RA, Tsui-Wu YJ** (1987) Descriptive epidemiology of low-back pain and its related medical care in the United States. *Spine* 12(3): 264-8
23. **Ebeling U, Reichenberg W, Reulen HJ** (1986) Results of microsurgical lumbar discectomy. Review on 485 patients. *Acta Neurochir (Wien)* 81(1-2): 45-52
24. **Fairbank JC, Pynsent PB** (2000) The Oswestry Disability Index. *Spine* 25(22): 2940-52; discussion 2952
25. **Fairbank JC, Couper J, Davies JB, O'Brien JP** (1980) The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy* 66(8): 271-3
26. **Findlay GF, Hall BI, Musa BS, Oliveira MD, Fear SC** (1998) A 10-year follow-up of the outcome of lumbar microdiscectomy. *Spine* 23(10): 1168-71
27. **Flamme CH** (2005) Obesity and low back pain - biology, biomechanics and epidemiology. *Orthopade* 34(7): 652-7
28. **Frymoyer JW** (1992) Lumbar disk disease: epidemiology. *Instr Course Lect* 41: 217-23
29. **Ghazwinian R, Krämer J** (1974) Optimale Lagerung bei der Operation des lumbalen Bandscheibenvorfalls. *Z Orthop.*: 112-815

30. **Greiner-Perth R, Boehm H** (2006) Comparison of soft tissue trauma in microsurgical nucleotomy to a new technique: Microscopically assisted percutaneous nucleotomy. An MRI-study. *EUR Spine J* 15 (Suppl. 4): S459-S489
31. **Hijikata S** (1975) A method of percutaneous nuclear extraction. *J Toden Hosp* 5: 39-42
32. **Huskisson EC** (1974) Measurement of pain. *Lancet* 2(7889): 1127-31
33. **Junghans H, Schmorl G** (1968) Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
34. **Katayama Y, Matsuyama Y, Yoshihara H, Sakai Y, Nakamura H, Nakashima S, Ito Z, Ishiguro N** (2006) Comparison of surgical outcomes between macro discectomy and micro discectomy for lumbar disc herniation: a prospective randomized study with surgery performed by the same spine surgeon. *J Spinal Disord Tech* 19(5): 344-7
35. **Koebbe CJ, Maroon JC, Abla A, El-Kadi H, Bost J** (2002) Lumbar microdiscectomy: a historical perspective and current technical considerations. *Neurosurg Focus* 13(2): E3
36. **Krämer J** (1973) Biomechanische Veränderungen im lumbalen Bewegungssegment. In: Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, H. Junghans. Hippokrates: Stuttgart.
37. **Krämer J** (1994) Bandscheibenbedingte Erkrankungen. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
38. **Krämer J** (1995) A new classification of lumbar motion segments for microdiscectomy. *Eur Spine J* 4(6): 327-34
39. **Krämer R, Herdmann J, Krämer J** (2005) Mikrochirurgie der Wirbelsäule. Stuttgart [u. a.]: Georg Thieme Verlag.
40. **Lasègue CE** (1864) Considerations sur la sciatique. *Arch Gén Méd* II 7: 558-580
41. **Loew F, Caspar W** (1977) Surgival Approach to Lumbar Disc Herniation. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery* 5: 153-171
42. **Love JG** (1939) Removal of protruded intervertebral disks without laminectomy. *Mayo Clin Proc* 14: 800
43. **Lu K, Liang CL, Cho CL, Chen HJ, Hsu HC, Yiin SJ, Chern CL, Chen YC, Lee TC** (2002) Oxidative stress and heat shock protein response in human paraspinal muscles during retraction. *J Neurosurg* 97(1 Suppl): 75-81
44. **Luschka H** (1858) Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Eine Monographie. Berlin: Reimer.

-
45. **Maroon JC** (2002) Current concepts in minimally invasive discectomy. *Neurosurgery* 51(5 Suppl): S137-45
 46. **Mayer HM** (2001) Discogenic low back pain and degenerative lumbar spinal stenosis - how appropriate is surgical treatment? *Schmerz* 15(6): 484-91
 47. **McCulloch JA** (1996) Focus issue on lumbar disc herniation: macro- and microdiscectomy. *Spine* 21(24 Suppl): 45S-56S
 48. **Miller JA, Schmatz C, Schultz AB** (1988) Lumbar disc degeneration: correlation with age, sex, and spine level in 600 autopsy specimens. *Spine* 13(2): 173-8
 49. **Mixter WJ, Barr JS** (1934) Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *New Engl J Med* 211: 210-214
 50. **Naegli O** (1894) Therapie von Neuralgien und Neurosen. Basel, Leipzig: Sallmann.
 51. **Noack W** (1994) Die Bandscheibe. Reihe Praktische Orthopädie. Vol. 24. Stuttgart: Thieme Verlag.
 52. **Onik G, Helms CA, Ginsburg L, Hoaglund FT, Morris J** (1985) Percutaneous lumbar discectomy using a new aspiration probe. *AJR Am J Roentgenol* 144(6): 1137-40
 53. **Oppenheim H, Krause F** (1909) Ueber Einklemmung bzw. Strangulation der Cauda equina. *Dtsch Med Wochenschau* 35: 697-700
 54. **Palmer S** (2002) Use of a tubular retractor system in microscopic lumbar discectomy: 1 year prospective results in 135 patients. *Neurosurg Focus* 13(2): E5
 55. **Papavero L, Caspar W** (1993) The lumbar microdiscectomy. *Acta Orthop Scand Suppl* 251: 34-7
 56. **Perez-Cruet MJ, Foley KT, Isaacs RE, Rice-Wyllie L, Wellington R, Smith MM, Fessler RG** (2002) Microendoscopic lumbar discectomy: Technical note. *Neurosurgery* 51(5 Suppl): S129-36
 57. **Ranjan A, Lath R** (2006) Microendoscopic discectomy for prolapsed lumbar intervertebral disc. *Neurol India* 54(2): 190-4
 58. **Schick U, Dohnert J, Richter A, König A, Vitzthum HE** (2002) Microendoscopic lumbar discectomy versus open surgery: an intraoperative EMG study. *Eur Spine J* 11(1): 20-6
 59. **Schizas C, Tsiridis E, Saksena J** (2005) Microendoscopic discectomy compared with standard microsurgical discectomy for treatment of uncontained or large contained disc herniations. *Neurosurgery* 57(4 Suppl): 357-60; discussion 357-60

-
60. **Schmidt CO, Kohlmann T** (2005) What do we know about back pain? *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 143(3): 292-8
 61. **Schmorl G** (1928) Ueber Chordareste in den Wirbelkörpern. *Zentralbl Chir* 37: 2305
 62. **Schreiber A, Suezawa Y** (1986) Transdiscoscopic percutaneous nucleotomy in disk herniation. *Orthop Rev* 15(1): 35-8
 63. **Silvers HR, Lewis PJ, Asch HL, Clabeaux DE** (1994) Lumbar discectomy for recurrent disk herniation. *J Spinal Disord* 7(5): 408-19
 64. **Smith L** (1964) Enzyme dissolution of the nucleus pulposus in humans. *J Am Med Ass* 187: 137
 65. **Smith M, Foley K** (1997) Microendoscopic discectomy. *Tech Neurosurg* 3: 301-037
 66. **Smith M, Foley K** (1998) MED: The first 100 cases. Presented at the Annual Meeting of the Congress of Neurological Surgeons. Seattle, WA
 67. **Tandon V, Campbell F, Ross ER** (1999) Posterior lumbar interbody fusion. Association between disability and psychological disturbance in noncompensation patients. *Spine* 24(17): 1833-8
 68. **Thomas A** (1993) The Spine. In: Outcome Measures in Orthopaedics, P. Pynsent, J. Fairbank, und A. Carr. Butterworth-Heinemann: Oxford. p. 94-143.
 69. **Vaculik J, Toth L, Trnovsky M** (2003) [Results of lumbar discectomy]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 70(2): 89-94
 70. **Waddell G** (1993) Evaluation of results in lumbar spine surgery. Clinical outcome measures--assessment of severity. *Acta Orthop Scand Suppl* 251: 134-7
 71. **Weir BK** (1979) Prospective study of 100 lumbosacral discectomies. *J Neurosurg* 50(3): 283-9
 72. **Wenker H, Schirmer M** (1979) Lumbaler Bandscheibenvorfall und Lumboischialgie: Grundlagen, Diagnostik u. Therapie. Aktuelle Probleme in der Psychiatrie, Neurologie, Neurochirurgie. Vol. 8. Bern, Wien, Stuttgart: Verlag Hans Huber Bern.
 73. **Wiesel SW, Tsourmas N, Feffer HL, Citrin CM, Patronas N** (1984) A study of computer-assisted tomography. I. The incidence of positive CAT scans in an asymptomatic group of patients. *Spine* 9(6): 549-51
 74. **Williams RW** (1978) Microlumbar discectomy: a conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc. *Spine* 3(2): 175-82

75. **Yasargil MG** (1977) Microsurgical operation of herniated lumbar disc. *Advances in Neurosurgery* 4: 81-88
76. **Zanoli G, Stromqvist B, Jonsson B** (2001) Visual analog scales for interpretation of back and leg pain intensity in patients operated for degenerative lumbar spine disorders. *Spine* 26(21): 2375-80

7. ANHANG

Abb. 30:
Patienten Fragebogen (Teil 1: VAS-Schmerzskala)

[illegible]

Abb. 31: Patienten- Fragebogen (Teil 2: ODI)

	Name, Vorname: Geb. Datum: Oswestry Beeinträchtigung Skala (nach ODI Version 2.0) Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient, mit der Beantwortung folgender Fragen ermöglichen Sie es uns die Beeinträchtigung besser einzuschätzen, die ihr Rücken und/oder Beinschmerz für Sie im alltäglichen Leben bedeutet. Bitte beantworten Sie alle Abschnitte. In jedem Abschnitt soll nur die Feststellung angekreuzt werden (im Kreis vor der Aussage), die am besten Ihren heutigen Zustand beschreibt. V= Vor Operation N= nach Operation vor Entlassung Abschnitt 1 – Intensität der Schmerzen V N ☐ ☐ Ich habe zur Zeit keine Schmerzen ☐ ☐ Die Schmerzen sind zur Zeit nur geringfügig. ☐ ☐ Die Schmerzen sind zur Zeit erträglich. ☐ ☐ Die Schmerzen sind zur Zeit ziemlich stark ausgeprägt. ☐ ☐ Die Schmerzen sind zur Zeit sehr stark ausgeprägt. ☐ ☐ Die Schmerzen sind zur Zeit die schlimmsten, die ich mir nur vorstellen kann. Abschnitt 2 – Körperliche Pflege (Waschen, Ankleiden u.s.w.) V N ☐ ☐ Ich versorge mich selbst ganz normal, ohne das es dadurch zusätzlich schmerzt. ☐ ☐ Ich versorge mich selbst ganz normal, dies ist aber sehr schmerzhaft. ☐ ☐ Meine Selbstversorgung verursacht Schmerzen und ich bin dabei langsam und vorsichtig. ☐ ☐ Ich benötige einige Hilfe, kann aber das meiste meiner Versorgung selbst erledigen. ☐ ☐ Ich brauche jeden Tag Hilfe bei den meisten Dingen der Selbstversorgung. ☐ ☐ Ich ziehe mich nicht an, wasche mich mit Schwierigkeiten und bleibe im Bett. Abschnitt 3 – Heben (Testkiste befindet sich or dem Schwesternzimmer NCH 3 auf dem Flur) V N ☐ ☐ Ich kann 20 Mineralwasserflaschen (volle Testkiste auf dem Flur!) heben, ohne das es schmerzt. ☐ ☐ Ich kann die volle Testkiste heben, dies schmerzt aber. ☐ ☐ Ich kann die volle Testkiste nicht heben, aber ich kann die Kiste mit ... Flaschen heben. ☐ ☐ Ich kann die Testkiste nur heben, wenn sie mit 10 Flaschen gefüllt ist. ☐ ☐ Ich kann die Testkiste nur heben, wenn sie mit 4 Flaschen gefüllt ist. ☐ ☐ Ich kann überhaupt nichts anheben oder tragen. Abschnitt 4 – Gehen V N ☐ ☐ Der Schmerz hindert mich nicht daran so weit zu gehen wie ich möchte. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht mehr als 2 km gehen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht mehr als 1 km gehen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht mehr als 100 m gehen. ☐ ☐ Ich kann nur mit Hilfe eines Stockes oder von Unterarmgehstützen gehen. ☐ ☐ Ich bin bettlägerig und kann nur mit Mühen die Toilette erreichen. Abschnitt 5 – Sitzen V N ☐ ☐ Ich kann auf jedem Stuhl so lange sitzen wie ich möchte ☐ ☐ Ich kann auf meinem Lieblingsstuhl sitzen so lange ich möchte. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht länger als 1 Stunde sitzen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht länger als 30 Minuten sitzen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht länger als 10 Minuten sitzen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich gar nicht sitzen Abschnitt 6 – Stehen V N ☐ ☐ Ich kann so lange stehen wie ich möchte, ohne das es dadurch zu Schmerzen kommt. ☐ ☐ Ich kann so lange stehen wie ich möchte, habe aber Schmerzen dadurch. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht länger als 1 Stunde stehen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht länger als 30 Minuten stehen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht länger als 10 Minuten stehen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich gar nicht stehen. Abschnitt 7 – Schlafen V N ☐ ☐ Mein Schlaf wird nie durch Schmerzen beeinträchtigt. ☐ ☐ Mein Schlaf wird gelegentlich durch Schmerzen gestört. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht länger als 6 Stunden schlafen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht länger als 4 Stunden schlafen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich nicht länger als 2 Stunden schlafen. ☐ ☐ Schmerzbedingt kann ich gar nicht schlafen. Vielen Dank für Ihre Zusammenarbeit !!!
--	--

8. DANKSAGUNG

Herrn PD Dr. med. Luca Papavero danke ich herzlich für die Überlassung des hochinteressanten Themas und für die vielen konstruktiven Diskussionen, die zu einer schnellen Fertigstellung der Arbeit beigetragen haben.

Ganz besonders herzlich möchte ich mich bei Herrn Dr. med. Philip Kunkel für die vielen Gespräche und die nachhaltige Unterstützung und Betreuung bedanken.

Für die Unterstützung und Zusammenarbeit bei der Datenerhebung und Patientenbefragung danke ich dem Stationspersonal der Abteilung für Neurochirurgie der Universitätsklinik Hamburg Eppendorf.

Meinen Eltern Kerstin und Klaus-Dieter Brock danke ich liebevoll für alles, was mich in die Lage versetzte, diese Arbeit anzufertigen.

Meiner Freundin Rebekka Franke möchte ich von ganzem Herzen für die Motivation und Unterstützung von Beginn bis zur Fertigstellung dieser Arbeit danken. Auf ihr Einfühlungsvermögen auch an mühevollen Tagen konnte ich mich immer verlassen.

9. LEBENSLAUF

PERSÖNLICHE DATEN		Marko Brock geboren 10. November 1981 in Osterburg ledig, keine Kinder
SCHULBILDUNG	1988 – 1992	Grundschule, Krevese
	1992 – 2000	Markgraf-Albrecht-Gymnasium, Osterburg
WEHRDIENST	2000 – 2001	Sanitätssoldat im Bundeswehrkrankenhaus Hamburg, Abteilung für Urologie
HOCHSCHULBILDUNG	2001 – 2007	Studium der Humanmedizin an der Universität Hamburg
	04.06 – 07.06	Wahlfach nach neuer AO: Urologie, Krankenhaus Hamburg St.Georg
	10.2007	Staatsexamen Medizin
Famulaturen	02.04 – 03.04	Prof. Dr. Heidemann, Innere Abtei- lung, Krankenhaus Hamburg Eilbek
	07.04 – 09.04	Prof. Dr. Tauber, Abteilung für Urologie, Krankenhaus Hamburg Barmbek
Auslandsfamulatur	06.05 – 07.05	Prof. Yeo, M.D., Surgery and Oncology, Johns Hopkins University, School of Medicine, Baltimore, USA
Praktisches Jahr	08.06 – 12.06	Prof. Dr. Teichmann, Abteilung für Chirurgie, Krankenhaus Hamburg Altona
	12.06 – 04.07	Prof. Dr. Gross, Abteilung für Urolo- gie, Krankenhaus Hamburg Barmbek
	04.07 – 07.07	Prof. Dr. Heidemann, Innere Abtei- lung, Krankenhaus Hamburg Eilbek

10. EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Unterschrift:

.....

Marko Brock