Aus der OCM Klinik

München

Ärztlicher Leiter:

Prof. Dr. med. Martin Jung

Retrospektive Auswertung der klinischen und radiologischen Daten bei dorso-ventraler Fusion im Bereich der Lendenwirbelsäule

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorgelegt von

Dirk Christian Kejda

aus

München

Jahr

2022

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. med. Hans Hertlein
Mitberichterstatter:	PD Dr. med. Hans-Heinrich Trouillier
Mitbetreuung durch den Promovierten Mitarbeiter:	Dr. med. Markus Schrödel
Dekan:	Prof. Dr. med. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 08.12.2022

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis …….. 3

Zusammenfassung …… 5

Abbildungsverzeichnis ……. 8

Abkürzungsverzeichnis ……... 9

1. Einleitung ……. 10
1.1 Geschichte der Wirbelsäulenchirurgie ……..……..…..10
1.2 Anatomie ……....13
1.2.1 Einteilung der Spinalkanalstenose und Spondylolisthese ……..13
1.2.1.1 Einteilung der Spondylolisthese ……... 14
1.2.1.2 Einteilung der Spinalkanalstenose ……16
1.2.1.3 Beurteilung der Spinalkanalstenose nach radiologischen Kriterien……..... 17

2. Zielsetzung und Fragestellung ……..…… 18

3. Material und Methode ……. 20
3.1 Auswahlkriterien (Einschluss- und Ausschlusskriterien) …… 21
3.2 Nachuntersuchungsprotokoll und Fragebögen ……... 22
3.2.1 Nachuntersuchungsprotokoll ……. 22
3.2.2 Fragebogen …….. 22
3.3 Operationstechnik ..…… .24
3.4 Verwendete Implantate und Knochenersatzmaterialien …… 27
3.4.1 Ventrale Instrumentierung mittels Bandscheibenersatz …….. 27
3.4.2 Dorsale Instrumentierung mit Schrauben Stab System ……. 28
3.4.3 Knochenersatzmaterialien ……. 28

3.5 Herstellung des Transmaxx Cage ……..……..…….. 29
3.6 Auswertung der Strahlendosis …….. 30
3.7 Radiologische Auswertung der Parameter ……. 31

4. Ergebnisse..…….. 32

4.1 Postoperative klinische und radiologische Untersuchung (6 Wochen – 12 Monate) …… 32
4.2 Patientenzufriedenheit (mODI) ,…… 33
4.3 Intraoperative Daten …… 34
4.3.1 Anzahl der versorgten Segmente ……..……... 34
4.3.2 Mittlerer Blutverlust (dorsal/ventral) …… 35
4.3.3 Mittelwert Strahlendosis …… 37
4.3.4 Knochenersatzmaterialien …… 38
4.3.5 Durchschnittliche Operationszeit …….. 39
4.3.6 Auswertung der radiologischen Parameter ……..…… 41
4.3.6.1 Höhe Zwischenwirbelraum ……..… 41
4.3.6.2 Winkel Zwischenwirbelraum ……. 42
4.4 Komplikationen (intraoperativ/postoperativ) …….. 43

5. Diskussion ……..……..……... 44

5.1 Klinische Ergebnisse ……... 44
5.2 Intraoperative Daten …… 45
5.3 Radiologische Parameter ……... 46
5.4 Komplikationen ……... 47
5.5 Instrumentierung …… 48

6. Schlussfolgerung ……50

7. Literaturverzeichnis ……..... 52

Anhang A: OCM – Anschreiben an Patienten ……... 56
Anhang B: Fragebogen mODI ……..… 57
Anhang C: Nachuntersuchungsprotokoll ……..… 60
Danksagung ..……..... 61
Affidavit …… 62
Lebenslauf …….. 63

Zusammenfassung

Seit der Entwicklung der Wirbelsäulenstabilisierung im frühen 20ten Jahrhundert durch Lang, Albee und Hibbs kam es zu immer fortschrittlicheren Stabilisierungsverfahren (4,5,6). Der derzeit bestehende Gold-Standard der dorso-ventralen Fusion bei Lendenwirbelsäulenerkrankungen mit zum Teil kombinierten minimalinvasiven Verfahren ist aufgrund der sich immer weiter entwickelnden Materialien und Verfahren ein im Fluss befindlicher Prozess.

In der Arbeit wurden die Untersuchungsergebnisse nach operativer Versorgung von 2015-2016, bezugnehmend auf das Operationsdatum, betrachtet. Das Patientenkollektiv umfasste 45 Patienten im Alter von 14- 80 Jahren.

Die Nachuntersuchungen erfolgten im Zeitraum von 2015-2018.

Im Mittel waren die Patienten zum Zeitpunkt der Operation 63,7 Jahre alt. Die Geschlechtsverteilung zwischen Männern und Frauen betrug 14 zu 31.

In die Betrachtung wurden nur primäre monosegmentale Eingriffe der unteren Lendenwirbelsäulen inkludiert. Bei der radiologischen Nachuntersuchung ergab sich eine Verbesserung des ZWR Winkels von prä- zu postoperativ von 1°. Eine Verbesserung der Bandscheibenhöhe von 5 Millimetern.

Es kam nur in einem Fall zu einer Einsinterung des Cages, was einer gesicherten Fusionsrate von 98% entspricht. Die Einzelheiten wurden in 3.7 erläutert. Die Ergebnisse stimmen mit den der Literatur überein.

Zur Beurteilung der alltäglichen Beeinträchtigung haben wir unsere Patienten nach dem modifizierten Oswestry Disability Index in der deutschen Version befragt. Hierbei zeigte sich eine minimale bis gemäßigte Beeinträchtigung bei 32 Patienten und einer invalidisierenden Beeinträchtigung bei nur einer Patientin.

Zu beschreiben ist die doch recht hohe Anzahl von 12 Patienten mit stark einschränkenden Beeinträchtigungen in der Studie. Jedoch ist eine relativ breite Streuung der erreichten Punkte eine mögliche Erklärung für die hohe Anzahl in dieser Patientengruppe.

Als Einschränkung bei der Auswertung der Arbeit sind die relativ niedrige Fallzahl von 45 und der zeitlich begrenzte Nachuntersuchungszeitraum zu werten.

Perspektivisch könnte im Hinblick auf die Strahlenbelastung bei der dorso-ventralen Fusion noch eine Reduktion der Gesamtstrahlung durch Verwendung eines schmaleren Bildausschnittes zur Anwendung kommen. Dies konnte im Rahmen der Studienauswertung in vorliegendem Rahmen nicht realisiert werden.

Zusammenfassend kann im Vergleich zu den derzeitig auf dem Markt befindlichen Cages bei diesem verwendeten Implantat, eine im Literaturvergleich ähnliche Fusionsrate bei etwas kürzerer Operationsdauer beschrieben werden. Diese ergibt sich auch durch die Einsparung der sonst erforderlichen Befüllung des verwendeten Cages.

Insgesamt konnte bei dieser Arbeit eine Erleichterung im Bereich des Handlings, eine wenn auch nur geringe Zeitreduktion bei im Vergleich zur Literatur ähnlichem Einheilverhalten, erzielt werden. Die Patientenzufriedenheit und das Korrekturpotential bei dieser dorso-ventralen Stabilisierung war auch vergleichbar mit den Literaturergebnissen.

Bei der Betrachtung der Strahlendosis ergab sich ein Mittelwert von Gesamt 830,7 cG/cm2. In Zusammenschau der Literaturergebnisse findet sich hierbei eine etwas niedrigere Strahlendosis in unserer Studie.

Zu diskutieren ist noch der Versuch einer weiteren Reduktion der Strahlendosis mittels einer Verkleinerung des Bildausschnittes des zu operierenden Gebiets der Wirbelsäule. Die Verkleinerung des Bildausschnittes mithilfe der Blende kann die Strahlenbelastung und Streustrahlung weiter reduzieren.

Ob und inwieweit sich hierdurch eine messbare Reduktion der Strahlenbelastung erreichen ließe, wurde jedoch noch nicht im Rahmen der vorliegenden Studie untersucht.

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Lendenwirbelsäule mit Lumbosakralwinkel und Sakralwinkel
- Abbildung 2: Transmaxx Cage (mit freundlicher Genehmigung der Fa. Evospine
- Abbildung 3: Anordnung des Melting-Lasers zur Herstellung der Cage
- Abbildung 4: Darstellung der Osteointegration im Mikroskop mit Einfärbung der Knochenstruktur
- Abbildung 5: Schmerzintensität im Mittel prä und postoperativ auf NRS Skala
- Abbildung 6: Patientenzufriedenheit (mODI)
- Abbildung 7: Anzahl der durchgeführten Operationen in Bezug auf die Höhenlokalisation
- Abbildung 8: Durchschnittlicher Blutverlust bezogen auf die Operationshöhe
- Abbildung 9: Blutverlust dorsal und ventral
- Abbildung 10: Mittleres Dosisflächenprodukt in cG*cm² bezogen auf die operierte Höhe
- Abbildung 11: Verwendete Knochenersatzmaterialien
- Abbildung 12: Operationszeit bezogen auf die operierten Höhen
- Abbildung 13: Durchschnittliche Operationszeit bezogen auf den Zugangsweg
- Abbildung 14: Verbesserung der Zwischenwirbelraumhöhe präoperativ im Vergleich zu postoperativ
- Abbildung 15: Verbesserung des Zwischenwirbelraumwinkels im Vergleich präoperativ zu postoperativ
- Abbildung 16: Darstellung der möglichen Fixationsmöglichkeiten anterior, anteriolateral und lateral. (Abbildung mit freundlicher Genehmigung der Fa. Evospine)
- Abbildung 17: Prä und postoperative Röntgenbilder nach dorso-ventraler Fusion und Reposition

Abkürzungsverzeichnis

ALIF : anterior lumbar interbody fusion

TLIF : transforaminal lumbar interbody fusion

PLIF : Posterior lumbar interbody fusion

NRS : Numerische Rating Skala

mODI : modifizierter Oswestry Disability Index (Deutsche Version)

NB : Nachbehandlungsprotokoll

ZWR : Zwischenwirbelraum

KG : Kraftgrad

TCP : Tricalciumphosphat

1. Einleitung

1.1 Geschichte der Wirbelsäulenchirurgie

Schon bereits im frühen 20.Jahrhundert begannen der Kollege Lange (5) mit der dorsalen Stabilisation der Wirbelsäule über eine Fixierung mit Stahlplatten. In der Folge beschrieben unter anderem Albee (5) und Hibbs (6) die Spondylodese mittels Anlagerung von homologen und autologen Knochenspänen zum Erreichen einer stabilen Fusion. Ein weiterer Fortschritt im Bereich der Stabilisation beschritten Holdsworth und Hardy, welche die Dornfortsätze mittels Doppelplatten fixierten (7).

Ende der 50er Jahre wurde von Harrington ein von dorsal eingebrachtes Kompressions-/ Distraktionssystem entwickelt, welches mittels Stäben und Hacken eine Stabilisierung erreichte(8). Primär fand dieses System Verwendung in der Skoliosebehandlung und wurde auch im weiteren Verlauf für die Frakturbehandlung verwendet (9).

Eine weitere Verbesserung der Stabilisierungsmöglichkeiten zeigte sich in der Verwendung eines dorsalen Plattensystems, welches von Roy-Camille eingeführt wurde und auf einer transpedikulären Verankerung basierte (10). Erstmals erwähnt wurde diese Verfahrensweise von Boucher 1959(11). Diese Methode konnte sich jedoch aufgrund einer zu hohen Steifigkeit und in Folge häufiger Materialbrüche, bei initial guter postoperativer Stabilität, nicht durchsetzen (12).

Die nächste Entwicklungsstufe wurde Anfang der 80er Jahre von Magerl beschritten, indem dieser von einem rigiden Schrauben-Platten-System mit oben genannten Problemen auf einen externen Fixateur mit vorgespanntem dynamischen System umstellte um je nach Fraktur auf Kompression oder Distraktion zu gehen (13). Dabei war jedoch dem Patientenkomfort nur ungenügend Rechnung getragen worden und somit konnte sich dieses System nicht durchsetzen.

Die neu gewonnenen Vorteile bzgl. der Stabilität mit dem Fixateur extern bei fehlendem Patientenkomfort konnten durch Dick mit einer Reduktion der Größe des Fixateurs erreicht werden. Es gelang Dick nun die Entwicklung eines bis dato in den Grundzügen verwendeten Fixateur interns(14). Dieses Prinzip der internen dorsalen Stabilisation wurde von mehreren Autoren in der Folge aufgegriffen. So entstand der etwas schlankere Fixateur intern nach Kluger (15), sowie der Plattenfixateur nach Daniaux, welcher eine Kerbenplatte mit einem USIS (Universal Spinal Instrumentation System der Fa. Ullrich, Ulm)-Instrumentarium kombinierte(16). Zu erwähnen ist hier noch der Druckplattenfixateur nach Wolter, welcher die transpedikuläre Stabilisierung beibehielt und durch eine additive Platte eine Winkelstabilität erreichte(17).

Nachdem sich nun die Indikationsgebiete von der anfänglich reinen Frakturbehandlung mit diesen Implantaten erweitern ließ, entwickelte sich zusehends ein universell einsetzbares Stabilisierungssystem für die Wirbelsäule auch bei spinalen Degenerationen, Olisthesen und Deformitäten (1).

Über die letzten drei Jahrzehnte konnte die Wirbelsäulenchirurgie und ihre Möglichkeiten weiter verbessert werden. Die anfänglich rein dorsal durchgeführte Stabilisation zeigte bei initial gutem Repositionsergebnis im Verlauf deutliche Nachteile gegenüber den derzeitig durchgeführten dorso-ventralen Fusionen. Erstmals wurde von Eysel der Korrekturverlust bei ausgeprägten Trümmerfrakturen der Wirbelsäule und nachfolgender Metallentfernung der dorsalen Implantate auf den präoperativen Kyphosewinkel beschrieben (18).

Zur Verbesserung der Situation und Vermeidung einer im Verlauf auftretenden Nachsinterung wurden die dorsalen Verfahren mit transpedikulärer Spongiosaaufrichtung des Wirbelkörpers nach Ausräumung des Bandscheibenzwischenraums mit nachfolgender Spongiosaplastik entwickelt.

Vorreiter dieser Kombinationsverfahren waren Richter-Turtur und Daniaux (19, 20).

Durch viele Studien konnten im weiteren Verlauf bereits die Vorteile einer dorso-ventralen Fusion gegenüber einer reinen dorsalen Fusion im Bereich der unteren BWS und LWS belegt werden. Hierbei beugt diese Vorgehensweise doch entscheidend einer Rekyphosierung oder einem Schraubenbruch vor (21,22).

Die Verwendung von Beckenkammknochenspänen zur zusätzlichen ventralen Stabilisierung zeigte jedoch in einigen Fällen eine höhere Komorbidität am Beckenkamm die teilweise mangelnde Einheilung des Interponats oder die Osteolyse des Spans (23,24). Daher wurde in den letzten Jahren die Verwendung von Titanimplantaten favorisiert.

Zu unterscheiden sind hierbei noch die distrahierbaren gegenüber den nicht-distrahierbaren Implantaten, wobei den distrahierbaren Implantaten das sogenannte stress-shielding, eine erhöhte Knochenresorption aufgrund der Druckerhöhung von Grund und Deckplatte, nachgesagt wird (25).

In einem Langzeitvergleich der beiden Verfahren ALIF vs. PLIF bei der interkorporellen Fusion konnte in einer Studie welche bei Spondylolisthesen L5/S1 I-III Grades dorso-ventral durchgeführt wurde, bzgl. der Schmerzen und der Dauer der Rekonvaleszenz und dem ODI im Rahmen der Nachuntersuchung kein eindeutiger Vorteil aufgezeigt werden (3).

1.2 Anatomie

Die hier betrachtete Lendenwirbelsäule besteht in der Regel aus 5 Wirbelkörpern, welche durch die Ligamenta anterius und posterius stabilisiert werden. Zusätzlich wird über die Ligamenta spinalia eine Stabilisation bei Flexion- und Extensionsbewegung erreicht. Die Ligamenta flava stellen aufgrund ihrer schrägen von cranial nach caudal im Bereich der Facettengelenk ziehenden Anordnung eine Stabilisation gegenüber der ventral und caudal wirkenden Kräfte dar (29).

Der Lumbosakralwinkel beschreibt die Achse zwischen dem 5.ten Lendenwirbel und des 1.ten Sakralwirbels, im Schnitt beträgt dieser 143°.

Zur Beschreibung der Ausrichtung im Raum erfolgt die Einteilung im Beckenneigungswinkel, Lumbosakralwinkel und Sakralwinkel.

Der Sakralwinkel setzt sich zusammen aus dem horizontalen Winkel im Vergleich mit dem Os Sakrum, im Schnitt beträgt dieser 30°.

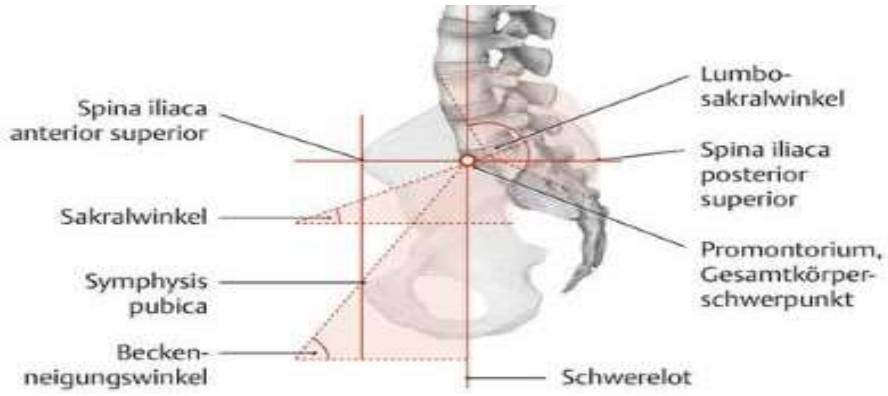


Abbildung 1: Lendenwirbelsäule mit Lumbosakralwinkel und Sakralwinkel

(aus Prometheus Lernatlas der Anatomie Schünke Thieme Verlag 2005)

1.2.1 Einteilung der Spondylolisthese und der Spinalkanalstenose

1.2.1.1 Einteilung der Spondylolisthese

Bei der vorliegenden Arbeit wurden besonders die degenerativ bedingten Veränderungen der Lendenwirbelsäule mit lumbalen Spinalkanalstenosen und die Spondylolisthese der unteren Lendenwirbelsäule behandelt und betrachtet. Die nachfolgende Einteilung der Spondylolisthesis nach Wiltse et al 1976 (2), stellt eine der am häufigsten verwendet Einteilungen dar.

Typ I	Dysplastische Form	angelegte Fehlbildung Pars interarticularis
		Typ a: Spondylolytische Form (Spondylolyse) Typ b: Elongation der Pars interarticularis Typ c: Erworbene Spondylolisthese Typ d: Pathologische Spondylolisthese Typ e: Fraktur der Pars interarticularis
Typ II	Isthmische Form	Läsion der Pars interarticularis
Typ III	Degenerative Form	Stabilitätsverlust degenerativ bedingt, am häufigsten Segment L4/5 betreffend
Typ IV	Pedikuläre Form	angeborene Lyse im Bereich der Bogenwurzeln

Nach aktuellem Kenntnisstand fasst Zippel (27) die Entwicklung der Spondylolyse als pathologischen Ermüdungsschaden des wachsenden Skeletts durch ein Zusammenwirken genetischer und exogen mechanischer Faktoren auf.

Der Schweregrad der Listhesen, unabhängig der Genese lässt sich anhand der Ausprägung und der radiologischen Diagnostik nach Meyerding in 4 Stadien einteilen.

Stadien bei Spondylolisthesis nach Meyerding 1932 (2)

I. Versatz der Wirbelkörper bis 25 %
II. Versatz der Wirbelkörper 25 -50 %
III. Versatz der Wirbelkörper 50 -75 %
IV. Versatz der Wirbelkörper > 75 %

Als Sonderform ist die Spondyloptose zu sehen, welchen einen Verlust der Kontaktfläche der Wirbelköpersegmente zueinander beschreibt.

Die Einteilung der Spinalkanalstenose auf ein Segment beschränkt wurde von Arnoldie 1976 (33) beschrieben und ging auch auf die Entstehung derselben ein.

1.2.1.2 Einteilung der Spinalkanalstenose

Zur Beschreibung der Spinalkanalstenose auf Basis der Facettengelenksarthrose kann die Einteilung von Pathria als Grundlage genommen werden (37).

Einteilung	**Definition**	**Charakteristika**
Grad 0	Normales Gelenk	
Grad 1	Geringe Arthrose	Gelenkspaltverschmälerung
Grad 2	Mäßige Arthrose	Gelenkspaltverschmälerung, Sklerose oder Gelenkvergrößerung
Grad 3	Schwere Arthrose	Gelenkspaltverschmälerung, Sklerose und Osteophyten

1.2.1.3 Beurteilung der Spinalkanalstenose nach radiologischen Kriterien.

Eine der gängigen radiologischen Einteilung der Spinalkanalstenose erfolgt nach Schizas (39), welcher insgesamt 7 Schweregrade anhand der MRT Bildgebung beschrieben hat und somit eine qualitative Einteilung ermöglicht.

Einteilung	**Charakteristika**
Grad A1	Nervenwurzeln liegen dorsal und nehmen die Hälfte des Duralsackraumes ein
Grad A2	Nervenwurzeln liegen dorsal in Durakontakt in einer Hufeisenkonfiguration
Grad A3	Nervenwurzeln liegen dorsal und nehmen mehr als die Hälfte des Duralsackraumes ein
Grad A4	Nervenwurzeln liegen zentral und nehmen nahezu den gesamten Duralsackraum ein
Grad B	Nervenwurzeln nehmen den gesamten Duralsackraum ein, lassen sich jedoch noch einzeln differenzieren
Grad C	Keine Differenzierung der Nervenwurzeln mehr möglich, Darstellung einer homogenen grauen Substanz und dorsal epidurales Fett sichtbar
Grad D	Wie C jedoch auch kein epidurales Fett mehr sichtbar

2. Zielsetzung und Fragestellung

Diese Arbeit betrachtet die beiden Krankheitsbilder im Bereich der unteren LWS, die degenerativ bedingte Spinalkanalstenose und die Spondylolisthese als die häufigsten Indikationen für die operative Stabilisierung.

Es werden im Rahmen eines retrospektiven Studiendesigns die klinische und radiologische Verlaufsbeurteilung nach monosegmentaler dorso-ventraler Fusion mit einem neu entwickelten Titancage im Rahmen von oben genannten schmerzhaften Wirbelsäulenerkrankungen bei fehlendem Ansprechen auf die konservative Therapie dargestellt.

Die potenziellen Vorteile der Verwendung des neuartigen Titancages sind zum einen in der Einfachen und stabilen Handhabung durch die Verwendung von einer Schraubenhalterung des Cages zu vermuten. Zum anderen in der reduzierten Interferenzbildung bei der radiologischen Diagnostik aufgrund eines speziellen Designs.

Die Auswertung erfolgt durch die einzelnen Ergebnisse der Therapieverfahren mit dem neuartigen Titancage im Vergleich zu den derzeitig auf dem Markt befindlichen Implantaten im Literaturvergleich.

Das Ziel der nachfolgenden Studie war die Beantwortung der Fragen:

1. Welche Vorteile ergeben sich bzgl. der Handhabung des neuartigen Titancages im Vergleich zu anderen derzeit auf dem Markt befindlichen Implantaten. (Bei diesem Cage ohne Befüllung gleiche Fusionsrate im Vergleich zur Literatur)?

2. Wie hoch ist die Komplikationsrate sowohl intra- als auch postoperativ?

3. Welche Verbesserung lässt sich bei der radiologischen Diagnostik (ZWR Höhe und Winkel erzielen)?

4. Wie ist die Patientenzufriedenheit (mODI) beschrieben und inwieweit hat sich die Schmerzintensität der Patienten verbessert ?

5. Wie hoch ist die intraoperative Strahlenbelastung?

3. Material und Methode

Bei der vorliegenden Arbeit wurden retrospektiv 45 Patienten im Alter von 14-80 Jahren nachuntersucht, im Durchschnitt waren die Patienten zum Operationszeitpunkt 63,7 Jahre alt. Die Geschlechtsverteilung betrug 69 % weiblich zu 31 % männlich. Die Operationszeitraum war von 08/2015 bis 08/2016. In diesem Zeitraum wurden insgesamt 45 primäre dorso-ventrale Wirbelsäuleneingriffe durch 3 verschieden Operateure in der Sana-Klinik in München Solln durchgeführt. Davon wurde bei 44 Eingriffen einzeitig und lediglich bei einer Patientin zweizeitig vorgegangen.

Ausgeschlossen wurden zur besseren Vergleichbarkeit der Daten, Patienten, bei denen ein Revisionseingriff oder ein mehrsegmentales Vorgehen erforderlich war.

Somit beinhaltete das primäre Studienkollektiv 45 Patienten nach Berücksichtigung aller Ein-bzw. Ausschlusskritierien. Dem ausgewählten Patientengut wurde im Rahmen unseres hauseigenen Nachbehandlungsschema mit postoperativen Röntgenkontrollen zusätzlich ein Fragebogen (mODI) bzgl. des allgemeinen Befindens ausgehändigt. Ein weiterer Bestandteil der Auswertung beinhaltete die klinische Nachuntersuchung mit neurologischer Verlaufsbeurteilung anhand eines eigens entworfenen Nachbehandlungsprotokolls (Anhang C).

Der Nachuntersuchungszeitraum war von 08/2016 bis 01/2018.

Für die radiologische Beurteilung wurde auf das standardisierte hauseigene Nachuntersuchungsschema zurückgegriffen, welches eine postoperative Kontrolle nach 6-12 Monaten vorsah. Hierbei erfolgte standardmäßig eine Röntgenkontrolle in 2 Ebenen im AP und seitlichen Strahlengang. Es wurde hierbei sowohl prä-als auch postoperativ eine Messung der Höhe des Zwischen-Wirbel-Raumes sowie der Winkel des ZWR anhand der vorliegenden Röntgenaufnahmen durchgeführt.

3.1 Auswahlkriterien

Die Einschlusskriterien umfassten:

1. Alter zwischen 14 und 100 Jahre
2. Veränderungen der Lendenwirbelsäule, Spinalkanalstenose und Spondylolisthese
3. Monosegmentale Fusion
4. Primäreingriffe
5. Ein-und zweizeitiges Vorgehen

Die Ausschlusskriterien umfassten:

1. Alter kleiner 14 und größer 100 Jahre
2. Revisionseingriffe
3. Mehrsegmentale Versorgung
4. Tumore, Frakturen und Entzündungen

3.2 Nachuntersuchungsprotokoll und Fragebögen

3.2.1 Nachuntersuchungsprotokoll

Die Nachuntersuchung erfolgte im Rahmen des hausinternen Nachbehandlungsschemas und anhand eines Nachbehandlungsprotokolls (NB) incl. einer numerischen Rating Skala (NRS) zur Beurteilung der Schmerzintensität. Dabei wurde im Rahmen der klinischen / neurologischen und radiologischen Verlaufskontrolle die aufgeführten Daten erhoben. Die Beurteilung der Funktionseinschränkung und des Schmerzgrades wurde Anhand des NB Protokolls in Folge ausgewertet.

3.2.2 Fragebogen

Die Patientenzufriedenheit wurde mithilfe eines modifizierten Oswestry Disability Index –deutsche Version beurteilt. Dieser entstand in Anlehnung an den von John O'Brian 1976 entwickelten Fragebogen, welcher durch den orthopädischen Chirurgen Stephan Einstein und die Ergotherapeutin Judith Couper bis zur Veröffentlichung 1980 verbessert wurde (26).

Der Fragebogen wurde im Rahmen der Nachuntersuchung den Patienten zur Bearbeitung ausgehändigt.

Anhand der Formel:

erreichte Punkte/maximal mögliche Punkte × 100

erfolgte die Auswertung des Fragebogens im Hinblick auf den Grad der Behinderung nach durchgeführter Operation. Zur Verwendung kam ein modifizierter ODI mit 9 Fragen um eine Beurteilung zu ermöglichen. Die Verwendung des modifizierte ODI konnte durch die mögliche Reduktion der maximal erreichbaren Punkte problemlos umgesetzt werden. Sollte der Patient

eine Frage doppelt beantworten haben, so wurde die höhere Punktzahl zur Berechnung verwendet.

Die Kriterien zur Beurteilung beinhalten:

1. Schmerzstärke
2. Körperpflege
3. Heben
4. Gehen
5. Sitzen
6. Stehen
7. Schlafen
8. Sozialleben
9. Reisen

Anhand dieser Werte ist nach Verwendung der o.g Formel der Grad zur Bestimmung der Behinderung in Prozentpunkte möglich.

0–20 % = minimale Behinderung I
20–40 % = mäßige Behinderung II
40–60 % = starke Behinderung III
60–80 % = invalidisierend IV
80–100 % = bettlägerig V

3.3 Operationstechnik

Die Operation wurde standardmäßig primär dorsal und in einzeitig (44 Mal) und zweizeitig (1 Mal) über einen dorsalen Zugang in Bauchlage und einen Mini-ALIF Zugang in Rückenlage durchgeführt. Der dorsale Zugang erfolgt nach fluoroskopischer Höhenlokalisation über einen ca 10cm messenden Hautschnitt im Bereich der tastbaren Prozessi spinosi. Nach subtiler Blutstillung im Bereich des Subcutangewebes erfolgt die Ablösung der autochthonen Rückenmuskulatur mit dem Elektrokauter. Nach Abschieben der autochthonen Rückenmuskulatur mit dem Cobbschen Raspatorium einbringen eines Wundspreizers und Einlegen von Suprarenin getränkten Kompressen. Es wurde dann im ap Strahlengang unter BV Kontrolle streng intrapedikulär 6,2 mm Schrauben eingebracht. Nach Durchschwenken und nach erfolgter Punktkontrolle Vorantreiben der einzelnen Schrauben im seitlichen Strahlengang bis zum vorderen Wirbelköperdrittel.

Sofern eine Dekompression im Sinne einer Laminektomie mit Freilegen der Wurzelabgänge erforderlich war, wurde diese im Anschluss der Besetzung der Pedikel durchgeführt, bzw. bei operativer Versorgung einer Spondylolisthese mit Distraktion und Reposition. Sodann winkelstabile Arretierung des Systems nach vorausgegangener Kontrolle im seitlichen Strahlengang. Insbesondere bei der Kombination einer Spondylolisthese und Spinalkanalstenose wurde die Dekompression vor Einbringen der Pedikelschrauben und Distraktion sowie Reposition durchgeführt. Die Bildwandlerkontrolle anschließend in 2 Ebenen und bei korrekter Lage der Montage und Bluttrockenheit erfolgt nach schichtweisem Wundverschluss und Einlage einer Redondrainage die fortlaufende Hautnaht mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial.

Der zweite Teil der Operation wird mit Speziallagerung unter Entlastung des Musculus psoas in Rückenlage durchgeführt. Bei Eingriffen auf Höhe L4/5 wird ein linkseitiger längs verlaufender pararektaler Unterbauchschnitt von ca 6 cm aufgrund der sicheren Schonung der Vena cava inferior durchgeführt. Zur Orientierung kann in der Regel der Bauchnabel zur Höhenbestimmung

des Bandscheibenraumes L4/5 benutzt werden. Nach Eingehen durch Subcutangewebe und Blutstillung erfolgt der Wechselschnitt mit Auseinanderdrängen des Musculus obliquus externus und internus sowie des M. transversus abdominis. Das Peritoneum wird dargestellt und schrittweise und stumpf abgelöst, sodann Eröffnung der Fascia transversalis und Eingehen in den Retroperitonealraum. Dann Einsetzen der Synframe-Valven in Mini-ALIF Technik wobei die Gefäße einschließlich des Ureters weggehalten werden können. Der Musculus ileopsoas dient hierbei als Leitstruktur und wird lateral belassen.

Sollte der Zugang zum Bandscheibenfach L5/S1 erfolgen, so wird über eine medianen Unterbauchschnitt von ca 7cm längs oder quer im Sinne eines Pfannenstielschnitts eingegangen. Spalten der Subcutis, oberhalb der Faszie Präparation nach kranial und caudal. Längsspalten der Fascie des Musculus rectus abdominalis rechtsseitig. Auseinanderdrängen der Muskulatur in Faserrichtung. Retroperitoneales Eingehen auf die Bandscheibe L 5/S1. Der Ureter wird falls erforderlich frei präpariert. Darstellung der Bifurkation unter Präparation der Vene und Arterie iliaca communis beidseits. Nach Ligatur der Vene und Arterie sacrales mediana werden die Valven eingesetzt, um die Gefäßgabel nach cranial stumpf wegzudrängen und um das Bandscheibenfach mit dem Promontorium sicher darzustellen.

Nun wird im seitlichen Strahlengang das zu operierende Bandscheibenfach identifiziert. Daraufhin Inzision des Bandscheibenfachs und schrittweise Exzision der Bandscheibe mit Nucleuszangen. Danach Anfrischen der Grund- und Deckplatte mit dem scharfen Löffel, bis sich harter und gut durchbluteter Knochen zeigt. Unter Bildwandlerkontrolle wird ein Probecage der entsprechenden Größe eingebracht. Bei gutem Sitz kann nun der definitive Cage eingebracht werden. Einbringen von Tricalciumphosphat oder Spongiosa in Abhängigkeit, ob eine dorsale Dekompression im Sinne einer Laminektomie durchgeführt wurde. Nach nochmaliger Kontrolle auf Bluttrockenheit Einlage eines Gelittaschwämmchens als Hämostyptikum. Nun schrittweise Entfernung der Synframe Valven und dann schrittweiser

Verschluss der schrägen bzw. ventralen Bauchmuskulatur in fortlaufender Nahttechnik. Einzelknopfnähte des Subcutangewebes ohne Einlage einer Redondrainge und intracutane Hautnaht mit resorbierbarem Nahtmaterial.

Die Eingriffe erfolgten standardmäßig sofern keine Allergien vorlagen unter Single-Shot Antibiose. Ferner bedurften die Patienten postoperativ keiner Ruhigstellung, bei vorgegebener Vermeidung von Rotations-Flexions-Extensionsbewegungen für 12 Wochen. Die eingelegte Redondrainage dorsalseits konnte in der Regel nach 48h postoperativ gezogen werden.

3.4 Verwendete Implantate und Knochenersatzmaterialien

3.4.1 Ventrale Instrumentierung mittels Bandscheibenersatz:

Bei den Eingriffen wurde für den Bandscheibenersatz ein Titan-Cage der Fa. Evospine der Größen 24 bzw 28 mm Breite und Höhe zwischen 8 und 15 mm je nach Größe und einem Lordosewinkel zwischen 0° und 10° variiert.

Abbildung 2: Transmaxx Cage mit freundlicher Genehmigung der Fa. Evospine

In den oberen Abbildungen finden sich die drei verschiedenen Aufnahmemöglichkeiten des Cages. Die Aufnahme erfolgt mittels eines Gewindes, welches ein stabiles Konstrukt mit dem Griff ergibt.

3.4.2 Dorsale Instrumentierung mit Schrauben Stab System:

Bei der dorsalen Stabilisierung kamen 5 unterschiedliche Implantate zum Einsatz. In 4 Fällen wurde für die dorsale Instrumentierung ein Expedium® Spine System der Fa. Depuy (Schrauben 6 mm und Stab 5,5 mm) verwendet. Bei 30 Fällen ein USS Repo-schanz-Instrumentarium der Fa. Synthes Schrauben 6,2mm und Stab 6 mm). In 10 Fällen ein USS II Polyaxial® Instrumentarium der Fa. Synthes (Schrauben 6,2 mm und Stab 6mm). Bei 1 Fall wurde ein Diplomat® System der Fa. Signus verwendet (Stab 5,5mm und Schrauben 6mm). Bei 1 Fall wurde ein Click´x® System der Fa. Synthes verwendet. (Schrauben 6,2mm und Stab 6 mm).

3.4.3 Knochenersatzmaterialien

An Knochenersatzmaterialen wurden die im Rahmen einer Laminektomie gewonnene Spongiosa zur Unterstützung der Fusion insgesamt 31 mal zum Anlagern verwendet. In wenigen Fällen in Kombination mit Tricalciumphosphat Granulat, insgesamt viermal kam diese Methode zur Anwendung. Bei 11 Patienten erfolgte eine reine Tricalciumphosphat Granulat Anlagerung intraoperativ, dies wurde bei den Eingriffen ohne Dekompression durchgeführt. Einzelheiten bzgl des Tricalciumphosphat Granulats und dessen Wirksamkeit wurde bereits in einigen Arbeiten bewertet. Im Rahmen einer der ersten Arbeiten von Pochon 1986 beschrieb dieser bereits die schnelle Osteokonduktion im Bereich des Femurs im Versuch an Ratten (27).

3.5 Herstellung des Transmaxx Cages®

Für die Herstellung der Cages wird ein Titan SLM Selective Laser Melting Verfahren verwendet, bei welchem der Laser die einzelnen Partikel bis zu einem Konstrukt zusammenschmelzt. Durch dieses Verfahren ergibt sich die gewünschte Oberflächenrauhigkeit zur Sicherung einer optimalen Osseointegration und Fusion. Die Wirksamkeit der neuartig angefertigten Titancages im Hinblick auf die Osseointegration und der Biokompatibilität wurden im Rahmen einer Experimentalstudie an Schafen bereits von Palmquist et al beschrieben (28).
Um eine Reduktion des Gesamtvolumens zu erreichen wird die Konstruktion mit einem Gitternetz ergänzt, sodass der Materialanteil reduziert werden kann.

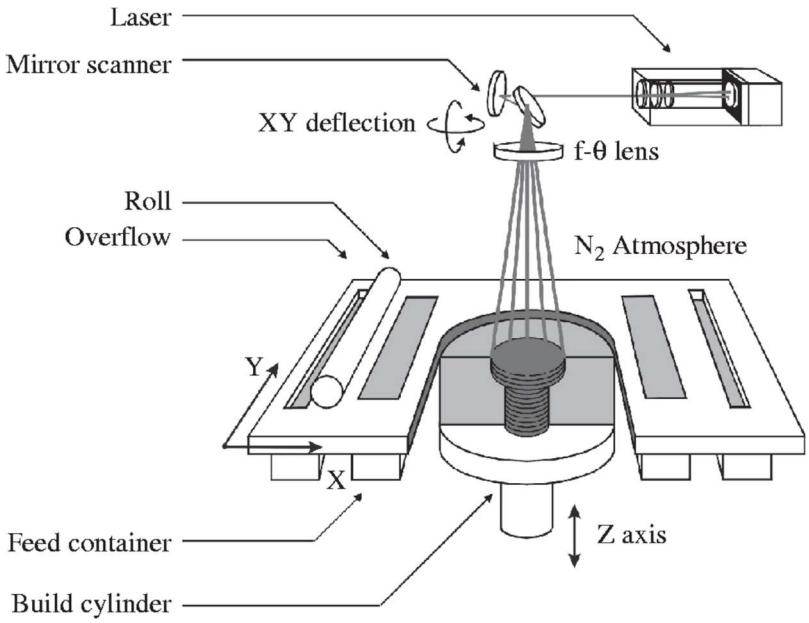


Abbildung 3: Anordnung des Melting-Lasers zur Herstellung des Cage.

Im nachfolgenden Bild wird das Einwachsen des Knochens in die porösen Materialstrukturen in unterschiedlichen Farbe (blau – Titan, grün – Knochen) dargestellt.

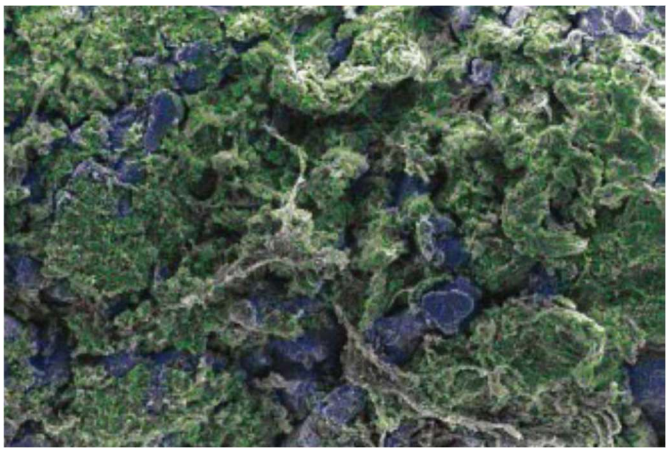


Abbildung 4: Darstellung der Osteointegration im Mikroskop mit Einfärbung der Knochenstruktur

3.6 Auswertung der Strahlendosis

Die Auswertung der Strahlendosis erfolgte anhand des Dosisflächenprodukts bezogen auf die zu operierende Höhe. Hierbei wurde die Gesamtstrahlendosis des dorsalen und ventralen Eingriffes als Grundlage verwendet.

3.7 Radiologische Auswertung der Parameter

Bei der radiologischen Auswertung der einzelnen Parameter wurde die Fusionsrate (in Anlehnung an FDA-Kriterien) anhand der radiologischen Verlaufskontrolle beurteilt. Die Kriterien umfassten zum einen die Ausbildung einer Knochenbrücke, sowie die fehlende Entstehung eines Lyse-Saums bzw. das Ausbleiben einer Einsinterung/ Dislokation des implantierten Cages. Damit wurde die Definition einer stabilen Fusionsbrücke gestellt.

Betrachtet man das Fehlen einer Einsinterung des Cages als Kriterium einer stabilen Fusion so zeigte sich insgesamt eine Fusionsrate von 98%. In 44 der vorliegenden 45 Patientenfälle konnte nach 1 Jahr eine Fusion nachgewiesen werden. Lediglich bei einer Patientin kam es zu einer Einsinterung des eingebrachten Cages. Dies zeigte sich bereits in der ersten postoperativen Kontrolle, wobei es vermutlich zu einem Einbruch in die Grundplatte L4 kam. Schließlich konnte sich trotzdem nach 2 Jahren postoperativ eine stabile Knochenbrücke ventral ausbilden und es kam zu keiner weiteren Sinterung bei den planmäßigen radiologischen Kontrollen.

4. Ergebnisse

4.1 Postoperative klinische Nachuntersuchung incl. neurologischer Status

Im Mittel konnte die Schmerzintensität im Vergleich prä- zu postoperativ von 7,5 auf 2,6 (NRS) reduziert werden. Bei keinem der nachuntersuchten Patienten kam es zu einer Zunahme der Schmerzen. Es zeigt sich eine signifikante Reduktion des Schmerzniveaus. In allen 44 Fällen konnten die präoperativ beschriebenen Schmerzen reduziert werden. Lediglich einmal ist die präoperative zu postoperative persönliche Schmerzbeurteilung gleich hoch auf dem Niveau von 8 geblieben.

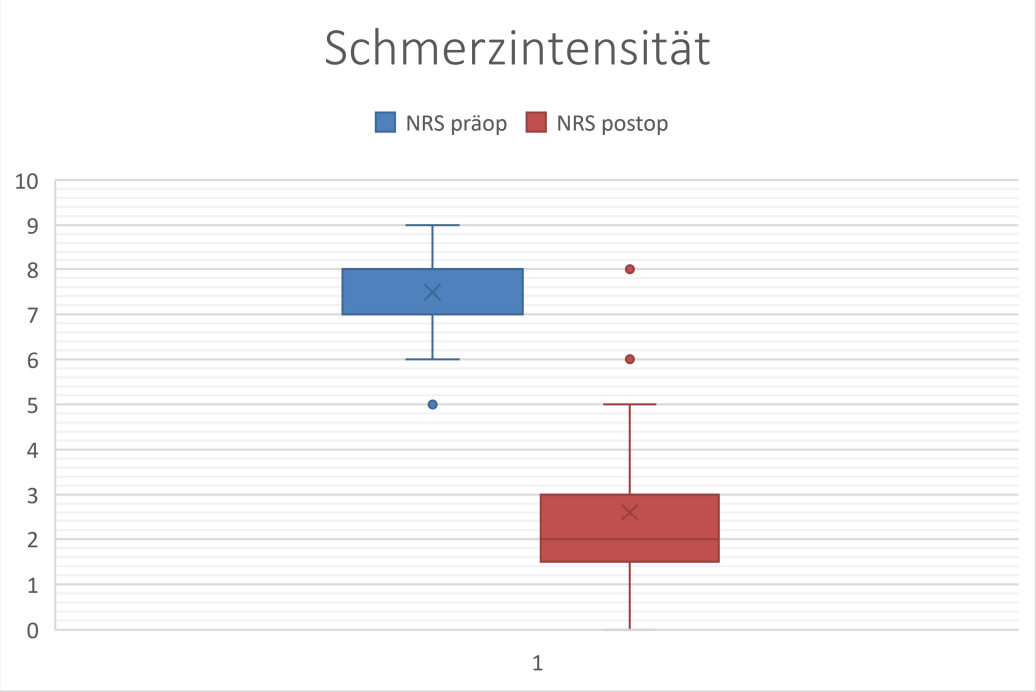


Abbildung 5: Schmerzintensität im Mittel prä- und postoperativ auf NRS Skala

Es findet sich nach Auswertung der Fragebögen eine signifikante Minderung der subjektiv geklagten Beschwerden im Vergleich präoperativ zu postoperativ.

4.2 Patientenzufriedenheit

Die Auswertung der Patientenzufriedenheit erfolgte, wie in Material und Methode beschrieben, mit Hilfe eines Fragebogens (mODI). Hierbei zeigte sich bei 19 Patienten eine minimale Behinderung, bei 13 Patienten eine mäßige Behinderung und bei 12 Patienten eine starke Behinderung, sowie einmalig eine invalidisierende Behinderung bzgl. der subjektiven Gesamtsituation.

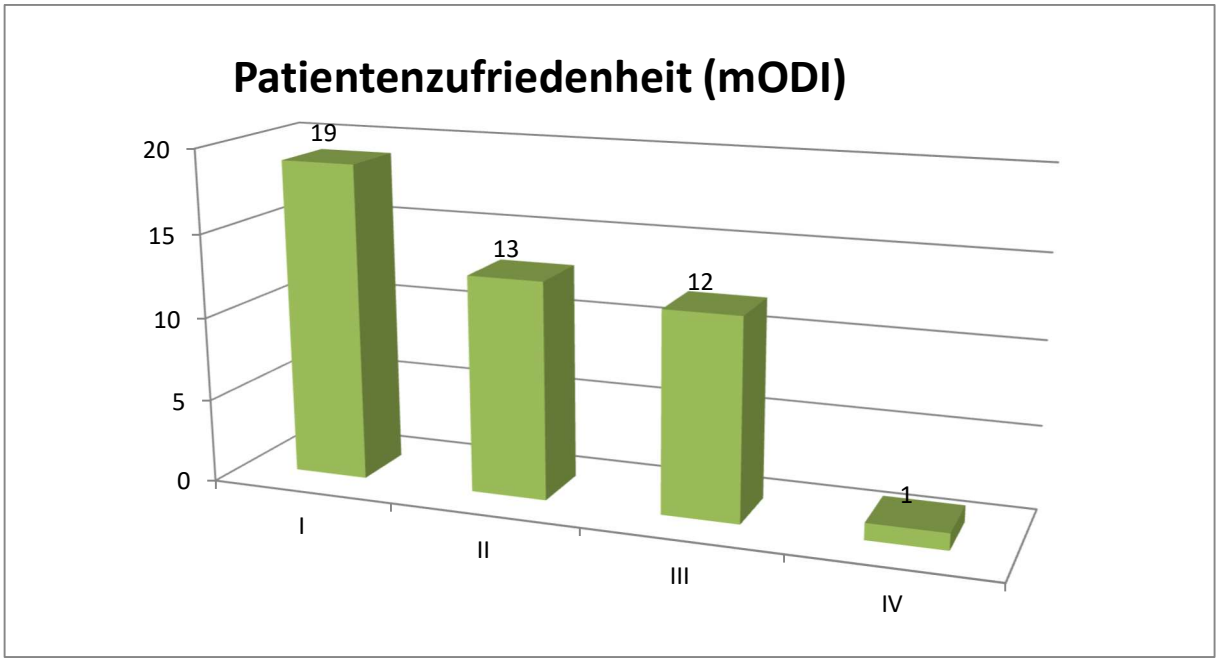


Abbildung 6: Patientenzufriedenheit (mODI)

4.3 Intraoperative Daten

4.3.1 Anzahl der versorgten Segmente

Bei der operativen Versorgung wurden im Hinblick auf die zu versorgende Höhe insgesamt 33 mal die Höhe L4/5 operiert. Auf dieser Höhe ist auch der einzige zweizeitige Eingriff erfolgt. Am zweithäufigsten wurde die Höhe L5/S1 mit 9 mal operiert und 3 mal eine Versorgung von L3/4 durchgeführt.

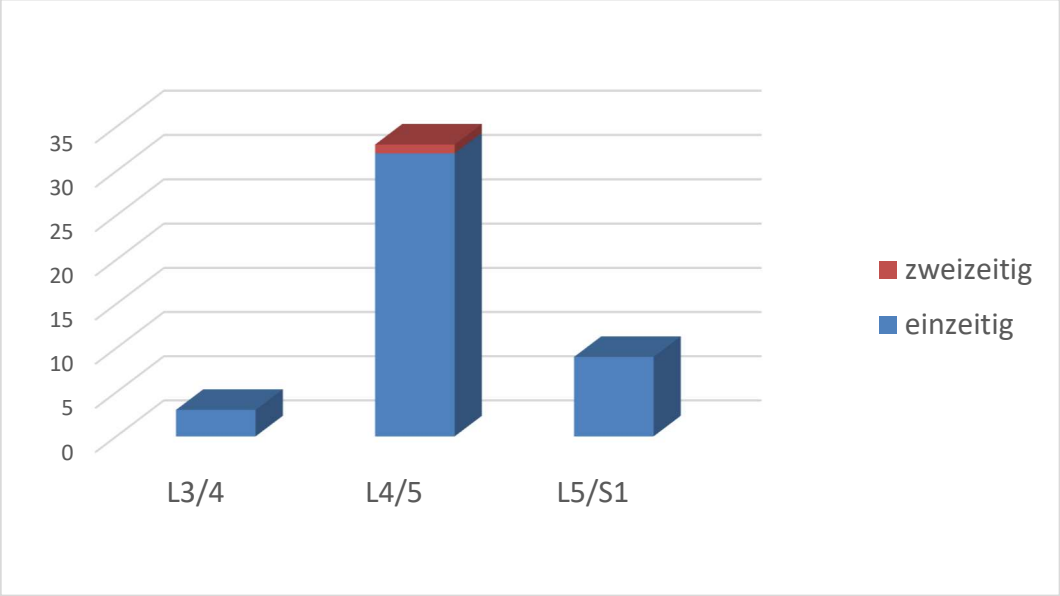


Abbildung 7: Anzahl der durchgeführten Operationen in Bezug auf die Höhenlokalisation

4.3.2 Mittlerer Blutverlust dorsal und ventral

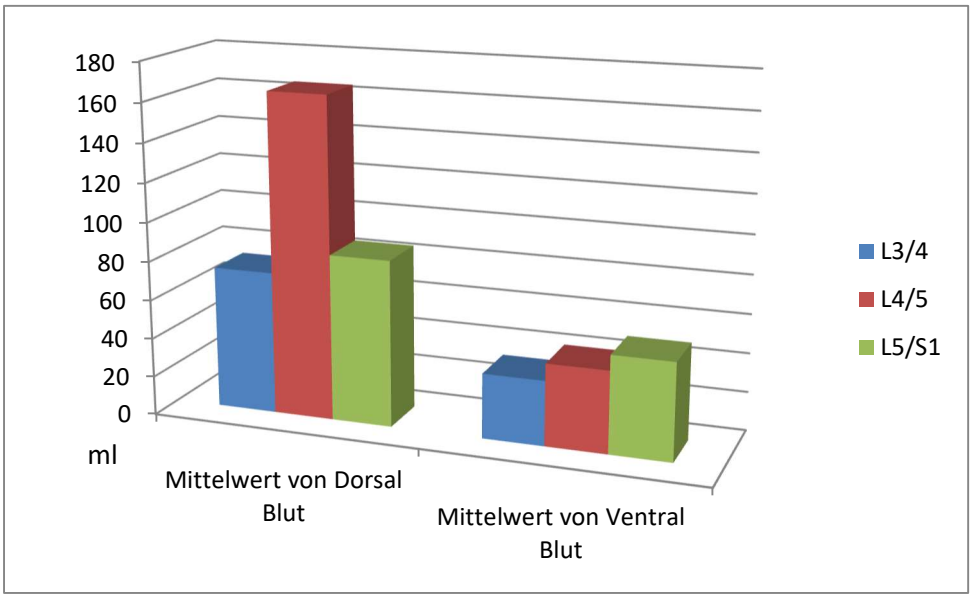


Abbildung 8:
Durchschnittlicher Blutverlust bezogen auf die Operationshöhe in ml

Bei keinem der Eingriffe kam es zu einer revisionspflichtigen intraoperativen Nachblutung. Es wurde in keinem Fall eine Transfusion von Erythrozytenkonzentraten erforderlich.
In unserem Patientenkollektiv kamen wir auf einen durchschnittlichen Blutverlust von 43,2ml für den ventralen Eingriff. Bei der dorsalen Instrumentierung ergab sich ein Durchschnittswert von 141,7 ml. Somit war der Gesamtwert des Blutverlustes dorsal und ventral 184,9ml.

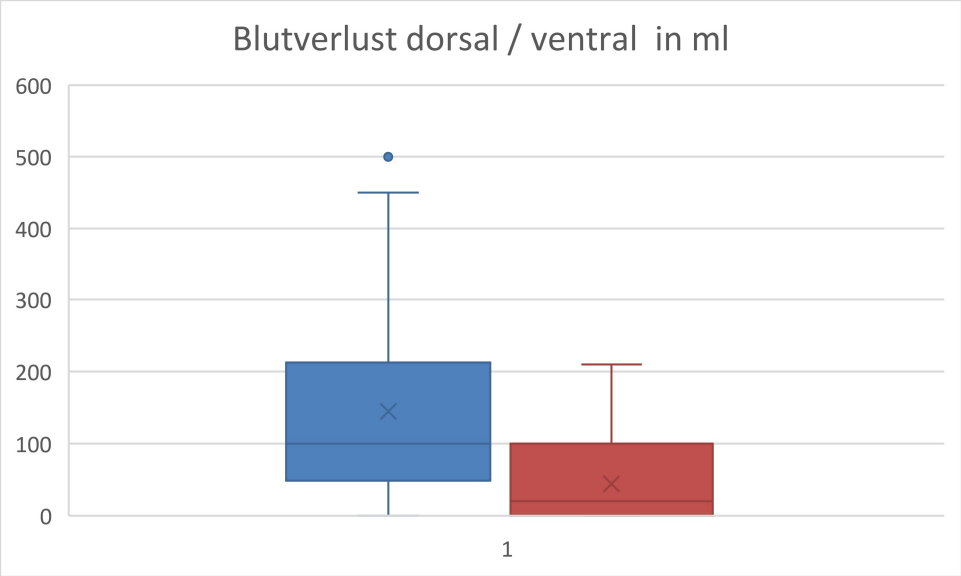
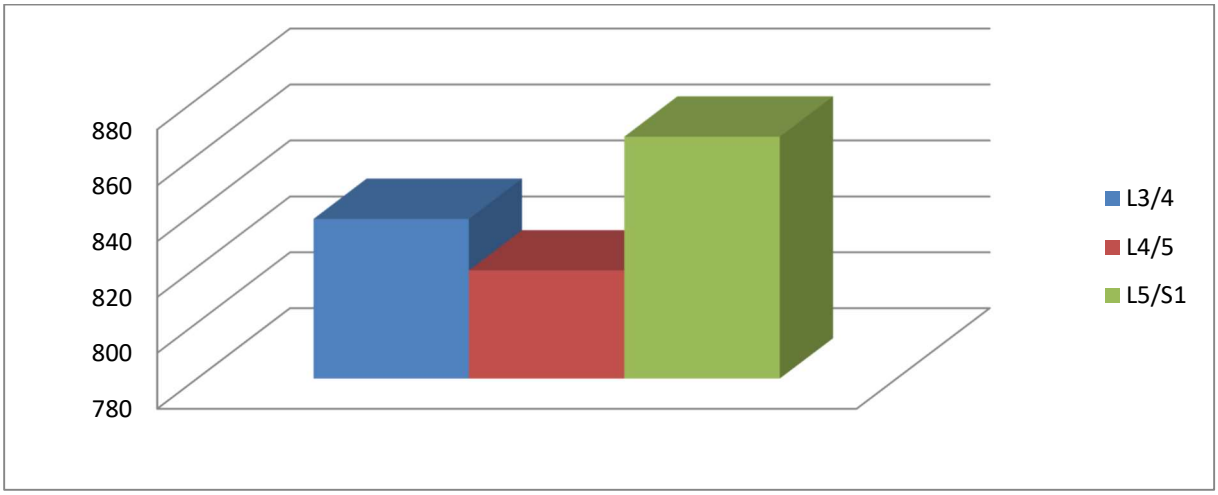


Abbildung 9: Blutverlust dorsal und ventral

4.3.3 Mittelwert der Strahlendosis in Bezug auf die operierte Höhe

In nachfolgender Tabelle wird das Dosisflächenprodukt in Bezug zur operierten Höhe gesetzt.



	L3/4	L4/5	L5/S1	Gesamtergebnis
Mittelwert	**837,23**	**818,76**	**866,59**	**830,76**

Abbildung 10: Mittleres Dosisflächenprodukt (cG*cm2) bezogen auf die operierte Höhe

Das Dosisflächenprodukt ist definiert als Produkt der bestrahlten Fläche (cm2) und der vor Ort wirksamen Dosis(cG).

Dosisflächenprodukt = Energiedosis(cG) * Fläche (cm2)

Die Einheit zur Beschreibung ist cG*cm2.

Bei unserer Studie kamen wir auf einen Gesamtmittelwert von 830,7cG*cm2 bezogen auf alle zu operierenden Höhen.

4.3.4 Knochenersatzmaterialien

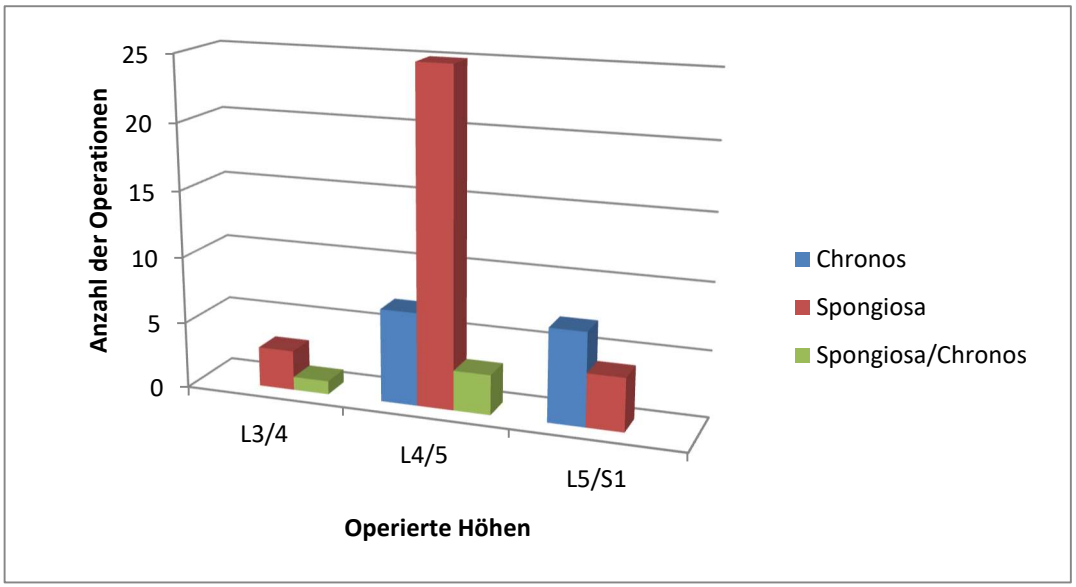


Abbildung 11: Verwendete Knochenersatzmaterialien

Es wurden im Gesamtkollektiv insgesamt 35 Dekompressionen der unterschiedlichen Höhen durchgeführt. Dabei wurde in 4 Fällen eine Spongiosa und Tricalciumphosphat Anlagerung vorgenommen. Insgesamt wurde bei 31 eine rein intraoperativ gewonnene Spongiosa-Anlagerung durchgeführt. Bei 10 der durchgeführten Operationen wurde alleinig Tricalciumphosphat (Chronos®) zur Unterstützung der Fusion angelagert. Die Anlagerung erfolgte sowohl dorsal im Bereich der beiden Facettengelenke als auch ventral / anterolateral in Abhängigkeit des zu operierenden Segmentes im Bereich des Implantierten Cages. Eine Befüllung des verwendeten Cages wurde nicht durchgeführt. Aufgrund des speziellen Cage-Designs ist dies auch nicht möglich, nicht nötig und nicht vorgesehen.

4.3.5 Durchschnittliche Operationszeit der dorsalen und ventralen Spondylodese

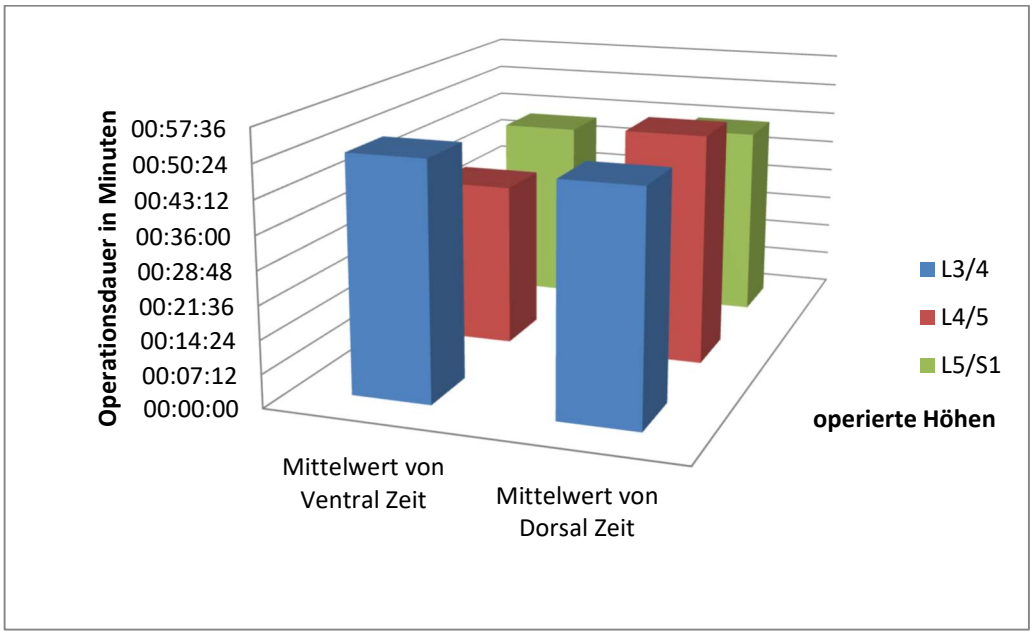


Abbildung 12: Operationszeit bezogen auf die operierten Höhen

Im Durchschnitt betrug die Operationsdauer für die ventrale Fusion 37,55 min und für die dorsale Fusion, unabhängig ob eine Dekompression durchgeführt wurde, im Mittel 48,55 min. Die Gesamtoperationsdauer betrug im Durchschnitt 85min (58 - 118 min) ausgenommen der Umlagerung der Patienten. Hierdurch konnte auch das einmalige zweizeitige Vorgehen korrekt in unseren Datensatz inkludiert werden. Es handelt sich jeweils um die Schnitt-Naht-Zeiten.

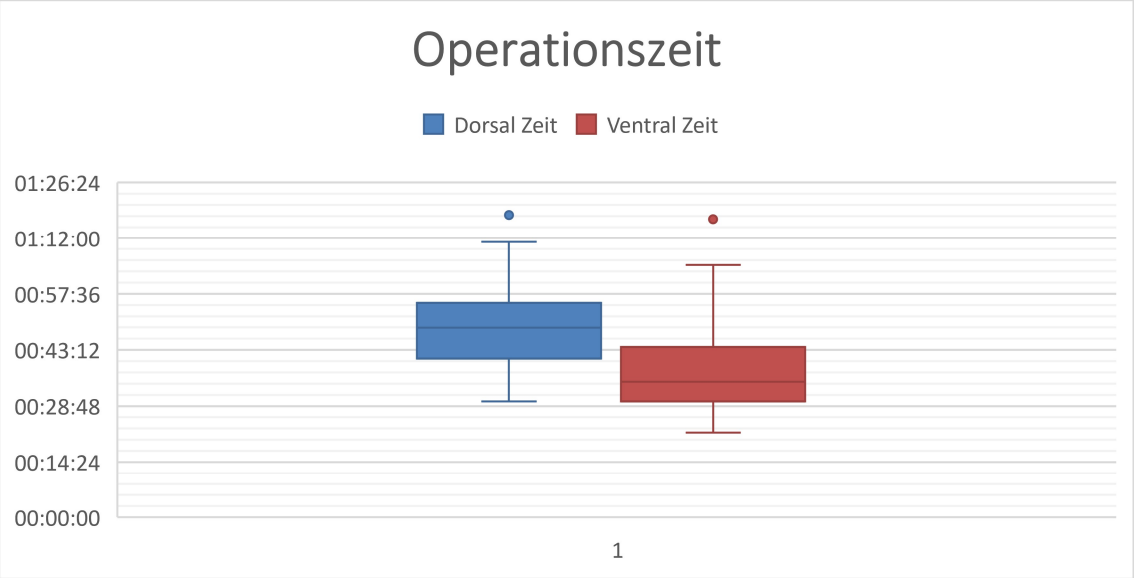


Abbildung 13: Durchschnittliche Operationszeit bezogen auf den Zugangsweg

4.3.6 Auswertung der radiologischen Parameter

4.3.6.1 Höhe des Zwischenwirbelraumes

In präoperativ angefertigten Röntgenbildern zeigt sich im Mittel eine Höhe des Zwischenwirbelraumes von 5,75 mm und postoperativ 10,82 mm. Es konnte hierbei eine Höhenzunahme von durchschnittlich 5,07 mm erzielt werden. Bei keinem der nachuntersuchten Patienten kam es zu einer Erniedrigung des ZWR.

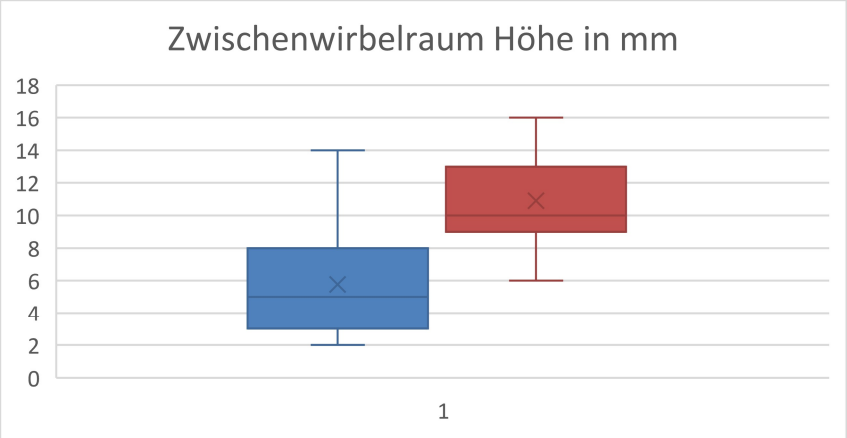
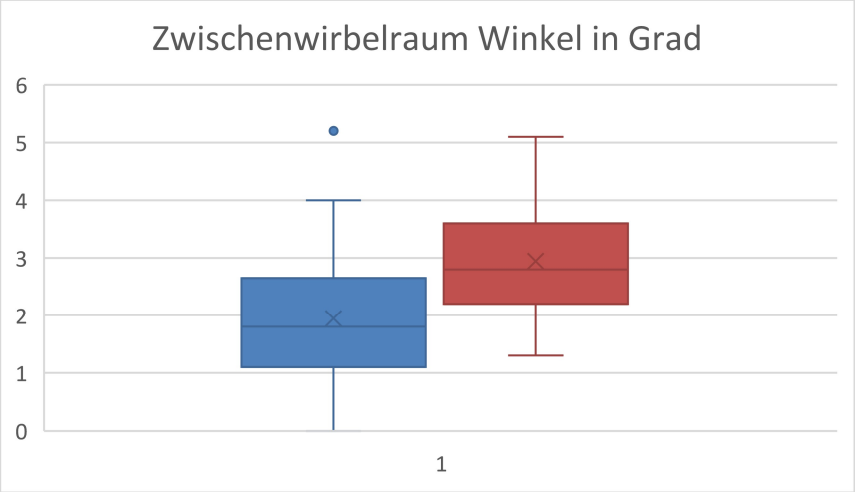


Abbildung 14: Verbesserung der Zwischenwirbelraumhöhe präoperativ im Vergleich zu postoperativ

4.3.6.2 ZWR Winkel prä- und postoperativ

Der ZWR Winkel wurde sowohl präoperativ als auch postoperativ anhand der vorliegenden radiologischen Aufnahmen vermessen. Hierbei waren präoperativ ein Winkel von 1,94 Grad gemessen worden, im Vergleich zu 2,94 Grad postoperativ. Somit ergab sich eine Vergrößerung von insgesamt 1 Grad.



(blau: präoperativ; rot: postoperativ)

Abbildung 15: Verbesserung des Zwischenwirbelraumwinkels im Vergleich präoperativ zu postoperativ

4.4 Komplikationen (intraoperativ/postoperativ)

Bei allen 45 durchgeführten Operationen der unterschiedlichen Höhen kam es weder intraoperativ noch postoperativ zu einer revisionspflichtigen Nachblutung während des stationären Aufenthalts.

Anzumerken ist jedoch, dass es im Verlauf nach Entlassung in der ambulanten Weiterbehandlung zu einer revsionspflichtigen postoperativen Nachblutung gekommen ist.
Bei diesem Patienten kam es im Verlauf postoperativ zu einer revisionspflichtigen Hämatombildung im Bereich des ventralen Zugangs von L5/S1. Die Hämatom-ausräumung wurde 14 Tage postoperativ alio loco durchgeführt. Intraoperativ fand sich keine Blutungsquelle.

Es war in keinem der 45 durchgeführten Operationen incl. Dekompressionen zu einer Verletzung der Dura mater gekommen.

In einem Fall kam es zu einer Einsinterung des Cages bei unserem Patientenkollektiv. Somit konnten in 44 der vorliegenden Fälle eine stabile Fusion nachgewiesen werden.

Neurologische Auffälligkeiten zeigten insgesamt 1 der 45 Patienten:

Bei diesem Fall kam es im Rahmen der ventralen Versorgung eines Segments L4/5 auf der ipsilateralen Seite des Zugangs zu einer autonomen Dysregulation des linken Beines mit persistierenden Hypästhesien des Fußes sowie Temperatur-Mißempfindungen ohne motorische Auffälligkeiten.

5. Diskussion

1. Diskussion der klinischen Ergebnisse
2. Diskussion der intraoperativen Daten
3. Diskussion der radiologischen Parameter
4. Diskussion der Komplikationen
5. Diskussion der Instrumentierung

5.1 Klinische Ergebnisse

Es wurde bei der hier vorliegenden Arbeit versucht eine ganzheitliche Betrachtung der klinischen, radiologischen Befunde und des subjektiven Befindens der Patienten nach dorso-ventraler Fusion bei einleitend beschriebenen Krankheitsbildern der unteren Lendenwirbelsäule zu erzielen.

Hierbei wurde die Schmerzintensität vor und nach der dorsoventralen Fusion betrachtet. Im Mittel konnte die Schmerzintensität um 4,9 auf der NRS Skala reduziert werden.

Bei der subjektiven Beurteilung der Patientenzufriedenheit anhand des mODI konnte ein ähnliches Ergebnis wie bei der Multicenter-Studie von Knop C et al (32) erzielt werden. Wenngleich auch die unterschiedlich zu operierende Höhe sowie die hauptsächlich traumatische Genese der Verletzung eine direkte Vergleichbarkeit in Frage stellt. Betrachtet man die Selbsteinschätzung der Lebensqualität so kam es in unserem Patientenkollektiv zu einer doch messbaren Einschränkung von 19 mit minimaler Behinderung, bei 13 mäßige und bei 12 eine starke Behinderung. Außerdem kam es in einem Fall bei der Beurteilung zu einer bereits invalidisierenden Behinderung. Der vergleichsweise hohe Anteil der Patienten mit starker Behinderung könnte sich durch die relativ breite Streuung der in der Auszählung erreichten Punkte ergeben.

Zielsetzung der Studie war die vermeintlichen Vorteile bzgl der Handhabung des Titancages im Vergleich zu den derzeitig auf dem Markt befindlichen Implantate darzustellen und die klinischen und radiologischen Ergebnisse herauszuarbeiten.

5.2 Intraoperative Daten

Die ventrale Operationszeit mit dem nicht distrahierbaren Titancage lag bei ca. 37 min. Der mittlere Blutverlust bei dem ventralen Eingriff betrug 43 ml.

Wenn man die Operationsdauer von im Mittel 37,44 min mit anderen Studien von z.B. Wimmer et al (36) mit im Mittel 120min vergleicht, so ist eine signifikant kürzere OP Dauer bei alleinigen Betrachtung des ventralen Vorgehens zu finden. Eine Einschränkung bei der Beurteilung könnte sich in dem alleinigen retroperitonealen Zugang ergeben, wo hingegen bei Wimmer sowohl retro- als auch transperitoneal eingegangen wurde. Die Einschränkung der zu operierenden Höhe von L3-S1 sowie die rein primär durchgeführten Eingriffe sind bei oben aufgeführter Betrachtung auch kritisch zu sehen.

Bei einer vergleichbaren Nachuntersuchung von Mehren et al, wobei die ventral fusionierten Segment von L2-5 inkludiert wurden, betrug der durchschnittliche Blutverlust 67,3 ml (31).

Die dorsale Operationszeit lag bei 48,55 min und der mittlere Blutverlust lag bei 144,66 ml. Insgesamt zeigt sich so eine Gesamt OP Dauer von durchschnittlich 1 : 26 Min und 50 Sekunden sowie ein durchschnittlicher Blutverlust von 188,88ml.

Bei der Arbeit von Cakir (40) wurden dorso-ventrale Fusionen betrachtet und im Mittel ein durchschnittlicher Blutverlust von 892ml beschrieben.

In einer Arbeit von Faundez wurde bei einem relativ gut vergleichbaren Patientengut mit mono-und bisegmentalen Fusionen, ein mittlerer Blutverlust von ca 420 ml insgesamt bei den dorso-ventralen Eingriffen beschrieben (38).

Eine Befüllung des Cages wie bei den derzeit auf dem Markt befindlichen Implantaten ist bei vorliegendem Design nicht erforderlich. Bei keinem der 45 durchgeführten ventralen Eingriffen kam es zu einer Lockerung des Cages vom Halteinstrumentarium.

5.3 Radiologische Parameter

Bei einer Nachuntersuchung von Wergin bzgl. der Strahlendosis bei dorsoventralen Fusionen wurden im Mittel eine Dosisflächenprodukt von 2106,4 cG*cm2 erhoben (35). Zur Berechnung kam das Dosisflächenprodukt, um die Strahlendosis der Patienten zu beurteilen. Vergleichen wir die Ergebnisse unserer Studie mit denen von Wergin so konnte eine signifikant niedrigere Strahlendosis von 830,7 cG*cm2 als Gesamtmittelwert erreicht werden. Im Hinblick auf die Strahlenbelastung wurde die gesamte Strahlendosis während der dorsalen und ventralen Fusion betrachtet. Im Verlauf der Studienzeit kam es zu keiner signifikanten messbaren Reduktion der Gesamtstrahlendosis.

Auffällig war der größte Wert in Bezug auf die operierte Höhe bei L5/S1, welcher wahrscheinlich der etwas aufwendigeren Einstellung der zu besetzenden Pedikel für die dorsale Spondylodese geschuldet ist. Eine getrennte Erfassung der Daten zwischen ventralem und dorsalem Eingriff wäre sicherlich noch interessant zu vergleichen, dies ließ sich jedoch mit unserem gewonnen Datensatz nicht erfassen.

Eine Befüllung des Cages wie bei ähnlichen Implantaten ist bei dem in dieser Studie verwendeten Cage nicht erforderlich. Aufgrund der beschriebenen Gitterstruktur kommt es zu einem Einwachsen des Knochens in die Wabenstruktur des Cages und erzielt somit eine stabile Osteointegration. Durch die Herstellung im Melting-Verfahren wobei die einzelnen Partikel zu einer Konstruktion in Form geschmolzen werden, ergibt sich eine für die Fusion förderliche Rauhigkeit des Cages.

5.4 Komplikationen

Bei der neurologischen Untersuchung anhand des Nachuntersuchungsbogens war eine Auffälligkeit zu finden. Eine persistierende Hypästhesie und ein vermindertes Temperaturempfinden im Bereich des ipsilateralen Beines in Bezug auf den ALIF Zugang.

Als mögliche Ursache der neurologischen Symptomatik käme zum einem eine intraoperative Verletzung des Sympathikusgrenzstranges durch Zug der Valven oder zum anderen durch eine thermische Schädigung des Sympathikusgrenzstranges durch die Koagulation in Frage.

5.5 Instrumentierung

Zusammenfassend ist der Schraubverschluss an welcher der Cage in unterschiedlichen Positionen fixiert werden kann stabiler und weniger anfällig für Lockerungen zwischen Cage und Halteinstrument.

Betrachtet man die unterschiedlichen Zugangswege der lumbalen interkorporellen Fusion gegeneinander, ALIF vs PLIF vs TLIF konnten wir im Vergleich zu anderen Studien wie z.B. der Multicenterstudie von Fritzell et al (34) eine intraoperative Duraverletzung oder Gefäßverletzung vermeiden. Allerdings ist die Betrachtung aufgrund der hierfür niedrigen Fallzahl von 45 Patienten mit rein primären Fusionen ohne Revisionseingriffe einschränkend zu bewerten.

Vorteilhaft ist hier das Handling des neuen Titan-Cages mit der einfachen, aber sehr stabilen Verankerung zu sehen. Bei keinem unserer nachuntersuchten Patienten konnte eine Dislokation des Cages zur Halterung bei der Implantation beobachtet werden.

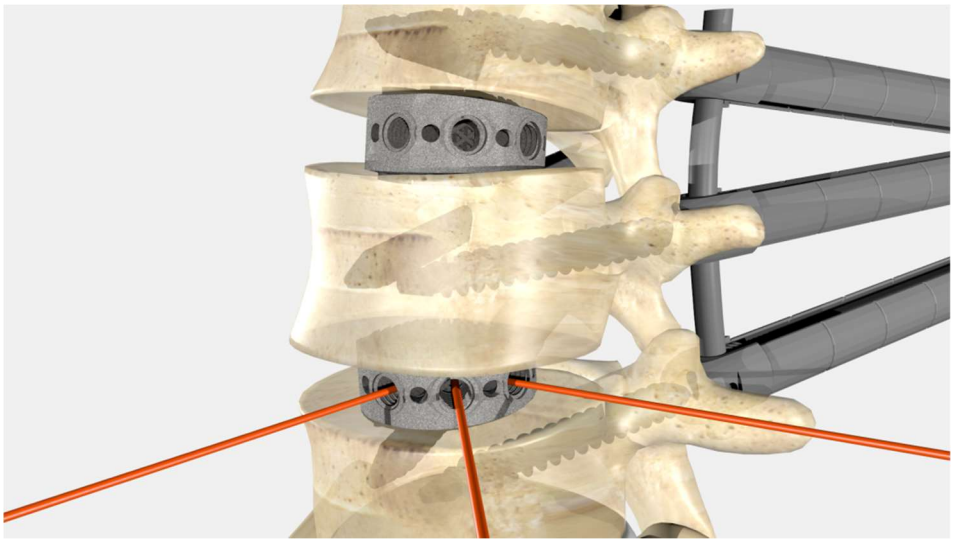


Abbildung 16: Darstellung der möglichen Fixationsmöglichkeiten anterior, anteriolateral und lateral. (Abbildung mit freundlicher Genehmigung der Fa. Evospine)

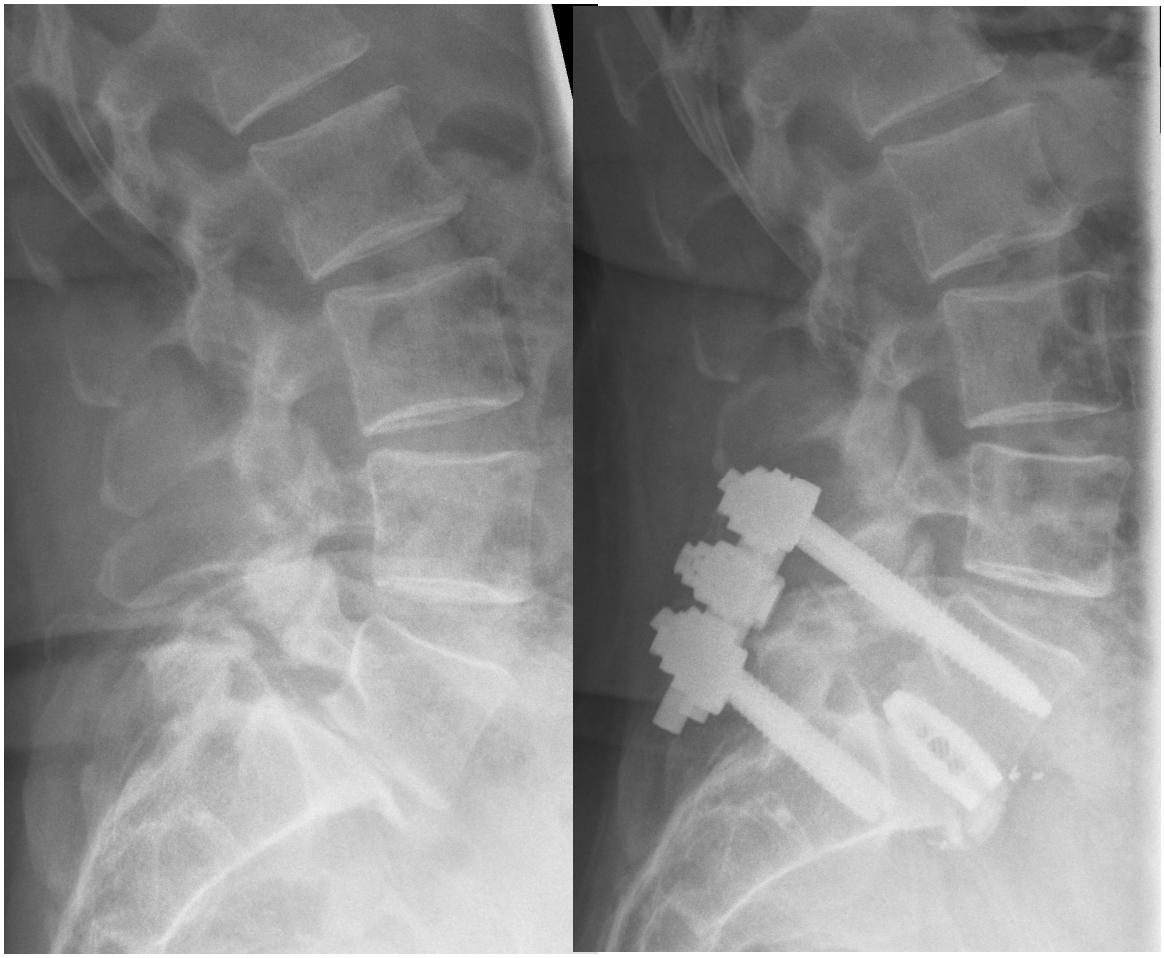


Abbildung 17: Prä und postoperative Röntgenbilder nach dorso-ventraler Fusion und Reposition

7. Schlussfolgerung

Die dorsoventrale Fusion mit dem nicht distrahierbaren Cage liefert insbesondere im Hinblick auf die Reduktion der Operationszeit im Vergleich zu anderen Studien sowie eine im Vergleich zu den derzeit auf dem Markt befindlichen Implantaten eine bessere Handhabung bei ähnlichem Fusionsverhalten.

Im Vergleich zu den derzeit auf dem Markt befindlichen Implantaten konnte eine gleichwertige Fusionsrate ohne zusätzliche Befüllung des Titancages im Vergleich zur Literatur erreicht werden. Es erfolgte intraoperativ lediglich eine zusätzliche Spongiosa beziehungsweise Tricalciumphosphat oder ein Spongiosa- Tricalciumphosphat Gemisch Anlage nach Implantation des Titancages ventral sowie dorsal im Bereich der Facettengelenke.

Bei Betrachtung der intra- sowie postoperativen Komplikationsrate wurde bei keinem Eingriff eine zusätzliche Bluttransfusion erforderlich. Ferner kam es bei keiner der durchgeführten Dekompressionen zu einer Duraverletzung.

Bezüglich der radiologischen Nachuntersuchung konnte bei den durchgeführten standardisierten Röntgenkontrollen eine Höhenzunahme von durchschnittlich 5,07 mm erzielt werden. Ferner kam es bei keinem der untersuchten Patienten zu einer Erniedrigung des ZWR. Der Zwischenwinkel-Wirbel-Raum konnte lediglich um ein Grad vergrößert werden.

Im Rahmen der Nachuntersuchungen konnte bei der Patientenzufriedenheit mithilfe des mODI und der Beurteilung der Schmerzintensität eine Verbesserung des präoperativen Schmerzzustandes erzielt werden. Die Ergebnisse sind auch vergleichbar mit denen der aktuellen Literatur wie in der Metaanalyse von Rejante, Tito Guillermo D., et al.(42).

Bei der Auswertung der intraoperativen Strahlenbelastung wurde eine im Vergleich zu den Ergebnissen in der Literatur insgesamt niedrigere Strahlendosis erreicht. Der höchste Wert wurde bei Instrumentierung der Höhe

L 5/ S 1 erreicht, dies ist vermutlich durch der schwierigere Darstellung der Pedikel zu erklären.

Der Versuch einer weiteren Strahlenreduktion ist sicherlich im Sinne des Patienten und auch der Operateure welches vielleicht mit Hilfe einer kleineren Blende zur weiteren Reduktion der Streustrahlung erreicht werden könnte. Den Bildausschnitt mithilfe der Blende zu verkleinern, bei noch erhaltener Übersicht um auch die Streustrahlung weiter zu reduzieren, fand bei vorliegender Studie noch keine Anwendung. Ob und inwieweit sich hierdurch eine messbare Reduktion der Strahlenbelastung erreichen lässt, ist jedoch nicht im Rahmen der vorliegenden Studie untersucht worden.

Insgesamt ergibt sich bei diesem neuartigen Implantat ein stabiles, sicheres Handling ohne Notwendigkeit einer intraoperativen Auffüllung des Cages. Dadurch kann eine Reduktion der Operationszeit im Vergleich zu den noch derzeitig befindlichen Implantaten auf dem Markt erzielt werden. Die sichere Fixierung mit Hilfe des Schraubensystem in den Winkeln anterior, anterio-lateral und lateral ergaben eine stabile Verankerung und es konnte keine Dislokation beschrieben werden.

8. Literaturverzeichnis

1. Dick, W., and M. Rickert. "Geschichte des Fixateurs interne." *Der Unfallchirurg* 118.1 (2015): 66-72.
2. Wiltse, LEON L., and R. B. Winter. "Terminology and measurement of spondylolisthesis." *J Bone Joint Surg Am* 65.6 (1983): 768-772.
3. Fleege, C., et al. "ALIF-und PLIF-Interposition bei low-grade isthmischen Spondylolisthesen L5/S1." *Der Orthopäde* 45.9 (2016): 760-769.
4. Lange, F. "Support for the spondylitic spine by means of buried steel bars, attached to the vertebrae." *Am J Orthop Surg* 2.2 (1910): 344-361.
5. Albee, Fred H. "Transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott's disease: a preliminary report." *Journal of the American Medical Association* 57.11 (1911): 885-886.
6. Hibbs,R.A. "An Operation for progressive spinal deformities. " *New York Medical Journal* 93 (1911): 1013-1016.
7. Holdsworth, F. W., and Alan Hardy. "Early treatment of paraplegia from fractures of the thoraco-lumbar spine." *Bone & Joint Journal* 35.4 (1953): 540-550.
8. Harrington, Paul R. "Treatment of scoliosis." *J Bone Joint Surg Am* 44.4 (1962): 591-634.
9. Harrington, P. R. "Instrumentation in spine instability other than scoliosis." *South African journal of surgery. Suid-Afrikaanse tydskrif vir chirurgie* 5.1 (1967): 7.
10. Roy-Camille, R., M. Roy-Camille, and C. Demeulenaere. "Osteosynthesis of dorsal, lumbar, and lumbosacral spine with metallic plates screwed into vertebral pedicles and articular apophyses." *La Presse Medicale* 78.32 (1970): 1447.
11. Boucher, H. H. "A method of spinal fusion." *Bone & Joint Journal* 41.2 (1959): 248-259.
12. Watson, Jones, and J. N. Wilson. "Fractures and joint injuries." (1976).

13. Magerl, F. "Der Wirbel-Fixateur externe." *Fixateur externe*. Springer Berlin Heidelberg, 1985. 289-366.
14. Dick, W., et al. "A new device for internal fixation of thoracolumbar and lumbar spine fractures: the ‘fixateur interne’." *Spinal Cord* 23.4 (1985): 225-232.
15. Kluger, P., and H. J. Gerner. "Das mechanische Prinzip des Fixateurs externe zur dorsalen Stabilisierung der Brust-und Lendenwirbelsäule." *Unfallchirurgie* 12.2 (1986): 68-79.
16. Breitfuss, H., et al. "Dorsale Instrumentierung der Brust-und Lendenwirbelsäule durch Kerbenplatten in Kombination mit USIS: Eine kurzstreckige, winkelstabile Alternative." *Der Unfallchirurg* 94.11 (1991): 545-553.
17. Wolter, D., U. Schümann, and K. Seide. "Universeller Titanfixateur interne." *Trauma und Berufskrankheit* 1.4 (1999): 307-319.
18. Eysel, P., G. Meinig, and F. Sanner. "Vergleichende Untersuchung unterschiedlicher dorsaler Stabilisierungsverfahren bei frischen Frakturen der Rumpfwirbelsäule." *Unfallchirurgie* 17.5 (1991): 264-273.
19. Richter-Turtur, Matthias. Klinische und experimentelle Ergebnisse der Knochenheilung nach Wirbelsäulenläsionen. Diss. 1990.
20. Daniaux, H. "Transpedicular repositioning and spongioplasty in fractures of the vertebral bodies of the lower thoracic and lumbar spine." *Der Unfallchirurg* 89.5 (1986): 197.
21. Been, H. D., and G. J. Bouma. "Comparison of two types of surgery for thoraco-lumbar burst fractures: combined anterior and posterior stabilisation vs. posterior instrumentation only." *Acta neurochirurgica* 141.4 (1999): 349-357.
22. Briem, D., J. M. Rueger, and W. Linhart. "Einheilung autogener Transplantate nach dorsoventraler Instrumentierung instabiler Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule." *Der Unfallchirurg* 106.3 (2003): 195-203.
23. Banwart, J. Christopher, Marc A. Asher, and Ruth S. Hassanein. "Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity: a statistical evaluation." *Spine* 20.9 (1995): 1055-1060.

24. Briem, D., J. M. Rueger, and W. Linhart. "Einheilung autogener Transplantate nach dorsoventraler Instrumentierung instabiler Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule." *Der Unfallchirurg* 106.3 (2003): 195-203.
25. Fukui, Koji, et al. "Pathomechanism, pathogenesis, and results of treatment in cervical spondylotic myelopathy caused by dynamic canal stenosis." *Spine* 15.11 (1990): 1148-1152.
26. J. C. Fairbanks, J. Couper, J. B. Davies, and J. P. O'Brien – Physiotherapy, 1980 –academia.edu
27. JP Pochon,M Schwöbel,O Illi –Eur J Pediatr Surg 1986
28. PALMQUIST, A., et al. Long-term biocompatibility and osseointegration of electron beam melted, free-form–fabricated solid and porous titanium alloy: Experimental studies in sheep. *Journal of biomaterials applications*, 2013, 27. Jg., Nr. 8, S. 1003-1016.
29. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus Lernatlas der Anatomie: Allge-meine Anatomie und Bewegungssystem. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2005.
30. PALMQUIST, A., et al. Long-term biocompatibility and osseointegration of electron beam melted, free-form–fabricated solid and porous titanium alloy: Experimental studies in sheep. *Journal of biomaterials applications*, 2013, 27. Jg., Nr. 8, S. 1003-1016.
31. MEHREN, Christoph, et al. Der minimalinvasive anterolaterale Zugang zu L2–L5. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, 2010, 22. Jg., Nr. 2, S. 221-228.
32. KNOP, C., et al. Fixateur interne und Wirbelkörperersatz. *Trauma und Berufskrankheit*, 2005, 7. Jg., Nr. 2, S. S346-S353.
33. ARNOLDI, C., et al. Definition and classification of lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. *Clin Orthop*, 1976, 115. Jg., S. 4-5.
34. FRITZELL, Peter, et al. Chronic low back pain and fusion: a comparison of three surgical techniques: a prospective multicenter randomized study from the Swedish lumbar spine study group. *Spine*, 2002, 27. Jg., Nr. 11, S. 1131-1141.
35. WERGIN, Johannes. Analyse der Patientenstrahlungsdosis bei durchleuchtungsgestützten Operationen an der Lendenwirbelsäule. 2011.

36. WIMMER, C., et al. Anterior interbody fusion of the lumbar spine. *Der Orthopäde*, 1997, 26. Jg., Nr. 6, S. 563-567.
37. PATHRIA, M., D. J. Sartoris, and D. Resnick. "Osteoarthritis of the facet joints: accuracy of oblique radiographic assessment." *Radiology* 164.1 (1987): 227-230.
38. Faundez AA, Schwender JD, Safriel Y, Gilbert TJ, Mehbod AA, Denis F, Transfeldt EE, Wroblewski JM: Clinical and radiological outcome of anterior-posterior fusion versus transforaminal lumbar interbody fusion for symptomatic disc degeneration: a retrospective comparative study of 133 patients. Eur. Spine J. 18: 203–11, 2009
39. Qualitative Grading of Severity of Lumbar Spinal Stenosis Based on the Morphology of the Dural Sac on Magnetic Resonance Images Shizas SPINE Volume 35, Number 21, pp 1919–1924 ©2010, Lippincott Williams & Wilkins

40. CAKIR, B., et al. Dorsale dynamische Stabilisierung als Alternative zur dorso-ventralen Fusion bei Spinalkanalstenose mit degenerativer Instabilität. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 2003, 141. Jg., Nr. 04, S. 418-424.
41. Fujiwara Klassifikation (Fujiwara A, et al, European Spine Journal 1999, 8: 396-401)
42. REJANTE, Tito Guillermo D., et al. Functional outcomes of intensive rehabilitation versus fusion surgery among patients with low back pain from lumbar spine degenerative disease: a systematic review and meta-analysis. 2021.

Anhang A

OCM - MEDIZINISCHES VERSORGUNGSZENTRUM
orthopädische **c**hirurgie **m**ünchen

Fachärzte für Orthopädie: Dr. med. Wolfgang Bracker | Dr. med. Michael Heß | Dr. med. Alexander Kirgis
Dr. med. Ernst-Otto Münch | Dr. med. Gabriel Wasmer
Fachärzte für Orthopädie und Unfallchirurgie: PD Dr. med. Michael Dienst | PD Dr. med. Robert Hube
Prof. Dr. med. Martin Jung | Prof. Dr. med. Thomas Kalteis | Prof. Dr. med. Hermann Mayr
Facharzt für Chirurgie: Prof. Dr. med. Ernst Wiedemann
Facharzt für Chirurgie und Unfallchirurgie: Dr. med. Claudius Zeiler
Facharzt für Chirurgie, Orthopädie und Unfallchirurgie: Prof. Dr. med. Hans Hertlein
Fachärztinnen für Anästhesiologie: Dr. med. Claudia Benkert | Dr. med. Ulrike Niedermeier

OCM MVZ • Steinerstraße 6 • D-81369 München

München,

Fragebogen zu Behinderung bei Rückenbeschwerden: modifizierter Oswestry Disability Index –

Deutsche Version (mODI-D)

Sehr geehrte Patientin,
sehr geehrter Patient.

Bitte füllen Sie diesen Fragebogen aus. Er soll uns darüber informieren, wie Ihre Rücken- (oder Bein-) Probleme Ihre Fähigkeit beeinflussen, den Alltag zu bewältigen.

Wir sind darauf angewiesen zu erfahren, wie Ihre Schmerzen beschaffen sind und wie Sie auf Schmerzbehandlung ansprechen.

Ihre Angaben in diesem Fragebogen dienen der wissenschaftlichen Beurteilung und auch der Verbesserung der operativen Behandlung. In Ihrem eigenen Interesse möchten wir Sie deshalb bitten, alle Fragen in Ruhe und mit Sorgfalt selbst zu beantworten.

Bitte beantworten Sie **alle Fragen**, auch die, die Ihnen unwichtig erscheinen. Wenn Ihnen eine Frage unklar ist, machen Sie bitte an der entsprechenden Stelle ein Fragezeichen.

Alle Angaben werden unter Wahrung der Schweigepflicht und unter Einhaltung der Bestimmungen des Datenschutzes ausgewertet. Selbstverständlich werden Ihre Angaben vor der wissenschaftlichen Auswertung anonymisiert.

D. Kejda Dr. M. Schrödel Prof. Dr. Hertlein

Kreuzen Sie in jedem Abschnitt nur die Aussage an, die Sie heute am besten beschreibt.

Abschnitt 1: Schmerzstärke
☐ Ich habe momentan keine Schmerzen
☐ Die Schmerzen sind momentan sehr schwach
☐ Die Schmerzen sind momentan mässig
☐ Die Schmerzen sind momentan ziemlich stark
☐ Die Schmerzen sind momentan sehr stark
☐ Die Schmerzen sind momentan so schlimm wie nur vorstellbar

Abschnitt 2: Körperpflege (Waschen, Anziehen etc.)
☐ Ich kann meine Körperpflege normal durchführen, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden
☐ Ich kann meine Körperpflege normal durchführen, aber es ist schmerzhaft
☐ Meine Körperpflege durchzuführen ist schmerzhaft, und ich bin langsam und vorsichtig
☐ Ich brauche bei der Körperpflege etwas Hilfe, bewältige das meiste aber selbst
☐ Ich brauche täglich Hilfe bei den meisten Aspekten der Körperpflege
☐ Ich kann mich nicht selbst anziehen, wasche mich mit Mühe und bleibe im Bett

Abschnitt 3: Heben
☐ Ich kann schwere Gegenstände heben, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden
☐ Ich kann schwere Gegenstände heben, aber die Schmerzen werden dadurch stärker
☐ Schmerzen hindern mich daran, schwere Gegenstände vom Boden zu heben, aber es geht, wenn sie geeignet stehen (z.B. auf einem Tisch)
☐ Schmerzen hindern mich daran, schwere Gegenstände zu heben, aber ich kann leichte bis mittelschwere Gegenstände heben, wenn sie geeignet stehen
☐ Ich kann nur sehr leichte Gegenstände heben
☐ Ich kann überhaupt nichts heben oder tragen

Abschnitt 4: Gehen
☐ Schmerzen hindern mich nicht daran, so weit zu gehen, wie ich möchte
☐ Schmerzen hindern mich daran, mehr als 1-2 km zu gehen
☐ Schmerzen hindern mich daran, mehr als 0.5 km zu gehen
☐ Schmerzen hindern mich daran, mehr als 100 m zu gehen
☐ Ich kann nur mit einem Stock oder Krücken gehen
☐ Ich bin die meiste Zeit im Bett und muss mich zur Toilette schleppen

Abschnitt 5: Sitzen

- ☐ Ich kann auf jedem Stuhl so lange sitzen wie ich möchte
- ☐ Ich kann auf meinem Lieblingsstuhl so lange sitzen wie ich möchte
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu sitzen
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als eine halbe Stunde zu sitzen
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu sitzen
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu sitzen

Abschnitt 6: Stehen

- ☐ Ich kann so lange stehen wie ich möchte, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden
- ☐ Ich kann so lange stehen wie ich möchte, aber die Schmerzen werden dadurch stärker
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu stehen
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als eine halbe Stunde zu stehen
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu stehen
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu stehen

Abschnitt 7: Schlafen

- ☐ Mein Schlaf ist nie durch Schmerzen gestört
- ☐ Mein Schlaf ist gelegentlich durch Schmerzen gestört
- ☐ Ich schlafe auf Grund von Schmerzen weniger als 6 Stunden
- ☐ Ich schlafe auf Grund von Schmerzen weniger als 4 Stunden
- ☐ Ich schlafe auf Grund von Schmerzen weniger als 2 Stunden
- ☐ Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu schlafen

Abschnitt 8: Sozialleben

- ☐ Mein Sozialleben ist normal, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker
- ☐ Mein Sozialleben ist normal, aber die Schmerzen werden dadurch stärker
- ☐ Schmerzen haben keinen wesentlichen Einfluss auf mein Sozialleben, ausser dass sie meine eher aktiven Interessen, z.B. Sport einschränken
- ☐ Schmerzen schränken mein Sozialleben ein, und ich gehe nicht mehr so oft aus
- ☐ Schmerzen schränken mein Sozialleben auf mein Zuhause ein
- ☐ Ich habe auf Grund von Schmerzen kein Sozialleben

Abschnitt 9: Reisen
☐ Ich kann überallhin reisen, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker
☐ Ich kann überallhin reisen, aber die Schmerzen werden dadurch stärker
☐ Trotz starker Schmerzen kann ich länger als 2 Stunden unterwegs sein
☐ Ich kann auf Grund von Schmerzen höchstens 1 Stunde unterwegs sein
☐ Ich kann auf Grund von Schmerzen nur kurze notwendige Fahrten unter 30 Minuten machen
☐ Schmerzen hindern mich daran, Fahrten zu machen, ausser zur medizinischen Behandlung

Viele Dank für Ihre Mitarbeit. Bitte überprüfen Sie ob Sie **alle** Fragen beantwortet haben.

Quelle: Mannion AF, Junge A, Fairbank JC, Dvorak J, Grob D. Development of a German version of the Oswestry Disability Index. Part 1: cross-cultural adaptation, reliability, and validity. Eur Spine J 2006a; 15:55-65.

1. Nachuntersuchungsprotokoll

1.1 Funktionsprüfung						
1.1.1	Psoasphänomen		Ja	☐	Nein	☐
1.1.2	Hackengang		Ja	☐	Nein	☐
1.1.3	Steppergang		Ja	☐	Nein	☐
1.2 Bewegungsumfang LWS						
1.2.1	Finger-Boden-Abstand					
1.2.2	Ott Zeichen	30/		☐		
1.2.3	Schober Zeichen	10/		☐		
1.2.4	Rückneige (Winkelgrad)			☐		
1.2.5	Seitneige (Winkelgrad) Links / rechts			☐		☐
1.2.6	Rotation (Winkelgrad) Links / rechts			☐		☐
1.3 Palpation						
1.3.1	Muskulatur (Myogelose / Schmerz)		Ja	☐	Nein	☐
1.3.2	Dornfortsätze (Druck / Klopfschmerz)		Ja	☐	Nein	☐
1.3.3	Iliosakralgelenk (Druck / Klopfschmerz)		Ja	☐	Nein	☐
1.3.4	Narben ventral und dorsal (Länge und Druckschmerzhaft?)		Ja	☐	Nein	☐
1.4 Neurologie prä und postoperativ						
1.4.1	Dermatom Sensibilität / Ischalgie			☐		☐
1.4.2	Achillessehnenreflex		Ja	☐	Nein	☐
1.4.3	mJOA Score					
1.4.3.1	Motorik			☐		
1.4.3.2	Sensibilität			☐		
1.4.3.3	Blasenfunktion			☐		
1.4.3.4	Gesamtwert			☐		
2. Radiologische Kontrolle						
2.1	Fusionskriterien					
2.1.1	Knochenbrücke / Überbaut		Ja	☐	Nein	☐
2.1.2	Translation / Einsinterung		Ja	☐	Nein	☐
2.1.3	Lysesaum		Ja	☐	Nein	☐
2.2	ZWR Winkel prä und postoperativ		prä	☐	post	☐
2.3	Höhe Zwischenwirbelraum prä und postoperativ		prä	☐	post	☐
2.4	Zeitpunkt			☐		☐
3. Fragebogen			Ja	☐	Nein	☐
4. Besonderheiten						
5. NRS Prä und Postop				☐		☐

Danksagung

Für die Überlassung des Themas sowie für die jederzeit freundliche und tatkräftige Unterstützung durch Professor Dr. med. Hans Hertlein und Herrn Dr. med. Markus Schrödel möchte ich mich von ganzem Herzen bedanken.

Außerdem möchte ich meiner Familie für die unglaubliche Geduld und Unterstützung auf dem gesamten Weg von ganzem Herzen danken.

Affidavit

Dirk Christian Kejda

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel:

Retrospektive Auswertung der klinischen und radiologischen Daten bei dorso-ventraler Fusion im Bereich der Lendenwirbelsäule

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Harthausen, den 08.12.2022 Dirk Christian Kejda

_____ _____

Ort, Datum Unterschrift Doktorandin bzw. Doktorand