

**Prospektive Studie zur Evaluation der transossären Dekompression,
einer neuen Methode der Behandlung von Halsbandscheibenvorfällen
ohne Bandscheibenersatz oder Segmentversteifung**

**Inauguraldissertation
Zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
des Fachbereichs Medizin am Klinikum
der Justus-Liebig-Universität Giessen**

Vorgelegt von

**Joseph, Iskander
Aus: Kafr Sakr (Sharkia) – Ägypten
Giessen: 2008**

**Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
Des Fachbereichs Medizin des
Universitätsklinikums Giessen und Marburg (Justus-Liebig-Universität Giessen)
(Direktor: Prof. Dr. med. H. Stürz)**

In Zusammenarbeit mit

**der Klinik für Orthopädie, Wirbelsäulenchirurgie und
Querschnittgelähmte der Zentralklinik Bad Berka GmbH
(Chefarzt : Dr. med. H. Böhm)**

Gutachter: Prof. Dr. Stürz

Gutachter: PD Dr. Oertel

Tag der Disputation: 05.05.2009

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung
 - 1.1. Historischer Hintergrund
 - 1.2. Zielsetzung der Studie und Fragestellung

2. Material und Methoden
 - 2.1. Ablauf der Studie
 - 2.1.1. Dateninhalte
 - 2.2. Studiendurchführung
 - 2.2.1. Indikation für die transossäre Dekompression
 - 2.3. Anamnese
 - 2.4. Präoperatives Untersuchungsprogramm
 - 2.5. Messung der Stabilität
 - 2.6. Präoperative Aufklärung
 - 2.7. Notwendiges Instrumentarium
 - 2.8. Transossäre Technik zur Entfernung zervikaler Bandscheibenvorfälle
 - 2.8.1. Operative Technik
 - 2.8.2. Lagerung
 - 2.8.3. Zugang
 - 2.8.4. Postoperative Behandlung
 - 2.9. Theoretisch mögliche Komplikationen im Rahmen einer transossären Dekompression
 - 2.10. Postoperative Befunde
 - 2.11. Datenerhebung und Klassifikation

3. Ergebnisse
 - 3.1. Demographische Daten (Gesamtpatientenanzahl)
 - 3.2. Ätiologie der Symptomatik
 - 3.3. Präoperative Beschwerden
 - 3.4. Präoperative Symptomatik
 - 3.4.1. Sensibilität
 - 3.4.2. Präoperative(Muskelkraft) motorische Defizite
 - 3.4.3. Präoperativer Reflexstatus
 - 3.5. Präoperative konservative Therapie

- 3.6.1. Operativ behandelte Segmente
- 3.6.2. Verteilung der Vorfälle (Operationshöhe)
- 3.7.1. Intraoperative Komplikationen
- 3.7.2. Neurologische Komplikationen
- 3.7.3. Nachoperierte Patienten
- 3.8. Operationszeit
- 3.9. Blutverlust
- 3.10. Segmentale Stabilität postoperativ
- 3.11. Postoperative Halskrawatte (Orthesen)
- 3.12. Das Gesamtergebnis (postoperative Symptomatik)
- 3.13. Scores
 - 3.13.1.1. Neck Disability Index präoperativ
 - 3.13.1.2. Neck Disability Index ¼ Jahr postoperativ
 - 3.13.1.3. Neck Disability Index 1 Jahr postoperativ
 - 3.13.2.1. Oswestry Score präoperativ
 - 3.13.2.2. Oswestry Score ¼ Jahr präoperativ
 - 3.13.2.3. Oswestry Score 1 Jahr präoperativ
 - 3.13.3.1. Schmerzscore präoperativ
 - 3.13.3.2. Schmerzscore ¼ Jahr präoperativ
 - 3.13.3.3. Schmerzscore 1 Jahr präoperativ
- 3.14. Krankenhausaufenthalt

4. Diskussion

- 4.1. Vorbemerkung zur operativen Behandlung des zervikalen Bandscheibenvorfalls
- 4.2. Demografische Daten
- 4.3. Operationsetage
 - 4.4.1. Beschwerdedauer vor Operation
 - 4.4.2. Art der präoperativen Beschwerden
- 4.5. Postoperative Symptome
- 4.6. Segmentale Stabilität postoperativ
- 4.7. Komplikationsmöglichkeiten
 - 4.7.1. Intraoperative Komplikationen
 - 4.7.2. Postoperative Komplikationen
 - 4.7.3. Reoperation
- 4.8. Blutverlust

4.9. Krankenhausaufenthalt

4.10. Diskussion des Gesamtergebnisses

5. Zusammenfassung

6. Summary

7. Literaturverzeichnis

8. Patientenfragebogen

9. Lebenslauf

10. Danksagung

11. Ehrenwörtliche Erklärung

Abkürzungen

3D	dreidimensionale Rekonstruktion
Abb	Abbildung
ACD	anteriore zervikale Diskektomie
ACDF	anteriore zervikale Diskektomie mit Fusion
ACDFI	anteriore zervikale Diskektomie mit Fusion und Instrumentationen
BSR	Bizepssehnenreflex
BSV	Bandscheibenvorfall
bzw.	beziehungsweise
CT	Computertomografie
d. h.	das heißt
Eb	Ebenen
HWS	Halswirbelsäule
JOA-	Japanese orthopedic association
min	Minuten
ml	Milliliter
MRT	Magnet-Resonanz-Tomografie
OP	Operation
PMMA	Polymethylmetacrylat
Rö	Röntgen
SSEPs	somatosensorisch evozierte Potentiale
Tab.	Tabelle
TSR	Trizepssehnenreflex

Einleitung und Fragestellung

1. Einleitung

1.1. Historischer Hintergrund

Die Frage, mit welchem Verfahren operationspflichtige Bandscheibenvorfälle im Zervikalbereich am besten behandelt werden können, ist noch immer Gegenstand wissenschaftlicher Diskussion. Grundsätzlich können verschiedene Wege beschritten werden, welche im Folgenden kurz beschrieben sind.

Die alleinige Ausräumung der Bandscheibe von ventral findet nach oft ernüchternden mittelfristigen und Spätergebnissen kaum noch Befürworter (64,65). Probleme bei diesem Verfahren sind Verlust der Bandscheibenhöhe und Foramenhöhe, mit nachfolgender segmentaler Kyphosierung und segmentaler Instabilität. Die Ausbildung von Spondylophyten wird nicht gestoppt, sondern je nach postoperativer Segmentstabilität eher noch beschleunigt, was zu erneuter zentraler oder foraminaler Enge führen kann. Selbst wenn es, wie von GAETANI beschrieben (25), schließlich zu einer spontanen Fusion kommt, ist diese durch die eingetretene Kyphose beziehungsweise die erneute Kompromittierung neuraler Strukturen oft Ursache weiterer Beschwerden.

Wegen der Gefahr eines Nachrutschens von Bandscheibengewebe entlang des bei der Operation präformierten Weges sind Teilentfernungen der Bandscheibe oder gar alleinige Sequesterentfernungen von ventral durch den Bandscheibenraum ebenfalls keine Lösung. Zur Vermeidung der Entfernung der Bandscheibe publizierte FRYKHOLM, R., 1947 (23) ein Verfahren von dorsal, analog der Technik der lumbalen Sequesterotomie. Neben den Gefahren für die A. vertebralis und das Rückenmark limitiert vor allem die erforderliche Teilresektion des Wirbelgelenks die Anwendung dieses „non fusion“ Verfahrens bei allen nicht sehr weit lateral liegenden Sequestern. Auch eignen sich harte Vorfälle oder gar spondylophytäre Einengungen kaum für dieses Verfahren.

Bereits 1955 beschrieben ROBINSON und SMITH (52) ein Verfahren, den Reparaturmechanismus der Natur abzukürzen und die Dekompression der neuralen Strukturen mit einer operativ erzeugten Versteifung in besserem segmentalen Alignment zu kombinieren. Nachteil dabei war die Erfordernis eines zusätzlichen Teilschrittes zur Entnahme des trikortikalen Beckenkammspanes mit gelegentlich langdauernder, manchmal permanenter „Spanentnahme-Morbidität“ (7,71). Ein weiterer Nachteil zeigte sich im Risiko der Spandislokationen, die Schluckbeschwerden und auch Nachoperationen bedingen können (24).

Aus diesem Grund wurde zur Sicherung des Spans eine Überbrückung der betroffenen Wirbelkörper durch eine ventrale Verplattung der Goldstandard in der operativen Behandlung (3,56).

Allerdings ergeben sich allein aufgrund der Verwendung von Metallplatten im ventralen Halsbereich eine Reihe von Komplikationsmöglichkeiten (70), die den Langzeiterfolg empfindlich reduzieren können (63).

Wegen des Problems der langfristigen Beschwerden an der Spanentnahmestelle wurden andere Interponate (z.T. unter Aufgabe des Ziels einer biologischen, knöchernen Lösung) gesucht. Während sich PMMA-Zementinterponate nicht bewährten, erreichten so genannte „Cages“ bessere Ergebnisse. Mit fortschreitender Entwicklung im Design und bei den Materialien gelang es in den meisten Fällen, soviel Primärstabilität zu erreichen, dass keine Verplattung mehr erforderlich war. Da kein struktureller Span mehr erforderlich ist, kann sich die Spanentnahme auf die weniger traumatisierende Entnahme von Spongiosa beschränken, manche Autoren (1,4) berichten über gute Versteifungsergebnisse ganz ohne Knochenentnahme.

Selbst im Erfolgsfall der Fusion in optimaler Stellung bleibt ein Restrisiko des vorzeitigen Verschleißes der Nachbarbandscheiben im Sinne der Anschlußdekompensation (8).

Um eine Versteifung zu vermeiden und wegen teilweise ermutigenden Ergebnissen im Lumbalbereich wurden künstliche Bandscheiben für den Zervikalbereich entwickelt. Diese werden derzeit für mono- und mehrsegmentale Versorgungen eingesetzt. Indikationsgrenzen und Erfolgsaussichten dieses in der Invasivität der Implantation eines Cages vergleichbaren Verfahrens müssen noch bestimmt werden. Die bisher bekannten Komplikationsmöglichkeiten bzw. die Rate unbeabsichtigter Spontanversteifungen scheinen modellabhängig zu sein, sind jedoch nicht unerheblich (5,54).

Es bleibt die Tatsache bestehen, dass mit allen derzeit gängigen Operationsverfahren wegen eines wenige Quadratmillimeter großen Vorfalles die gesamte Bandscheibe entfernt werden muss mit anschließender Implantation einer Prothese oder der Durchführung einer „Segmentversteifung“.

Aufgrund der Erfahrungen mit konservativer Behandlung gilt, dass das wesentliche Agens bei einem zervikalen Bandscheibenvorfall die mechanische Kompression der Wurzel ist. Die anderen degenerativen Prozesse, die zum Vorfall geführt haben, haben dagegen meist keine eigene Krankheitsrelevanz.

Aus diesem Grund erscheint es logisch und Erfolg versprechend, operative Wege zu suchen, die einerseits ähnlich wie das von FRYKHOLM 1947 (23) beschriebene Verfahren ein Zusatztrauma an der betroffenen Bandscheibe vermeidet, andererseits aber das pathologische Substrat Bandscheibensequester direkt und sicher entfernbar macht. Aus diesem Grund entwickelte BÖHM H. 2000, den transossären, transkorporalen Zugang zum Spinalkanal. Wegen der potentiellen Gefahren wurde dieser Weg in den Jahren 2000 bis 2005 nur bildgestützt im offenen Operations-Kernspintomografen durchgeführt.

Die Ergebnisse bezüglich erfolgreicher Wurzeldekompression mit Verringerung der präoperativen Schmerzen und die Verlaufsuntersuchungen über 5 Jahre an ca. 100 Patienten waren ermutigend und den mittelfristigen Ergebnissen sowohl von Fusionen als auch künstlichen Bandscheiben gleichwertig. Allerdings handelte es sich um ein sehr material- und personalaufwendiges Verfahren.

Durch die Erfahrung der real time 3D-Bildgebung im offenen Kernspintomografen sicher geworden, wurde erfolgreich versucht, die relevanten Schritte des Legens eines perkutanen Zugangs bis zur Wirbelsäule und dann des transossären Zugangs zum Sequester mit weniger aufwändigen Mitteln sicher bewerkstelligen zu können.

Die Entwicklung einer neuen Methodik kann aber nur im Kontext der bisherigen Verfahren gesehen werden. Dadurch entstand die Notwendigkeit einer vergleichbaren Studie.

Diese sollte klären, ob der gegenwärtig wesentliche Mehraufwand und die möglichen Komplikationen des transossären Weges durch ein besseres Behandlungsergebnis gerechtfertigt werden. Dabei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die anteriore Halswirbelsäulendiskektomie mit knöcherner Fusion einen Routineeingriff in der Wirbelsäulen Chirurgie darstellt. Damit ist sie gegenwärtig am besten mit Studien untersucht und unterlegt und muss noch als „goldener Standard“ angesehen werden. Dagegen steht die in der Arbeit untersuchte und diskutierte transossäre Dekompressionsmethode. Diese dient der Vermeidung einer Beckenkammspanentnahme und der damit im Zusammenhang stehenden Risiken und Beschwerden, z. B. Schmerzen, Hämatomen, Infektion, Nervenverletzungen, sowie Problemen, die an der Fusionsstelle auftreten können, z. B. Pseudarthrose, Spanzusammenbruch und Dislokation mit Schluckbeschwerden, Materialbruch und Schraubenlockerung. Die Arbeit soll Unterschiede beider Methoden erarbeiten. Gleichzeitig werden Vergleiche angestellt zwischen transossärem, bandscheiben-erhaltendem Vorgehen, der bewegungserhaltenden Operation mit Bandscheibenprothese und der Fusion unter Verwendung von Cages.

Die dazu entwickelte Technik und die Ergebnisse bei 30 prospektiv untersuchten Patienten sollen in dieser Arbeit dargestellt und mit den therapeutischen Alternativen verglichen werden.

1.2. Zielsetzung der Studie:

Das Ziel dieser Arbeit ist die Bewertung der Effektivität der transossären Dekompression als operative Therapie des zervikalen Bandscheibenvorfalls im Rahmen einer klinischen Studie.

Die Resultate dieser Studie sollen mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen werden.

Fragestellung

Im Einzelnen sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Ergebnisse können mit der transossären Dekompression erzielt werden und wie sind diese im Vergleich zu anderen chirurgischen Verfahren zu bewerten?
- Kann mit der transossären Dekompression eine komplette Dekompression zuverlässig erreicht werden?
- Wie hoch liegt die Komplikationsrate im Vergleich zu anderen Techniken?
- Wie stellt sich die HWS nach transossärer Dekompression in der Bildgebung (Röntgen, MRT, CT) dar?
- Hat die transossäre Dekompression Einfluss auf die Segmentstabilität?
- Welche klinischen Ergebnisse können im Verlauf eines Jahres nach der transossären Dekompression erhoben werden?
- Wie stellt sich das klinische Ergebnis in verschiedenen Scores dar?
- Wo ist das Verfahren der transossären Dekompression im Hinblick auf Sicherheit, Aufwand und Zuverlässigkeit innerhalb der operativen Verfahren einzuordnen?

Material und Methode

2. Material und Methoden

2.1. Ablauf der Studie

In dieser Arbeit wurden insgesamt 30 Patienten mindestens ein Jahr lang prospektiv begleitet, die mit einer neu entwickelten Methode der transossären, transcorporalen Dekompression ohne Versteifung oder Kunstbandscheibenimplantation behandelt wurden. Die Patientenanalyse erfolgte präoperativ/postoperativ nach Parametern der klinischen Untersuchung und mittels eines Score-Vergleichs. Postoperativ wurden während des stationären Aufenthaltes und der ambulanten Kontrollen, Röntgenkontrollen und Befragungen mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens durchgeführt. Durch zusätzliche Scores, z.B. Neck Disability Index, Oswestry Index und Schmerzscore, wurde eine Analyse der neurologischen Ergebnisse vorgenommen und die subjektive Zufriedenheit der operierten Patienten bestimmt. Die Patientenakten wurden ausgewertet in Bezug auf die demografischen Daten. Der präoperative Befund, intra- und postoperative Komplikationen, die operierte Etage, die Operationszeit, der Krankenhausaufenthalt, die klinischen und postoperativen Verläufe wurden erfasst und ausgewertet. Bei allen Patienten wurden 3 Monate postoperativ routinemäßig klinische, radiologische und neurologische Verlaufskontrollen durchgeführt. Die Verlaufskontrolle erfolgte bei 26 Patienten nach einem Jahr. Es wurde dafür ein spezieller Fragebogen entwickelt.

2.1.1. Dateninhalte

- Alter der Patienten
- Geschlecht
- Schmerztyp (lokal, radikuläre Ausstrahlung, Schluckbeschwerden oder Handfunktionsstörung)
- Dauer der Beschwerden
- Muskelkraft-Messung
- Prüfung der Sensibilität
- Neck Disability index score, Schmerzscore und Oswestry Score
- Präinterventionelle Bilddiagnostik (Röntgen, CT und MRT)
- Operationszeit (in Minuten)
- Blutverlust

- Komplikationen
- CT- und MRT-Kontrolle postoperativ zur Beurteilung der Dekompression
- Krankenhausaufenthalt

2.2. Studiendurchführung

2.2.1. Indikation für die transossäre Dekompression

a) Indikation

Die Indikation zur transossären Dekompression besteht in der Nervenwurzelkompression aufgrund eines lateralen zervikalen Bandscheibenvorfalls, klinisch eindeutig seitenbetont und auch bei multisegmentalen seitlichen Bandscheibenvorfällen. Dabei ist es unerheblich, ob die Kompression der Nervenwurzel durch einen weichen Bandscheibenvorfall oder durch Osteophyten hervorgerufen wird.

Die beste Indikation besteht bei Patienten mit geringgradig ausgebildeten degenerativen Veränderungen des betroffenen Bewegungssegments.

b) Relative Kontraindikation besteht bei fortgeschrittener Degeneration mit ausgeprägter Spondylophytose. Eine Kombination mit einer Fusion angrenzender Segmente oder anderer Segmente ist möglich. Das *Vorhandensein* von Osteophyten im Spinalkanal ist ungünstig.

c) Absolute Kontraindikation besteht in der Segmentinstabilität, sowie der zentralen Myelonkompression oder Fraktur.

2.3. Anamnese

Die präoperativen Beschwerden der Studienteilnehmer wurden erfragt, einschließlich Qualität und Dauer.

Nach der Qualität der präoperativen Beschwerden wurden die Studienteilnehmer in 6 Gruppen eingeteilt:

- Lokaler Nackenschmerz
- Radikulärer Schmerz (Schulter, Arm und Hand)
- Schlucksstörung
- Schwindel
- Handfunktionsstörungen
- Gemischte Beschwerden

2.4. Präoperatives Untersuchungsprogramm

Die präoperative Untersuchung beinhaltete neben der Anamnese auch klinische, orthopädische und neurologische Untersuchung sowie die bildgebenden Verfahren.

Im Rahmen der neurologischen Untersuchung wurde ein EMG mit aktuellem neurologischem Status erhoben. Dies beinhaltete auch die Prüfung der Motorik nach den bekannten Kriterien nach JANDA:

- 0 Punkte für keinerlei motorische Aktivität
- 1 Punkte für visuell feststellbare oder fühlbare Kontraktionen, die keine Gelenkbewegung zur Folge haben.
- 2 Punkte für die Möglichkeit einer Bewegung unter Ausschaltung der Schwerkraft (in der Schwerkraftebene)
- 3 Punkte bei möglichen Bewegungen gegen die Schwerkraft
- 4 Punkte für eine reduzierte Muskelkraft im Seitenvergleich
- 5 Punkte für normale Muskelkraft.

Die Bildgebung umfasste Röntgenaufnahmen der HWS in zwei Ebenen mit Funktionsaufnahmen in Anteflexions- und Retroflexionsstellung zur Beurteilung der HWS-Stabilität vor und nach der Operation. Zusätzlich erhielt jeder Patient als Schnittbilddiagnostik eine MRT vor der Operation.

Insbesondere bei axialer Schichtung im MRT können Größe und Lage der Bandscheibe gut beurteilt werden. Patienten mit einer absoluten Kontraindikation gegen die MRT fanden keinen Eingang in die Studie.

Bei fortgeschrittenen degenerativen Prozessen sowie bei starker Osteophytenbildung ist zusätzlich eine Nativ-Computertomografie mit neuroforaminaler Rekonstruktion zur Beurteilung durchgeführt worden, egal ob es sich um eine harte, durch knöcherne Anteile oder durch weiche Bandscheibenanteile verursachte Stenose handelte.

Der Vorteil der Schnittbilddiagnostik besteht in der Darstellung der Weichteilstrukturen bei einem Bandscheibenvorfall, so dass der günstigste intraoperative knöcherne Zugang ermittelt werden kann. Hierzu können mit dem Dicom-Datensatz Rekonstruktionen in jeder beliebigen Schnittebene berechnet werden.

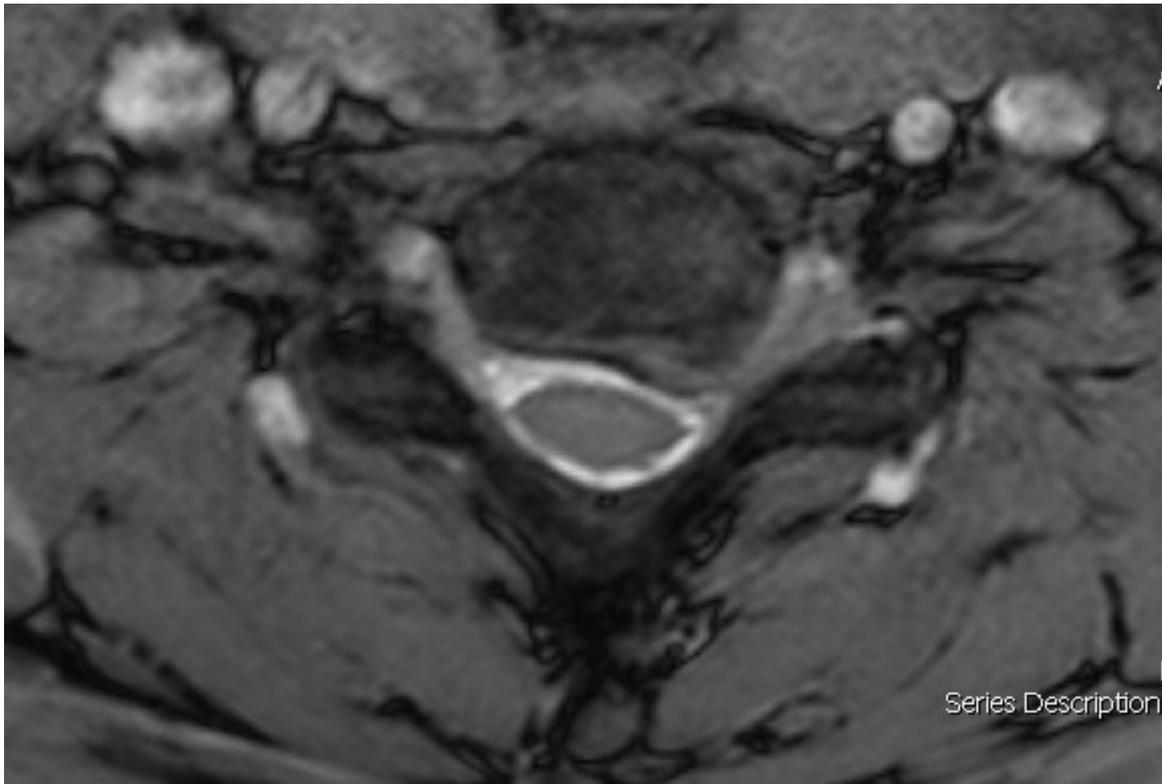


Abb. 1 MRT-HWS transversal mit großem BSV links und Neuroforamenstenose

2.5. Messung der Stabilität

Als Grundlage der radiologischen Stabilitätsprüfung nach WHITE und PANJABI dienen die seitlichen Röntgenaufnahmen der HWS in Funktionsstellungen (Flexion und Reklination).

Hier werden zwei Parameter gemessen:

1. Der transversale Vorschub des kranialen auf dem kaudalen Wirbelkörper wird gemessen als Distanz der Hinterkanten in Millimeter. Der Normbereich der physiologischen Bewegung liegt unter 3,5 mm.
2. Die Aufklappbarkeit der Bandscheibe wird gemessen als Rotation der benachbarten Wirbelkörper um ein Rotationszentrum dorsal der Wirbelsäule. Dies wird durch die Wirbelgelenke festgelegt. Zur Vereinfachung kann der Winkel zwischen den Tangentialen an der Deckplatte des kranialen und der Grundplatte des kaudalen Wirbels gemessen werden (ähnlich der Winkelmessung bei der Skoliose nach COBB). Eine normale Rotation ist bis 20° möglich (89, 90).



Abb. 2 Postoperatives Röntgenbild der HWS (seitlich) mit Funktionsaufnahme (Stabilitätskriterien nach WHITE und PANJABI 1987)

2.6. Präoperative Aufklärung

Alle Patienten wurden über allgemeine und spezielle Operationsrisiken aufgeklärt. Die Aufklärung lehnte sich an die der ventralen zervikalen Dekompression an:

Allgemeine Operations-Risiken an der HWS.

- temporäre oder permanente Läsion des Nervus laryngeus recurrens
- Gefäßverletzung der Arteria carotis
- Gefahr einer Blutung, insbesondere aus der Arteria vertebralis
- cerebralen Durchblutungsstörung durch Verletzung der Arteria vertebralis
- Ösophagusverletzung
- postoperative Nachblutung
- Wundheilungsstörungen sowie unbefriedigende Narbenbildung

Weitere Komplikationen bei Operationen an zervikalen Bandscheiben können sein:

- Verletzung der nervalen Strukturen mit der Folge von Gefühlsstörungen, vegetativen Störungen, chronischen Schmerzen, Kraftminderung der Extremitäten bis zur Lähmung, Querschnittlähmung als Paraplegie bis Tetraplegie.
- Auch können entzündliche Prozesse in Form einer Osteitis, Spondylodiscitis sowie Meningitis auftreten.
- Auch kann ein Bandscheibenvorfall in gleicher Etage oder anderer Etage auftreten.

2.7. Notwendiges Instrumentarium

Für den ventralen Zugang zur HWS wurde ein spezielles Instrumentarium zum Anlegen des Arbeitskanals und zur Dekompression der neuralen Strukturen entwickelt. Kernstück ist neben dem Arbeitsport ein Hohlbohrer zum Anlegen des transossären Zugangs durch den Wirbelkörper (Abb. 3). Daneben sind verschiedene adaptierte Häkchen, Küretten und Rongeure und ein spezieller bipolarer elektrischer Koagulator, (Fa Medicon, Tuttlingen) sowie ein Operationsmikroskop erforderlich (Abb. 7).



Abb. 3 Von links nach rechts: Handgriff, Metallport (mittel und klein), Kunststoffport (mittel und klein)

2.8. Transossäre Technik zur Entfernung zervikaler Bandscheibenvorfälle

2.8.1. Operative Technik:

Narkose: Die Operation erfolgt in Vollnarkose. Falls ein neurophysiologisches intraoperatives Monitoring durchgeführt werden soll (wegen der meist ausschließlich radikulären Symptomatik nicht routinemäßig) sind die dabei inkompatiblen Narkotika zu beachten.

2.8.2. Lagerung:

Der Patient wird auf einem durchleuchtungskompatiblen Tisch auf dem Rücken gelagert. Zusätzlich wird der Kopf bis zum Facettenschluss hyperextendiert und zur Gegenseite rotiert, anschließend die Halswirbelsäule gut unterlagert.

Höhe des operativen Zugangs: Je nach Einstellung des betroffenen Bandscheibenraumes im sag. Profil, etwa in Höhe des cranial an den Bandscheibenraum angrenzenden Wirbelkörpers. Die Arbeitsrichtung zielt dabei auf den dorso-caudalen Rand des cranialen Wirbelkörpers nach lateral knapp medial des Pedikelbereichs (Abb. 4)

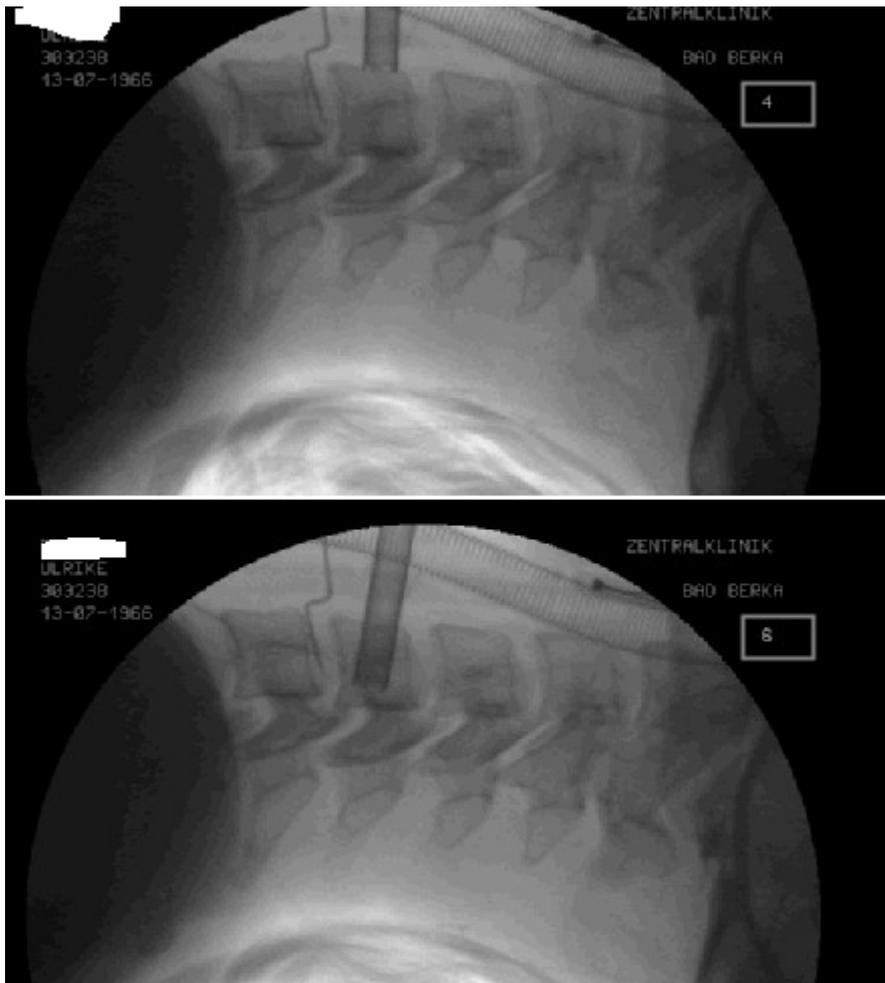


Abb.4 Röntgenbild zeigt seitliche Aufnahme einer intraoperativen Hohlbohrung

2.8.3. Zugang

Dieser wird auf der Seite der Pathologie als ca. 16mm lange Hautinzision geführt. Sodann stumpfes Auseinanderdrängen des subcutanen Fettes und der Fasern des Platysmas. Mit dem palpierenden Finger wird sodann das Carotisbündel nach lateral und dorsal gedrückt und das noch verbliebene prävertebrale Gewebe lateral von Ösophagus und Trachea schonend gespreizt, bis der ventrale Aspekt der Halswirbelsäule freiliegt. Einbringen des Arbeitskanals (Fa. Medicon, Tuttlingen) und Fixation desselben. Sodann Ansetzen des Hohlbohrers am Übergang mittleres bis ipsi-laterales Drittel des cranialen Nachbarwirbels. In kranio-kaudaler Richtung liegt die Idealposition des Hohlbohrers leicht cranial der Wirbelmitte .

Maximale Sorgfalt muss angewendet werden, um zu verhindern, dass bei Manipulationen nach Verifikation der exakten Eintrittsstelle die Position des Hohlbohrers unbeabsichtigt verändert wird.

In intermittierender, exakt seitlicher Durchleuchtung wird sodann der Hohlbohrer bei geringer Drehzahl in Richtung Hinter-/Unterkante des kranialen Wirbelkörpers, leicht nach lateral zielend, gebohrt. Größte Sorgfalt wird darauf verwendet, den Bohrvortrieb zu beenden, wenn die Wirbelkörperhinterkante exakt mit dem Bohrer fluchtet (Abb. 5).

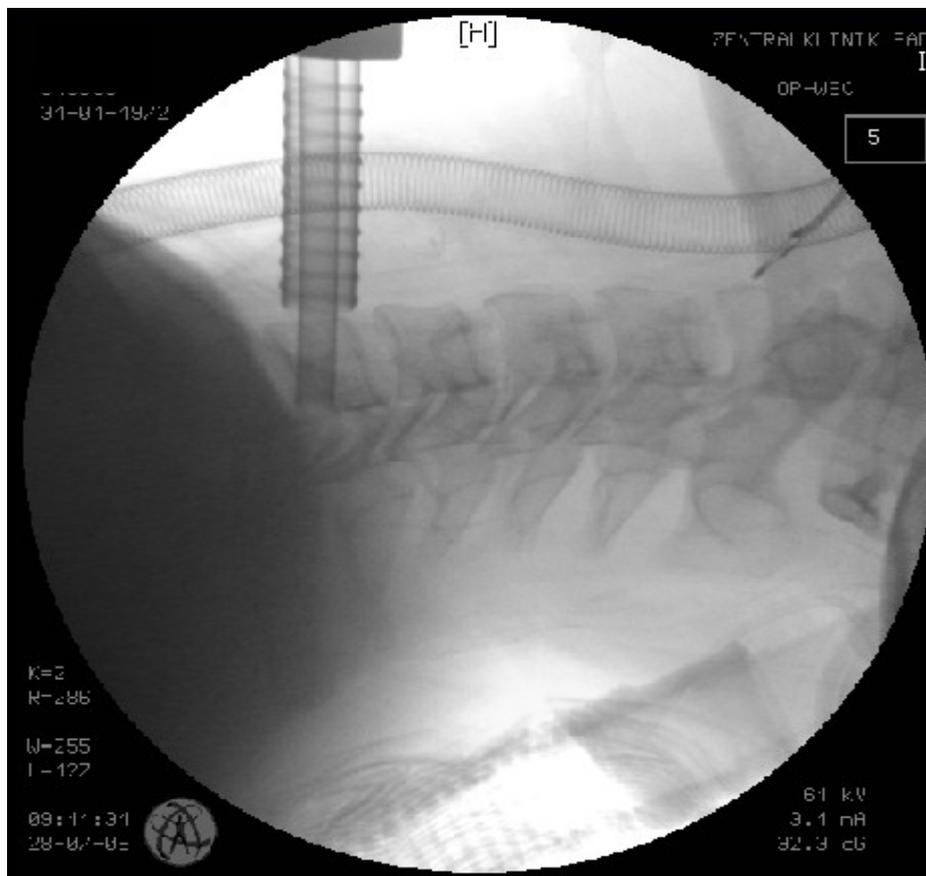


Abb. 5 Intraoperatives Röntgenbild der HWS (seitlich), zeigt den Hohlbohrer durch C6

Entfernen des Hohlbohrers. Idealerweise verbleibt dabei der Bohrkern im Hohlbohrer. Alle weiteren Schritte erfolgen unter optischer Kontrolle des Operationsmikroskops. Spezielle Erfordernisse des Operationsmikroskops: Da durch den Arbeitskanal und rückenmarksnah weiter durch den 7 mm im Durchmesser betragenden Knochenkanal im Wirbelkörper gearbeitet wird, ist es wichtig, dass die Blickachse des Mikroskops ausreichend nah an der Lichtachse liegt (Abb 6).

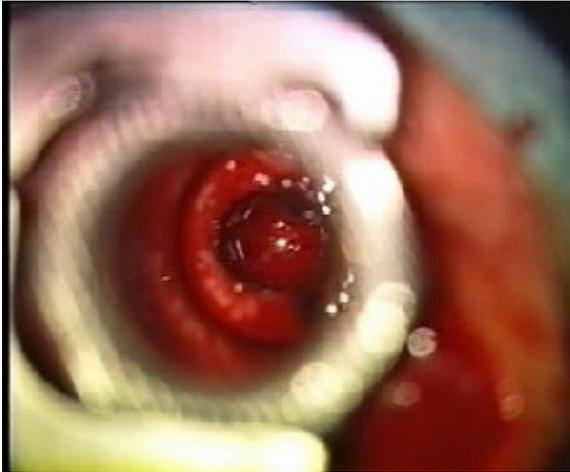


Abb. 6 Blick durch Mikroskop auf OP-Situs mit Port und Hohlbohrung.

Gelang es nicht, den Bohrzylinder zusammen mit dem Hohlbohrer zu entfernen, so erfolgt dies als nächster Schritt unter Sicht des Operationsmikroskops unter Verwendung einer speziellen Fasszange. Falls der Zylinder dabei zerbricht, Entfernung in Einzelfragmenten bis die Hinterkante reseziert ist. Oft quillt bereits zu diesem Zeitpunkt der Prolaps in Richtung Bohrkanal vor.

Mit speziellen Häkchen und Stanzen (Fa. Medicon) wird der Prolaps dann mobilisiert, bis er mit adaptierten Rongeuren entfernt werden kann. Oft muss aber das Längsband erst eröffnet werden, bevor der Prolaps herausgehäkelt werden kann. In jedem Fall erfolgt die Freilegung der Dura.

Bei korrekter Lage des Bohrkanals kann mit einem Häkchen maximaler Länge bis zum caudalen Ende der Bandscheibe palpirt, bzw. von dort Prolapsmaterial hervorluxiert werden. Analog ist das Foramen erreichbar.

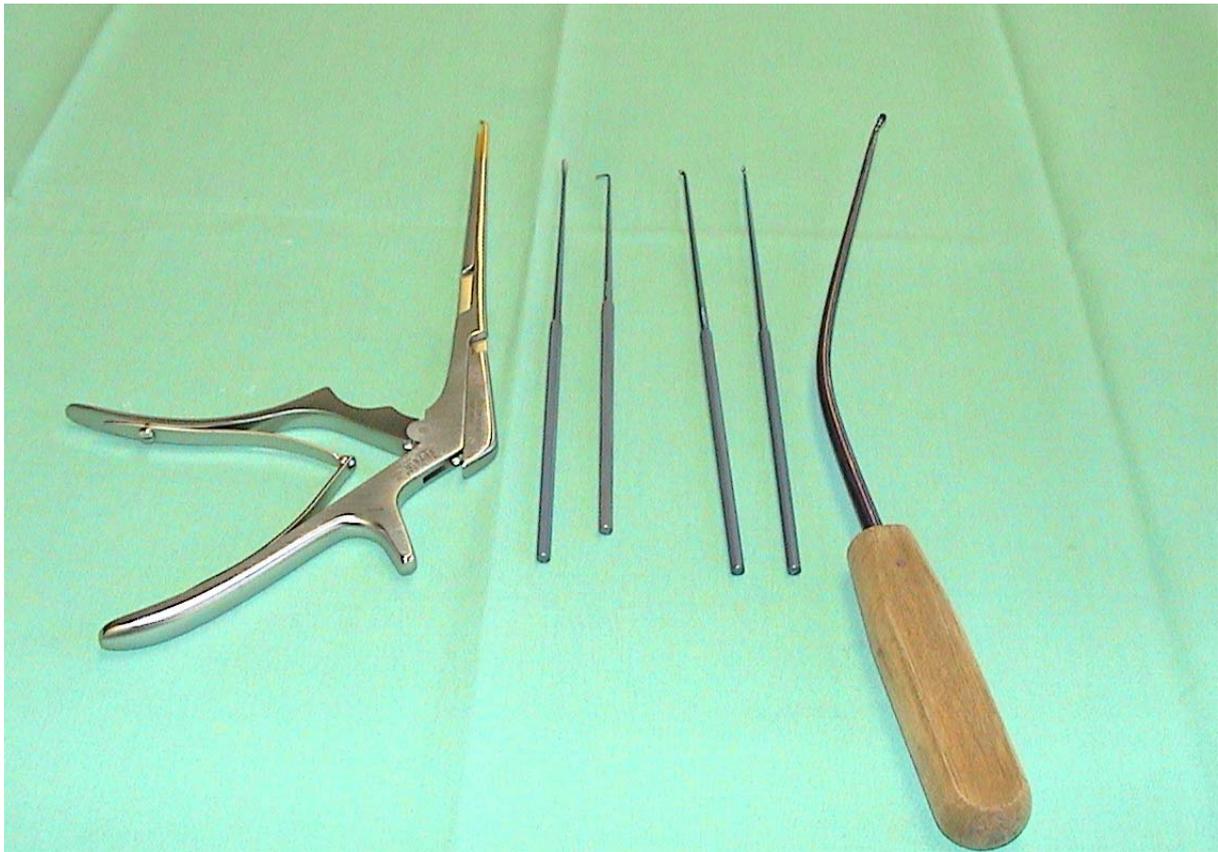


Abb. 7 Von links nach rechts : Stanzen, Häkchen und Küretten

Nach erfolgter Dekompression und Revision auf Bluttrockenheit wird der um einige Millimeter gekürzte, mit Fibrinkleber bestückte Bohrzylinder wieder so eingebracht, daß die ventrale Kortikalis in ursprünglicher Lage bündig abschließt.



Ist der Span in zu kleine Stücke zerbrochen, kann ein geometrisch passender Zylinder aus Beckenkammmaterial oder aus Knochenersatzmaterial verwendet werden.

Unter Sicht des Operationsmikroskops wird dann der Arbeitskanal herausgedreht. Dabei können etwaige Blutungen im Zugangsbereich mittels einer speziellen Bipolargabel koaguliert werden. Eine Redondrainage ist nicht erforderlich. In der Regel bewirkt eine subkutane Einzelknopfnah den ausreichenden Wundverschluss.

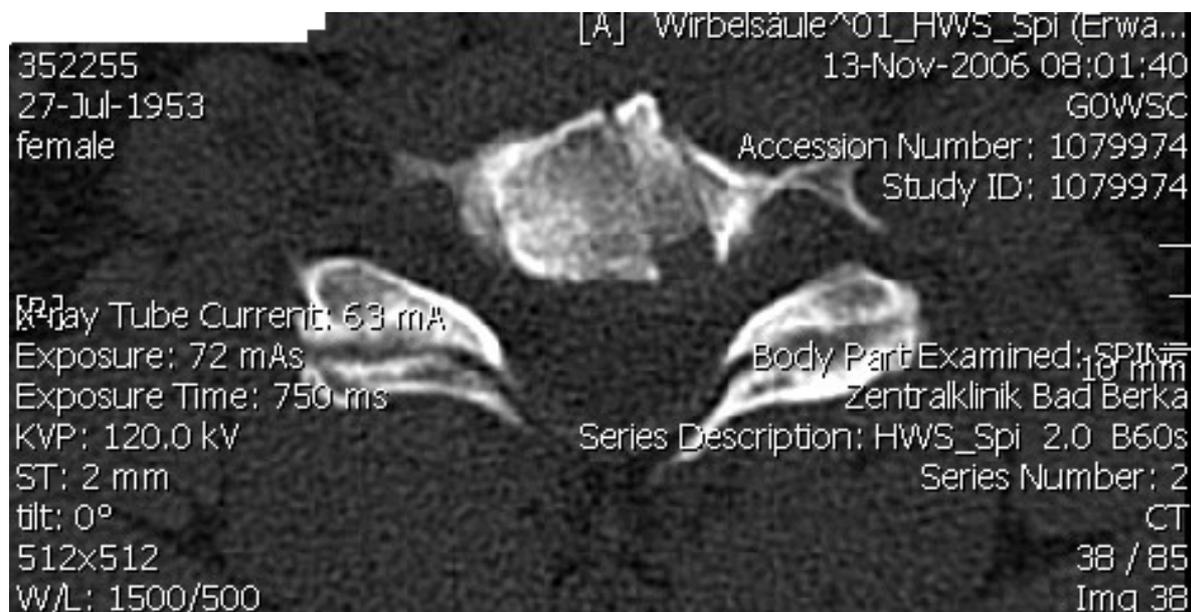


Abb. 8 Postoperative HWS CT. (transversal) mit Bohrzyylinder

2.8.4. Postoperative Behandlung

Nachbehandlung:

Keine Orthese, Remobilisation nach 4 Stunden. Neurologische Kontrollen über 12 Stunden. Krankengymnastische Anleitung zu autostabilisierenden Übungen der Halsmuskulatur. Entlassung aus stationärer Behandlung nach 2-3 Tagen. Leichte Arbeit kann nach 14 Tagen wieder aufgenommen werden. Körperlich schwere Arbeit nach 6 Wochen.

2.9. Mögliche Komplikationen im Rahmen einer transossären Dekompression

Es können Komplikationen in der intra- und der postoperativen Phase auftreten.

Intraoperativ könnten Komplikationen durch den Zugang zur HWS und ihre Strukturen sowie durch die Vorfalldfernung auftreten.

Beim Zugang besteht das Risiko der Verletzung von Weichteilstrukturen (Gefäße, Trachea, Ösophagus), nervalen Strukturen (N. recurrens, N. laryngeus). Beim transossären Zugang durch das Setzen einer Bohrung besteht die Gefahr der Verletzung von Arteria vertebralis, Dura, Rückenmark und Nervenwurzel.

Postoperative Komplikationen können bestehen, wenn die Dekomprimierung nicht ausreichend erfolgte, oder durch Auftreten eines Rezidivbandscheibenvorfalles mit Wiederkehr der Symptomatik wie beispielsweise neurologische Ausfälle in Form von Taubheitsgefühl an Schultern bzw. Händen mit Kraftverminderung der betreffenden Muskulatur.

2.10. Postoperative Befunde

Der postoperative Verlauf wurde über mindestens ein Jahr mittels Verlaufsuntersuchungen ermittelt. Zusätzlich zur klinischen Untersuchung nach 3 und 12 Monaten wurden die postoperativen Scores (Oswestry, Neck Disability Index und Schmerzscore-Index) im Vergleich zu den präoperativ ermittelten mit den gleichen Fragebögen erfasst. Die nach der Operation angefertigten Computertomogramme der HWS mit dreidimensionaler-Rekonstruktion, eine nach drei Monaten angefertigte MRT-HWS-Kontrolle und der Schmerz-Score wurden mit dem präoperativen Score verglichen. Die jährliche Kontrolle bestand in der Anfertigung von Röntgen-HWS-Aufnahmen in 2 Ebenen mit Funktionsaufnahmen für den Vergleich mit den präoperativen Aufnahmen sowie zu vergleichenden Messungen der Höhen der Zwischenwirbelräume in der operierten Etage.

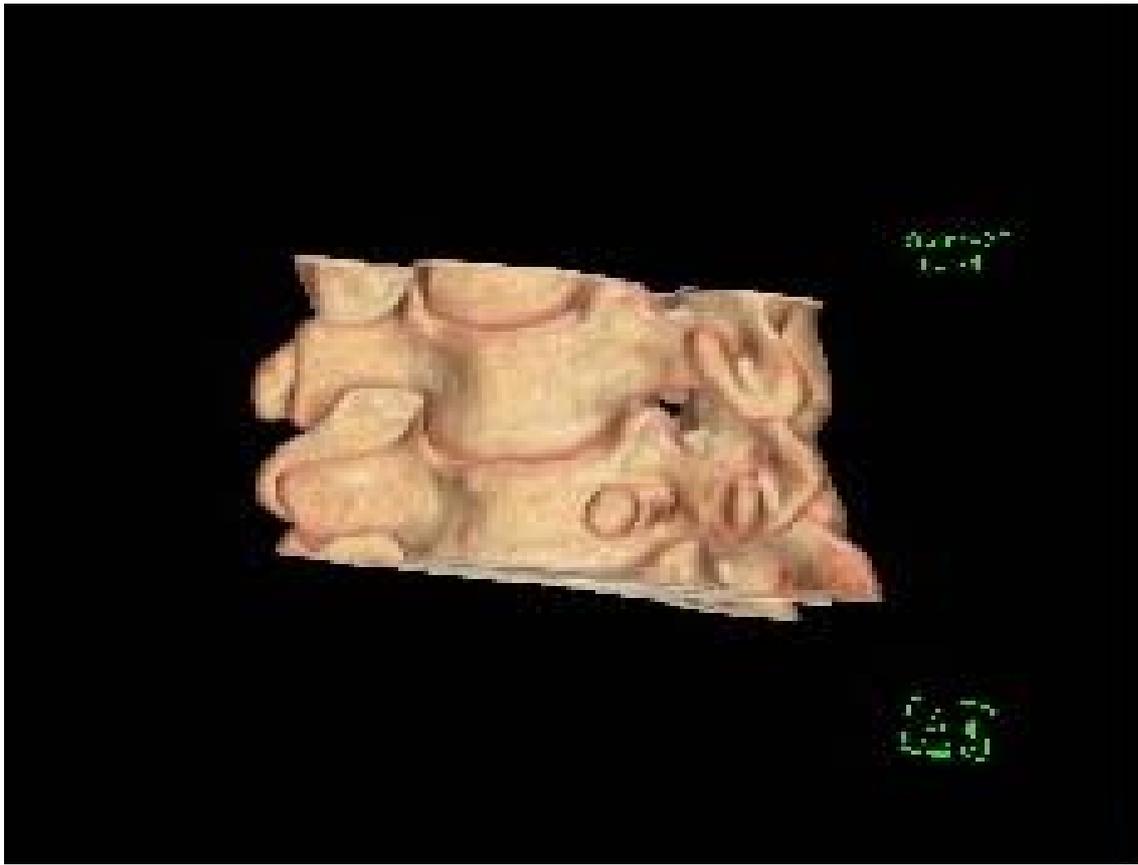


Abb.9 Postoperatives CT der HWS mit 3-dimensionaler-Rekonstruktion



Abb.10 a Präoperative MRT der HWS (sagittal) mit BSV C5/6



Abb.10 b Postoperative sagittale MRT der HWS nach Bandscheibenentfernung C5/6

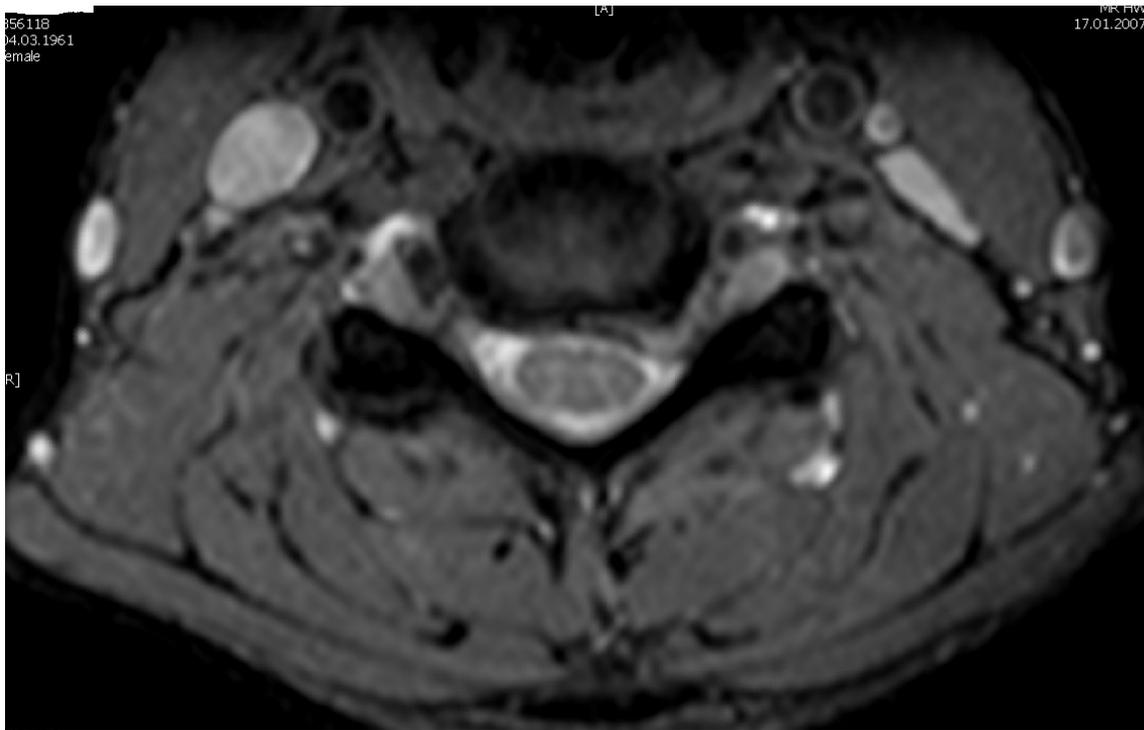


Abb.11 a Präoperative MRT der HWS (transversal) mit BSV C5/6

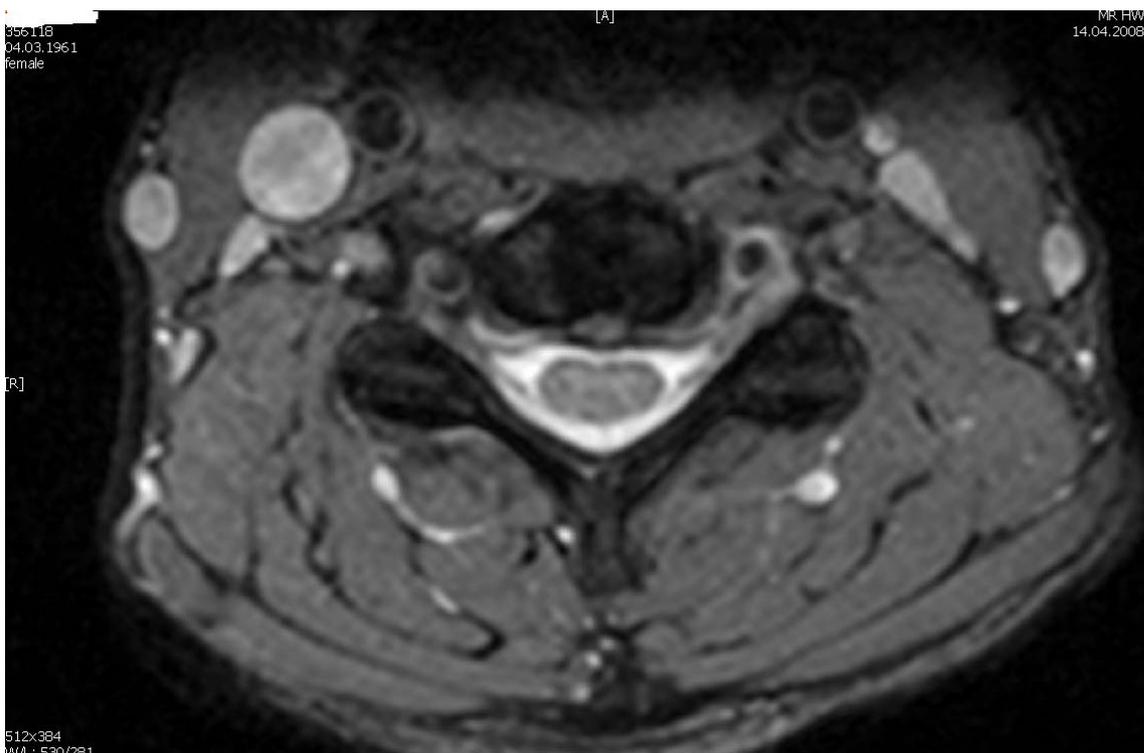


Abb. 11 b Postoperative MRT der HWS (transversal) nach transossärer Dekompression C5/6

2.11. Datenerhebung und Klassifikation

Die in die Erhebung einbezogenen Daten und Befunde sind wie folgt stratifiziert:

1. Alter 5 Altersgruppen (30. – 39., 40. - 49., 50. – 59. 60. – 69. und 70. – 79. Lebensjahr)
2. Präoperative Beschwerden radikuläre Symptomatik, lokale Schmerz-Symptomatik im Halsbereich, Handfunktionsstörung, Schulterschmerzen, Schluckbeschwerden oder Kombination von mehreren Beschwerden
3. Dauer der präop. Beschwerden vor der ersten Arztkonsultation: weniger als einen halben Monat, 1 bis 6, 7 bis 12, 13 bis 24, 25 bis 40 und 41 bis 60 Monate.
4. Art der präop. Therapie: Schmerzmittel, Physiotherapie, Halsorthese, Kombination von Physiotherapie und Schmerzmitteln, andere konservative Therapie
5. Operationshöhe: Einsegmental (C3/4, C4/5, C5/6, C6/7 und C7/Th1 oder zweisegmental
6. Intraoperative Komplikationen: Blutung wegen Vertebralisverletzung, Operation der falschen Etage, inkomplette Dekompression, andere Komplikationen (z. B. transossärer Kanal zu weit medial)
7. Postoperative Komplikationen: neurologische Ausfälle in Form von Taubheitsgefühl der Hand oder Schulter, Kraftverminderung der betroffenen Muskulatur, Schmerzen im Hals mit Schluck- oder Sprachstörungen, andere Komplikationen, z. B. Bakteriämie
8. Reoperation: des selben Segmentes oder des Nachbarsegmentes
9. Intraop. Neuromonitoring
10. Postop. Halskrawatte

Ergebnisse

3. Ergebnisse

3.1. Demographische Daten (Gesamtpatientenanzahl):

Insgesamt wurden im Zeitraum von 2005 bis 2007, 30 Patienten prospektiv untersucht. Die Gruppe setzte sich zusammen aus 17 (56,6%) Frauen und 13 (43,3%) Männern (Diagramm 1).

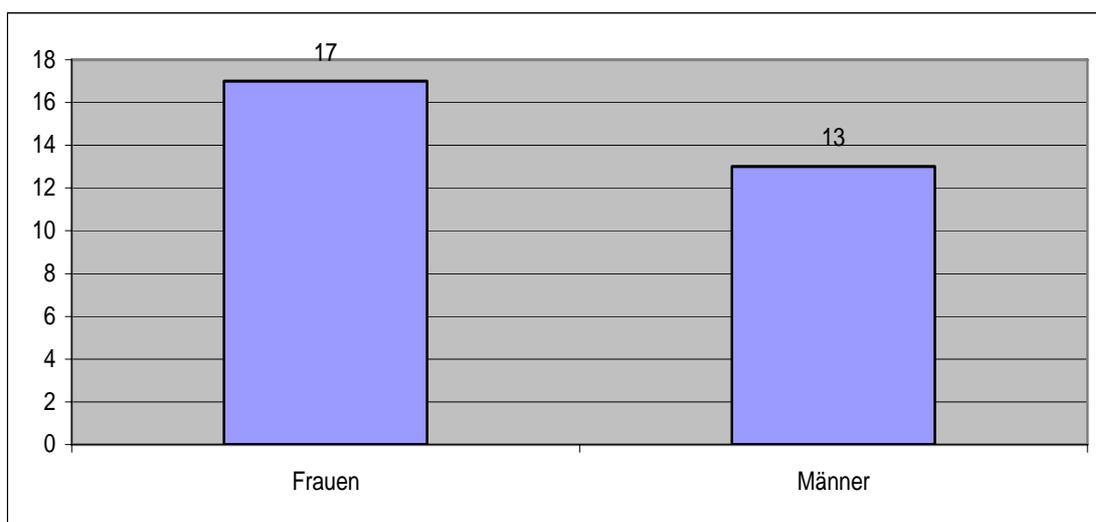


Diagramm 1: Gesamtpatientenanzahl

Das folgende Diagramm (Diagramme 2) gibt eine Übersicht über die Altersverteilung, wobei eine Einteilung in 5 Altersgruppen vorgenommen wurde.

Die am häufigsten betroffene Altersgruppe waren Patienten im 40. bis 49. Lebensjahr, der jüngste Patient der Studie war 34 Jahre alt, der älteste Patient war 76 Jahre alt. Das Diagramm 2 zeigt eine Erkrankungshäufung zwischen dem 40. und 49. Lebensjahr bei 14 Patienten (46,6%). In der Altersgruppe der 60- bis 69-Jährigen wurden 2 Patienten operativ versorgt, bei der Gruppe der 70- bis 79-jährigen Patienten 1 Patient .

Insgesamt 23 Patienten (77%) waren jünger als 50 Jahre, und 7 Patienten (23%) älter als 50 Jahre . Das durchschnittliche Erkrankungsalter lag bei 46.4 Jahren.

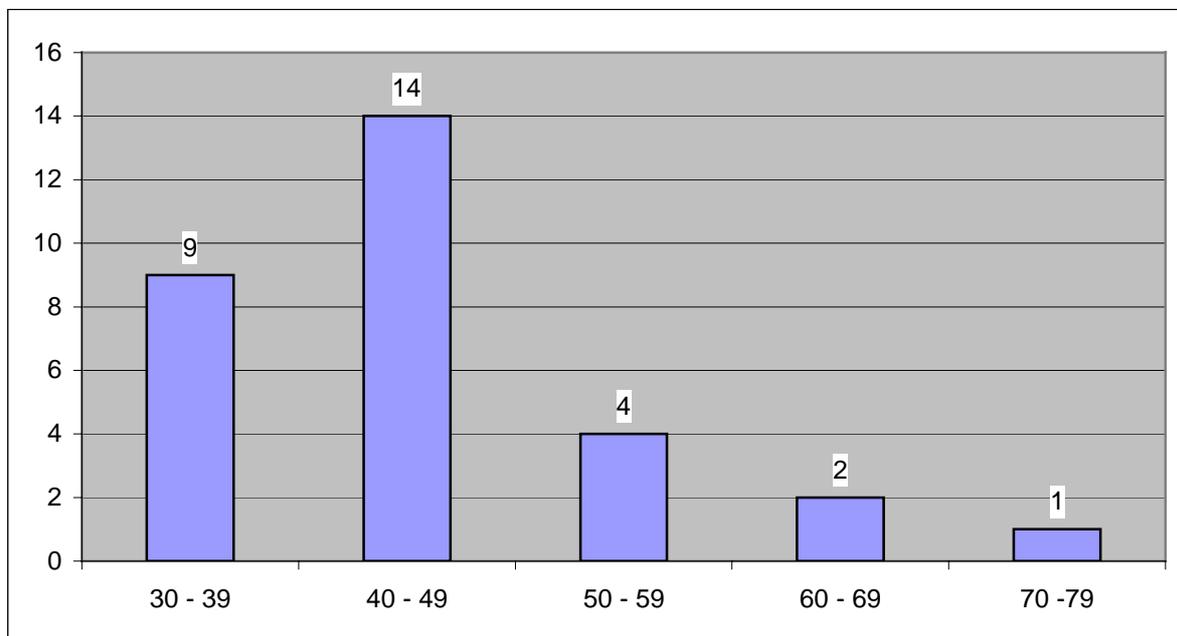


Diagramm 2: Altersgruppen

3.2. Ätiologie

Bei allen 30 Patienten stand der Beginn der Symptomatik nicht im Zusammenhang mit einem Unfall, sondern verlief stetig progredient.

3.3. Präoperative Beschwerden

Entsprechend der Anamnese erfolgt eine Einteilung in 6 Patientengruppen mit Nackenschmerz, radikulären Beschwerden (in Form von Schulter-, Arm- und Handschmerzen), Schwindelgefühl, Schluckbeschwerden, Handfunktionsstörungen und Kombination verschiedener Beschwerden. Bei 25 Patienten (83,3%) bestand ein lokaler Nackenschmerz, bei 25 Patienten (83,3%) ein Radikulärschmerz, bei 10 Patienten (33,3%) Handfunktionsstörungen, Schwindelgefühl bei 3 Patienten (10%), Schluckprobleme bei einem Patienten (3,3 %) und kombinierte Beschwerden bei 28 Patienten (93,3%)

Das Diagramm 3 gibt einen Überblick über die präoperative Symptomatik.

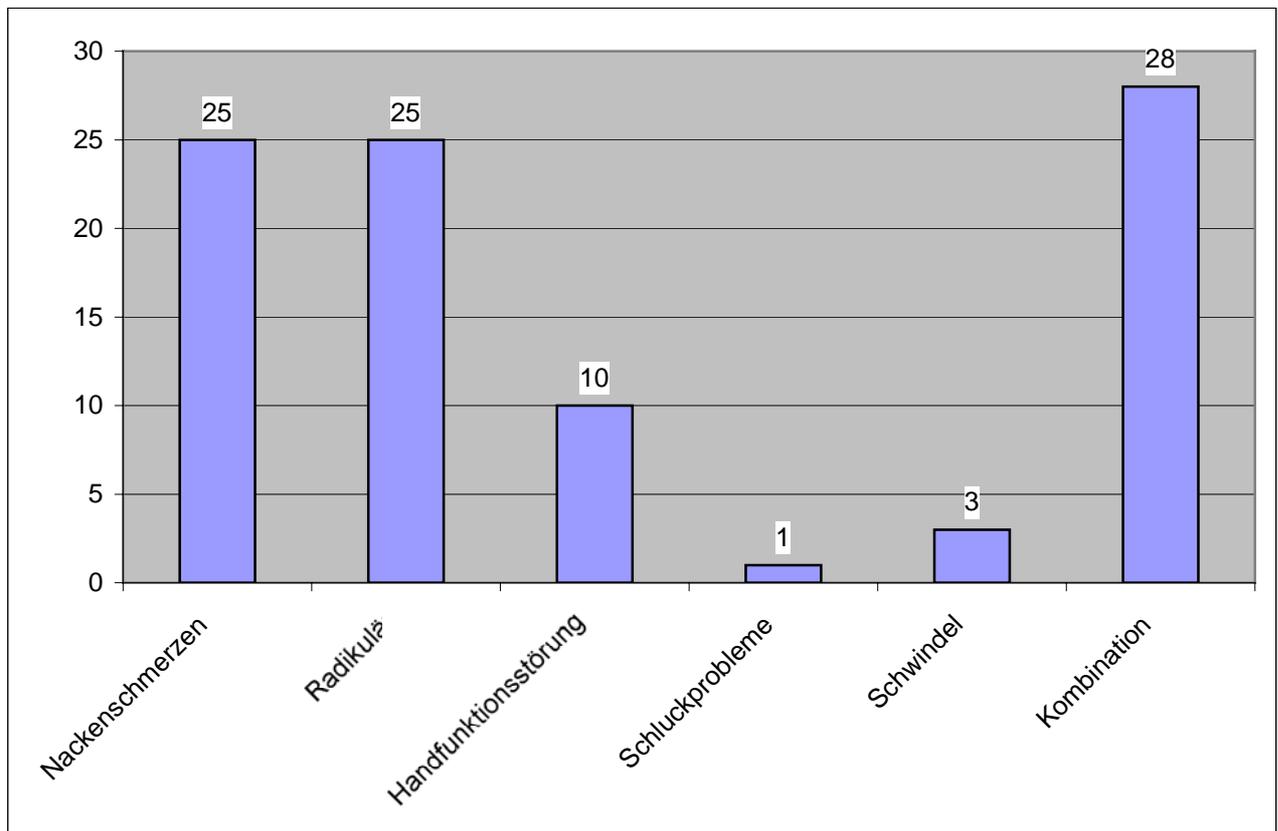


Diagramm : 3 Präoperative Beschwerden

3.4. Präoperative Symptomatik

3.4.1. Sensibilität:

Insgesamt 28 Patienten (93,3%) zeigten einen sensiblen Ausfall. Sie wurden von 11 Patienten (39,2%) im Dermatome C6 und von 11 Patienten (39,2%) im Dermatome C7 angegeben. Das nächste betroffene Dermatome ist C8 bei 2 Patienten (7,1%). Eine C5-Symptomatik gab 1 Patient (3,6%) an.

Die Kombination der radikulären Symptomatik in zwei Dermatomen zeigte 1 Patient (3,6%) in den Dermatomen C6 und 7 und 1 Patient (3,6 %) in den Dermatomen C7 und C8.

Die Kombination der radikulären Symptomatik in den drei Dermatomen C6,C7 und C8 war bei 1 Patienten (3,6 %) aufgetreten.

Das Diagramm 4 gibt einen Überblick über präoperative radikuläre Symptomatik.

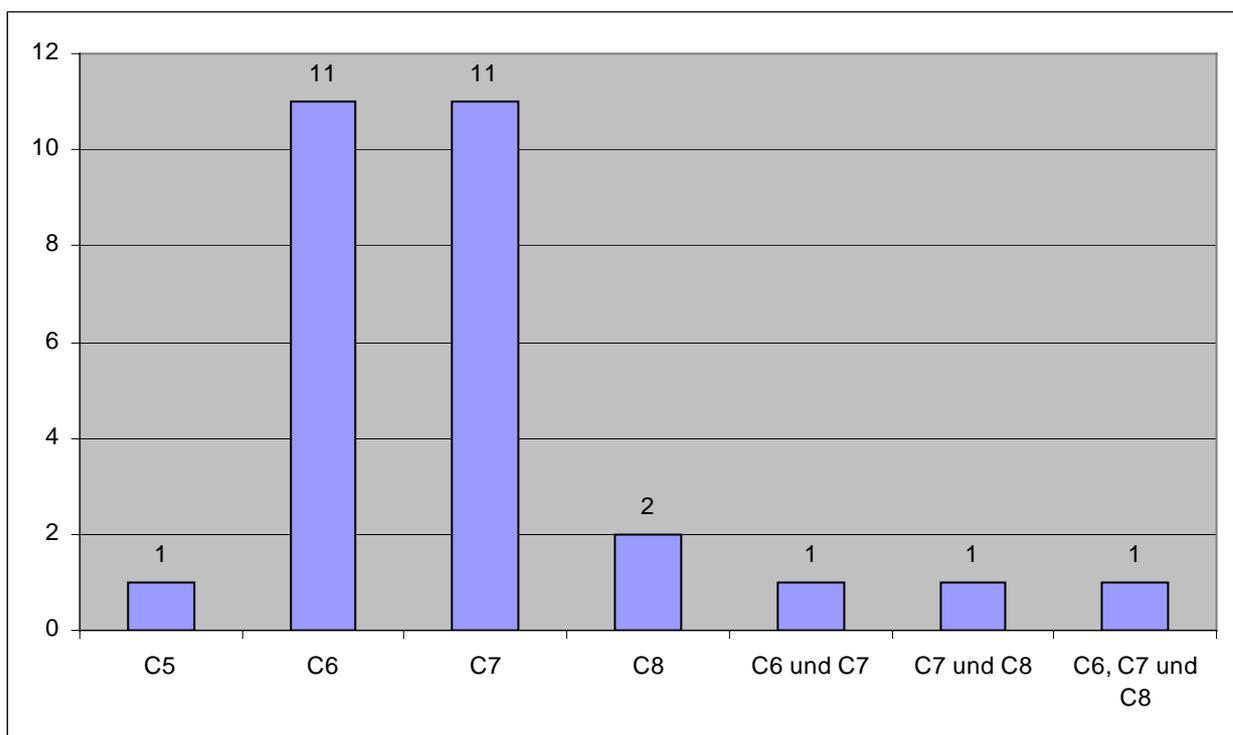


Diagramm 4: Präoperative radikuläre Symptomatik

3.4.2. Präoperative (Muskelkraft) motorische Defizite

Ein Kraftgrad M4 nach JANDA war bei 19 Patienten (63,3%) zu beobachten, den Kraftgrad M3 nach JANDA gaben 3 Patienten (10%) an.

Insgesamt 8 Patienten (26,6%) wiesen den normalen Kraftgrad M5 nach JANDA auf.

Das nächste Diagramm (Diagramm 5) zeigt die motorischen Kraftgrade.

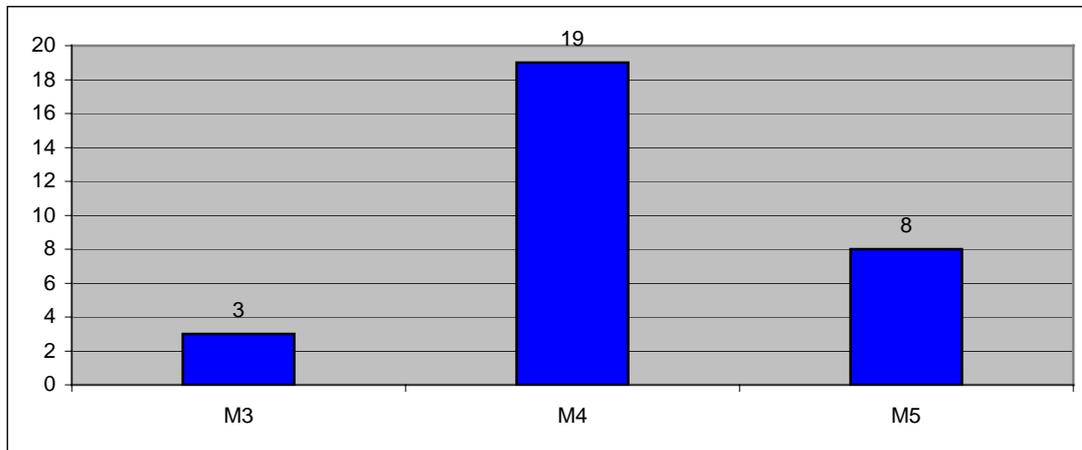


Diagramm 5: Die motorischen Kraftgrade der Patienten nach Janda

Die am häufigsten betroffenen Muskeln mit Kraftverminderung waren der M.Trizeps und M. Biceps bei jeweils 6 Patienten (20 %). Eine Kraftminderung der Handfunktion gaben insgesamt 4 Patienten (13,3%) an.

Kombinierte Kraftminderungen mehrerer Muskelgruppen traten bei 6 Patienten (20 %) auf (Diagramm 6).

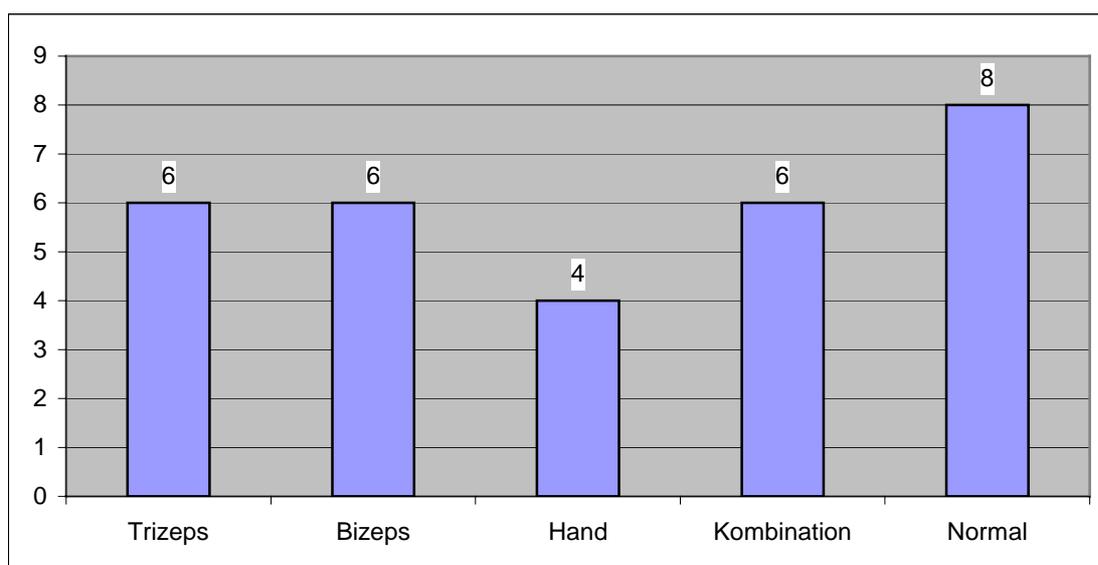


Diagramm 6: Muskelaaffektionen

3.4.3. Präoperativer Reflexstatus:

Von 30 Patienten hatten 11 Patienten (36,6 %) normale Reflexe, 19 Patienten (63,3 %) zeigten eine Verminderung der Reflexe. Die Verminderung des Trizepsreflexes (TSR) waren bei 13 Patienten (43,3 %), des Bizepsreflexes (BSR) bei 4 Patienten (13,3 %) auffällig. Die Verminderung des BSR und TSR betrafen insgesamt 2 Patienten (6,6 %) Siehe Diagramm 7.

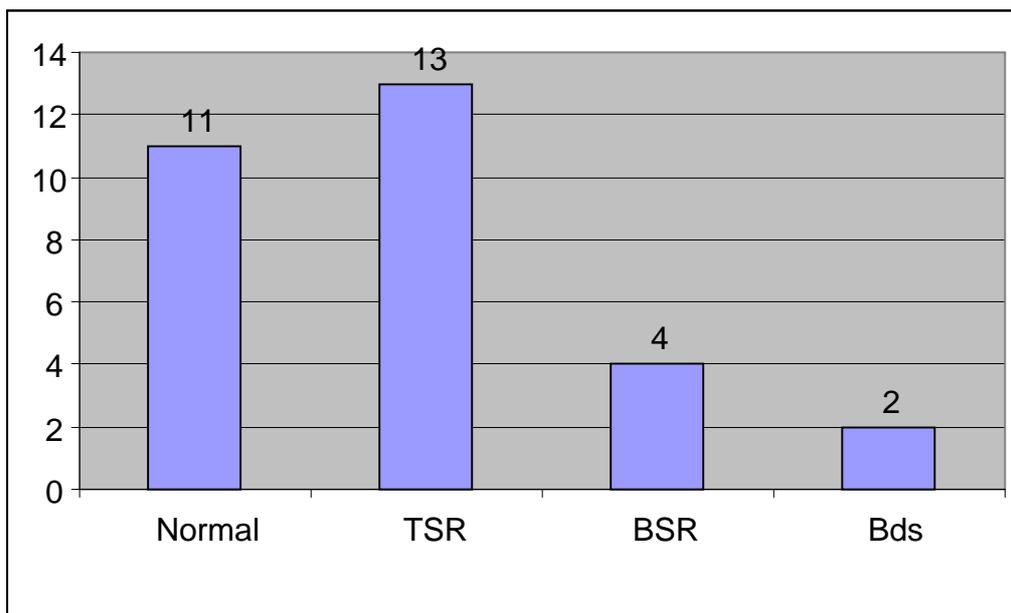


Diagramm 7: Präoperative Reflexe

3.5. Präoperative konservative Therapie

Bei 3 Patienten (10 %) war wegen der Schwere der Symptomatik (Schmerzen) präoperativ kein konservativer Behandlungsversuch möglich. Es unterzogen sich 22 Patienten (73,3 %) einer medikamentösen Behandlung in Form von Schmerztherapie und 13 Patienten (43,3%) einer lokalen Infiltration. Bei 2 Patienten wurde eine Halskrawatte verordnet, 17 Patienten (56,6%) wurden physiotherapeutisch versorgt und durch andere Therapien 2 Patienten behandelt.

Das Diagramm 8 gibt einen Überblick über die präoperative konservative Therapie.

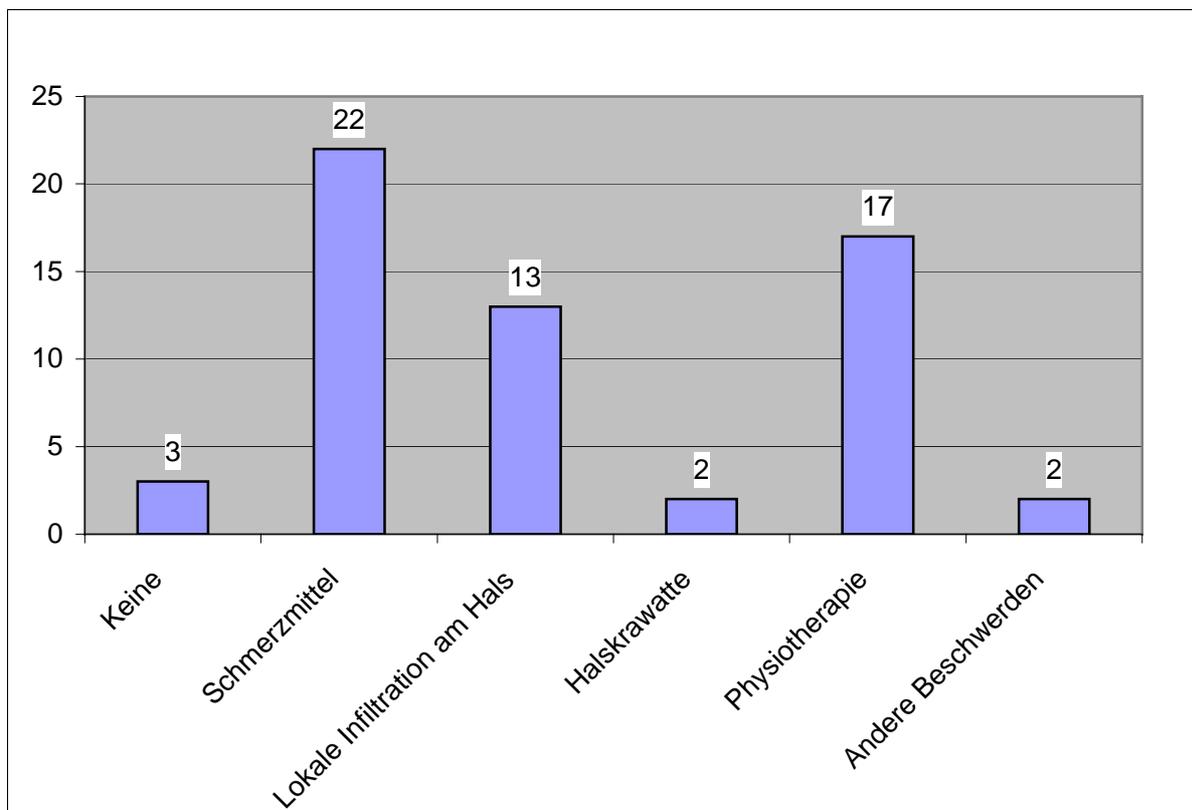


Diagramm 8: Präoperative konservative Therapie.

3.6.1. Operativ behandelte Segmente

27 Patienten (90 %) erfolgte der OP in einem Segment, Operationen in zwei Segmenten erfolgte bei 3 Patienten (10 %).

Siehe Diagramm 9.

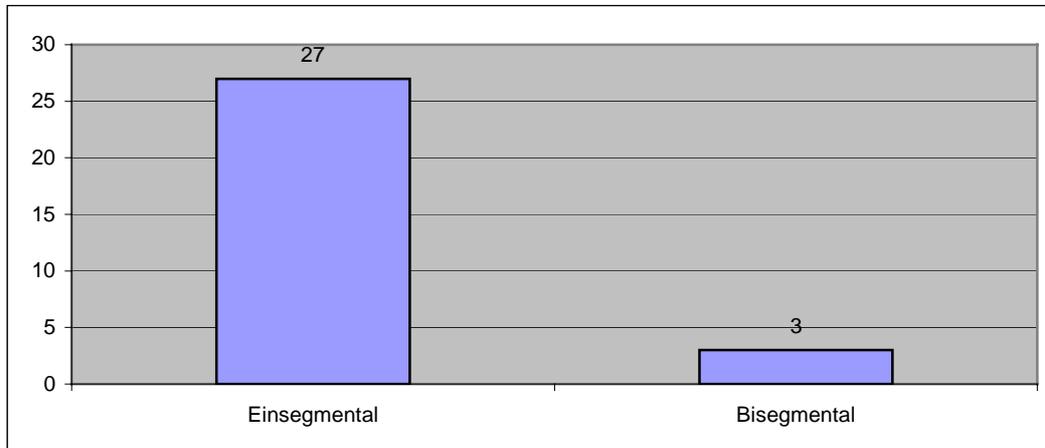


Diagramm 9: Anzahl der operierten Segmente

3.6.2 Verteilung der Vorfälle (Operationshöhe):

Die Etage C6/7 ist die am häufigsten operierte Etage mit 18 operierten Patienten (54,54%). Die Höhe C5/6 ist die nächsthäufigste betroffene Etage: 12 Patienten (36,4%). In der Etage C4/5 wurde 1 Patient operiert und 2 Patienten in der Etage C7/Th1.

Insgesamt wurden bei 30 Patienten 33 Segmente operiert.

Diagramm 10 gibt einen Überblick über Operationshöhe.

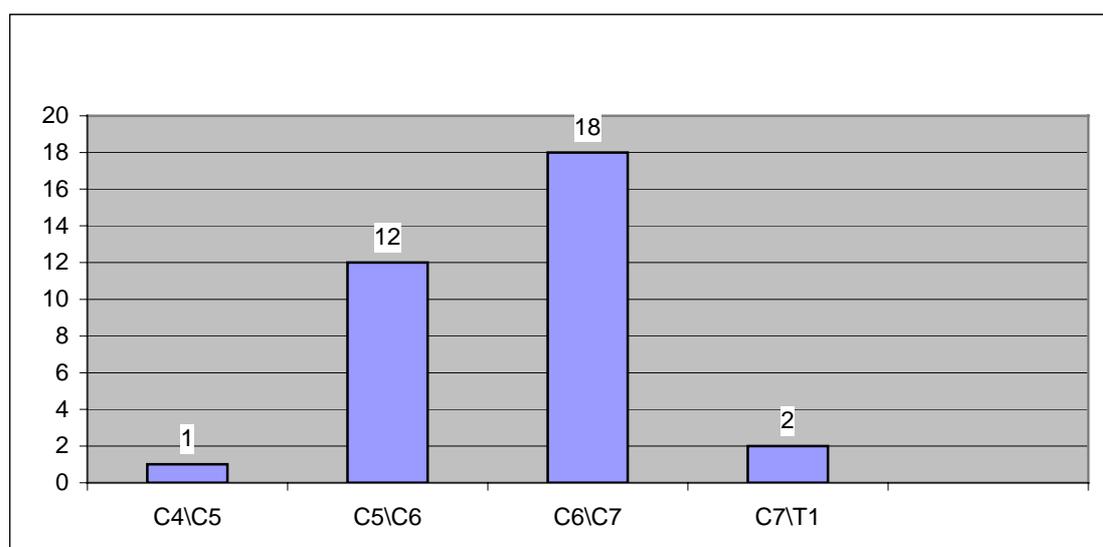


Diagramm 10: Operationshöhe

3.7.1. Intraoperative Komplikationen

Es trat intraoperative Komplikationen bei 3 Patienten (10%) auf: bei 1 Patienten Blutung wegen Vertebralisverletzung, was die Ligatur des Gefäßes erforderte. Nach der OP war dieser Patient wach und ansprechbar, die präoperativen Beschwerden waren rückläufig, es zeigten sich auch im Verlauf keine Hinweise auf eine zerebrale Ischämie oder sonstige neurologische Störungen. Bei einem Patienten erfolgte die Präparation zur Dekompression in der falschen Etage. Dies wurde intraoperativ in der Bildwandlerkontrolle erkannt und über dem gleichen Zugang wurde die richtige Etage operiert . Bei einem Patienten lag der Zugang in der Kontroll-CT und -MRT zu weit medial. Trotzdem trat unter konservativer Behandlung eine ausreichende Besserung der präoperativen Symptomatik bei dieser Patientin ein.

Die folgende Diagramm 11 zeigt die intraoperativen Komplikationen.

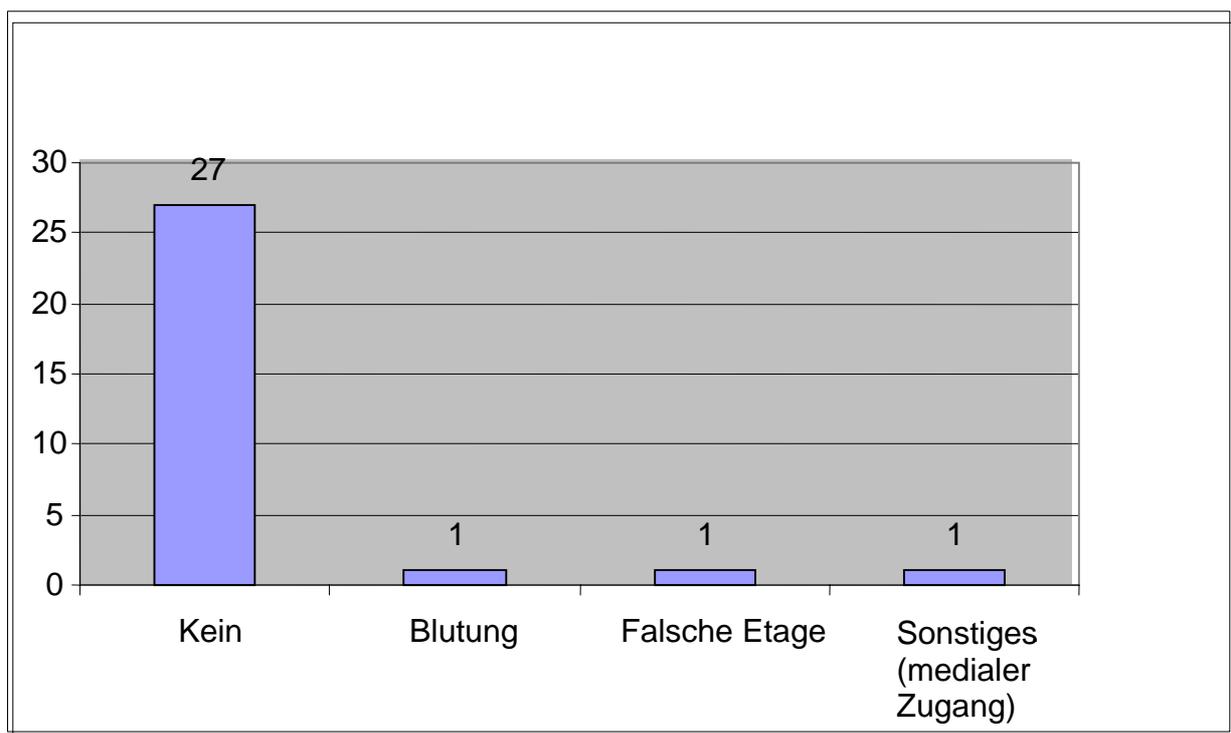


Diagramm 11 : Intraoperative Komplikationen

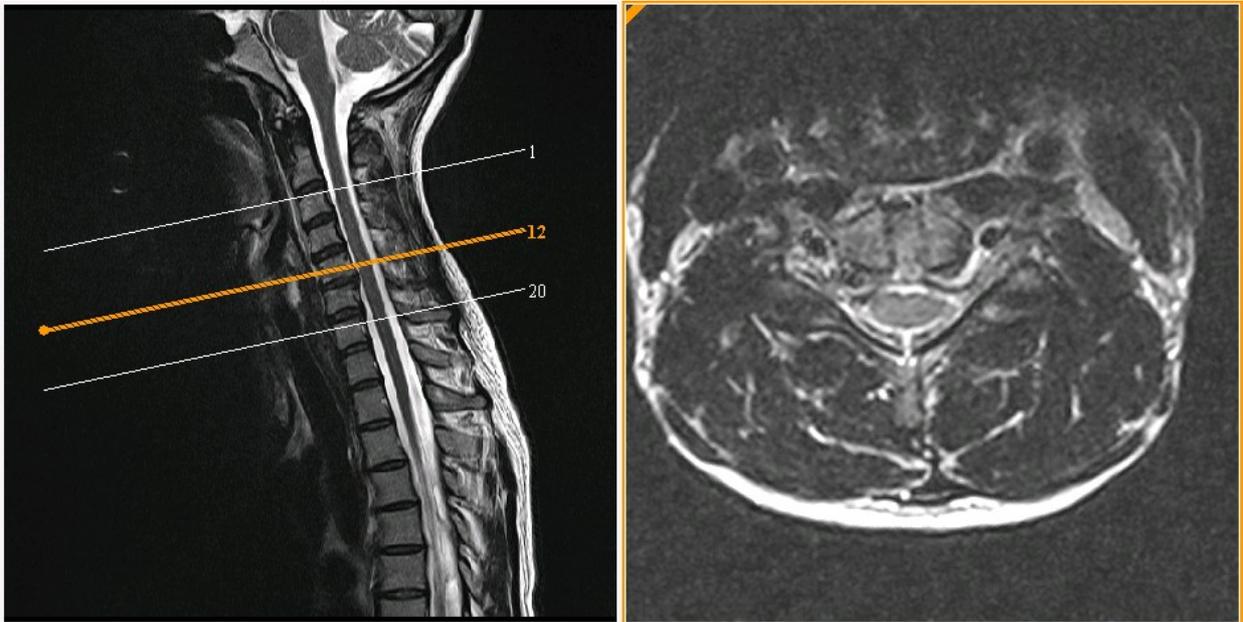


Abb. 12 a Postoperatives MRT der HWS (sagittal und transversal, zu weit medialer Zugang)

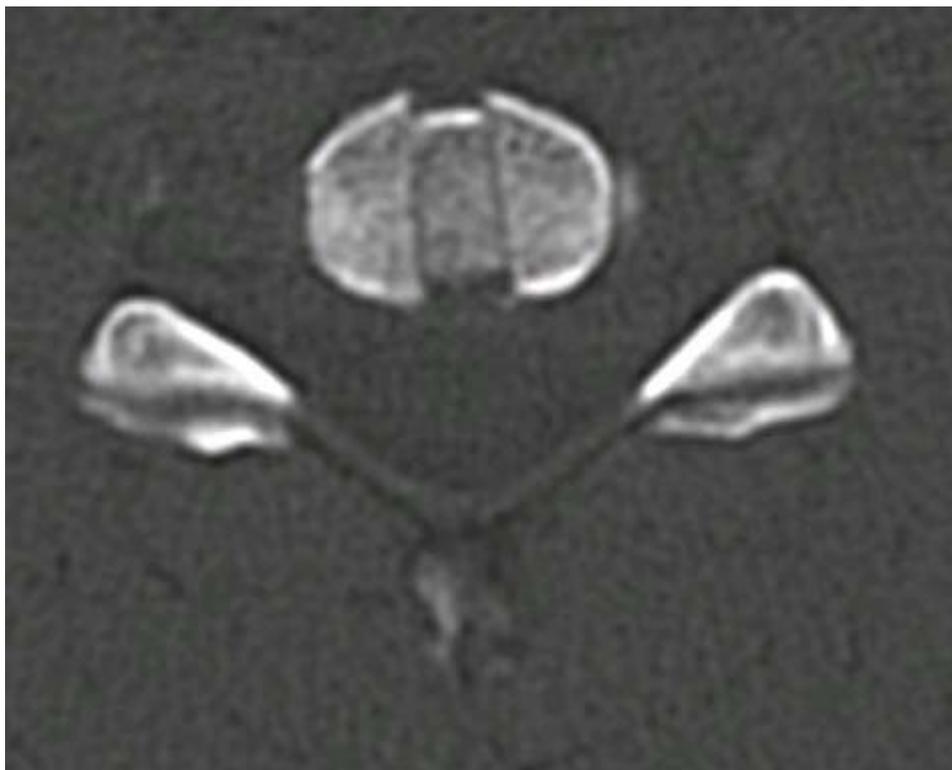


Abb. 12 b Postoperative CT der HWS (transversal) mit zu weit medialem Zugang

3.7.2. Neurologische Komplikationen

Es wurden insgesamt 30 Patienten operiert: Ein Patient (3,3 %) hatte diskrete neurologische Störungen in Form Hypästhesien im Dermatome C7 und C8, die jedoch bereits präoperativ in gleicher Form vorbestanden. Ein weiterer Patient (3,3%) hatte ein Wiederauftreten der Symptomatik 4 Wochen postoperativ durch eine inkompletten Dekompression. Diese Beschwerden normalisierten sich nach transossärer Revision.

Die Diagramm 12 zeigt die Häufigkeit neurologischer Komplikationen.

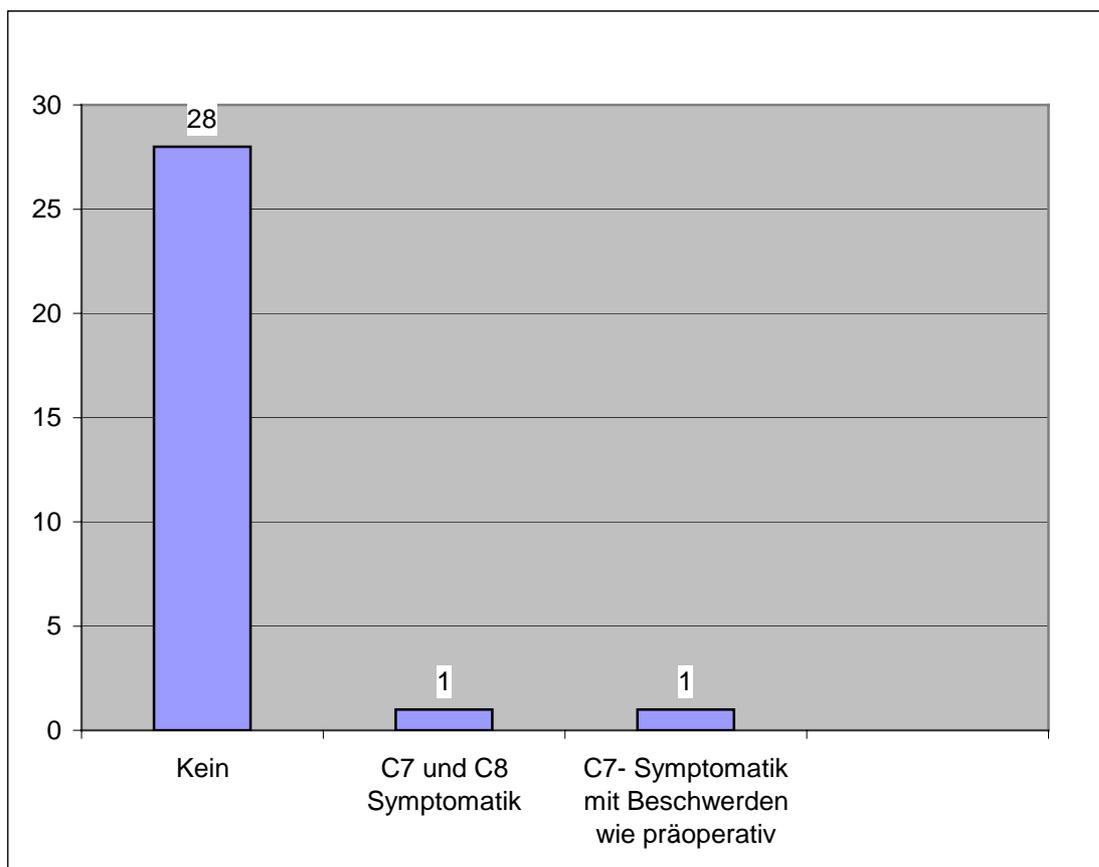


Diagramm 12: Neurologische Komplikationen

3.8. Operationszeit

Die Operationszeit erstreckte sich von weniger als 50 Min. bis 175 Min. Bei 14 Patienten (46,7 %) betrug die Operationszeit 45 Min., bei 11 Patienten (36,7 %) 90 Min. Die Operationszeit bei 3 Patienten (10 %) betrug 120 Min. Bei zwei Patienten (6,6 %) lag die Operationszeit bei 150 Min. und 175 Min. Bei diesen Patienten wurden zwei Segmente versorgt. Die durchschnittliche Operationszeit pro Segment liegt bei 64.8 Min.

Das nachstehende Diagramm 13 veranschaulicht die Operationszeit.

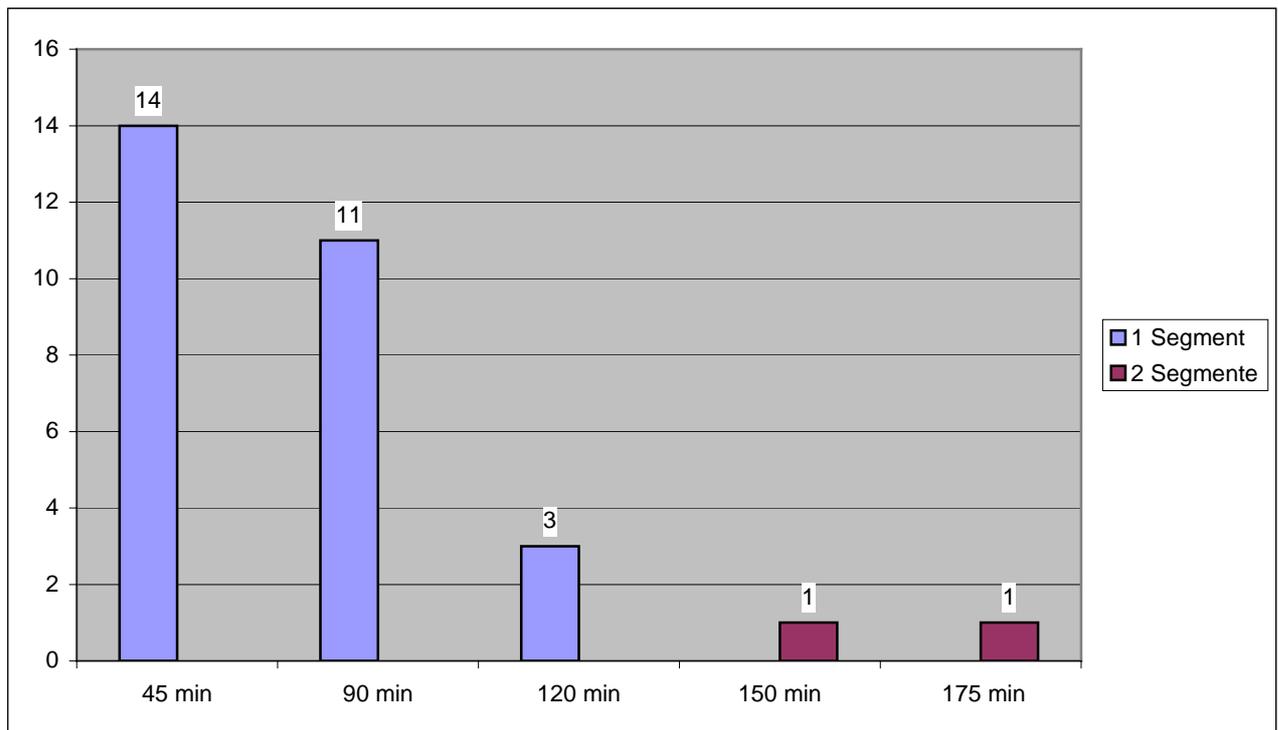


Diagramm 13 : Operationszeit

3.9. Blutverlust:

Der Blutverlust betrug zwischen 10 ml und 550 ml. Bei 13 Patienten (43,3 %) lag der Blutverlust zwischen 0 und 50 ml, bei 11 Patienten (36,7 %) zwischen 51 ml und 100 ml, bei 2 Patienten (6,7 %) zwischen 101 ml und 150 ml, bei einem Patient (3,3 %) war der Blutverlust zwischen 151 bis 200 ml zu messen und bei 2 Patienten (6,7 %) lag der Blutverlust zwischen 200 und 300 ml. Der Patient mit dem größten Blutverlust verlor 550 ml. Im Durchschnitt aller Patienten betrug der Blutverlust 82.4 ml.

Das Diagramm 14 zeigt den Blutverlust.

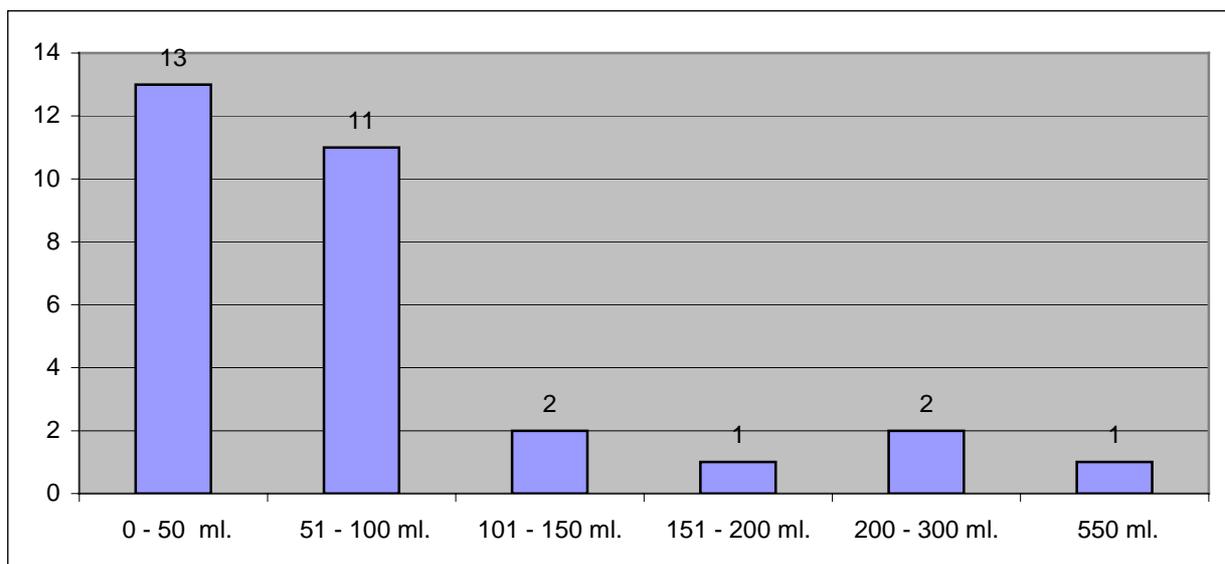


Diagramm 14 : Blutverlust in ml.

3.10. Segmentale Stabilität postoperativ:

In der postoperativen Röntgenkontrolle der HWS in 2 Ebenen mit Funktionsaufnahmen waren bei keinem Patienten Instabilitätszeichen nachzuweisen. In Kontrolle nach einem Jahr fanden sich weiterhin keine Höhenminderungen des Zwischenwirbelraumes in der operierten Etage. Im Vergleich der Funktionsröntgenaufnahmen prä- und postoperativ konnte keine Zunahme der Winkeländerungen nachgewiesen werden. Nach den radiologischen Kriterien von WHITE und PANJABI 1987 zeigten sich bei allen 30 Patienten im transversalen Vorschub bei Flexion und Extension eine Verschiebung von 0 mm (Normbereich < 3,5 mm). Nach den selben Kriterien stellte sich ein Gleitwinkel in der sagittalen Ebene im Mittel von 13° dar (Normbereich < 20°).

3.11. Postoperative Halskrawatte (Orthesen):

Von insgesamt 30 Patienten wurde ein Patient mit einer Halskrawatte versorgt, die restlichen 29 Patienten benötigten keine.

3.12. Das Gesamtergebnis (postoperative Symptomatik)

Zur Kontrolle nach 3 Monaten stellten sich insgesamt 30 Patienten vor. 27 Patienten (90 %) waren vollständig beschwerdefrei. 2 Patienten (6,7 %) gaben lediglich noch leichte Beschwerden in Form von Nackenschmerzen an. Hiervon hatte auch 1 Patient zusätzlich noch eine Restsymptomatik im Versorgungsgebiet C7 und C8 (siehe auch 3.7.2. Neurologische Komplikationen). 1 Patient gab keine Verbesserung der Beschwerdesymptomatik an. Diese waren vier Wochen nach OP erneut aufgetreten. Daher erfolgte eine transossäre Revision mit anschließender deutlicher Besserung. (siehe auch 3.7.2. Neurologische Komplikationen) In keinem Fall kam es unmittelbar postoperativ zur einer Verschlechterung der Symptomatik.

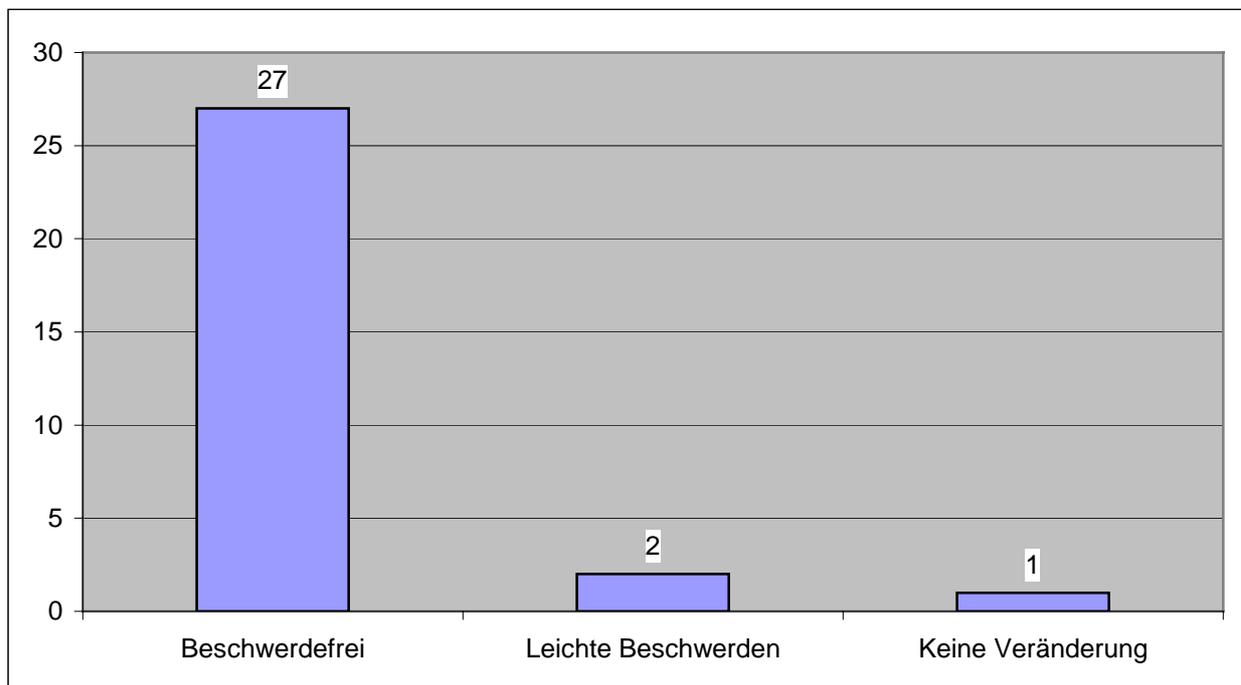
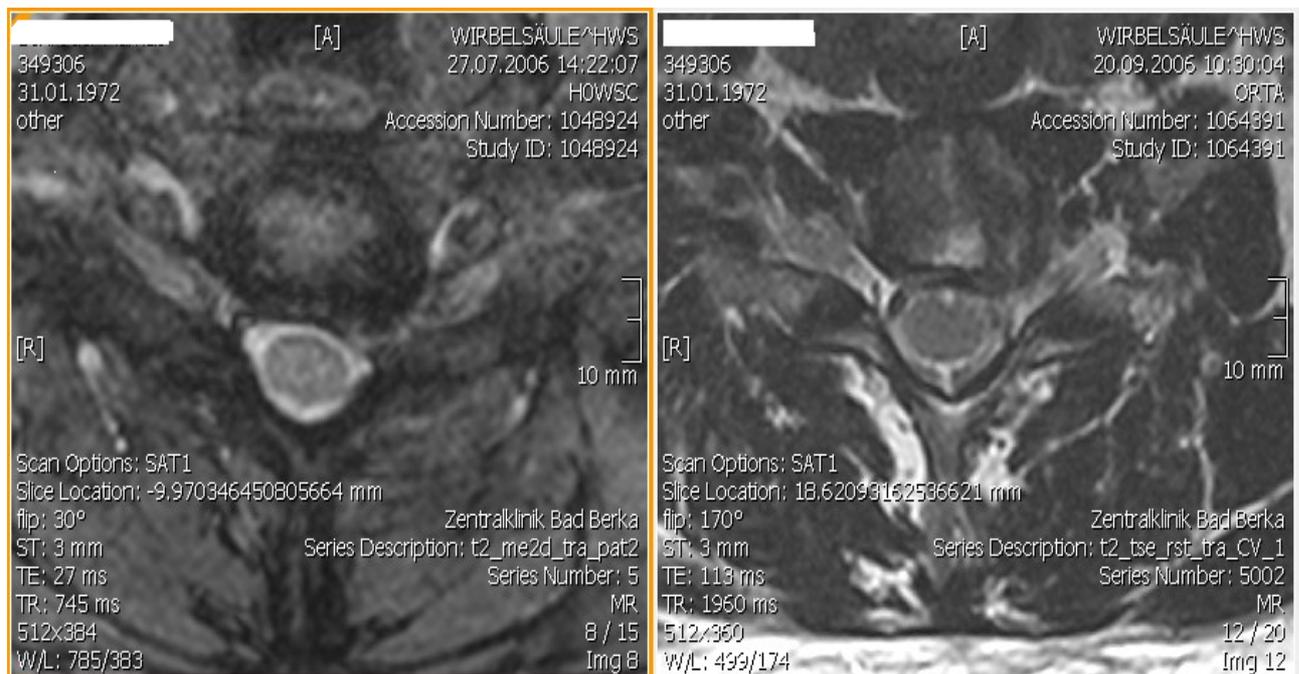


Diagramm 15: Postoperative Beschwerdesymptomatik



A

B

Abb. 13:

A. Präoperatives MRT- HWS (transversal) mit BSV links

B. Postoperatives MRT-HWS (transversal) nach transossärer Dekompression.

3.13. Scores

3.13.1.1. Neck Disability Index präoperativ

Bei 30 Patienten verteilte sich der Score wie folgt:

Gruppe von 0 bis 10: 1 Patient (3,33 %)

Gruppe von 11 bis 20: 0 Patienten (0 %)

Gruppe von 21 bis 30: 8 Patienten (26,7 %)

Gruppe von 31 bis 40: 9 Patienten (30 %)

Gruppe von 41 bis 50: 9 Patienten (30 %)

Gruppe von 51 bis 60 , 61 bis 70 und 71 bis 80: jeweils 1 Patient (3,33 %)

3.13.1.2. Neck Disability Index ¼ Jahr postoperativ

Bei insgesamt 30 Patienten verteilte sich der Score wie folgt:

- Gruppe von 0 bis 10: 20 Patienten (66,6 %)
- Gruppe von 11 bis 20: 7 Patienten (23,3 %),
- Gruppe von 21 bis 30: 1 Patient (3,3 %),
- Gruppe von 31 bis 40: 0 Patienten
- Gruppe von 41 bis 50: 0 Patienten
- Gruppe von 51 bis 60: 2 Patienten (6,6 %),
- Gruppe von 61 bis 70 und 71 bis 80: jeweils 0 Patient (0 %).

3.13.1.3. Neck Disability Index 1 Jahr postoperativ

Bei insgesamt 26 Patienten verteilte sich der Score wie folgt:

- Gruppe von 0 bis 10: 22 Patienten (85 %),
- Gruppe von 11 bis 20: 4 Patienten (15 %).

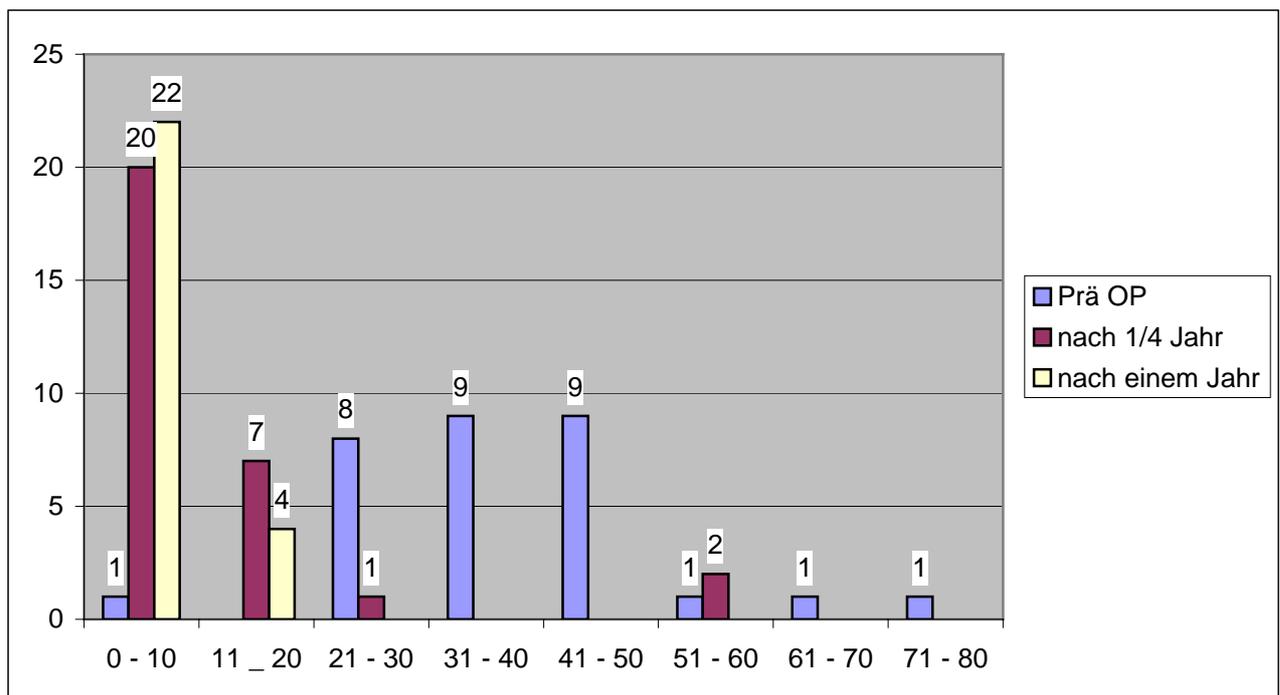


Diagramm 16: Neck-Disability Index im Verlauf präoperativ, 3 Monate und 12 Monate postoperativ

3.13.2.1.Oswestry Score präoperativ:

Bei insgesamt 30 Patienten verteilte sich der Score wie folgt:

- Gruppe von 0 bis 10: 4 Patient (13,3 %)
- Gruppe von 11 bis 20: 19 Patienten (63,3 %)
- Gruppe von 21 bis 30: 6 Patienten (20 %)
- Gruppe von 31 bis 40: 1 Patienten (3,3 %)

3.13.2.2.Oswestry Score ¼ Jahr postoperativ:

Bei insgesamt 30 Patienten verteilte sich der Score wie folgt:

- Gruppe von 0 bis 10: 27 Patient (90 %)
- Gruppe von 11 bis 20: 1 Patienten (3,33 %)
- Gruppe von 21 bis 30: 2 Patienten (6,6 %)
- Gruppe von 31 bis 40: 0 Patienten

3.13.2.3.Oswestry Score 1 Jahr postoperativ:

Bei insgesamt 26 Patienten verteilte sich der Score wie folgt:

- Gruppe von 0 bis 10: 25 Patient (96,2 %)
- Gruppe von 11 bis 20: 1 Patienten (3,8 %)
- Gruppe von 21 bis 30: 0 Patienten
- Gruppe von 31 bis 40: 0 Patienten

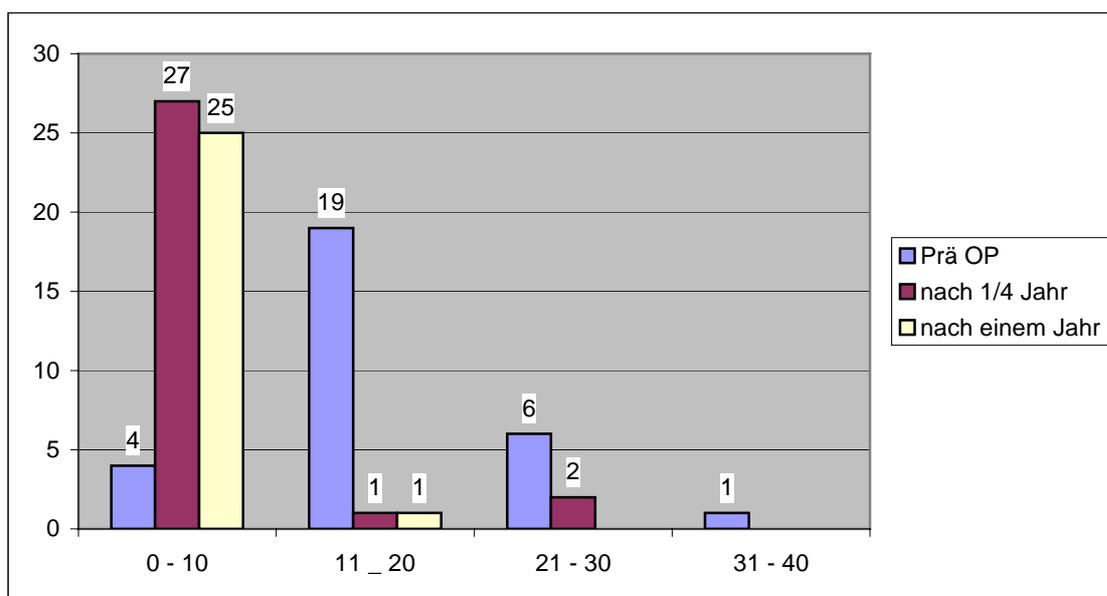


Diagramm 17: Oswestry Score Index Vergleich bis nach einem Jahr postoperativ

3.13.3.1.Schmerzscore präoperativ:

Bei insgesamt 30 Patienten verteilte sich der Score wie folgt:

Gruppe von 0 bis 3 : 3 Patienten (10 %)

Gruppe von 4 bis 7 : 20 Patienten (66,7 %)

Gruppe von 8 bis10: 7 Patienten (23,3 %)

3.13.3.2.Schmerzscore ¼ Jahr postoperativ

Bei insgesamt 30 Patienten verteilte sich der Score wie folgt:

Gruppe von 0 bis 3 : 24 Patienten (80 %)

Gruppe von 4 bis 7 : 6 Patienten (20 %)

Gruppe von 8 bis10: 0 Patienten

3.13.3.3. Schmerzscore 1 Jahr postoperativ

Bei insgesamt 26 Patienten verteilte sich der Score wie folgt:

Gruppe von 0 bis 3 : 22 Patienten (84,6 %)

Gruppe von 4 bis 7 : 4 Patienten (15,4 %)

Gruppe von 8 bis10: 0 Patienten

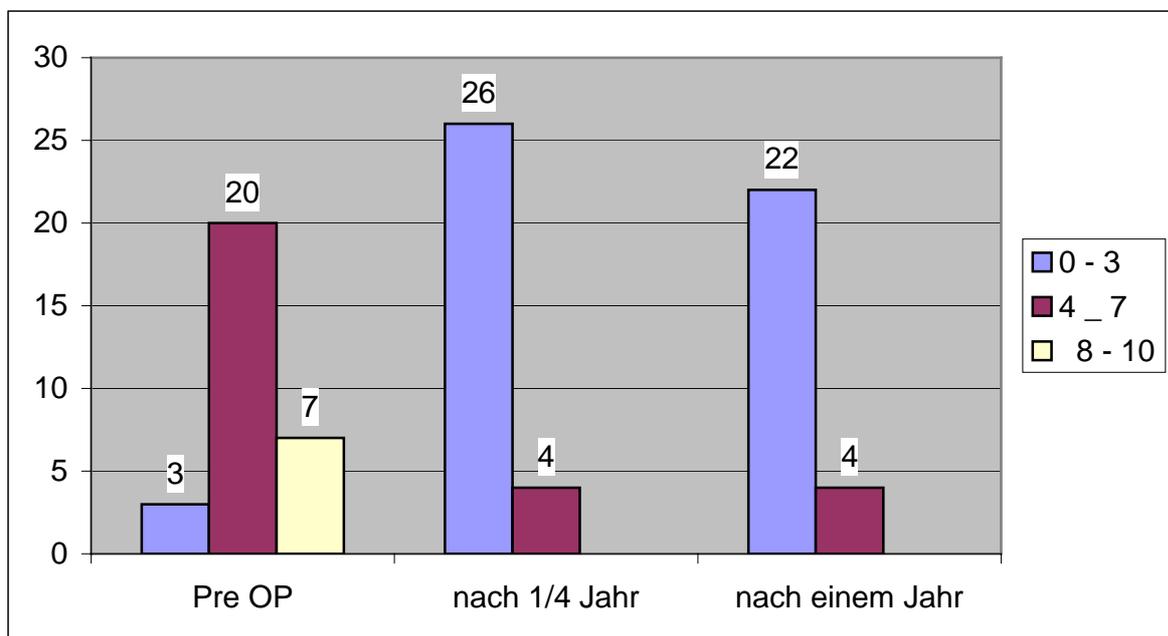


Diagramm 18: Vergleich der Schmerzscores präoperativ, ¼ Jahr bis ein Jahr postoperativ

3.14. Krankenhausaufenthalt

Der Krankenhausaufenthalt war wie folgt verteilt:

13 Patienten (43,3 %) wurden am 3. postoperativen Tag entlassen,
6 Patienten (20 %) wurden am 4. postoperativen Tag entlassen und
11 Patienten (36,7 %) wurden am 5. postoperativen Tag entlassen.

Das folgende Diagramm 19 zeigt die Verteilung der Dauer des Krankenhausaufenthaltes.

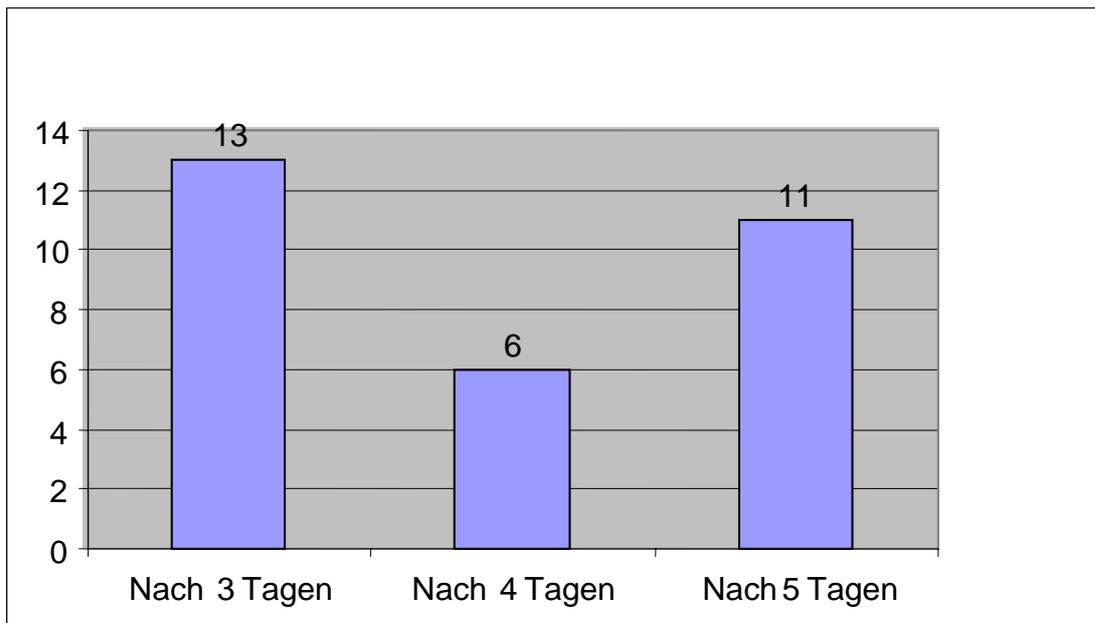


Diagramm 19: Krankenhausaufenthalt

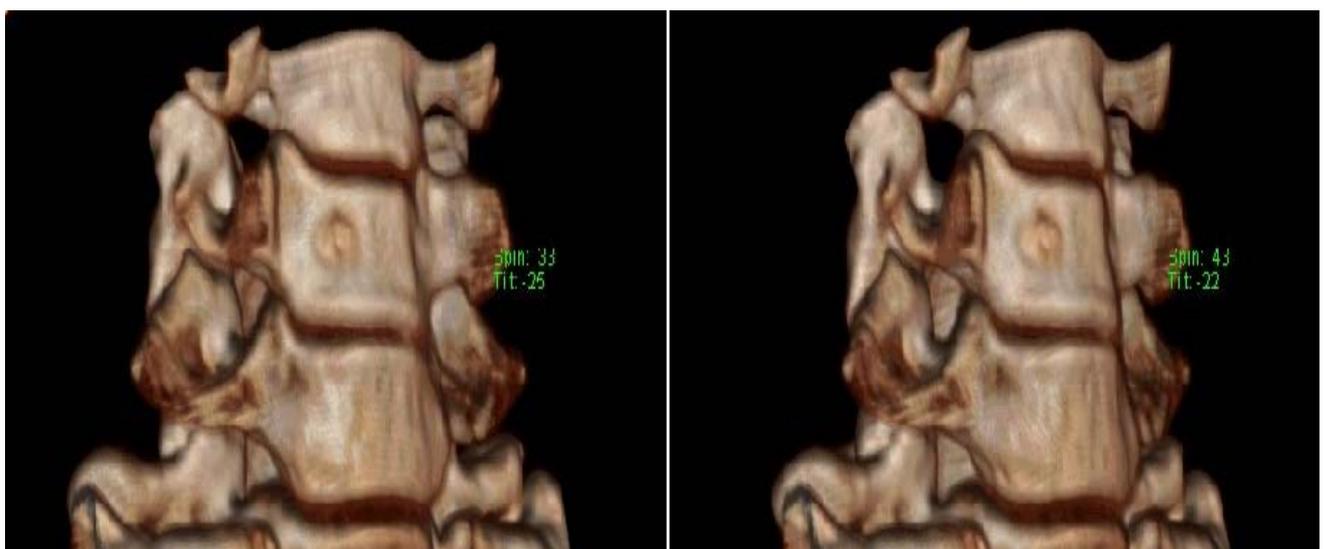


Abb.14 Postoperative CT der HWS mit 3D-Rekonstruktion

Diskussion

4. Diskussion

4.1. Vorbemerkung zur operativen Behandlung des zervikalen Bandscheibenvorfalles

Die ventrale zervikale Diskektomie und Fusion in der Zugangstechnik nach CLOWARD(14) und Fusion nach ROBINSON (51,52,58) gilt als etabliertes Verfahren bei der Behandlung degenerativer Erkrankungen der Halswirbelsäule (17). Dies auch insbesondere bei Bandscheibenvorfällen mit Nervenwurzel- oder Myelonkompression im Bereich der Halswirbelsäule. Aktuell gibt es mehrere neue Methoden, welche einerseits das Ergebnis der Fusionen verbessern sollen oder andererseits die Beweglichkeit des Segmentes erhalten sollen, wie z. B. die ventrale Dekompression und Fusion unter Anwendung von intervertebralen Cages (32) oder die künstliche Bandscheibe (22,49, 57). In der vorliegenden Untersuchung wurden insgesamt 30 Patienten prospektiv untersucht, die sich im Zeitraum von 2005 bis 2007 in einer neu entwickelten Operationstechnik, der transossären Dekompression unter Vermeidung einer Fusion oder Bandscheibenprothesenimplantation unterzogen.

Die Arbeit stellt mit ihren 30 nachuntersuchten Patienten momentan die umfangreichste Studie zum Thema der transossären Dekompression dar.

Die strikten Ausschlusskriterien schaffen ein homogenes Patientenkollektiv im Vergleich zu anderen Studien wie minimalinvasive Operationstechniken der HWS (21), Mikroforaminotomie der zervikalen Wirbelsäulen Chirurgie (36,37,38), Endoskopisch gestützte Chirurgie bei zervikalem Bandscheibenvorfall (20,21), Ventrale zervikale Diskektomie und Fusion (41,44,69,70), Dorsale zervikale Dekompression (9,34,50,55,73) und auch im Vergleich mit Studien unter Benutzung der Carbon- und Titancages (32).

Durch zusätzliche Scores, z.B. Neck-Disability-Index, Oswestry-Index und der Schmerzscore, wurde eine Analyse der neurologischen Ergebnisse vorgenommen und die subjektive Zufriedenheit der operierten Patienten bestimmt.

4.2. Demografische Daten:

Die am häufigsten betroffene Altersgruppe in den vorliegenden Untersuchungen war die Altersgruppe von 40 bis 49 Lebensjahren. Das mittlere Alter der operierten Patienten lag bei 46,4 Jahren.

In den Untersuchungen von HEIDECKE V. et al. (32) lag das Alter der am häufigsten betroffenen Patienten ebenfalls zwischen 40 bis 49 Jahren, das mittlere Erkrankungsalter betrug 47,8 Jahre. Bei NANDOE R. D. S. et al. (48) lag das mittlere Alter bei 50,5, bei

RYU I. et al. bei 50 (53), bei FONTANELLA A. 45 Jahren (20) und bei SALAME K. bei 49 Jahren.(32,48,53,20,54)

Somit wird in den genannten Studien gezeigt, dass es nur marginale Unterschiede in der Altersverteilung gibt. Hieraus folgt, dass die Indikation zur transossären Dekompression der HWS einer ähnlichen Altersgruppe zugeordnet werden kann und die Studien bezüglich der Indikations- und Patientenauswahl wahrscheinlich vergleichbar sind (siehe 4.4.2.)

Die Geschlechtsverteilung umfasste in unserer Studie 56 % weibliche und 44 % männliche Patienten.

Bei HEIDECKE V. et. al. zeigte die geschlechtsspezifische Verteilung keine signifikanten Unterschiede, so dass Männer und Frauen nahezu gleich häufig betroffen waren (40 % Frauen zu 60 % Männer). In anderen Studien lag das Verhältnis weiblicher zu männlicher Patienten jeweils bei 41,2 % zu 58,8 % (48), bei 45 % zu 55 % (53), bei 42,7 % zu 57,3 % (20) und bei 44 % zu 56 % (54). Dies zeigt ebenfalls eine nahezu homogene Verteilung der OP-Indikation für die Geschlechter. Somit muss angenommen werden, dass es keine Geschlechtsabhängigkeit bezüglich der Indikationsstellung gibt. (32,48,53,20,54)

In diesem Zusammenhang kann auch darauf hingewiesen werden, dass bei keinem Patienten ein Trauma vorlag. Dies unterstreicht die normale Verteilung von degenerativen Bandscheibenvorfällen auch in unserer Studie. Andererseits kann damit aber auch keine Aussage darüber getroffen werden, ob die transossäre Dekompression bei traumatischen Bandscheibenvorfällen ähnliche Ergebnisse erzielen kann.

4.3. Operationspflichtige Etagen

In unseren Untersuchungen war die am häufigsten betroffene Etage die Höhe C6/7 mit 18 Patienten (54,5 %), die Etage C5/6 folgt bei 12 Patienten (36,4 %) in verschiedenen Altersgruppen. In der Arbeit von HEIDECKE V. et al. unter Benutzung der Carbon- und Titan cages war die Etage C5/6 bei 58 Patienten (ca. 45,7 %) betroffen; die Etage C6/7 folgt bei 50 Patienten (39,4 %). (32)

FONTANELLE A. berichtet bei der endoskopischen Methode, dass die Etage C5/6 bei 99 (36,3%) Patienten und die Etage C6/7 bei 91 (33,3%) Patienten von insgesamt 148 Patienten mit 273 Bandscheibenvorfällen betroffen waren (20,21).

NANDOE R. D. S. berichtet bei der ACD-Methode, dass die Etage C6/7 bei 47,8% der Patienten am häufigsten betroffen ist, gefolgt von der Etage C5/6 (40.1%)

In der Arbeit von RYU I. war die Etage C5/6 bei (51%) Patienten betroffen; die Etage C6/7 folgt bei (41%) Patienten (53).

Auch in einer anderen Arbeit mit Cage-Interposition war die am meisten betroffene Etage C5/6 (4,43).

Damit zeigt sich im Vergleich der Arbeiten, dass die am häufigsten operierten Bandscheibenfächer in den Standard- und minimalinvasiven Methoden in den Segmenten C5/6 und C6/7 zu finden waren, so auch wieder in der vorliegenden Studie.

4.4.1. Beschwerdedauer vor Operation

Die Beschwerdedauer erstreckte sich von weniger als einem halben Monat bis zu mehr als 5 Jahren. So gaben 14 Patienten (46,6 %) hochakute Beschwerden von weniger als einen halben Monat an, während 10 Patienten (33,3 %) seit 2 bis 6 Monate unter Beschwerden litten. Die längsten Beschwerden bestanden bei einem Patienten (3,33 %) über 72 Monate. Die durchschnittliche Beschwerdedauer lag bei 7,9 Monaten.

In der Arbeit von SALAME K. et al. erstreckte sich die Beschwerdedauer von 5 Tagen bis 42 Monaten mit durchschnittlich 18 Monaten (54).

JHO HD. et al. berichtet von einer Beschwerdedauer von 4 Wochen bis 156 Monaten mit durchschnittlich 17,6 Monaten (36).

Über die Gründe der doch eindeutig kürzeren Beschwerdedauer muss diskutiert werden. Der frische Vorfall lässt sich auf diese Art besser operieren als wenn hier entsprechend der Bildgebung ältere Befunde angegangen werden können. Hier muss aber postuliert werden, dass ältere Befunde eher einer anderen etablierten Methode zugeführt werden. Dies ist sicher ein Nachteil einer nicht prospektiv randomisierten Studie. Diese Fragestellung war jedoch ursprünglich nicht Ziel der Untersuchung.

Damit kann dennoch eingeschätzt werden, dass diese Operation nicht allein bei frischen Befunden erfolgversprechend ist, sondern ebenfalls bei zumindest klinisch chronischer Symptomatik. Auch bei diesen sollte die Indikation zur transossären Dekompression gestellt und bei fehlender Kontraindikation durchgeführt werden. Die Problematik besteht hier in der möglichen Bildung von Osteophyten, welche bei längerem Krankheitsverlauf eher wahrscheinlich sind. Daher fanden die knöchernen, degenerativen Veränderungen Eingang in die relative Kontraindikation.

4.4.2. Art der präoperativen Beschwerden

Die präoperativen Beschwerden waren in unserer Studie bei 25 Patienten (83,3%) eine radikuläre Symptomatik und bei 25 Patienten (83,3%) lokale Beschwerden, bei 10 Patienten (33,3%) ein Myelonkompression in Form von Handfunktionsstörungen, in 3 Patienten (10%) Schluckbeschwerden, und in 28 Patienten (93,3%) eine Kombination mehrerer Beschwerdearten.

Im Vergleich dazu hatten in der Literatur HEIDECHE V. et al. (32) 60 Patienten (58,8 %) radikuläre Beschwerden, 7 Patienten (6,9 %) myelopathische Beschwerden, 31 Patienten (30,4 %) klagten über eine Kombination von radikulärer und myelopathischer Symptomatik. Lokale Beschwerden in Form von Nacken- oder Schulterschmerz waren in 4 Fällen (3,9 %) vorhanden (32).

In der Arbeit von SALAME K. et al. fanden sich in 53% der Fälle radikuläre Beschwerden, in 30% der Fälle myelopathische Beschwerden, in 17% der Fälle klagten die Patienten über eine Kombination von radikulärer und myelopathischer Symptomatik. Lokale Beschwerden in Form von Nackenschmerz waren in (41 %) vorhanden (54) .

NANDOE R. D. S. berichtet das 48,9% der Patienten ausstrahlende Armschmerzen links hatten, 41,2% rechtseitig und 9,9% hatten ausstrahlende Schmerzen im beiden Armen im Sinne radikulärer Schmerzen. Bei 19,6% der Patienten traten radikuläre Beschwerden in Kombination mit motorischen Defiziten und bei 7,1% der Patienten fanden sich myelopathische Beschwerden. Lokale Beschwerden werden nicht benannt (48).

Es zeigt sich, dass die Indikation zur transossären Dekompression in unserer Klinik wie im Vergleich zu den genannten Studien überwiegend bei radikulärer Symptomatik gestellt wird, gefolgt von Nackenbeschwerden.

Hier kann auf ähnliche Probleme wie an der Lendenwirbelsäule verwiesen werden. Auch hier sind minimalinvasive Verfahren zur Sequestrektomie bei radikulärer Symptomatik mit fehlender Instabilität (keine Lumbalgie) in unserer Klinik am häufigsten. Ähnlich wie an der LWS ist zu vermuten, dass lokale Beschwerden am Nacken-Schulterbereich weniger gut zu beeinflussen sind, da diese ihre Ursache nicht allein in der Pathologie der Bandscheibe haben.

4.5. Postoperative Symptome

In den vorliegenden Untersuchungen waren unmittelbar postoperativ 27 Patienten (90%) beschwerdefrei, 2 Patienten (6,7%) hatten leichte Beschwerden und bei einem Patienten (3,3%) trat die präoperativ bestandene Symptomatik wieder auf. In keinem Fall trat eine

Verschlechterung der Symptomatik ein. Im Vergleich mit ähnlichen, und wie oben gezeigt, vergleichbaren Studien ist dies ein sehr gutes Ergebnis.

In der Literatur von HEIDECHE V. et al. (32) waren unmittelbar postoperativ 21 Patienten (37,5 %) beschwerdefrei, 32 Patienten (57,1 %) gaben leichte Beschwerden und 3 Patienten (5,4 %) gaben eine unveränderte Beschwerdesymptomatik an. In keinem Fall trat eine Verschlechterung der präoperativ bestandenen Symptomatik ein.

Bei SALAME K. et al. (ebenfalls ein Cageverfahren an 100 Patienten) hatten 41% der Patienten präoperativ Nackenbeschwerden, wovon 27 % postoperativ völlig beschwerdefrei waren. Die restlichen 14% hatten eine signifikante Erleichterung der Beschwerden, so dass sie keine weitere medikamentöse Schmerzmedikation benötigten. Bei den 70% der Patienten mit radikulärer Symptomatik ergab sich bei 61% ein vollständiger Rückgang der Beschwerden; 9% hatten sich gebessert. Bei den 47% der Patienten mit präoperativer Myelopathie hatten 13% eine völlige Erholung der Beschwerden, 21% eine signifikante, 10% eine partielle und 3% überhaupt keine Besserung erfahren. Bei 2 Patienten mit myelopathischen Beschwerden wurde nach 19 bzw. 23 Monaten eine posteriore zervicale Dekompression auf Grund einer hinteren Myelonkompression mit Myelopathiezeichen durchgeführt (54).

In der Arbeit nach XIE J. et al. zeigte die radikuläre Symptomatik unter der ACD in 92%, unter der ACDF in 93% und unter der ACDFI in 100% der Fälle eine völlige Beschwerdefreiheit nach einem Jahr. Bezüglich des Nackenschmerzes ergab die ACD in 83%, die ACDF in 80% und die ACDFI in 73% der Fälle eine komplette Besserung. Ein Wiederauftreten der Symptomatik fand sich bei der ACD in 6,7%, bei der ACDF in 13% und bei der ACDFI in 13% der Fälle innerhalb der ersten zwei Jahre. Der Einfluss auf die myelopathischen Beschwerden wird nicht erwähnt (70).

Damit ist die transossäre Dekompression, wie in dieser Studie beschrieben, mit einer Beschwerdefreiheit in 90% der präoperativen Symptomatik mit den anderen Methoden vergleichbar. Darüber hinaus ist sie der ventralen Dekompression und Fusion mit Cages nicht nur als gleichwertig, sondern im klinischen Ergebnis möglicherweise als erfolgreicher anzusehen. Kein Patient hatte eine Verschlechterung der Symptomatik erlitten. Das betrifft natürlich nur die oben genannten Indikationen. Die Problematik der Anfangsstadien wurde bereits oben beschrieben, daher ist diese Aussage kritisch zu sehen.

Die transossäre Dekompression zeigt im Vergleich zu den klassischen Standardmethoden eine leichte Überlegenheit bei der Beeinflussung der radikulären Symptomatik, wenngleich

auch bei letzteren gute Ergebnisse erreicht werden. Die gleichwertige Beeinflussung der Symptome bietet eine gute Grundlage in der Vergleichbarkeit der Untersuchungen, da die Frage bei dem transossären Verfahren insbesondere nach der Stabilität bei erhaltener Segmentbeweglichkeit gestellt wird. Dies wird unten aufgeführt.

In der Arbeit von JHO HD. mit der anterioren Mikroforaminotomie als minimal-invasives Verfahren werden in 79,8% der Fälle eine exzellente, d.h. vollständige Erholung der Symptome erreicht. In 19,2% der Fälle wird eine Erleichterung der radikulären Symptomatik erreicht, jedoch verblieben nicht-radikuläre Restbeschwerden und ein Patient (1%) hatte ein befriedigendes Ergebnis, d. h. eine leichte nicht-radikuläre bzw. radikuläre Symptomatik und erhielt nach einem Monat eine Reoperation. Kein Patient hatte eine Verschlechterung der Symptomatik erlitten (36).

Ähnlich gute Ergebnisse wie in der vorliegenden Studie erzielte auch FONTANELLE.

Bei Nutzung der Endoskopie bei Therapie eines Bandscheibenvorfalles der HWS in mikrochirurgischer Technik nach FONTANELLE A. (20) trat in keinem Fall ein Wiederauftreten der Symptome postoperativ auf. Bei der Erstkontrolle konnte bei 94,7 % (162 von 171 Patienten) ein postoperativer Erfolg festgestellt werden, bei der nächsten Kontrolle waren 95,9 % (164 von 171 Patienten) und bei der Kontrolle nach einem Jahr stieg die Erfolgsrate auf 97 % (166 von 171 Patienten) (20).

Die Zahl der Studienteilnehmer war bei ihm deutlich größer, damit ist der direkte Vergleich schwer. Dennoch scheinen zumindest im klinischen Outcome beide Verfahren ähnlich gut zu sein.

Damit sind aus unserer Sicht das transossäre Dekompressionsverfahren oder auch das Verfahren nach Fontanelle bzw. Jho bei der Indikationsstellung immer als minimalinvasive Verfahren zu berücksichtigen, aber auch die klassischen Verfahren. Dies hat auch Gründe, die weiter unten diskutiert werden, insbesondere die Stabilität.

4.6. Segmentale Stabilität postoperativ:

MURPHY und GADO nahmen als Maß für die Instabilität die Höhe der Neuroforamina prä- und postoperativ nach ACD und ACDF, aus deren Verminderung sie ein Wiederauftreten der radikulären Symptomatik vermuteten. Sie stellten jedoch zwischen beiden Verfahren

keinen signifikanten Unterschied bezüglich einer postoperativen Änderung der Neuroforamenhöhe fest (46,47).

ALBERT TJ. et al. verglichen die Neuroforaminalhöhe präoperativ und gleich nach der Operation sowie die Zwischenwirbelhöhe nach ACDF mit Hilfe der CT. Trotz der vergrößerten postoperativen Neuroforaminalhöhe auf 20% bis 33% ergab sich kein Unterschied im klinischen Ergebnis sowie kein Zusammenhang mit der Spangröße (2).

XIE J. et al. stellte bei der ACD fest, dass trotz gleich nach der Operation aufgetretener Verminderung der Bandscheibenhöhe keine Radikulopathie Symptome auftraten.

In der gleichen Literatur zeigte sich bei der radiologischen Kontrolle ein Kyphosewinkel von durchschnittlich 3,7° bei 75% der Patienten mit ACD gleich nach der Operation, aber auch innerhalb der zweijährigen Nachuntersuchungszeit (40,45,69,70).

Bei der ACDF konnte es zu einem Verlust der Lordose in Folge Einsinkens des Knochenspans oder dessen Kollaps. Eine zusätzliche Instrumentationen als ACDFI wurde daher durchgeführt (26,39,59,62) Trotz der Instrumentation kam es zu einem Einsinken des Knochenspans (42,61). Dennoch zeigten retrospektive Studien eine Wiederherstellung der Lordose.

Ohne zum Problem der postoperativen Instabilität Stellung zu nehmen, berichtet HEIDECKE V. (32) über keinerlei Cageeinbrüche, Abkippungen oder Luxationen.

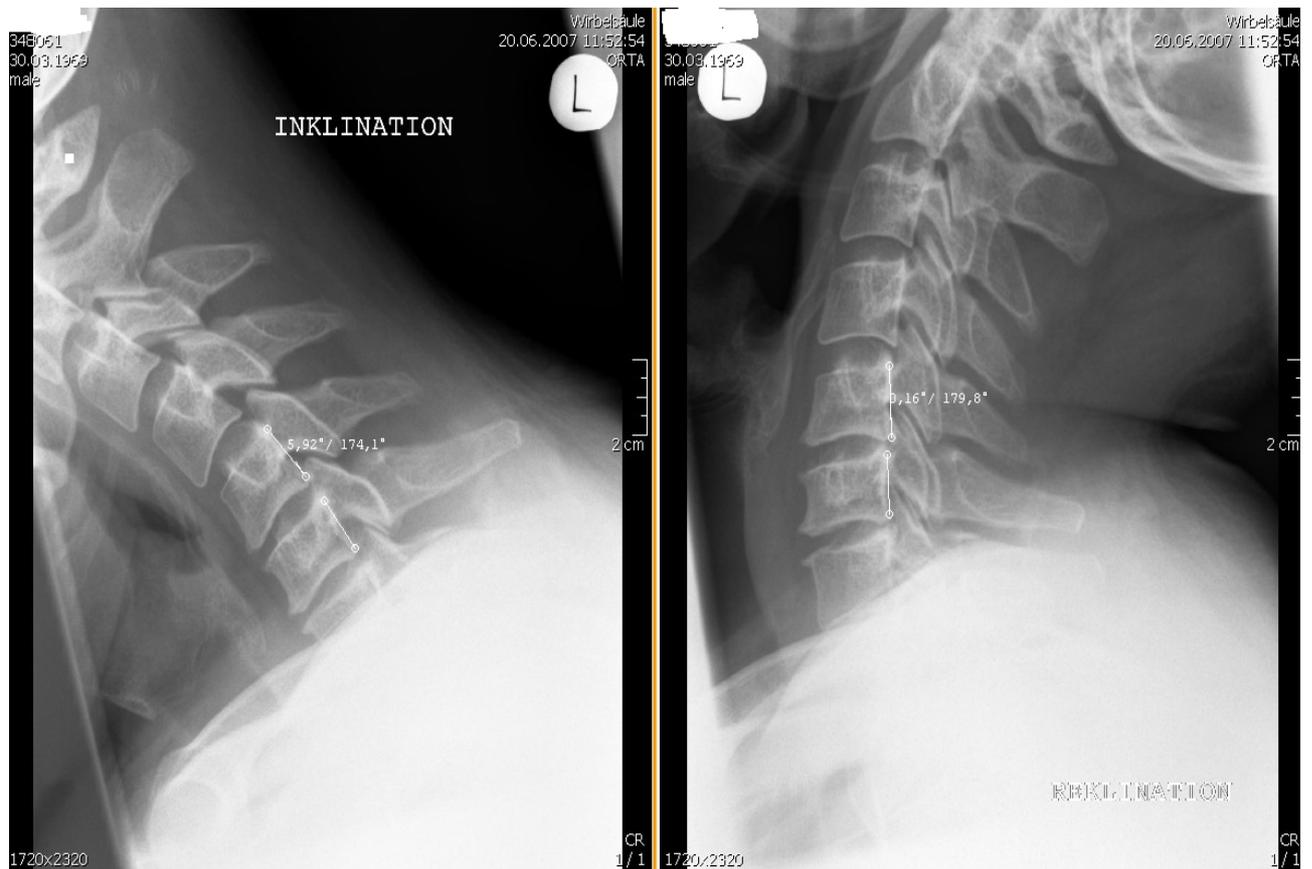


Abb. 15 Postoperatives Röntgen der HWS (seitlich) mit Funktionsaufnahme (Stabilitätskriterien nach WHITE und PANJABI 1987).

WHITE und PANJABI 1990 (66,67) haben festgestellt, dass Instabilitäten der Halswirbelsäule bei Flexion durch Verletzungen und Veränderungen der mittleren Säule (3-Säulen-Prinzip der Wirbelsäule) möglich sind. Hierzu gehört anatomisch neben den eigentlichen knöchernen Strukturen auch das Ligamentum longitudinale posterior und posteriore Anteile des Anulus.

Ebenso kann eine Instabilität durch eine Extensionsverletzung entstehen, hier durch die Veränderungen in den vorderen beiden Säulen (45,66,67). Zu den traumatischen Veränderungen kann diese Arbeit aber keine Aussage treffen.

In der vorliegenden Arbeit wurden die Stabilitätskriterien nach White und Panjabi zur Bewertung der postoperativen Stabilität durch Röntgenfunktionsaufnahmen herangezogen.

Bei der transossären Dekompression bleibt die segmentale Stabilität der Halswirbelsäule unverändert, da das Weichteiltrauma sehr gering gehalten werden kann. Der Anulus bleibt

unverletzt, ebenso die Verbindung des Ligamentum longitudinale posterior mit dem Knochen. Auch muss während der Operation das Segment nicht aufgespannt werden, was zu einer Überdehnung von Haltestrukturen führen könnte. Das Gefüge von Bandscheibe und Bandstrukturen bleibt somit weitgehend so wie vor der Operation und damit ist das Bewegungssegment nach JUNGHANNS erhalten. Dies können die Ergebnisse eindeutig zeigen. Die Arbeiten von HEIDECHE V. (32), FONTANELLE (20) und BRUNEAU (11) gehen auf diesen Punkt nicht ein, so dass ein Vergleich nicht möglich ist. Es ist nicht möglich, dass ein besseres Ergebnis als eine normale Segmentstabilität erzielt werden kann, wie es die vorliegende Arbeit zeigt. Damit ist neben dem klinischen Outcome auch die erhaltene segmentale Beweglichkeit und Stabilität ein wichtiges Kriterium zum Einsatz dieses OP-Verfahrens. Hier sei noch einmal darauf hingewiesen, dass auch eine spontane Fusion im Untersuchungszeitraum nicht eintrat. Damit ist die Segmentbeweglichkeit auch nicht herabgesetzt, wie bei HEIDECHE V. (32) und ähnlichen Arbeiten, einschließlich der Untersuchungen zu verschiedenen Bandscheibenprothesen (5,12,68).

Damit zeigen unsere Ergebnisse keinen Hinweis auf die Gefahr einer Anschlussproblematik (8,27,28,29).

Ebenso kann ein Einsinken von Cages oder Knochenspänen bzw. der Kollaps letzterer auftreten(28,29).

4.7.Komplikationsmöglichkeiten

4.7.1.Intraoperative Komplikationen

In keinem Fall waren Irritationen des Nervus recurrens oder Sprechbeschwerden zu verzeichnen. Ein kleiner Teil der Patienten gab Schluckbeschwerden an, die als intubations- oder retraktionsbedingt interpretiert werden müssen. Sie bildeten sich bereits während des stationären Aufenthaltes deutlich zurück und verschwanden innerhalb der ersten zwei postoperativen Wochen vollständig.

Allgemeine Komplikationen der ventralen Methode

Intraoperativ könnten Komplikationen durch den Zugang zur HWS und ihre Strukturen sowie durch die Vorfalldfernung auftreten.

Beim Zugang besteht das Risiko der Verletzung der Weichteilstrukturen (Gefäße, Trachea, Ösophagus) und nervaler Strukturen (z. B. N. laryngeus recurrens). Bei der

Vorfallentfernung kann ein Duraleck, eine Nervenwurzelläsion sowie ein postoperatives Hämatom im Halsbereich sowie an der Beckenkammspannentnahmestelle (13,15,31,58,72).

Bei Benutzung von Carbon- und Titancages in der Arbeit nach HEIDECKE V. et al. (32) gab ein großer Teil der Patienten Schluck- und Sprechstörungen an, die auch durch die Intubation oder die intraoperative Langzeitretraktion bedingt sind. Diese Beschwerden waren bis 4 Wochen postoperativ rückläufig (32).

In der Arbeit von SALAME K., et al. (54) mit Benutzung vom Carboncages finden sich insgesamt bei 3 % des Patientengutes eine postoperative Recurrensirritation, die bei 2 % spontan regredient waren. Bei 1 % der Patienten war die Lähmung persistent, wobei eine Revision in Form einer chirurgischen Recurrensrekonstruktion erfolgte. Bei 1% der Patienten traten Schluckbeschwerden auf, die postoperativ entdeckt wurden, jedoch im Röntgenbreischluck keine Auffälligkeiten aufwiesen.

BEUTLER et al.(6) untersuchten das Auftreten von Recurrenslähmungen im Zusammenhang mit der Zugangsseite und fanden keine Assoziation (6).

Auch in unserer Arbeit finden wir keinen Unterschied der Komplikationen im Vergleich zwischen linkem und rechtsseitigem Zugang. Natürlich kann anhand der vorliegenden Daten nicht die Aussage getroffen werden, dass eine Komplikation generell ausgeschlossen werden kann. Bestehen bleibt aber das Ergebnis, dass diesbezüglich keine Komplikation auftrat. Hier kann für das Verfahren keine Risikowahrscheinlichkeit berechnet werden. Deshalb muss aus unserer Sicht dennoch über diese Komplikationsmöglichkeit aufgeklärt werden. Die Methode der transossären Dekompression ist als minimalinvasives Verfahren zu sehen. Damit ist das Zugangstrauma gering, ebenfalls wird bis zur Wirbelsäule möglichst stumpf präpariert. Dies sind aus unserer Sicht Gründe, die für die geringe Komplikationswahrscheinlichkeit sprechen. Der statistische Beweis kann bei der Patientenzahl in der Studie jedoch nicht geführt werden.

Auch wenn in unserer Studie die folgenden Komplikationen nicht eintraten, sollten sie im Rahmen der Diskussion angesprochen werden. Da sie bei ähnlichen Studien vorkamen,

bleiben sie auch bei der transossären Dekompression und entsprechend erhöhten Fallzahlen möglich.

Bei Anwendung der anterioren Mikroforaminotomie-Methode bildete sich bei einem von 54 Patienten postoperativ eine Discitis heraus, welche konservativ unter Antibiotika ausbehandelt wurde. Beim gleichen Patienten kam es im weiteren Verlauf zu einer Segmentkyphosierung, jedoch berichtete der Patient über eine Besserung der präoperativ vorhandenen radikulären Symptomatik (36,37).

In gleicher Literatur hatte ein Patient eine postoperative temporäre Hemiparese aufgrund der intraoperativen Hyperextension der Halswirbelsäule. Diese Hemiparese war 6 Wochen postoperativ rückläufig (36).

In der gleichen Arbeit JHO HD. et al. (36) bildeten zwei Patienten postoperativ ein Horner-Syndrom aus, welches sich nach 6 Wochen spontan zurückbildete (36).

In unseren Untersuchungen mit transossärer Dekompression traten in keinem Fall eine Discitis, eine Hemiparese oder ein Horner-Syndrom auf.

Bei einem Patienten unserer Studiengruppe wurde die A. vertebralis verletzt, was die Ligatur des Gefäßes erforderte. Nach der OP war dieser Patient wach und ansprechbar, die präoperativen Beschwerden waren rückläufig, es zeigten sich keine Hinweise einer Gehirnischämie oder sonstiger neurologischer Störungen. Dieses Ereignis zeigt deutlich, dass das Verfahren nicht komplikationsfrei ist. Hier ist anzumerken, dass die minimale Invasivität wegen der fehlenden Übersicht im Zugangsbereich andere Anforderungen an den OP-Ablauf stellt. Da die Strukturen nicht präparatorisch dargestellt werden, müssen andere Kontrollmechanismen entwickelt werden, um die Vorteile der geringen Zugangstraumen zu nutzen. Deshalb begann in unserer Klinik die Entwicklung des OP-Verfahrens im offenen MRT und wird jetzt zusätzlich unter Bildwandlersicht durchgeführt. Zumindest denkbar ist die Kombination mit weiteren Kontrollmechanismen wie Computer-Navigation und Neuromonitoring (SSEP, Recurrensmonitoring). Dadurch können sich aber andere Parameter wie Narkosezeit, Strahlendosierung und ähnliche ändern. Wegen der Vermeidung von Retraktoren, Distraktoren oder kantiger Instrumente bzw. Implantate ist die Gefahr von Hypopharynx- oder Ösophagusverletzungen bei der transossären Technik wesentlich geringer als bei Fusionen oder Bandscheibenersatz.

Bei 4 Patienten wurde während des operativen Eingriffs ein Neuromonitoring (SSEP) durchgeführt. Die Auswahl dieser 4 Patienten gegenüber den anderen Patienten unserer Studie war zufällig und begründete sich nicht durch die besondere Bedingung des

Operationssitus (z. B. extreme Neuroforamenstenose oder cervikale Spinalstenose). Während des Neuromonitorings ergaben sich keine Besonderheiten.

Obwohl bei einem Patienten im Rahmen unserer Studiengruppe als Komplikation eine versorgungspflichtige Arteria-vertebralis-Verletzung auftrat, kann auf Grund der geringen Fallzahl keine sichere Aussage über die Zugangsmorbidität erfolgen. Die Fehleranalyse dieser am Anfang der Lernkurve aufgetretenen schweren Komplikation zeigte, dass dies bei korrekter Technik absolut vermeidbar ist, darüber hinaus lässt der minimalinvasive Zugang erwarten, dass diese geringer ausfällt. Eine Überprüfung an einem größeren Patientenkollektiv wäre hierzu sicherlich erforderlich.

Chirurgische Komplikationen können beim dorsalen Zugang intraoperativ in Form eines Duralecks, bzw. einer Liquorfistel auftreten. Bei sitzender Lagerung des Patienten kann die erhöhte Gefahr für eine Thrombo-Embolie oder Luftembolie, eines Pneumocephalus oder einer Subarachnoidalblutung bestehen (9,18,34).

Als weiterer Nachteil der dorsalen Dekompression wird die Operation in der falschen Etage oder falsche Seite angeführt, was auch bei der ventralen Methode vorkommen kann (10).

Auch dem vorgestellten Verfahren ist diese Komplikation möglich und in einem Fall erfolgt, allerdings im gleichen Eingriff erkannt und mit Hilfe der Röntgendurchleuchtung über dem gleichen Zugang korrigiert worden. Durch intraoperativ durchgeführte Bildwandlerkontrollen im a.p.- und seitlichen Strahlengang kann diese Fehlermöglichkeit verringert werden.

4.7.2. Postoperative Komplikationen:

Bei keinem Patienten unserer Untersuchungsgruppe kam es zu einer Wundheilungsstörung oder einer nachhaltigen Beeinflussung des Behandlungsverlaufes.

JHO HD. et al. (2002) (36) berichten, dass 6 Wochen postoperativ eine MRT-Kontrolle erfolgte und bei allen Patienten eine gute Dekompression und keine Revisionsmaßnahmen nötig waren.

Wir führten eine MRT-Kontrolle 12 Wochen postoperativ durch. 28 Patienten waren gut dekomprimiert. Bei einem Patienten (3,3 %) trat 4 Wochen postoperativ ein Rezidivbandscheibenvorfall in der selben Etage mit Wiederkehr der Symptome auf,

welche durch den gleichen Zugang reoperiert wurde. Bei einer Patientin (3,3 %) war in der MRT-Kontrolle der Zugang zu weit medial gewählt mit der Folge einer nur inkompletten Entfernung des Vorfalles. Trotzdem trat eine ausreichende Besserung der präoperativen Symptomatik ein, die sich unter konservativer Behandlung ergab.

Die klassische ventrale Dekompression mit Fusion hat häufige Komplikationen zur Folge, z. B. die mögliche Anschlußdekompensation in den Nachbarsegmenten. Bei ca. 92 % der Patienten waren radiologische Zeichen der Anschlußdekompensation ohne Symptomatik vorhanden (27,35). Auch Pseudarthrosen der operierten Etage, insbesondere bei mehreren Segmentfusionen treten auf (8,13,30).

NANDOE R.D.S. et al. gab bei 0,7% der Patienten neurologische Komplikationen in Form von sensiblen und motorischen Defiziten an, bei 2,2% der Patienten eine postoperative Sprachstörung, bei 0,9% ein postoperatives Hämatom und bei 3,1% eine Reoperation auf Grund einer verbliebenen Symptomatik an. Weitere, von der Operationsmethode unabhängige Komplikationen wie eine Pneumonie oder ein Harnwegsinfekt wurden angegeben. Insgesamt traten bei 10,5% aller Fälle Komplikationen auf (48).

Bei XIE J. et al. wurden beim ACD-Verfahren keine Wundheilungsstörungen beobachtet, ebenso beim ACDFI-Verfahren. Beim ACDF-Verfahren fanden sich in 6,7% der Fälle Wundheilungsstörungen, welche mit Antibiotika behandelt wurden. Schluckbeschwerden waren bei 25 % aller Fälle bei der ACD-Methode, in 13 % der Fälle bei der ACDF- und ebenso 13 % der Fälle bei der ACDFI-Methode zu beobachten (70). In der gleichen Arbeit fanden sich Anschlußdekompensationen in den Nachbarsegmenten bei 19% der Patienten, aber nur 2 der Patienten (4 %) mussten gleich nachoperiert werden (70).

HILIBRAND AS. et al. (33) hatten 374 Patienten nach ventraler Fusion der HWS über einen Zeitraum von 2 bis 21 Jahren untersucht. In der postoperativen Kontrolle fanden sie, dass 2,9 % der Patienten pro Jahr eine Fusionsoperation im Nachbarsegment wegen einer Anschlussdekompensation nötig hatten.

GOFFIN J. et al. (27) haben 180 Patienten 5 Jahre postoperativ (monosegmentale Fusion) untersucht, wobei 92 (51,1 %) Patienten eine beginnende Anschlussdekompensation in der radiologischen Verlaufskontrolle ohne klinische Beschwerden aufwiesen.

Außerdem bleiben die üblichen Komplikationen an der Beckenkammspanentnahmestelle, z. B. die Wundheilungsstörung und chronische Schmerzsymptomatik.

ECK JC. et al. (19) untersuchten die biomechanische Situation nach Fusion. Sie fanden einen zunehmenden inneren Druck in der Bandscheibe in den Nachbarsegmenten zwischen 45 % und 73 % bei Extensions- und Flexionsbewegungen.

Die häufigste Komplikation der anterioren Fusion ist die Pseudarthrose bei Mehrsegmentfusionen. Bei trisegmentaler Operation fanden sie eine Fusionsrateverminderung von 97 % auf 83 % (35,41).

In der Arbeit von BOHLMANN et al. (1988) hatten durchschnittlich 13 % der Patienten bei bisegmentaler Fusion nach der 6-Jahres-Kontrolle eine Pseudarthrose gegenüber 11 % nach monosegmentaler Fusion. Nach multisegmentaler Fusion fanden sich gar bei 27 % der Patienten eine Pseudarthrose. In 17 % der Fälle bestand eine Reoperationsnotwendigkeit (8).

In der Arbeit von SALAME K. et al. (2002) mit Benutzung von Carboncages ergab sich bei einem Patienten (1%) eine Wundheilungsstörung, die mit Antibiotika ausbehandelt wurde, und bei 2% der Fälle eine Hinterstrangsymptomatik in Form von Propriozeptionsstörungen, Einschränkungen der Oberflächensensibilität und des Vibrationsempfindens, wobei diese Symptome nach einem Monat eine spontane Besserung erfuhren (54).

Die Versorgungen mit Bandscheibenprothesen haben gegenüber der klassischen Fusion den Vorteil, dass die Mobilität des Segmentes erhalten bleibt (22,49,57). Bei den minimalinvasiven Verfahren, insbesondere die in dieser Studie vorgestellten, bleibt die physiologische Segmentmobilität ebenfalls erhalten. Allerdings scheinen modellbedingt bei künstlichen Bandscheiben sekundäre Einsteifungen in bis zu 40% diesen Vorteil zunichte zu machen.

Bei der dorsalen zervikalen Dekompression bedingt der dorsale Zugang als häufigste Komplikationsmöglichkeit eine postoperative kyphotische Veränderung auf Grund Verletzung der dorsalen Strukturen der HWS mit daraus folgenden Stabilitätsverlust (55). Bei mehr als 25% der beidseitigen Dekompression sowie bei Resektion von mehr als 50% der Lamina über einen unilateralen Zugang kann eine Instabilität auftreten (9,34,50,55,73).

Die dorsale Dekompression bleibt meist eine indirekte Dekompressionsmethode (9,34), die ventrale Dekompression dagegen bedeutet eine direkte Dekompression der Nervenwurzel. Dies kann als zusätzlicher Vorteil der transossären Dekompression genannt werden, da diese direkt die Nervenwurzel befreit.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die transossäre Dekompression die postoperativen Komplikationen wie Kyphosierung infolge Stabilitätsverlust, Anschlußdekompensationen, Pseudarthrosen, die Entnahmemorbidität der Beckenkammspantransplantation und Segmentversteifungen verfahrensbedingt ausgeschlossen werden können.

4.7.3. Reoperation

Wie oben beschrieben, musste ein Patient reoperiert werden. Bei einer Ereigniswahrscheinlichkeit von 3,3% ist dies vergleichbar mit anderen Verfahren.

In der Literatur mit Diskektomie und Fusion, z. B. Cageimplantation, mussten bei 3 % (2 % in gleicher Etage und 1 % im Nachbarsegment) der Patienten wegen ungenügender oder nicht erfolgter Fusion oder Myelonkompression eine Reoperation erfolgen, entweder in Form einer posterioren zervikalen Dekompression (1 %) oder eines erneuten Eingriffs von vorn (54,60).

HEIDECKE V. et al. (2004) berichteten über eine Reoperationsrate von 5,4 % und höher bei Interposition von Carboncages, speziell bei 3 Patienten mit fortgeschrittener Myelopathie auf Grund einer Myelonkompression. In der postoperativen Bildgebung ließ sich eine unvollständige Dekompression des Spinalkanals nachweisen.

Bei Patienten mit Interposition eines Titancages war bei 4,3 % (2 Patienten) eine Zweitoperation notwendig. Ein Patient hatte eine postoperative Instabilitätssymptomatik im Nachbarsegment und der andere Patient zeigte eine Verschlechterung des neurologischen Status postoperativ, die Zweitoperation erfolgte 3 Tage nach der Erstoperation (32).

4.8. Blutverlust:

Fasst man die Gruppen mit einem Blutverlust bis 50 ml (43,3%) und 51 bis 100 ml (36,7 %) zusammen, dann haben 80 % der Patienten einen maximalen Blutverlust von 0 bis zu 100 ml. Der mittlere Blutverlust lag bei 82,4 ml. Leider kann dies nicht mit anderen Studien verglichen werden, da hierzu kaum Aussagen gemacht werden. Allerdings bleibt es unwahrscheinlich, dass Studien nur zur Bestimmung dieses Parameters durchgeführt werden.

Wir halten den Blutverlust in unserer Studie für so gering, dass auch hier der Anspruch der Minimalinvasivität gewahrt bleibt. Erythrozytenkonzentrate müssen nicht vorbereitet werden.

Insbesondere auf Grund der Erfassung des Blutverlustes bei dieser Operation konnte im weiteren Verlauf gezeigt werden, dass routinemäßig nur geringe Blutungen zu verzeichnen waren.

4.9. Krankenhausaufenthalt

Die Patienten der Studie wurden zwischen dem 3. und 5. postoperativen Tag, im Mittel am 4. postoperativen Tag entlassen. Damit ist die Verweildauer vergleichbar mit anderen ähnlichen Operationsmethoden. Durch die geringe Komplikationsrate ist eine deutliche Senkung der Verweildauern auf einen oder zwei postoperative Tage realistisch und wahrscheinlich.

In den Untersuchungen von JHO HD. et al. (2002)(36) wurden die 32 Patienten (30,8 %) am Tag der Operation entlassen, 70 Patienten (67,2 %) am ersten postoperativen Tag, ein Patient (1 %) wird am zweiten postoperativen Tag und wiederum 1 Patient (1 %) wird am dritten postoperativen Tag entlassen (36).

Aufgrund von Besonderheiten des deutschen Gesundheitssystems liegen die durchschnittlichen Verweildauern für vergleichbare Fusionen oder Bandscheibenprothesen hierzulande deutlich höher.

4.10. Diskussion des Gesamtergebnisses

Die transossäre Dekompression an der HWS ist nach den vorliegenden Ergebnissen ein Operationsverfahren, welches sich logisch in die vorhandenen Möglichkeiten und Methoden einreicht. Die klinischen Ergebnisse sind nicht nur vergleichbar, sondern ähnlich gut wie bei anderen dekomprimierenden Verfahren. Deshalb wird dieses Verfahren in die Indikationsliste unserer Klinik etabliert werden.

Im Rahmen unserer Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass die transossäre Dekompression zur Entfernung eines Bandscheibenvorfalles eine (nach den vorliegenden Daten) sichere Methode mit minimalen Komplikationen ist, ohne dass postoperativ HWS Instabilitäten oder Verschlechterung der präoperativen Symptomatik hervorgerufen werden.

Die Vermeidung der Beckenkammspanentnahme mit ihren postoperativen Komplikationen und postoperativen Behandlung ist nicht zu unterschätzen, da insbesondere hier für den Patienten lästige und schmerzhaft Affektionen vermieden werden können.

Die Verringerung des Krankenhausaufenthaltes ist ein eher wirtschaftlicher und sozialer Aspekt, welcher ebenfalls als positiv zu werten ist.

Zusammenfassung

5. Zusammenfassung

In einer prospektiven Untersuchung wurden über einen Zweijahreszeitraum alle Patienten, die sich einem neuen, an der Klinik für Orthopädie und Wirbelsäulenchirurgie der Zentralklinik Bad Berka GmbH entwickelten Verfahren der ventralen transossären Wurzeldekompression ohne Fusion der Halswirbelsäule unterzogen, nachuntersucht.

Das Neue dieser Operationsmethode besteht in dem völlig anderen Zugang zum Bandscheibenvorfall. Anders als bei der herkömmlichen Technik des „Wegs des geringeren Widerstandes“ durch die Weichteile des Zwischenwirbelraumes wird ein Weg durch den Wirbelkörper mittels eines Hohlbohrers gelegt. Dadurch kann verhindert werden, dass bradytrophes Gewebe der Bandscheibe aus Zugangsgründen iatrogen reseziert werden muß. Im Gegensatz zu Bandscheibengewebe, welches ohne eigene Blutversorgung ist, und deshalb wenig bis gar keine Heilungstendenz hat, kann Knochen ad integrum heilen. Das Ziel dieser Arbeit ist, ob der wesentliche Mehraufwand und die theoretische Gefahr des transossären Weges durch bessere Behandlungsergebnisse gerechtfertigt werden.

Bei der Patientenuntersuchung, präoperativ mit Scorevergleich, postoperativ während des stationären Aufenthalts und durch ambulante Kontrollen sowie Röntgenkontrollen und mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens, eines zusätzlichen Scores, wurde eine Analyse des neurologischen Outcomes vorgenommen und der subjektive Zufriedenheitsgrad der operierten Patienten bestimmt. Ausschlusskriterien waren unvollständig beantwortete Fragebögen und nicht zur Kontrolle erschienene Patienten sowie nicht auswertbare Röntgenbilder.

Die operativen Ergebnisse wurden mit Angaben aus der Literatur verglichen und analysiert.

In die vorliegende Arbeit wurden 30 Patienten einbezogen. Es handelt sich dabei um 13 Männer (43,3 %) und 17 (56,6 %) Frauen. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation betrug 46,4 Jahre. In 25 Fällen (83,3%) bestanden Nackenbeschwerden, in 28 Fällen (93,3 %) radikuläre Symptome und in 10 Fällen (33,3 %) eine Myelonkompression in Form von Handfunktionsstörungen, in 3 Fällen (10 %) Schwindelgefühl und in einem Fall (3,3 %) Schluckbeschwerden.

Bei 27 Patienten (90 %) erfolgte eine monosegmentale Versorgung, 3 Patienten (10 %) unterzogen sich einer bisegmentalen Operation.

Die meistbetroffenste Operationsetage war die Etage C6/7 bei 15 Patienten (50%), gefolgt von der Etage C5/6 bei 9 Patienten (30%).

Der postoperative Verlauf war bei 27 Patienten (90%) zufriedenstellend, bei 2 Patienten (6,7 %) verblieben leichte Beschwerden, ein Patient (3,3 %) gab erneut auftretende Beschwerden nach primärer Linderung an und bei keinem Patienten kam es zur Verschlechterung der präoperativ bestandenen Beschwerden.

Nur ein Patient (3,33 %) wurde in derselben OP-Etage nach einem Monat reoperiert wegen eines Rezidiv-Bandscheibenvorfalles in derselben Etage mit Wiederkehr der Symptome. Ein Patient (3,33 %) wurde in einer anderen Etage operiert wegen eines dort erneute aufgetretenen Bandscheibenvorfalles.

Die gravierendste intraoperative Komplikation war eine Arteria-vertebralis-Verletzung bei einem Patienten (3,33 %), nach sofortiger Ligatur traten postoperativ keine Ausfälle auf. In keinem Fall war im postoperativen Verlauf eine Wundheilungsstörung oder eine Discitis aufgetreten.

Es wurde durch diese Arbeit herausgestellt, dass sich mit dieser Operationsmethode gute und sehr gute klinische Operationsergebnisse erzielen lassen. Es konnte gezeigt werden, dass es dabei nicht zu einer Veränderung der segmentalen Beweglichkeit kommt, weder durch Fusion noch durch Instabilität. Zusätzlich wird die Komorbidität durch die Beckenkammspanentnahme vermieden, sowie durch den unkomplizierten postoperativen Verlauf durch Verkleinerung des Operationszuganges die Dauer des Krankenhausaufenthaltes und der Kosten verringert.

Damit halten wir die OP-Methode für ein gutes und richtungsweisendes minimalinvasives Verfahren, welches die Potenz für eine breite Anwendung in der Wirbelsäulenchirurgie hat.

6. Summary

Recently, There are new conventional methods in the field of cervical disc surgery which were based on the idea of removing the whole disc material including the non damaged part of the disc while a large part of the annulus has to be destroyed in order to permit a safely route for the removal of the displaced disc fragment.

In the prospect of Instable mobile segment and loss of disc-height ,there are some undesired sequelae such as: foramen stenosis and subsequent postoperative radiculopathy . That's what made many authors recommend a primary fusion after removal of a cervical disc prolapse to guard against loss of disc height and undesired instability. However, many approach- related and graft- related complications were caused by open decompressive surgery with fusion.

However ,The aim of this study is to evaluate the efficacy of a novel minimal invasive technique as an alternative method instead of the standard operative treatment of cervical disc prolapse such as: complete discectomy, fusion or implantation of an artificial disc.

This study was concerned with this technique's operations which were done to 30 Consecutive patients with a mean age 46.4 years in the time interval from 2005 to 2007.

A mono-segmental operation was performed to 27 patients (90%) while the other 3 patients (10%) had a bi-segmental operation.

As regards to the Indications for this method, they are as the following:

- Cervical soft disc herniations which are evident on CT and MRI "Without definite segmental instability on plain radiography"
- Lateral cervical disc prolapse at one or multiple levels with cervical nerve root compression.

While Contraindications for this method include:

- Instability of the affected segment
- Central spinal cord compression
- Fractures of the cervical spine
- Advanced degeneration of the affected segment with osteophytes formation "which is a relative contraindication"

An average 12 months period was taken for the follow up . The Oswestry Score together with Neck Disability Index (NDI) were used to assess the patients pre-operatively as well as post-operatively. Also, The Visual Analog Scale (VAS) was recorded before and after the procedure.

The results of the scoring systems were analyzed statistically using Student's T-test. At the end of the follow up period, some conclusions were determined as the following:

- when some of the pre-operative neurological deficits persisted post-operatively, the neurological deficits were considered to be **"improved"**
- while when the pre-operative neurological deficits disappeared completely, they were considered to be **"recovered completely"**

The mean operating time per one segment was 64.8 minutes and the blood loss ranged from 0 to 350 ml with the mean of 82.4 ml. Hospitalization period ranged from 2-3 days and patients were mobilized in the same day of the operation.

The mean NDI was improved from 34 (pre-operative) to 4.6 (post-operative) and this was statistically significant ($P<0.05$). At the same time, the mean Oswestry Score was improved from 16.4 (Pre-operative) to 1.6 (post-operative) and this was statistically significant ($P<0.05$). Corresponding improvement of VAS for neck and arm pain was also recorded. VAS for arm pain was improved from 6 to 1.3 which again was statistically significant ($P<0.05$).

Regarding the preoperative neurological deficits, 27 (90%) patients showed complete recovery of the neurological deficits. On the other hand, only one patient showed recurrence of the preoperative neurological status and this took place one month after the operation and he was reoperated on with the same technique successfully.

Regarding the postoperative stability of the operated segment, in the post operative functional radiographic assesment which was done after one year of the surgical intervention, it was detected that there was no significant impairment of the stability of the operated segment according to the criteria of White and Banjabi.

In summary, it can be stated that improvement of pre-operative pain, range of movements and neurological deficits together with excellent cosmetic outcome were achieved in all patients, achieving unique advantages which include:

minimal surgical trauma, little or no effect on the stability of the spine and hence fusion is not mandatory, rapid rehabilitation, minimal blood loss, short operating time , short hospitalization period and excellent cosmetic outcome.

From the previously mentioned clinical results, this trans-osseous approach seems to be a promising and an effective alternative method for the treatment of cervical disc prolapse.

7. Literaturverzeichnis

1. Abd-Alrahman N, Dokmak AS, Abou-Madawi A: Anterior cervical discectomy (ACD) versus anterior cervical fusion (ACF), clinical and radiological outcome study". **Acta Neurochir; (Wien) (1999)**141 : 1089 – 1092
2. Albert TJ, Smith MD , Bressler S : An in Vivo analysis of the dimensional changes of the neuroforamen after anterior cervical discectomy and fusion :A radiological investigation. **J Spinal Disord (1997)** 19: 229-233.
3. Anderson P, Rouleau J, Toth J, Riew D: A comparison of simulator-tested and retrieved cervical disc prothesis .**J Neurosurgery (Spine 1) 2004**;2: 202-210.
4. Bärlöcher CB, Barth A, Krauss JK, Binggeli R, Seiler RW: Comparative evaluation of microdiscectomy only, autograft fusion, polymethylmethacrylate interposition, and threaded titanium cage fusion for treatment of single-level cervical disc disease: a prospective randomized study on 125 patients. **Neurosurg Focus(2002)** 12: (1) 1 - 7
5. Bertagnoli R, Yue JJ, Pfeiffer F, Fenk-Mayer A, Lawrence JP, Kershaw T, et al: Early results after Pro-Disc-C cervical disc replacement. **J Neurosurg Spine (2005)** 2 : 403-410
6. Beutler WJ, Sweeney CA, Connolly PJ: Recurrent laryngeal nerve injury with anterior cervical spine surgery risk with laterality of surgical approach. **Spine (2001)** 26 (12) 1337-1342
7. Blackmore ME: Fractures of cancellous bone at graft donor sites. *Injury* 14(1983): 519-522.
8. Bohlmann HH, Emery SE: The pathophysiology of cervical spondylosis and myelopathy. **Spine(1988)** ;13:843-846
9. Böhm H, Greiner-Perth R, et al: A new minimally invasive posterior approach for the treatment of cervical radiculopathy and myelopathy. Surgical technique and preliminary results. **Eur Spine J (2003)** 12: 268-273
10. Brodsky A: Management of radiculopathy secondary to acute cervical disc degeneration and spondylosis by the posterior approach, in CRS Society: The Cervical Spine. Philadelphia, Lippincott, 1983, PP. 395-402
11. Brunaeu M, Cornelius Jf, George B., et al: Microsurgical cervical nerve root decompression by anterolateral approach. **Operative Neurosurg 1(2006)** 02: 108-113

12. Bryan V: Cervical motion segment replacement. **Eur Spine J 11 (2002)** (Suppl. 2) PP.92- 97
13. Cherry C: Anterior cervical discectomy and fusion for cervical disc disease. **AORN J (2002)** ;76 :(6) 998 – 1004, 1007 – 1008.
14. Cloward RB: The anterior approach for removal of ruptured cervical disks. **J Neurosurg (1958)** 15 : 602-617.
15. Dan NG: Spinal angulation after anterior discectomy and graftless fusion. **J Clin Neurosci; (2000)** 7 :(2) 124.
16. Daniel Riew K, Cheng I, Pimenta L, et al: Posterior cervical spine surgery for radiculopathy. **Neurosurg 01 (2007)** 60: 51-57.
17. Donaldson JW, Nelson PB: Anterior cervical discectomy without interbody fusion. **Surg Neurol; (2002)** 57: (4) 219 – 255.
18. Ebraheim NA, Xu R, Bhatti RA, Yeasting RA: The projection of the cervical disc and uncinat e process on the posterior aspect of the cervical spine. **Surg Neurol (1999)** 51: 363-367
19. Eck JC, Humphreys C, Lim TH, Joeng ST, Kim JG, Hodges SD, An HS: Biomedical study on the effect of cervical spine fusion on adjacent level's intradiscal pressure and segmental motion. **Spine(2002);** 27: 2431 - 2434
20. Fontanella A: Endoscopic microsurgery in herniated cervical discs. Int Intradiscal Therapy Soc Inc Tenth Ann Meet, Naples, Florida, 1997 (Neurological Research 01 (1999) 21:31-38)
21. Fontanella A: Minimally invasive neurosurgery. A convincing alternative to open surgery. **Rivista di Neuroradiologia (1997)** 10:541
22. Fritsch EW, Pitzen T: Zervikale Bandscheibenprothesen. **Der Orthopäde 3(2006)** 35, 347-361.
23. Frykholm R: Deformities of dural pouches and strictures of dural sheaths in the cervical region producing nerve root compression: A contribution to the etiology and operative treatment of brachial neuralgia. **J Neurosurg (1947)** ;4 : 403-413
24. Fujibayashi S, Shikata J,Kamiya N, et al. Missing anterior cervical plate and screws :a case report . **Spine 2000:** 25 (17) :2258-2261.
25. Gaetani P, Tancioni F, Spanu G ,et al. Anterior cervical discectomy: An analysis on clinical long-term results in 153 cases.**J Neurosurg Sci 1995;** 39: 211-218.
26. Geisler FH, Casper W, Pitzen T , Johnson TA. :Reoperation in patients after anterior cervical plate stabilization in degenerative disease. **Spine (1984)** 23:911-920.

27. Goffin J, von Loon J, van Calenbergh F: Long-term results after anterior cervical fusion and osteosynthetic stabilization for fractures and/or dislocations of the cervical spine. **J Spinal Disord**; (1995) 8: 499-508
28. Gonzalez-Darder JM, Pseudo Martinez JV, Feliu Tatay R: Post-discectomy cervical fusion. Clinico-radiological study comparing iliaca crest bone graft, anterior cervical plate with bone graft and cage-plate GD. **Neurocirurgia (Astur) (2001)** ;12 :(2) 143-151.
29. Hacker RJ, Cauthen JC, Gilbert TJ, Griffith SL: A prospective randomized multicenter clinical evaluation of an anterior cervical fusion cage. **Spine (2000)** ;25: (20) 2646-2655.
30. Hacker RJ: A randomized prospective study of an anterior cervical interbody fusion device with a minimum of 2 years of follow-up results. **J Neurosurg (2000)**; 93: (2 Suppl) 222-226.
31. Heidecke V, Rainov NG, Marx T, Burkert W: Outcome in Cloward anterior fusion for degenerative cervical spinal disease. **Acta neurochir (Wien) (2000)**; 142: (3) 283-291.
32. Heidecke V., Vogel S., Beurkert W. et al.: Ergebnisse nach ventraler Fusion mittels Carbon-bzw . Titancage bei zervikalen Bandscheibenvorfällen. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Medizin. (2004)
33. Hilibrand AS, Yoo JU, Carlson GD, et al: The success of anterior cervical arthrodesis adjacent to previous fusion. **Spine (1997)** 22: 1574 –1579.
34. Hilton L.: Minimally invasive tubular access for posterior cervical foraminotomy with three dimensional microscopic visualization and localization with anterior/posterior imaging. **The Spine J (2007)** 7: 154 – 158.
35. Hodges SD, Humphreys SC, Eck JC, Covington LA, Von Horn ER, Peterson JE: A modified technique for anterior multilevel cervical fusion. **J Orthop Sci; (2002)** 7 :(3) 313 – 316.
36. Jho HD, Kim KM, et al: Anterior Microforaminotomy for treatment of cervical radiculopathy Part 1: “Functional cervical Disc Surgery”, Congress of Neurological Surgeons, **Neurosurg 11 (2002)** 51: 46 – 52
37. Jho HD: Failed anterior cervical foraminotomy. **J Neurosurg Spine 03(2003)** 98, 121-125
38. Jho HD: Treatment of spondylotic cervical myelopathy via anterior foraminotomy, in Camins MB,. Loftus CM, Batjer HH (eds): Cervical Spinal Stenosis: Techniques in Neurosurgery. Philadelphia, Pippincott-Raven, 1999 Vol 5, pp 124-132

39. Katsurra A, Hukuda S, et al., : Anterior cervical plate used in degenerative disease can maintain cervical lordosis. **J Spinal Disord (1996)** 9: 470-476.
40. Katsurra A, Hukuda S, Saruhashi Y, Mori K : Kyphotic malalignment after anterior cervical fusion is one of the factors promoting the degenerative process in adjacent intervertebral levels.**Eur Spine J (2001)** 10: 320-324.
41. Klein GR, Vaccaro AR, Albert TJ: Health outcome assessment before and after anterior cervical discectomy and fusion for radiculopathy: a prospective analyses. **Spine(2000)** ;25: (7) 801-803.
42. Kwon B, Kim D, Marvin A, Jenis LG: Outcomes following anterior cervical discectomy and fusion: The role of interbody disc height , angulation, and spinous process distance. **J.Spinal Disord Tech (2005)** 18: 304-308.
43. Majd ME, Vadhva M, Holt RT: Anterior cervical reconstruction using titanium cages with anterior plating. **Spine(1999)** ;24 :(15) 1604-1610.
44. Montazem A, Kolodziejczyk D, Bode M: Anwendung von Keramikinterponaten nach ventraler zervikaler Diskektomie in Verbindung mit Titanplattenverschraubung. In: Matzen KA (Hrsg): Die operative Behandlung der Halswirbelsäule. Zuckschwerdt, München, Bern, Wien, New York, (1998), S. 120-125.
45. Munro D: The factors that govern the stability of the spine. **Paraplegia (1966)**; 3: 219-228.
46. Murphy MA, Trimble MB , Piedmonte MR , Kalfas IH: Changes in the cervical foraminal area after anterior discectomy with and without a graft. **Neurosurgery (1994)** 34: 93-96.
47. Murphy MG, Gado M: Anterior cervical discectomy without interbody bone graft. **J Neurosurg (1972)** 37: 71-74.
48. Nandoe Tewarie R.D:S, Peul W.C.: Long –term outcome after anterior cervical discectomy without fusion. **Euro Spine J (2007)** 16:1411-1416.
49. Ogon M, Meissner J, Tuschel A, Chavanne A, Becker S: Die Bandscheibenprothese an der Halswirbelsäule. **J Miner Stoffwechs (2006)** 13 (1): 14-17
50. Riew KD.,Cheng I, Pimenta L, Taylor B :Posterior Cervical Spine Surgery for Radiculopathy. **Neurosurgery 01(2007)** 60 :51-57.
51. Robinson RA, Smith JW: Anterolateral cervical disc removal and interbody fusion for cervical disc syndrome. **Bull Johns Hopkins Hosp (1955)**; 96 : 223-224

52. Robinson RA, Walker AE, Ferlic DC, Wiecking DK: the results of anterior interbody fusion of the cervical spine. **J Bone Joint Surg Am (1962)** 44: 1569- 1578.
53. Ryu S.I., Mitchell M., Kim D.H.: A prospective randomized study comparing a cervical carbon fiber cage to the Smith-Robinson technique with allograft and plating: up to 24 months follow –up. **Eur Spine J (2006)** 15: 157-164.
54. Salame K, Oukaknine G, Razon N, et al., The use of carbon fiber cages in anterior cervical interbody fusion. Report of 100 cases. **Neurosurgery Focus(2002)** 12(1) 1-5.
55. Santiago P, Fessler GR: Minimally invasive surgery for the management of cervical spondylosis. **Neurosurg 1 (2007)** 60: 160-165
56. Schnee CL, Freese A, Weil RJ, Marcotte PJ: Analysis of harvest morbidity and radiographic outcome using autograft for anterior cervical fusion. **Spine (1997)**; 22 :(19) 2222-2227
57. Sekhor LH, Ball JR: Artificial cervical disc replacement: principles, types and techniques. **Neurol India (2005)** 53: 445-450
58. Smith GW, Robinson RA: The treatment of certain cervical-spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion. **J Bone Joint Surg (1958)** ;Am 49: 607-622.
59. Troyanovich SI, Stronink, AR, Kattner KA, Dornan WA, Gubina I: Does anterior plating maintain cervical lordosis versus conventional fusion techniques ? A retrospective analysis of patients receiving single –level fusion. **J Spinal Disord Tech (2002)** 15: 69-74.
60. Tullberg T: Failure of a Carbon fiber implant. A case report. **Spine (1998)**; 23: (16) 1804-1806.
61. Tye GM, Graham RS, Broaddus WC, Young HF: Graft subsidence after instrument assisted anterior cervical fusion. **J Neurosurg (2002)** ; 97: (2 Suppl) 186-192
62. Tye GW, Graham RS, Broaddus WC, Young HF: Graft subsidence after instrument- assisted anterior cervical fusion. **J Neurosurg (2002)** Suppl 2 : 186-192.
63. Vaccaro AR, Balderston RA: Anterior plate instrumentation for disorders of the subaxial cervical spine. **Clin Orthop (1997)** ; 335 : 112-121
64. Verbiest H: Anterior and Lateral approaches to the cervical spine . **Neurochirurgie 16 (Suppl 2) 1970**:137-143;148-153.
65. Verbiest H: The lateral approach to the cervical spine . **Clin Neurosurg(1973)** 20:295-305.

66. White AA , Panjabi M.M. : Update on the evaluation of instability of the lower cervical spine. AAOS: **Instructional Course Lectures 1987**;36:513-520.
67. White AA ,Panjabi M.M.: Clinical Biomechanics of the Spine (**2nd ed., P. 314**). (1990) Philadelphia: J.B.Lippincott.
68. Wigfield CC, Gill SS, Nelson RJ, Metcalf NH, Robertson JT: The new Frenchay artificial cervical joint: results from a two-year pilot study. **Spine (2002)**;27: 2446-2452
69. Wilson DH, Cambell DD: Anterior cervical discectomy without bone graft. Report of 71 cases. **J Neurosurg (1977)**; 47: 551-555.
70. Xie J., R.John Hurlbert : Discectomy versus Discectomy with Fusion versus Discectomy with Fusion and Instrumentation: A Prospective Randomized study. **Neurosurgery (2007)**, Vol 61(1).107-117.
71. Younger EM, Chapman MW: Morbidity at bone graft sites. **J Orthop Trauma (1989)** 3: 192-195.
72. Zaveri GR, Ford M: Cervical spondylosis: the role of anterior instrumentation after decompression and fusion. **J Spinal Disord (2001)**; 14: (1) 10-16
73. Zdeblick TA, Zou D, Warden KE, et al Cervical stability after foraminotomy. A biomechanical in vitro analysis. **J Bone Joint Surg (1992)** 74: 22-27

8. Patientenfragebogen

Liebe Patientin, lieber Patient,

wir möchten mit diesem Fragebogen erfahren, wie Sie sich zur Zeit in Bezug auf Ihren Hals fühlen, d.h. ob Sie Schmerzen haben und wie Sie Ihren Alltag bewältigen können. Selbstverständlich werden alle Ihre Angaben vertraulich behandelt.

Bitte kreuzen Sie pro Frage nur ein Kästchen an. Falls Sie Fragen haben oder Hilfe beim Ausfüllen benötigen, stehen Ihnen die Mitarbeiter unserer Klinik gerne zur Verfügung.

Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit und verbleiben

Mit freundlichen Grüßen

Ihr Klinikteam

Vorherige Behandlung: *(mehr als eine Antwort kann angekreuzt werden)*

- Keine
- Analgetika (Schmerzmitteln)
- Kortison-Tabletten
- Lokale Spritze am Hals
- Halskrawatte
- Physiotherapie, Manuelle Therapie, Übungen
- Ziehen

Wirkung dieser Behandlung:

- Deutliche Besserung
- Teilweise Besserung
- Keine Besserung
- Verschlechterung

Schwindel: Nein Ja

Schluckprobleme: Nein Ja

Halsmuskelverspannungen: Nein Ja

SCHMERZEN:

Bereich und Ausstrahlung:

Schlimmer durch: *(mehr als eine Antwort kann gekreuzt werden)*

- Vorwärts nicken (Inklination)
- Rückwärts nicken (Reklination)
- Seitneigung rechts
- Seitneigung links
- Drehen rechts
- Drehen links

Schmerzstärke:

- Erträglich, keine Schmerzmittel
- Deutlich, keine Schmerzmittel
- Mit Mittel keine Schmerzen
- Mit Mittel erträgliche Schmerzen
- Mit Mittel starke Schmerzen
- Mittel helfen nicht

Wert Ihrer Schmerzsituation:

- 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- (minimal) (mäßig) (unerträglich)

Heben:

- Normal ohne Schmerzen
- Normal mit Schmerzen
- Nur aus geeigneter Höhe
- Nur mittelschwere Dinge
- Nur leichte Dinge
- Unmöglich

Schlafen:

- Ungestört
- Etwas gestört (weniger als 1 Stunde Schlaflosigkeit)
- mäßig gestört (1-2 Stunden Schlaflosigkeit)
- stark gestört (2-3 Stunden Schlaflosigkeit)
- sehr stark gestört (3-5 Stunden Schlaflosigkeit)
- unmöglich oder völlig gestört (5-7 Stunden Schlaflosigkeit)

Leben in Gesellschaft:

- Normal ohne Einschränkung
- Normal mit Schmerzen
- Leicht eingeschränkt (durch Schmerzen am Hals)
- Stark eingeschränkt (durch Schmerzen am Hals)
- Gehe nicht mehr aus dem Haus (durch Schmerzen am Hals)
- Unmöglich (durch Schmerzen am Hals)

Autofahren:

- Normal ohne Schmerzen
- Normal mit Schmerzen
- Fast normal, starke Schmerzen
- Durch Schmerzen eingeschränkt
- Durch Schmerzen stark eingeschränkt
- Unmöglich

Lesen:

- Normal ohne Schmerzen
- Normal mit Schmerzen
- Fast normal, starke Schmerzen
- Durch Schmerzen eingeschränkt
- Durch Schmerzen stark eingeschränkt
- Unmöglich

Konzentration:

- Normal ohne Schmerzen
- Normal mit Schmerzen
- Fast normal, starke Schmerzen
- Durch Schmerzen eingeschränkt
- Durch Schmerzen stark eingeschränkt
- Unmöglich

Kopfschmerzen:

- Keine
- Selten leichte Kopfschmerzen

- Selten mäßige Kopfschmerzen
- Oft mäßige Kopfschmerzen
- Oft starke Kopfschmerzen
- Kopfschmerzen fast auf Dauer

Arbeiten mit den Händen:

- Uneingeschränkt
- Uneingeschränkt mit Schmerzen
- Über Kopf nicht möglich
- Mit angehobenen Armen schwer
- Nur mit aufliegenden Armen
- Unmöglich

Persönliche Pflege (*in Anbetracht der Schmerzen*):

- Normal ohne Schmerzen
- Normal mit Schmerzen
- Schmerz behindert, keine Hilfe nötig
- Schmerz behindert, gelegentlich Hilfe nötig
- Schmerz behindert, Hilfe nötig
- Bettlägerig, hilfsbedürftig

Persönliche Pflege (*in Anbetracht der Handfunktion*):

- Sich umziehen nur mit Hilfe
- Sich umziehen langsam und ungeschickt
- Sich umziehen normal

KOORDINATION:

Gehen:

- Nicht in der Lage aufzustehen und zu gehen
- Unfähig selbst auf ebenem Untergrund ohne Gehhilfe zu gehen
- Fähig, auf ebenem Untergrund frei zu gehen; Treppensteigen nur mit Unterstützung
- Rasches Gehen möglich, jedoch etwas unsicheres Gangbild
- Normal

Fingerfunktion:

- Unfähig, selbst mit Löffel und Gabel zu essen; unfähig, selbst große Knöpfe zu knöpfen
- Fähig, sich selbst mit Löffel und Gabel zu ernähren, jedoch ungeschickt
- Schreiben möglich, wenngleich sehr ungeschickt; große Knöpfe können geknöpft werden
- Schreiben etwas eingeschränkt, aber möglich; Manschettenknöpfe können geknöpft werden
- Normal

SENSIBILITÄT:

Sensibilität in den oberen Extremitäten:

- Erhebliche Sensibilitätsstörungen
- Erträgliche Sensibilitätsstörungen
- Keine Sensibilitätsstörungen

Sensibilität in den unteren Extremitäten:

- Erhebliche Sensibilitätsstörungen
- Erträgliche Sensibilitätsstörungen
- Keine Sensibilitätsstörungen

Sensibilität am Stamm:

- Erhebliche Sensibilitätsstörungen
- Erträgliche Sensibilitätsstörungen
- Keine Sensibilitätsstörungen

<i>BLASENFUNKTION:</i>

Wasserlassen:

- Harnverhalt (die normal Blasenentleerung ist nicht möglich)
- Gefühl der unvollständigen Blasenentleerung &/oder Nachtröpfeln &/oder spärlicher Urinstrahl

<i>vom Arzt ausgefüllt:</i>	<i>Resturin > 50 ml</i>
	<i>Resturin < 50 ml</i>

- Verzögerte Blasenentleerung
- Normal

Kontinenz:

- Harninkontinenz (nicht mehr unter Kontrolle)
- Windeln sind im Allgemeinen nötig &/oder teilweise erhaltene Kontinenz
- Auflagen nötig
- Unterwäsche müssen gewechselt werden (1-2 mal pro Tag)
- Normal

<i>Was macht die Beschwerden schlimmer?:</i>

(Hier können Sie mehr als eine Antwort kreuzen)

- Heben schwerer Lasten
- Stehen mehr als 10 Minuten
- Sitzen mehr als 10 Minuten
- Autofahren oder Mitfahren
- Liegen

WIRBELSÄULE UNTERSUCHUNG

Patient stehend:

- Gang: unauffällig auffällig, in Sinne von
- Zehenspitzen: fähig unfähig, rechts unfähig, links
- Hackenstand: fähig unfähig, rechts unfähig, links
- Ein Bein: fähig unfähig, rechts unfähig, links

- Narben: nein
- dorsal, in Sinne von
- ventral, in Sinne von

- Schultergerade: Ja rechts höher links höher
- Beckengerade: Ja rechts höher links höher
- Trendlenburg: negativ positiv rechts positiv links

- Schwingung: unauffällig
- Hyperkyphose Thorax: flexible inflexible
- Hyperlordose Lumbal
- Flat Back

- Seitabweichung: unauffällig
- Skoliose: kompensiert unkompensiert

- Bewegungen:

	HWS	BWS und LWS
Vorbeugen	<i>Kin-Brust-Abstand:</i>	<i>FBA:</i>
Hinternbeugen		
Seiteneigung rechts		
Seiteneigung links		
Drehen rechts		
Drehen links		

- Druckschmerzen: nein Ja, im Bereich
- Klopfeschmerzen: nein Ja, im Bereich
- Stauchungsschmerzen: nein Ja, im Bereich

Patient sitzend und liegend:

- Lasegue: negativ positiv rechts an positiv links an
- Bragard: negativ positiv rechts positiv links
- Hüftgelenk: unauffällig
- auffällig, in Sinne von

- ISG: ohne Befund
- Druckschmerzen rechts Druckschmerzen links
- FABER test +v rechts FABER test +v links
- Mobilität beschränkt rechts Mobilität beschränkt links

Neurologische Untersuchung:

Dermatom	Sensibilität		Motorik		Reflex	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links
C4	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
C5	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben			<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben
C6	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben			<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben
C7	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben			<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben
C8	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
T1	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
T2	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
T4	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
T10	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben			<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	
L1	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
L2	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
L3	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
L4	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben			<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben
L5	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
S1	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben			<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben
S2	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				
S3,4,5	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben	<input type="radio"/> normal <input type="radio"/> gemindert <input type="radio"/> gehoben				

- Kloni: nein Ja rechts Ja links
- Babinski: nein Ja rechts Ja links

- Tonus: normoton
 spastisch, in
 gemindert in

- Bulbus-cavernosus-Reflex: auslösbar nicht auslösbar

- Lehrmitte-Zeichen: nein Ja

**Der Lebenslauf wurde aus der elektronischen
Version der Arbeit entfernt.**

**The curriculum vitae was removed from the
electronic version of the paper.**

10. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein herzlicher Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. med. H. Stürz, welcher sich der Arbeit annahm und mit Engagement für alle Fragen unkompliziert zu erreichen war.

Ganz besonders möchte ich mich bei Chefarzt Dr. med. H. Böhm für die enorme Geduld und für die kostbare Zeit, die er für mich geopfert hat, sowie für seine fachliche, sprachliche Unterstützung bedanken.

Natürlich danke ich meinen Kollegen für die Begleitung bei der Durchführung der Untersuchungen, insbesondere Oberarzt Dr. med. Bernhardt und Oberarzt Dr. Ebert für die Hilfe und Ermutigung.

Insbesondere das Verständnis und die Unterstützung meiner Frau Marlin und meines Sohnes Yossef haben in den letzten Jahren zum Gelingen der Arbeit beigetragen.

11. Ehrenwörtliche Erklärung:

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe.

Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

Giessen, den 27.10.2008

(Iskander, Joseph)