

**Aus der Klinik für Unfall- und Handchirurgie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Univ. Prof. Dr. med. J. Windolf**

**Radiologische und funktionelle Ergebnisse nach operativer
Versorgung von Wirbelkörperfrakturen im
thorakolumbalen Übergang**

Dissertation

**Zur Erlangung des Grades eines Doktors der
Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf**

**vorgelegt von
Filiz Temizel-Kanbur**

2010

“ Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf “

gez. Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf

Dekan

Referent: Prof. Dr. med. Flohé

Korreferent: PD Dr. Jäger

Gewidmet meinen Eltern.

1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis	1
2. Abkürzungsverzeichnis	2
3. Einleitung	3
3.1 Anatomie, Biomechanik und Klassifikation	3
3.2 Konservativ-funktionelle und operative Therapie	5
4. Material und Methoden	8
4.1 Patientenkollektiv und Datenerhebung	8
4.2 ABC-Klassifikation der Wirbelsäulenverletzungen von C3 bis L5	8
4.3 Zum Nachuntersuchungstermin wurden folgende Daten erhoben	12
4.3.1 Radiologische Diagnostik	12
4.3.2 Klinische Untersuchung	13
4.3.3 Schmerzwahrnehmung	13
4.4 OP-Techniken	14
4.4.1 OP-Technik der dorsalen Operation	14
4.4.2 Querstabilisation	14
4.4.3 Laminektomie	15
4.5 Statistische Auswertung	15
5. Ergebnisse	16
5.1 Patientenkollektiv	16
5.2 Frakturlokalisation	17
5.3 Unfallmechanismen	18
5.4 Polytrauma	18
5.5 Begleitverletzungen	19
5.6 Operatives Vorgehen	19
5.7 OP Zeitdauer	20
5.8 Komplikationen	21
5.9 Klinische Nachuntersuchungen	22
5.10 Beschwerden an der Spongiosaentnahmestelle	22
5.11 Radiologische Auswertung	23
5.11.1 AO Klassifikation	23
5.11.2 Cobb Winkel	23
5.12 Radiologisches Ergebnis in Korrelation zu Schmerzen bei der Nachuntersuchung	32
6. Diskussion	33
7. Zusammenfassung	40
8. Literaturverzeichnis	41
9. Danksagung	45
10. Lebenslauf	46

2. Abkürzungsverzeichnis

AWMF	=	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BWS	=	Brustwirbelsäule
DGU	=	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
D + S	=	dorsale Instrumentierung mit transpedikulärer Spongiosaplastik
D – S	=	dorsale Instrumentierung ohne transpedikulärer Spongiosaplastik
EK	=	Erythrozytenkonzentrate
FBA	=	Finger-Boden-Abstand
LWS	=	Lendenwirbelsäule
m	=	männlich
Min	=	Minimum
Max	=	Maximum
MW	=	Mittelwert
NU	=	Nachuntersuchung
OP	=	Operation
Prae-OP	=	präoperativ durchgeführte Röntgenbilder und entsprechend gemessener Cobb Winkel (Unfallbilder)
Post-OP	=	postoperativ durchgeführte Röntgenbilder und entsprechend gemessener Cobb Winkel
Prae-ME	=	vor der Metallentfernung durchgeführte Röntgenbilder und entsprechend gemessener Cobb Winkel
Post-ME	=	nach der Metallentfernung durchgeführte Röntgenbilder und entsprechend gemessener Cobb Winkel
Tab.	=	Tabelle
USS	=	Universal Spine System
V	=	ventrale Instrumentierung
w	=	weiblich
WS	=	Wirbelsäule

3. Einleitung

3.1 Anatomie, Biomechanik und Klassifikation

Die Wirbelsäule, Columna vertebralis, als verbindendes Element zwischen Rumpf, Kopf und Extremitäten übernimmt wichtige Aufgaben wie Lastübertragung, Bewegung und Schutz des Rückenmarks. Die knöcherne Wirbelsäule wird von 7 Halswirbelkörpern, 12 Brustwirbelkörpern, 5 Lendenwirbelkörpern, dem Kreuzbein und dem Steißbein gebildet. Die Wirbelkörper sind durch Zwischenwirbelscheiben, durch Gelenke und Bänder verbunden. Die Zwischenwirbelscheiben verbinden die Wirbelkörper miteinander, sie bestehen aus einer kollagenfasrigen Außenschicht, Anulus fibrosus, und aus Faserknorpel mit einem Gallertkern, Nucleus pulposus. Die Bandscheiben sind viskoelastisch verformbar und verteilen somit den entstehenden Druck auf die Deck- und Grundplatte. Die Bänder der Wirbelsäule verlaufen zwischen den Wirbelkörpern, den Wirbelbögen und den Quer- und Dornfortsätzen. Zwischen den Wirbelkörpern befindet sich das vordere und hintere Längsband, Ligamentum longitudinale anterius und posterius. Das vordere Längsband ist das stärkere von beiden und verbindet die Vorderfläche der Wirbelkörper. Es verhindert die übermäßige Dorsalflexion. Das hintere Längsband verbindet die dorsale obere und untere Kante der Wirbelkörper und ist mit der Bandscheibe fest verwachsen. Es verhindert die übermäßige Beugung. Zwischen den Wirbelbögen spannen sich die Ligamenta flava auf. Sie bestehen aus elastischen Fasern und sind in jeder Stellung gespannt. Sie wirken der Schwerkraft entgegen und wirken besonders streckend. Zwischen den Querfortsätzen und Dornfortsätzen befinden sich die Ligamenta intertransversaria und interspinalia. Über die Ligamenta interspinalia verläuft das Ligamentum supraspinale, das mit den Spitzen der Dornfortsätze verwachsen ist. Der Muskelapparat besteht aus primärer, autochtoner und sekundärer, eingewanderter Muskulatur, der die Bewegungen ermöglicht und die Wirbelsäule in vertikaler Achse stabilisiert. Die Innervation der primären und sekundären Rückenmuskulatur ist unterschiedlich. Durch die Entwicklung der primären Rückenmuskulatur direkt am Rücken wird sie von den Rami posteriores innerviert. Die sekundäre Muskulatur, die aus der ventralen Muskulatur und aus der Extremitätenmuskulatur auf den Rücken vordringt, wird von den Rami anteriores innerviert. Die primäre, autochtone Muskulatur, auch Musculus erector spinae genannt, hält die Wirbelsäule gestreckt. Man unterteilt, unter Berücksichtigung der funktionellen und morphologischen Eigenschaften, einen medialen und lateralen Trakt. Diese Muskulatur ist umgeben von einer kräftigen Fascia thoracolumbalis. Die sekundäre Muskulatur gehört

topografisch zu der Rückenmuskulatur und lässt sich unterteilen in eine spinokostale Gruppe, eine modifizierte Interkostalmuskulatur und eine spinoskapulare und spinohumerale Gruppe.

Der Bewegungsumfang wird bestimmt von der Gelenkflächengestalt, der Anordnung der Bänder und der Muskulatur. Eine Bewegungseinheit besteht aus zwei Wirbelkörpern, der Zwischenwirbelscheibe und den dazugehörigen Bändern und Muskeln. Die Bewegungseinheit ist ein Gelenk mit 6 Freiheitsgraden in der frontalen, sagittalen und transversalen Ebene. Die Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule zeigen Unterschiede in der Anatomie und Morphologie. Durch die mechanische Anforderung nach kaudal nimmt auch die ossäre, ligamentäre und diskale Komponente zu. In der Aufsicht bilden die Wirbelkörper der Halswirbelsäule Rechtecke, in der Brustwirbelsäule Halbkreise und in der Lendenwirbelsäule eine Nierenform. Die Hals- und Lendenwirbelsäule bildet in der aufrechten Lage eine Lordose, die Brustwirbelsäule hingegen eine Kyphose.

Man unterteilt die Wirbelsäule in eine vordere, mittlere und hintere Säule (nach Denis) [12]. Das sogenannte Drei-Säulen-Modell.

Anhand dieses 3-Säulen Modells wird wie folgt eingeteilt:

-Die vordere Säule entspricht dem Ligamentum longitudinale anterius sowie der vorderen Hälfte des Wirbelkörpers und der Bandscheibe.

-Die mittlere Säule entspricht der Hinterwand, dem hinteren Anteil der Bandscheibe und dem Ligamentum longitudinale posterius.

-Die hintere Säule besteht aus den Facettengelenken, den Wirbelbögen und dem kräftigen dorsalen Ligamentkomplex (Ligg. flava, Ligg. interspinalia und Lig. supraspinale).

Bei diesem Modell ist die mittlere Säule entscheidend für die Stabilität.

Nach der Definition von White und Panjabi [37] besteht eine klinische Instabilität, wenn „ die Wirbelsäule die Fähigkeit verliert, unter physiologischen Belastungen den normalen Bewegungsspielraum so beizubehalten, dass kein neues oder zusätzliches neurologisches Defizit, Deformitäten oder Schmerzen auftreten.“

Die AO- Klassifikation (nach Magerl. et al.) [25] geht von einem zwei Säulen Modell aus, nämlich von einer druckfesten vorderen Säule (Wirbelkörper und Bandscheibe) und einer zugfesten hinteren Säule (dorsale Wirbelelemente und dorsaler Bandkomplex).

Man unterscheidet drei Verletzungsmuster:

Typ A: Kompressionsfraktur

Typ B: Distraktionsfraktur

Typ C: Rotationsfraktur

Anhand dieser Aufteilung spricht man von stabil, wenn die Frakturen ohne Verletzungen von Bändern und Bandscheiben sind. Geringgradig instabil sind Frakturen, die Verletzungen der Bänder und Bandscheiben aufweisen, aber trotzdem funktionell behandelt werden können. Hochgradig instabil sind schwere Verletzungen der Bandscheiben und Bänder.

In den Leitlinien der AWMF online Orthopädie/ Rehabilitation nach Frakturen der Brust- und Lendenwirbel wird klassifiziert nach Ursache, nach Lokalisation, nach Komplikationen und es wird differenziert in stabile und instabile Frakturen.

3.2 Konservativ-funktionelle und operative Therapie

Ziel der Behandlung von Wirbelkörperfrakturen ist die Wiederherstellung von Form und Stabilität der Wirbelsäule, die Reduktion neurologischer Schäden, Vermeidung chronischer Schmerzen, die Dekompression und Stabilisierung. Wie oben erwähnt unterscheidet man stabile und instabile Frakturen und dementsprechend die Therapie.

Die konservative Therapie ist immer dann indiziert, wenn die Stabilität der Wirbelkörperfraktur gewährleistet ist. Stabile Frakturen sind isolierte Quer- und Dornfortsatzfrakturen und einige Kompressionsfrakturen ohne Beteiligung der Hinterkante. Nach der akuten Phase, die mit Schmerzen verbunden ist, beginnt man frühzeitig die funktionelle Weiterbehandlung, die aus physikalischen und krankengymnastischen Methoden besteht.

Die operative Therapie ist indiziert bei instabilen Frakturen, neurologischen Ausfällen und erheblicher Fehlstellung. Durch die Operation ist die frühzeitige Mobilisation möglich und verringert dadurch die postoperativen Komplikationen. Es gibt verschiedene Zugangswege für die Operation: ventral, dorsal und kombiniert dorsoventral. Die Entscheidung welcher Zugang gewählt wird, hängt von mehreren Faktoren ab, die zu berücksichtigen sind. Laut klinischen Leitfäden können bei Typ-A Kompressionsfrakturen der ventrale Zugang oder häufiger ein dorsoventral kombiniertes Verfahren und bei Typ-B Distraktions- und Typ-C Torsionsfrakturen der dorsale Zugang empfohlen werden.

Der kombinierte dorsoventrale Zugang wird bei komplexen Instabilitäten mit Verletzung aller 3 Säulen und Bänder eingesetzt. Halswirbelfrakturen werden lokalisationsabhängig meistens von ventral versorgt, Brust- und Lendenwirbelfrakturen primär von dorsal. [27].

Die dorsale Stabilisierung der Wirbelsäule erfolgt mit transpedikulären Stabsystemen (Fixateur intern). Der Ersatz der ventralen Säule erfolgt über mono- oder bisegmentale Wirbelkörperfusion, entweder mit autologen Knochenspan oder mit expandierbaren Metallkonstrukten als Wirbelkörper-Ersatz (Cages). Diese werden gegebenenfalls zusätzlich mit Plattensystemen stabilisiert. Ziel aller Verfahren ist es hierbei, einen knöchernen Überbau des angrenzenden Bandscheibenfaches zu erreichen. Aus dieser Überlegung heraus wurde auch schon vor Jahren die transpedikuläre Spongiosaplastik mit Ausräumung des Bandscheibenfaches als ein Verfahren zur Adressierung der ventralen Säule über den dorsalen Zugang eingeführt. Die Wirksamkeit dieser Methode ist jedoch strittig.

Es herrscht also in der Fachwelt eine große Unsicherheit über die Notwendigkeit der Stabilisierung aller Säulen. Sicher ist, dass Wirbelkörperfrakturen mit Neurologie operativ stabilisiert werden müssen, was in der Regel über eine dorsale Instrumentierung mit Fixateur intern geschieht. Die zusätzliche ventrale Stabilisierung bei zerstörter ventraler Säule erscheint aus biomechanischen Überlegungen und der Zerstörung des Bandscheibenfaches indiziert. Es bleibt im punkto Funktionalität jedoch ungeklärt, ob der zusätzliche ventrale Eingriff in der Tat auch eine Verbesserung der klinischen Symptomatik bewirkt. Insofern existieren Schulen, die fast alles primär von dorsal operieren und solche, die prinzipiell ein kombiniert dorsoventrales Vorgehen propagieren, parallel in der deutschen Unfallchirurgie.

Die operativen Ergebnisse hängen von einigen Faktoren ab, die das radiologische Ergebnis beeinflussen. Führt man sich das Bewegungssegment vor Augen sieht man die Einheit des Wirbelkörpers mit den angrenzenden Zwischenwirbelscheiben, Bändern und Muskeln. In mehreren Studien wurde die Sinterung der dorsalen Operation beschrieben und bestätigt. Zu diesem Repositionsverlust führt die fehlende Rekonstruktion der vorderen Säule und des Bandscheibenraumes. Es bleibt jedoch unklar, ab welchem Ausmaß der Sinterung der ventralen Säule klinisch relevante Schmerzen auftreten. Es werden lokale Kyphosewinkel ab 20° als möglicher symptomatischer Grenzwert diskutiert.

In der dargestellten retrospektiven Untersuchung wurden die Ergebnisse von Wirbelkörperfrakturen des thorakolumbalen Übergangs untersucht, die allein von dorsal operativ stabilisiert wurden

Hierbei wurde der Zusammenhang der radiologischen und klinischen Ergebnisse mit der funktionellen Beweglichkeit der Wirbelsäule und den Schmerzen der Patienten analysiert.

4. Material und Methoden

4.1 Patientenkollektiv und Datenerhebung

In einem Zeitraum von 1995-2003 wurden 107 Patienten, die aufgrund ihrer thorakolumbalen Frakturen operativ alleine von dorsal stabilisiert wurden, untersucht. Die Daten stammen von Patienten, die in der Klinik der Unfallchirurgie der Universität Duisburg-Essen, behandelt wurden.

Von diesen 107 Patienten wurde ein Teil nicht randomisiert zusätzlich mit Spongiosaplastik und/ oder einer Laminektomie behandelt. Es wurden radiologische Auswertungen vorgenommen: der vertebrale, lokale und segmentale Kyphosewinkel nach Cobb wurde ausgemessen und die Frakturen wurden nach der AO- Klassifikation (nach Magerl) [27] eingeteilt.

Die AO- Klassifikation unterscheidet Kompressionsverletzungen (Typ A), Flexions-Distraktions-Verletzungen (Typ B) und Rotationsverletzungen (Typ C). Diese unterteilt man in Subtypen erster und zweiter Ordnung. Der Schweregrad nimmt von A nach C und innerhalb der Subtypen von 1 nach 3 zu.

4.2 ABC-Klassifikation der Wirbelsäulenverletzungen von C3 bis L5



Quelle: www.thieme.de

A Kompression

1.Impaktionsbruch	1.Deckplattenimpression 2.Keilbruch 3.Wirbelkörperimpaktion	1.kranial 2.seitlich 3.kaudal
2.Spaltbruch	1.frontaler Spaltbruch 2.sagittaler Spaltbruch 3.dislozierter frontaler Spaltbruch	
3.Berstungsbruch	1.inkompletter Berstungsbruch 2.Berstungsspaltbruch 3.Kompletter Berstungsbruch	1.kranial 2.seitlich 3.kaudal 1.kranial 2.seitlich 3.kaudal 1.Kneifzangenberstungsbruch 2.kompletter Flexionsberstungsbruch 3.kompletter axialer Berstungsbruch

B Distraction

<p>1.transligamentäre Flexionsdistractionsverletzung</p>	<p>1.mit Diskuszerreißung</p> <p>2.mit Korpusfraktur</p>	<p>1.Subluxation</p> <p>2.Luxation</p> <p>3.Subluxation/Luxation mit Gelenkfortsatzfraktur</p> <p>1.mit Subluxation</p> <p>2.mit Luxation</p> <p>3.mit Subluxation/Luxation und Gelenkfortsatzfraktur</p>
<p>2.transossäre Flexionsdistractionsverletzung</p>	<p>1.horizontale Wirbelzerreißung</p> <p>2.Flexionsspondylodese mit Zerreißung der Bandscheibe</p> <p>3.Flexionsspondylodese mit Korpusfraktur</p>	
<p>3.Hyperextensionsscherverletzung</p>	<p>1.Hyperextensionssubluxation</p> <p>2.Hyperextensionsspondylodese</p> <p>3.Hintere Luxation</p>	<p>1.ohne Gelenkfortsatzfraktur</p> <p>2.mit Gelenkfortsatzfraktur</p>

C Torsion

1.Rotation mit Kompression	<p>1.Rotationskeilbruch</p> <p>2.Rotationsspaltbruch</p> <p>3.Rotationsberstungsbruch</p>	<p>1.frontaler Rotationsspaltbruch</p> <p>2.sagittaler Rotationsspaltbruch</p> <p>3.vertikale Wirbelkörperseparation</p> <p>1.inkompletter Rotationsberstungsbruch</p> <p>2.Rotationsberstungsspaltbruch</p> <p>3.kompletter Rotationsberstungsbruch</p>
2.Rotation mit Distraction	<p>1.Rotation mit B1</p> <p>2.Rotation mit B2</p>	<p>1.Rotationssubluxation</p> <p>2.einseitige Luxation</p> <p>3.einseitige Subluxations-/ Luxationsfraktur</p> <p>4.einseitige Luxation und Korpusfraktur</p> <p>1.horizontale Wirbelzerreiung</p> <p>2.einseitige Flexionsspondylyolyse mit Diskuszerreiung</p> <p>3.einseitige Flexionsspondylyolyse mit Korpusfraktur</p>

	3.Rotation mit B3	
3.Rotationsscherbrüche	1.Slicefractur 2.Rotationsschrägbruch	

Tabelle 1

Die persönlichen Daten, die Unfall- und Operationsdaten und der prä- und post-operative Verlauf, wurden aus der Krankenakte entnommen.

Als Einschlusskriterien galten:

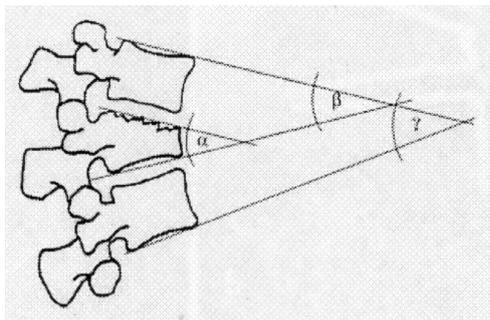
- Traumatische Fraktur von BWK8–LWK4
- Operative Versorgung der Fraktur mit einem Fixateur interne (USS = Universal Spine System)
- Erfolgte Materialentfernung

Die Patienten wurden bei ihrem Klinikaufenthalt über Ablauf und Ziel der Nachuntersuchung aufgeklärt. Telefonisch wurde ein Termin festgelegt und dann wurden schriftliche Einladungen zum Nachuntersuchungstermin verschickt. Die Teilnahme an der Untersuchung war freiwillig.

4.3 Zum Nachuntersuchungstermin wurden folgende Daten erhoben

4.3.1 Radiologische Diagnostik

Zur radiologischen Verlaufsbeurteilung wurde die Verlaufsreihe: Unfall-, die postoperativen und vor bzw. nach Materialentfernung aufgenommenen Röntgenbilder ausgewertet. Gemessen wurden die Kyphosewinkel nach Cobb:



Quelle www.thieme.de

- α = vertebrale Kyphose
- β = segmentale Kyphose
- γ = lokale Kyphose

Die Klassifikation der Frakturen erfolgte über Röntgenaufnahmen der Wirbelsäule in zwei Ebenen und der Computertomografie. Da einige Patienten durch Zuverlegung in der Klinik

für Unfallchirurgie der Universität Essen behandelt wurden, wurde die Klassifikation allein durch die Röntgenaufnahmen durchgeführt.

Standarddiagnostik bei Verdacht auf Wirbelkörperfrakturen ist die Röntgenaufnahme des thorakolumbalen Wirbelsäulenabschnittes in zwei Ebenen.

4.3.2 Klinische Untersuchung

Die Patienten wurden klinisch untersucht. Die Brustwirbel- und Lendenwirbelsäulenbeweglichkeit wurde anhand von Bewegungsausmaßen nach Ott- und Schober gemessen. Die Beweglichkeit der BWS wird mit dem Messverfahren nach Ott gemessen. Es wird die Messtrecke vom Dorn C7 30 cm nach kaudal gemessen, dann beugt sich der Rumpf des Patienten nach vorne. Der Abstand der beiden Messpunkte vergrößert sich normalerweise um 4-6 cm. Nach Schober wird die Messtrecke vom Dorn S1 10 cm nach kranial gemessen und der Patient beugt erneut den Rumpf nach vorne. Der Abstand zwischen den beiden Messpunkten vergrößert sich auch um ca. 4-6 cm. Als Maß für die Flexion wurde der Fingerspitzen-Boden-Abstand gemessen. Zusätzlich wurde der Seitwärtsneigungswinkel der Brust- und Lendenwirbelsäule ermittelt.

Bei Patienten, die operativ mit autologer Spongiosaplastik versorgt wurden, wurden die Entnahmestellen untersucht und Beschwerden ermittelt.

4.3.3 Schmerzwahrnehmung

Die Schmerzwahrnehmung der Patienten wurde mit Hilfe der Untergruppe des Schmerzes aus dem SF-36-Fragebogen charakterisiert. Mit folgenden Fragen wurde diese Angabe eingestuft:

	Keine Schmerzen	Sehr leicht	Leicht	Mäßig	Sehr stark
1. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?	1	2	3	4	5
	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
2. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltäglichen zu Hause oder im Beruf behindert?	1	2	3	4	5

Tabelle 2

Das Ergebnis erhält man, indem die Punktzahl der beantworteten Fragen summiert und in Bezug zur maximal erreichbaren Punktezahl (10) der Prozentsatz gebildet wird.

4.4 OP-Techniken

4.4.1 OP-Technik der dorsalen Operation

Die Operation erfolgt in Bauchlage in leichter Hyperlordosierung des Patienten. Die Hautinzision erfolgt in der Mittellinie des zu instrumentierenden Wirbels, zwei Wirbel kranial bis zwei Wirbel kaudal. Die Aponeurose wird durchtrennt und die paravertebrale Muskulatur subperiostal abgeschoben. Um die Pedikelschrauben zu implantieren, müssen die Wirbelgelenke ausreichend dargestellt werden. Es gibt verschiedene Modelle des Fixateur interne, das dargestellte Vorgehen ist der mit dem aktuell am häufigsten benutzten Fixateur interne dem USS 1 (Universal Spine System) der Firma Synthes. Es wurden Stahlimplantate verwendet. Zuerst werden transpedikulär Schrauben gesetzt. An der Brustwirbelsäule ist dies direkt unterhalb des Randes des oberen Facettengelenkes und lateral des Gelenkzentrums der Zugang zu den Bogenwurzeln. An der Lendenwirbelsäule ist der Zugang im Schnittpunkt der Horizontallinie und Vertikallinie des Querfortsatzes. Nach Platzierung der Schrauben wird das Implantat (USS Fixateur interne) über zwei Segmente fixiert und die Schanz'schen Schrauben über die Backen mit den Längsstäben verbunden. Zur Aufrichtung und Reposition des Wirbelkörpers wird die Hinterkante lordosiert und dann in Neutralstellung fixiert.

In vielen Fällen wird der dorsale Eingriff mit einer transpedikulären und interkorporellen Spongiosaplastik nach Daniaux kombiniert: Der knöcherne Defekt des Wirbelkörpers und der Bandscheibe wird mit Spongiosa, die vom hinteren Beckenkamm entnommen wird und zu Spongiosachips geformt wird, aufgefüllt. Dafür muss die Bogenwurzel intakt sein, da es ansonsten zu einer Fehleinlage in den Spinalkanal führen kann. Es wird, wie bei der Schraubenimplantation der Pedikel, eröffnet. Mit einem scharfen Löffel und speziellen Fasszangen wird der Bandscheibenrest entfernt und die Grundplatte angefrischt. Mit Hilfe eines speziellen Trichters werden die geformten Spongiosachips implantiert. Es soll auf ein lockeres Einbringen geachtet werden, um die Einheilung zu begünstigen. In weiteren Schritten wird die Wirbelsäule von dorsal operativ mit einem Fixateur interne stabilisiert.

4.4.2 Querstabilisation

Bei Rotationsverletzungen mit Beeinträchtigung der seitlichen Stabilität werden die Längsstäbe des USS- Systems durch ein oder zwei Querstabilisatoren abgestützt.

4.4.3 Laminektomie

Bei Kompression des Spinalkanals kann der Wirbelkanal von dorsal und ventral eröffnet und über eine ausgedehnte Laminektomie oder interlaminäre Fensterung angegangen werden. Dies wurde in dem untersuchten Kollektiv nur bei den Patienten durchgeführt, welche präoperativ ein neurologisches Defizit aufwiesen, das durch die Frakturlokalisierung erklärbar war. Einengungen des Spinalkanals ohne Neurologie wurden nicht primär über eine Laminektomie entlastet, weil dies zu einer zusätzlichen Schwächung der dorsalen Säule führt.

4.5 Statistische Auswertung

Sofern nicht anders gekennzeichnet, wurden alle Daten als Mittelwert dargestellt. Der Vergleich zwischen den Messwerten der Patienten erfolgte mittels „Wilcoxon-Test“, „T-Test“ und „Mann Whitney-Test“.

Ein statistisches Niveau $\alpha = 0,05$ galt als signifikant. Die statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Software-Programm SPSS.

5. Ergebnisse

5.1 Patientenkollektiv

Die vorliegenden Ergebnisse resultieren aus präoperativen Daten der Patienten, die retrospektiv aus Patientenakten ermittelt wurden. Von 107 Patienten, davon 41 Frauen = 38% und 66 Männer = 62%, mit einem durchschnittlichem Alter von 42,3 Jahren (Minimum 15 / Maximum 91 Jahre), konnten 51 Patienten nachuntersucht werden. Bei diesen Patienten wurden 122 Frakturen im thorakolumbalen Übergang diagnostiziert, von diesen wurden zusätzlich 51% mit autologer Spongiosaplastik und 17 % mit einer Laminektomie behandelt.

Von diesem Patientengut konnten retrospektiv 51 Patienten nachuntersucht werden (Abb.1+2)

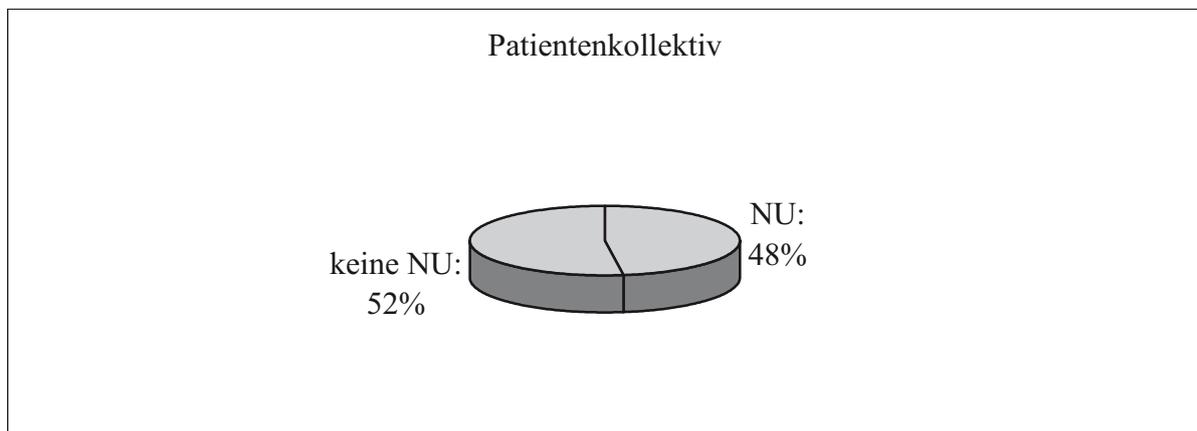


Abb.1

Von den nicht untersuchten Patienten lehnten 21 % die Nachuntersuchung ab, 23% der Patienten waren inzwischen verstorben und 56 % der Patienten konnten aus sonstigen Gründen nicht nachuntersucht werden.

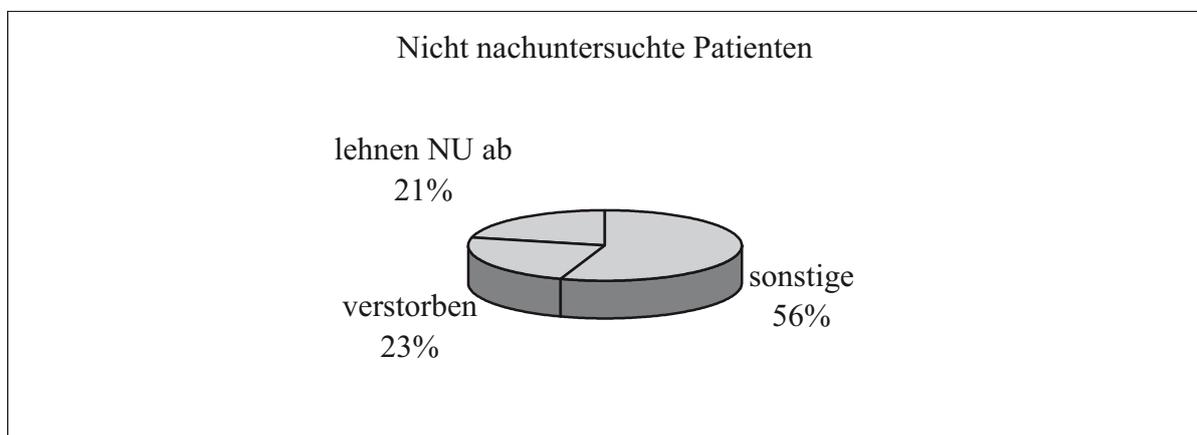


Abb.2

Zum Untersuchungszeitpunkt waren im Mittel 54,5 Monate (Maximum: 115 und Minimum: 18 Monate) nach Trauma und 41 Monate (Maximum: 106 und Minimum: 2 Monate) nach Materialentfernung vergangen. Die Untersuchung umfasste einen Zeitraum von November 2003 bis März 2005. Die Patienten wurden im Durchschnitt 4,3 Tage nach dem Unfall operiert. Es handelte sich um 41 Frauen und 66 Männer (Abbildung 3). In allen Fällen handelt es sich um traumatische Verletzungen. Pathologische, tumoröse oder osteoporotische Frakturen wurden ausgeschlossen.

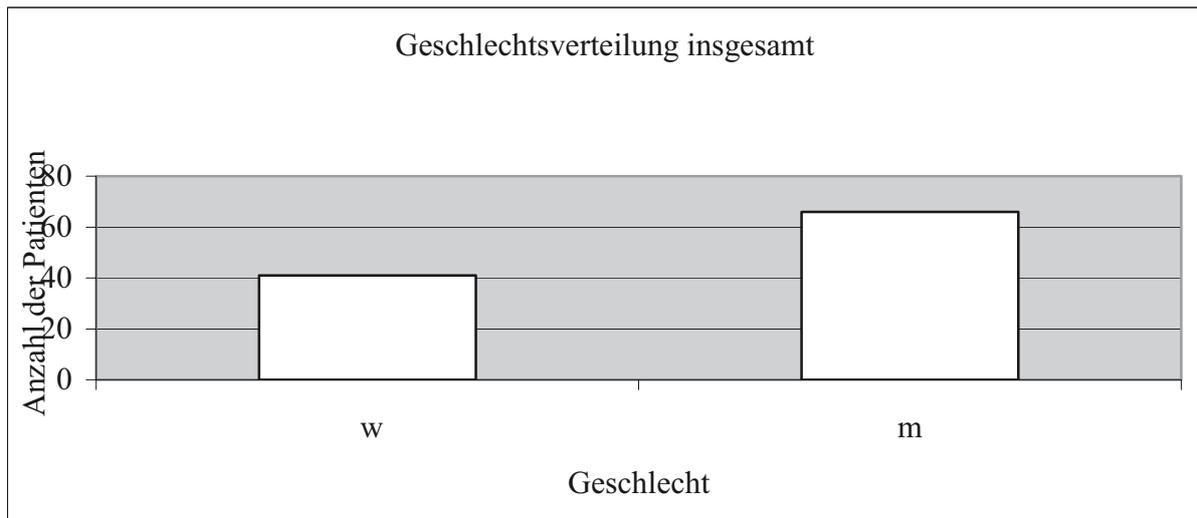


Abb.3 Geschlechtsverteilung der Patienten

5.2 Frakturlokalisierung

Die Frakturlokalisierung ist der Abbildung 4 zu entnehmen.

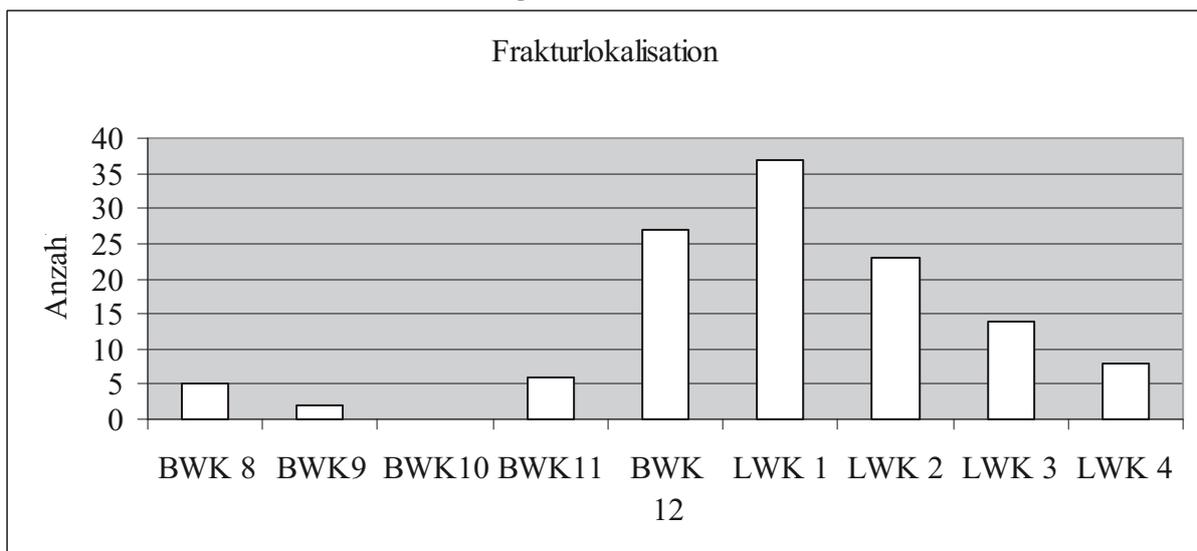


Abb.4 Lokalisation der 122 Frakturen von 107 Patienten

Der Lendenwirbelkörper 1 ist mit 30% der am häufigsten frakturierte Wirbel.

5.3 Unfallmechanismen

Die Unfallmechanismen sind in der folgenden Abbildung zu sehen. Der akzidentelle Sturz aus größerer Höhe (in der Regel > 3m) ist mit 54 % der häufigste Mechanismus der Wirbelkörperfrakturen, wobei auch der Suizid einen beträchtlichen Anteil mit 23 % einnimmt, bei dem ebenfalls ein entsprechender Sturzmechanismus zu Grunde liegt.

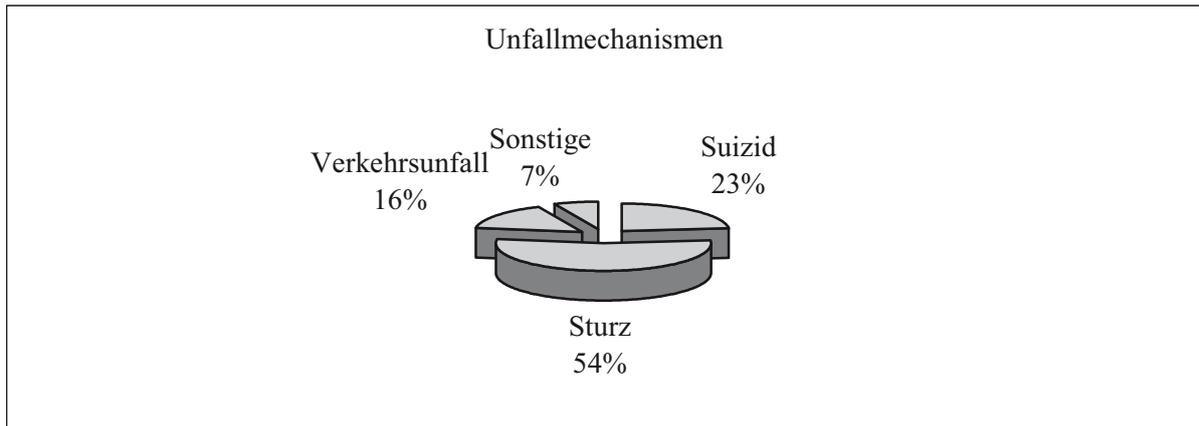


Abb.5 Unfallmechanismen

5.4 Polytrauma

36 % der Patienten waren polytraumatisierte Verletzte mit vielen Begleitverletzungen, siehe Abbildung 6 und Tabelle 3.

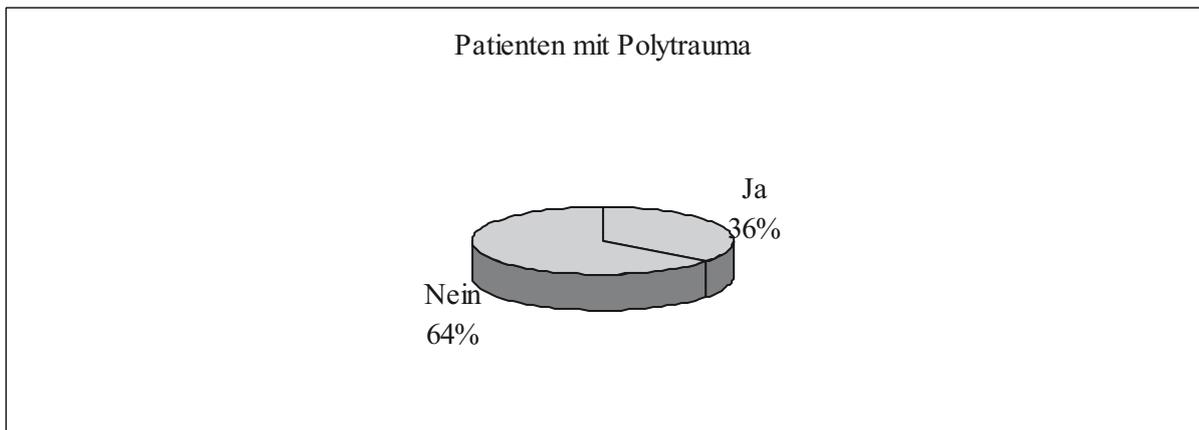


Abb. 6 Polytrauma

5.5 Begleitverletzungen

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Art der Begleitverletzungen der polytraumatisierten Patienten.

	Anzahl	%
Extremitätenverletzung	16	19
Zusätzliche WK-Frakturen	12	17
Intrathorakale Verletzungen	10	10
Beckenfrakturen und Beckenverletzungen	9	8
Kopf-/ Hirnverletzungen	9	8
Frakturen des knöchernen Thorax	8	8
Weichteilverletzungen	3	2
Intraabdominale Verletzungen	3	2

Tabelle 3

5.6 Operatives Vorgehen

Die Ergebnisse basieren auf den Auswertungen der Krankenakten, der klinisch chirurgischen Untersuchung und der Röntgenkontrollaufnahmen. Von den 107 operierten Patienten wurden 51 % (55 Patienten) zusätzlich mit allogener Spongiosaplastik, 19% (21 Patienten) mit einer Querverstrebung und 15 % (17 Patienten) laminektomiert.

Spongiosaplastik:

	Anzahl	%
Ja	55	51
Nein	52	49

Tabelle 4

Querverstrebung:

	Anzahl	%
Ja	21	19
Nein	86	81

Tabelle 5

Laminektomie:

	Anzahl	%
Ja	17	15
Nein	90	85

Tabelle 6

5.7 OP Zeitdauer

Die OP-Zeitdauer betrug bei Patienten, die mit einer Spongiosaplastik behandelt wurden, im Durchschnitt 154 Minuten (Minimum:80- Maximum 305), bei Patienten ohne Spongiosaplastik 143 Minuten (Minimum 60- Maximum 470) und bei Patienten mit Laminektomie 219 Minuten (Minimum 90- Maximum 470).

Mit Spongiosaplastik	154 Minuten
Ohne Spongiosaplastik	143 Minuten
Mit Laminektomie	219 Minuten

Tabelle 7

5.8 Komplikationen

Bei einigen Patienten ergaben sich allgemeine und operative Komplikationen. Diese teilten sich folgendermaßen auf.

Allgemeine Komplikationen

	Anzahl	%
Unfallchirurgische/Neurochirurgische Intensivbetreuung	3	15
Multiorganversagen	1	5
pulmonaler Infekt	5	25
Alkoholdelir	4	20
Herpes Zoster	1	5
Blasenaffektionsstörungen	4	20
Lungenembolie	1	5
Herzrhythmusstörungen	1	5

Tabelle 8

Operative Komplikationen

	Anzahl	%
Parästhesie im Gesicht	1	16,6
Disseminierte intravasale Gerinnungsstörung, Massentransfusion	2	33,3
Wundheilungsstörungen	3	50

Tabelle 9

Bluttransfusionen:

Intraoperativ und innerhalb von 24 Stunden postoperativ wurden bei 43 Patienten durchschnittlich 1,79 Erythrozytenkonzentrate infundiert und 5 Patienten bekamen autologes Blut über cell-saver.

5.9 Klinische Nachuntersuchungen

Der durchschnittliche Finger-Boden-Abstand der untersuchten 51 Patienten beträgt 15,4 cm (Min 0 cm/ Max 37 cm). Das Ott-Maß betrug 30 cm / 31,2 cm (Min 30 cm/ Max 34 cm) und das Schober-Maß 10 cm / 13,6 cm (Min 10,5 cm/ Max 16,5 cm).

Das Maß der Seitwärtsneigung im Stand nach rechts lag bei 41,5° und nach links bei 42,3°.

	Mittelwert	Stabwe	Maximum	Minimum	Normwerte
Ott-Maß in cm	30:31,2	1,1	34	30	32-34
Schober-Maß in cm	10:13,6	2,4	16,5	10,5	14-17
Fingerspitzen-Boden- Abstand in cm	15,4	11,2	37	0	0-10
Seitwärtsneigung nach rechts in °	41,5	10,7	60	15	
Seitwärtsneigung nach links in °	42,3	11	60	15	

Tabelle 10

5.10 Beschwerden an der Spongiosaentnahmestelle

29 der 51 nachuntersuchten Patienten erhielten operativ eine autogene Spongiosaplastik. Während der klinischen Untersuchung wurde auch die Entnahmestelle am hinteren Beckenkamm untersucht und nach Vorhandensein und Art der Beschwerden gefragt. 34 % der Patienten gaben in dieser Region spezifisch Beschwerden an.

Die Art der Beschwerden zeigt folgende Tabelle:

Schmerzen	30 %
Hypästhesie	40%
Parästhesie	30%

Tabelle 11

5.11 Radiologische Auswertung

Die Auswertung und Ausmessung der Röntgenaufnahmen ergibt folgende Ergebnisse:

Aus dem Patientenkollektiv von 107 Patienten wurden von 91 Patienten die Röntgenaufnahmen ausgewertet.

5.11.1 AO Klassifikation

Die Frakturen wurden mit der AO-Klassifikation nach Magerl et. al [27] ausgewertet. Die Klassifikation erfolgte auf Basis der präoperativen konventionellen Röntgenbilder und der CT-Untersuchungen, sofern diese vorlagen. Die Klassifikation wurde durch zwei Beobachter und bei Unklarheiten durch einen dritten Untersucher eingeteilt. Es ergab daraus folgende Frakturverteilung:

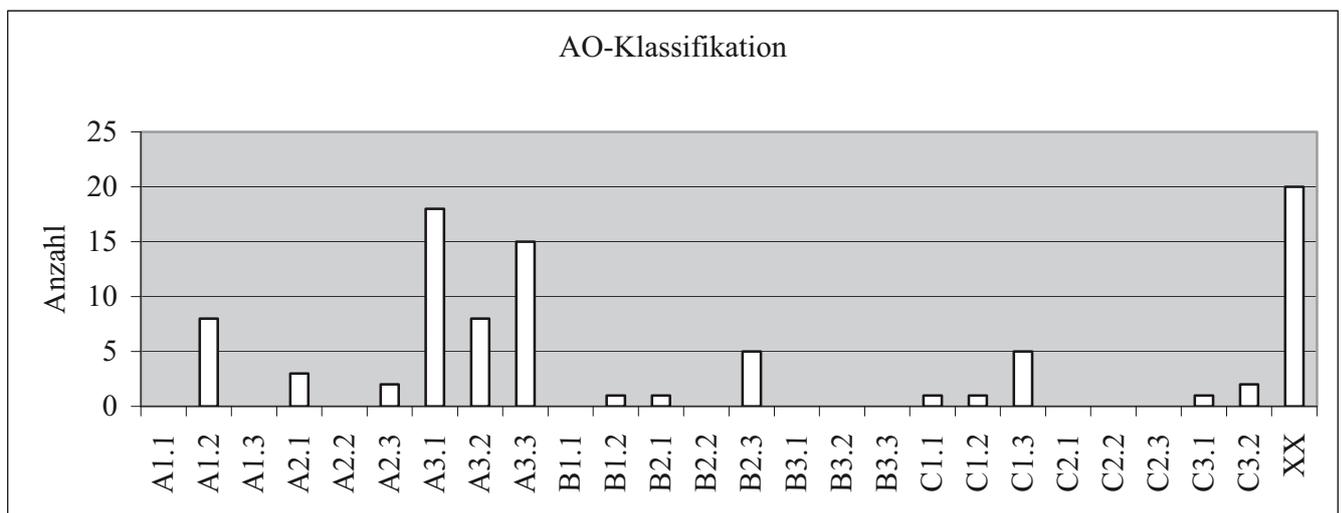


Abb. 7

XX : keine Auswertung möglich, da keine Unfallbilder vorlagen

Die häufigste Fraktur war bei 18 Patienten (19 %) eine Typ A3.1 Kompressionsfraktur, gefolgt von der Typ A3.3 Fraktur mit 16%. Bei 20 Patienten lagen keine Unfallbilder vor, so dass keine Klassifikation vorgenommen werden konnte.

5.11.2 Cobb Winkel

Die vertebrealen, lokalen und segmentalen Cobb - Winkel wurden bei 91 Patienten ausgemessen und die Mittelwerte errechnet, da von einigen Patienten nicht immer die kompletten Röntgendaten zu erheben waren.

Einige Daten konnten, zum Zeitpunkt der Studie, aufgrund des lückenhaften bzw. nicht verfügbaren radiologischen Bildmaterials, nicht immer durchgehend erhoben werden.

Folgende Zeitpunkte wurden betrachtet:

Unfall = erstes Röntgenbild oder CT-Rekonstruktion

Post-OP = erste postoperative Röntgenbilder

Prä-ME = vor der Metallentfernung durchgeführte Röntgenbilder

Post- ME = mindestens 6 Wochen nach der Metallentfernung durchgeführte Röntgenbilder

Mittelwerte der Cobb- und Delta Winkel von allen Patienten

Der Mittelwert des vertebrealen Cobb Winkels betrug zum Unfallzeitpunkt $14,2^\circ$ und wurde mit der Operation auf $8,1^\circ$ aufgerichtet. Der Wirbelkörper sinterte bis vor der Metallentfernung auf $9,6^\circ$ und nach der Metallentfernung auf weitere $10,3^\circ$.

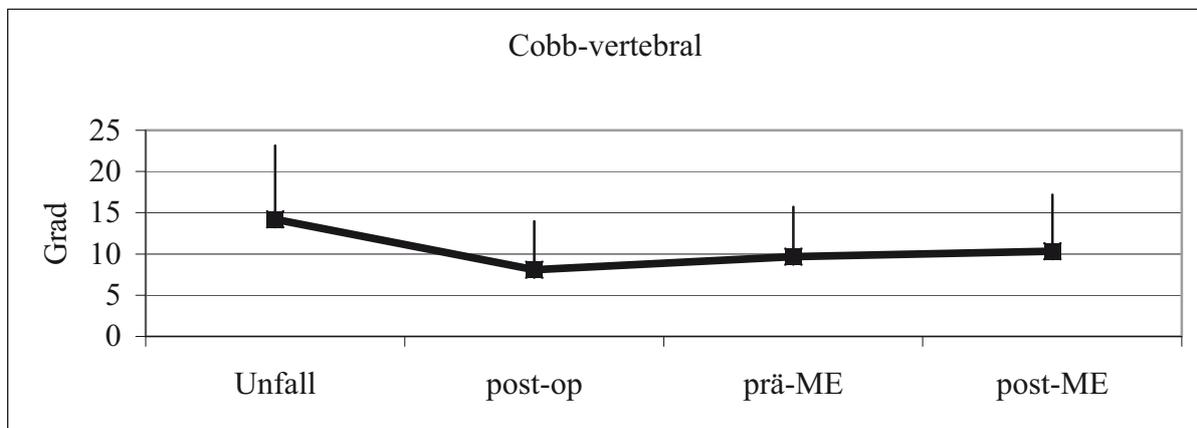


Abb. 8

Der Mittelwert des segmentalen Winkels war vor der Operation $15,0^\circ$ und wurde nach der Operation auf $8,9^\circ$ aufgerichtet. Der Winkel sinterte auf $12,7^\circ$ und nach der Metallentfernung noch deutlich weiter auf $15,7^\circ$.

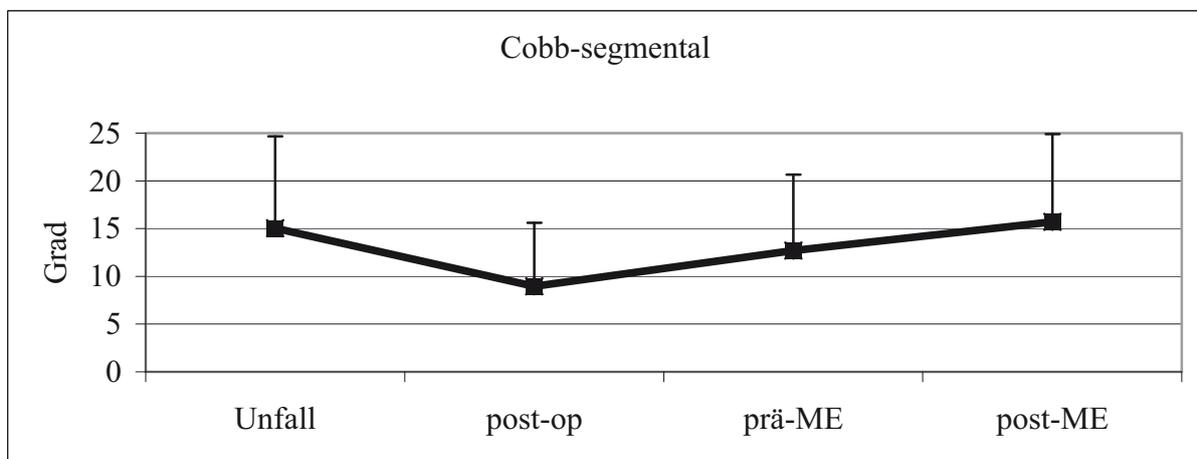


Abb. 9

Der Mittelwert des präoperativen lokalen Winkels wurde auf $11,5^\circ$ bemessen und verkleinerte sich nach der Operation auf $6,8^\circ$. Bis zur Entfernung des Metalls vergrößerte sich der Winkel auf $10,5^\circ$ und nach der Operation nochmals um 4° auf insgesamt $14,4^\circ$.

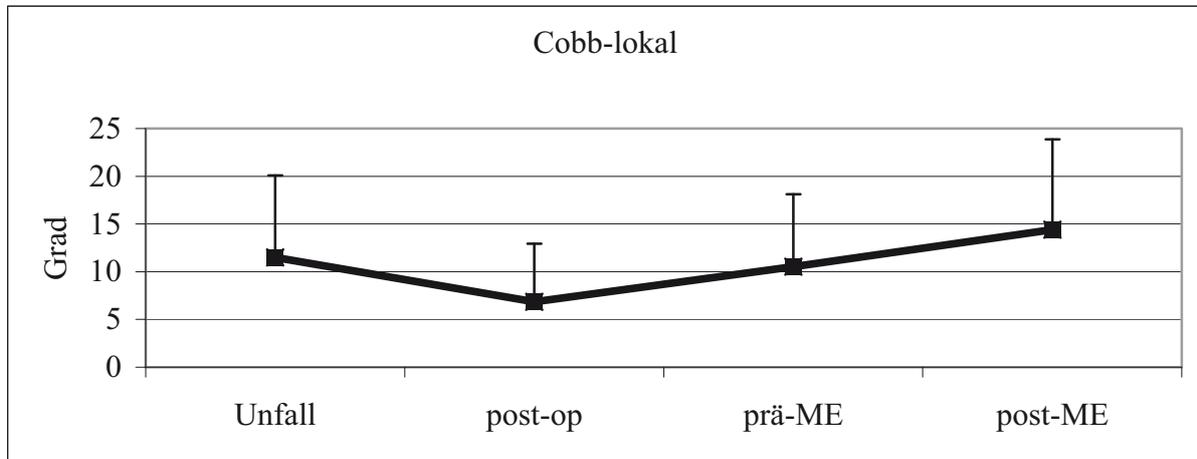


Abb. 10

Aus den ausgemessenen Mittelwerten der Cobb Winkel wurden die vertebralen, segmentalen und lokalen Delta- Winkel errechnet. Diese 3 Delta Winkel ergeben sich aus der Differenz der präoperativen und der postoperativen Winkel, der postoperativen und prä-ME Winkel und der prä-ME und post-ME Winkeldifferenz.

Der vertebrale Delta Wert der präoperativen und postoperativen Winkeldifferenz bemisst sich bei $7,09^\circ$ ($p < 0,05$). Die segmentale Differenz ist $6,68^\circ$ ($p < 0,05$) und der lokale Wert befindet sich bei $4,79^\circ$ ($p < 0,05$).

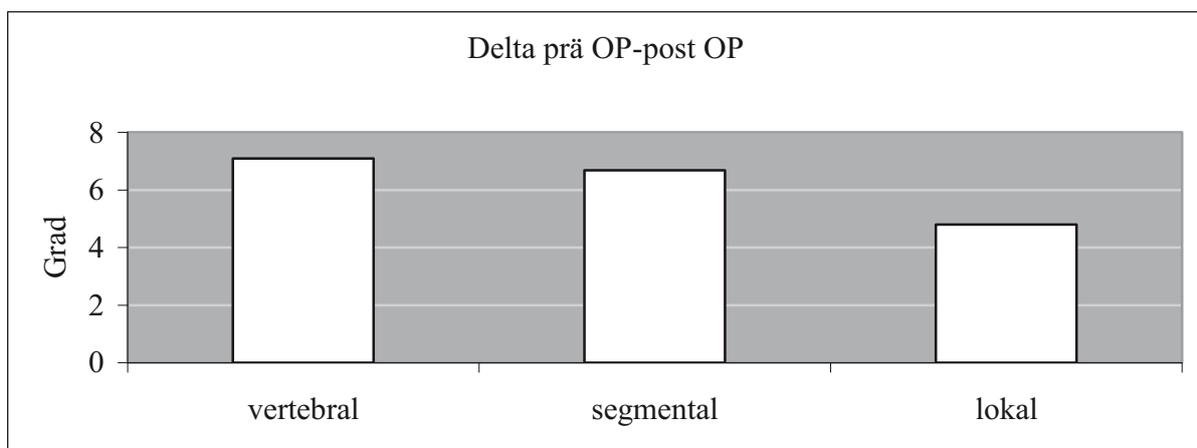


Abb. 11

Der vertebrale Delta-Winkel der postoperativen und prä-Metallentfernung Winkeldifferenz ist $-1,49^\circ$ ($p < 0,05$). Der segmentale Deltawinkel ist $-3,30^\circ$ ($p < 0,05$) und der lokale Wert bemisst sich bei $-3,53^\circ$ ($p < 0,05$).

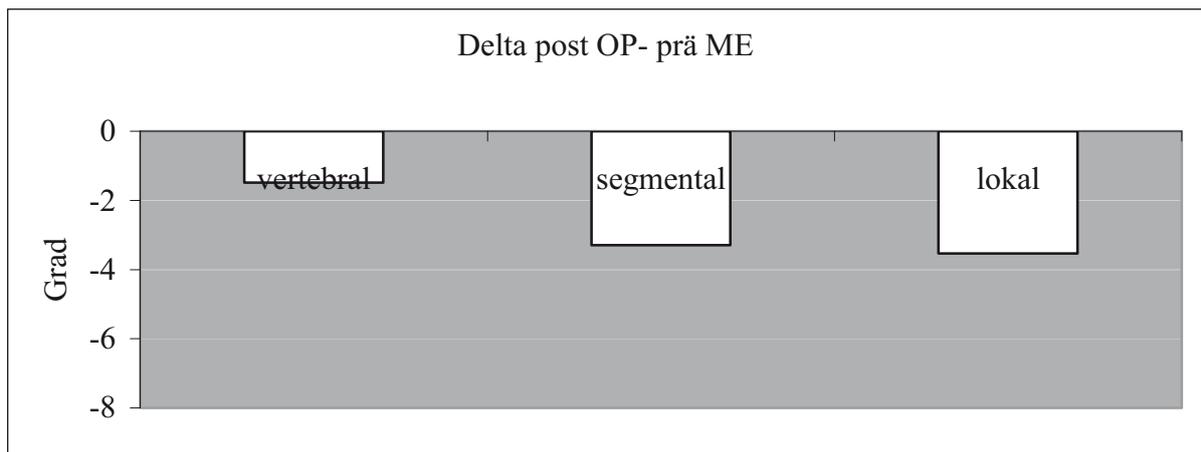


Abb. 12

Der vertebrale Delta-Winkel der prä-Metallentfernung und der post-Metallentfernungsdifferenz ist $-1,49^\circ$ ($p < 0,05$). Der segmentale Deltawinkel bemisst sich bei $-3,89^\circ$ ($p > 0,05$) und der lokale Winkel ist $-4,38^\circ$ ($p > 0,05$).

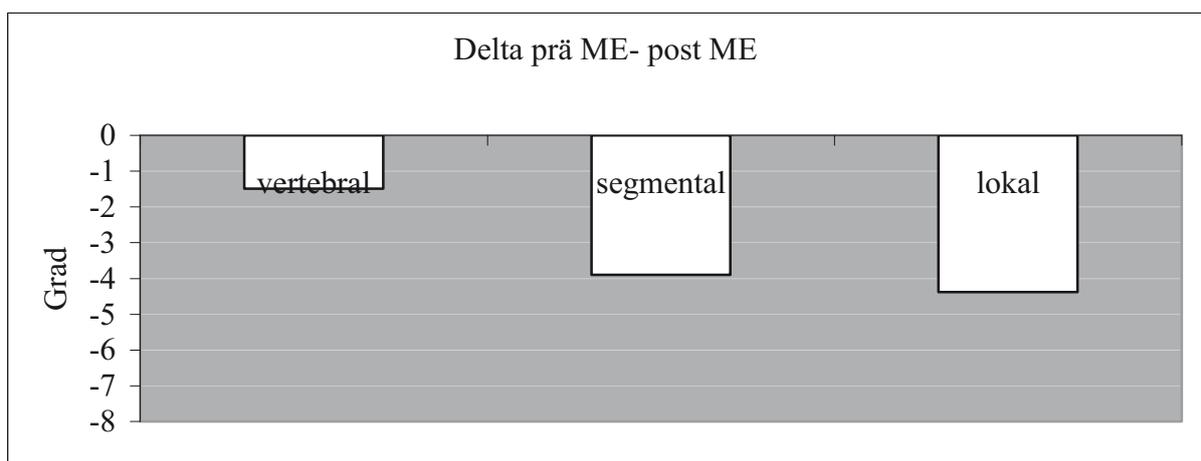


Abb. 13

Diese Ergebnisse belegen eindeutig, dass es nach der Metallentfernung zu einem nachträglichen Sinter kommt, welches vornehmlich im geschädigten kranialen Bandscheibenfach geschieht.

Cobb- Winkel mit gesamter Röntgenreihe

Von 21 Patienten konnte die gesamte Röntgenreihe ausgewertet werden, zum Vergleich dienen die folgenden Grafiken.

Der Mittelwert des vertebralen Cobb Winkels betrug zum Unfallzeitpunkt $16,14^\circ$ und wurde mit der Operation auf $7,66^\circ$ aufgerichtet. Der Wirbelkörper sinterte bis vor der Metallentfernung auf $8,71^\circ$ und nach der Metallentfernung auf weitere $10,38^\circ$.

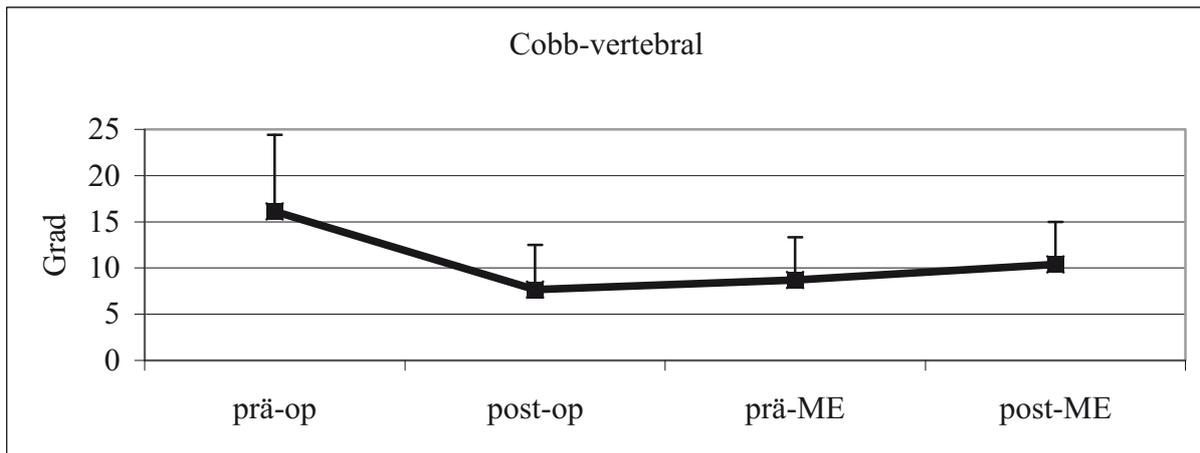


Abb. 14

Der Mittelwert des segmentalen Winkels war vor der Operation $16,80^\circ$ und wurde nach der Operation auf $8,24^\circ$ aufgerichtet. Der Winkel sinterte auf $10,76^\circ$ und nach der Metallentfernung auf $15,39^\circ$.

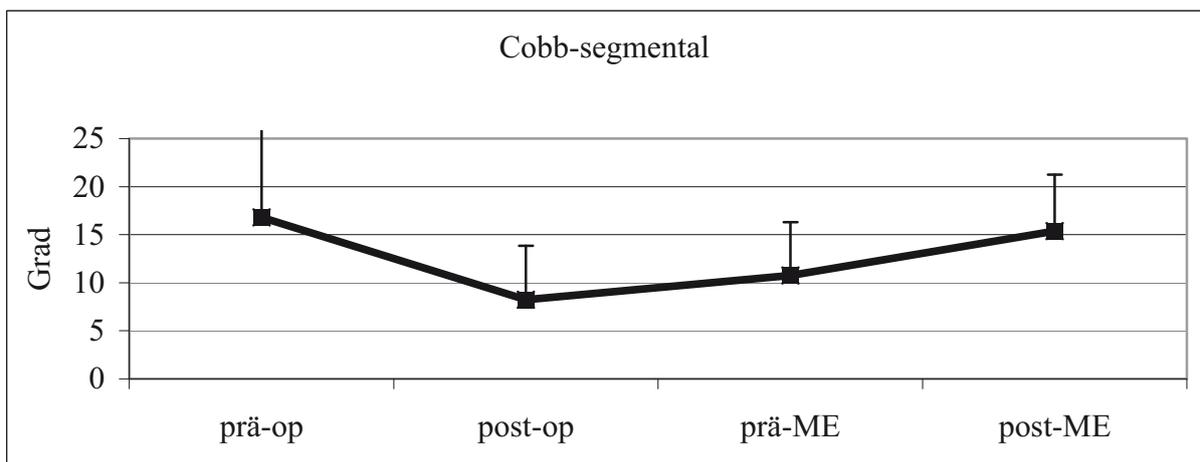


Abb. 15

Der Mittelwert des präoperativen lokalen Winkels wurde auf $12,52^\circ$ bemessen und verkleinerte sich nach der Operation auf $7,57^\circ$. Bis zur Entfernung des Metalls vergrößerte sich der Winkel auf $10,10^\circ$ und nach der Operation nochmals auf $14,95^\circ$.

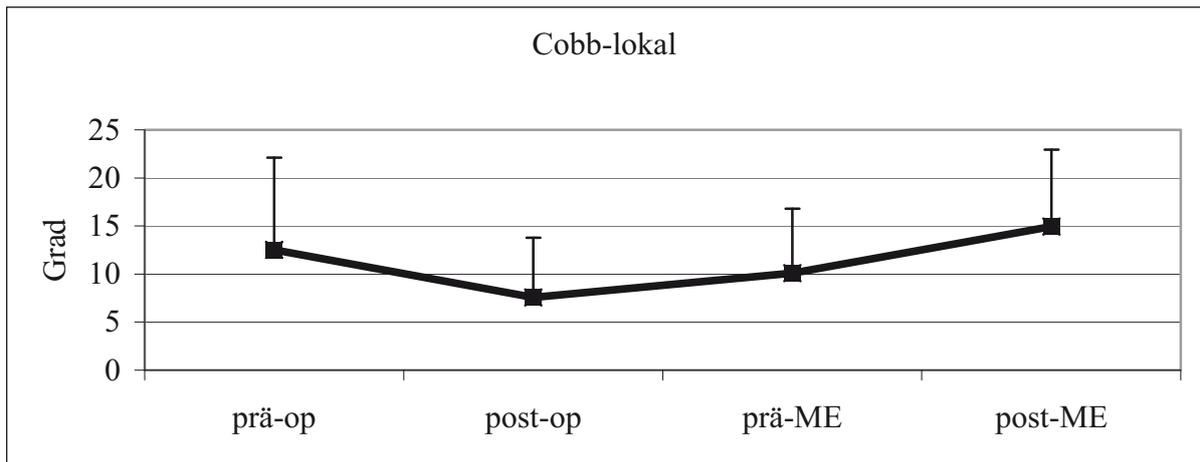


Abb. 16

Vergleich der Cobb- Winkel mit und ohne Spongiosaplastik

47 der Patienten wurden zusätzlich zu der dorsalen Operation mit dem Fixateur interne mit einer autologen Spongiosaplastik behandelt. Im Folgenden wird untersucht, ob es Unterschiede zwischen der Gruppe mit und der ohne Spongiosaplastik gibt. Die Anwendung der Spongiosaplastik erfolgte nicht randomisiert auf der Basis der jeweiligen Präferenz der Operateure.

Die **separate** Darstellung der Cobb Winkel mit und ohne Spongiosaplastik ergibt folgende Grafiken:

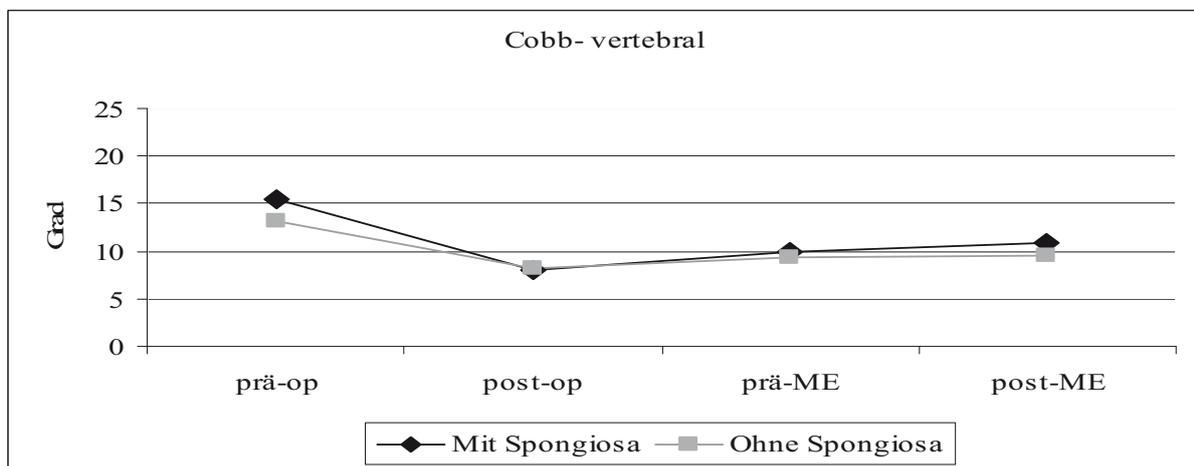


Abb. 17

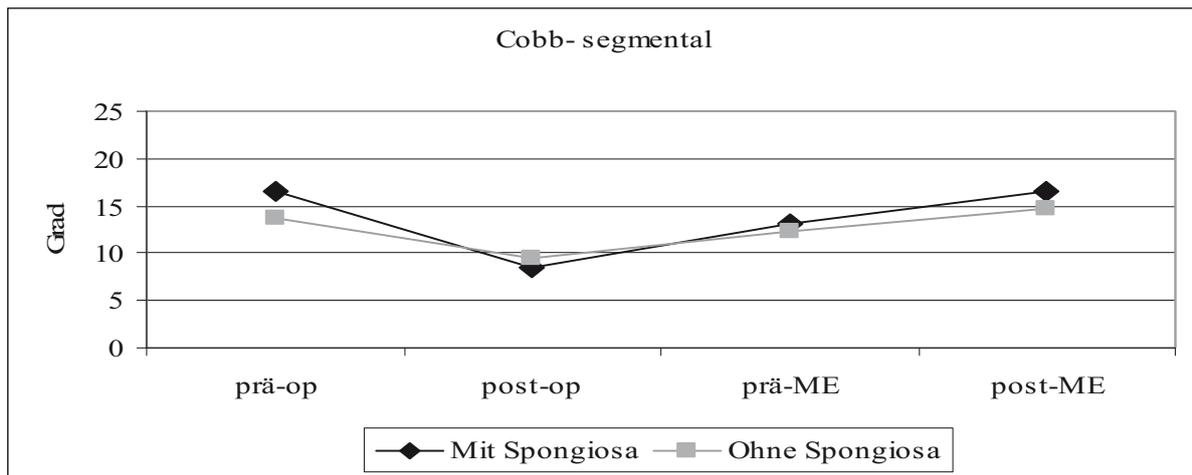


Abb. 18

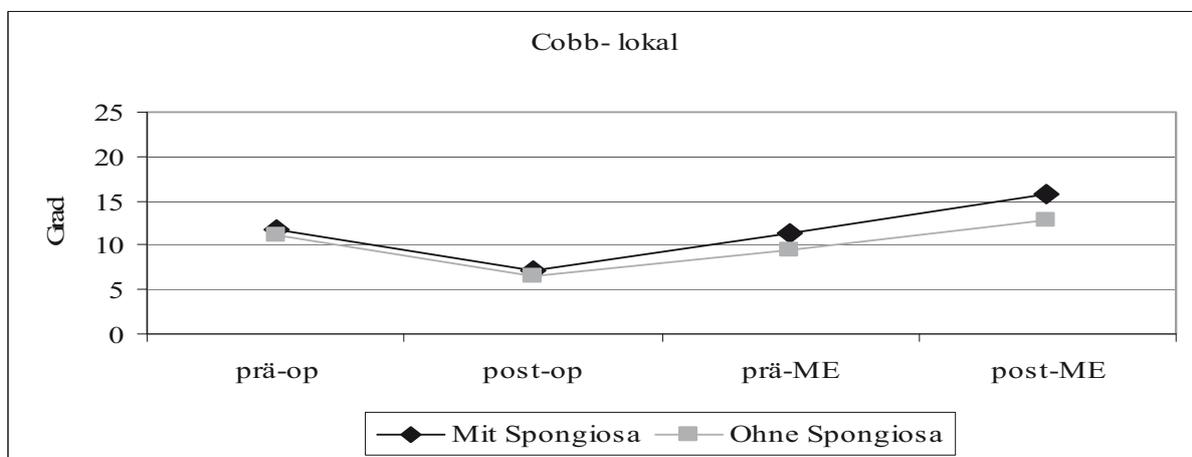


Abb. 19

Einfluss der Laminektomie

Cobb Winkel mit Laminektomie

14 Patienten wurden operativ zusätzlich mit der spinalen Dekompression behandelt. Die Messung der Winkel zeigt folgende Grafik.

Der Mittelwert des vertebralen Cobb Winkels betrug zum Unfallzeitpunkt $12,5^\circ$ und wurde mit der Operation auf $9,5^\circ$ aufgerichtet. Der Wirbelkörper sinterte bis vor der Metallentfernung auf $10,43^\circ$ und nach der Metallentfernung auf weitere $10,44^\circ$.

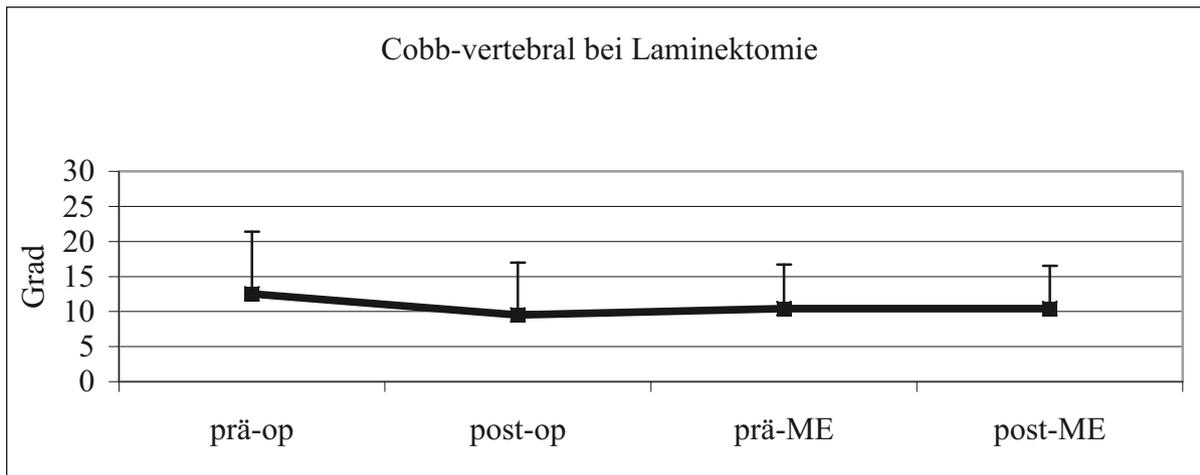


Abb. 20

Der Mittelwert des segmentalen Winkels war vor der Operation $14,9^\circ$ und wurde nach der Operation auf $10,25^\circ$ aufgerichtet. Der Winkel sinterte auf $12,57^\circ$ und nach der Metallentfernung auf $18,33^\circ$.

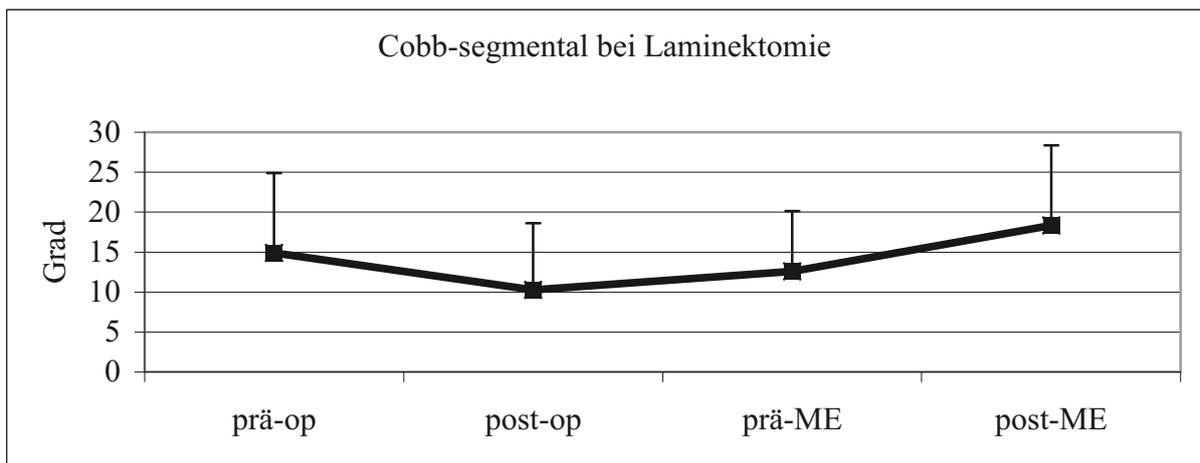


Abb. 21

Der Mittelwert des präoperativen lokalen Winkels wurde auf $10,8^\circ$ bemessen und verkleinerte sich nach der Operation auf $6,88^\circ$. Bis zur Entfernung des Metalls vergrößerte sich der Winkel auf $7,71^\circ$ und nach der Operation nochmals auf $16,11^\circ$.

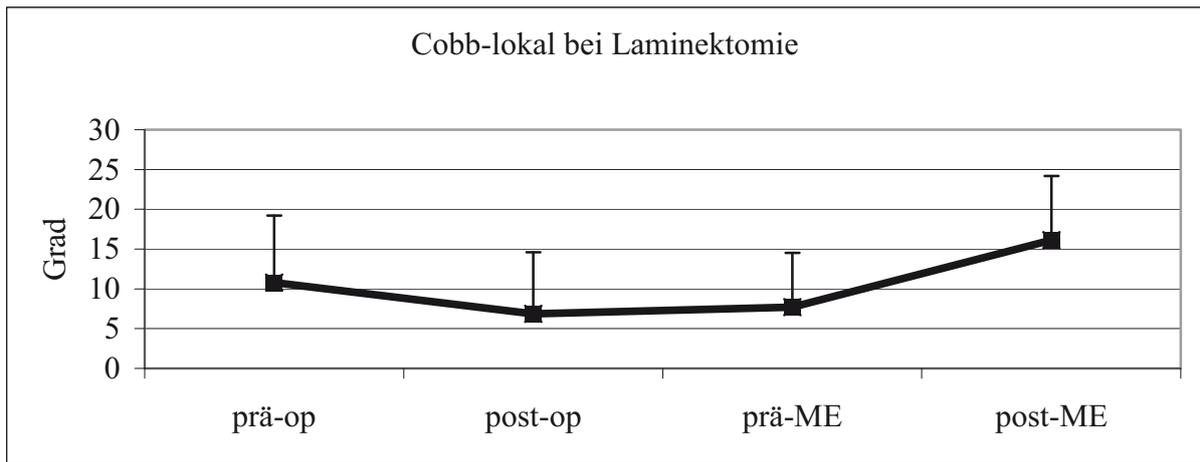


Abb. 22

Vergleich der Cobb Winkel bei Spongiosaplastik entweder mit oder ohne Laminektomie

Vergleicht man die Cobb Winkel der Patienten, die alle eine Spongiosaplastik erhalten haben und entweder zusätzlich eine Laminektomie oder keine Laminektomie erhalten haben, dann zeigt sich folgende Grafik.

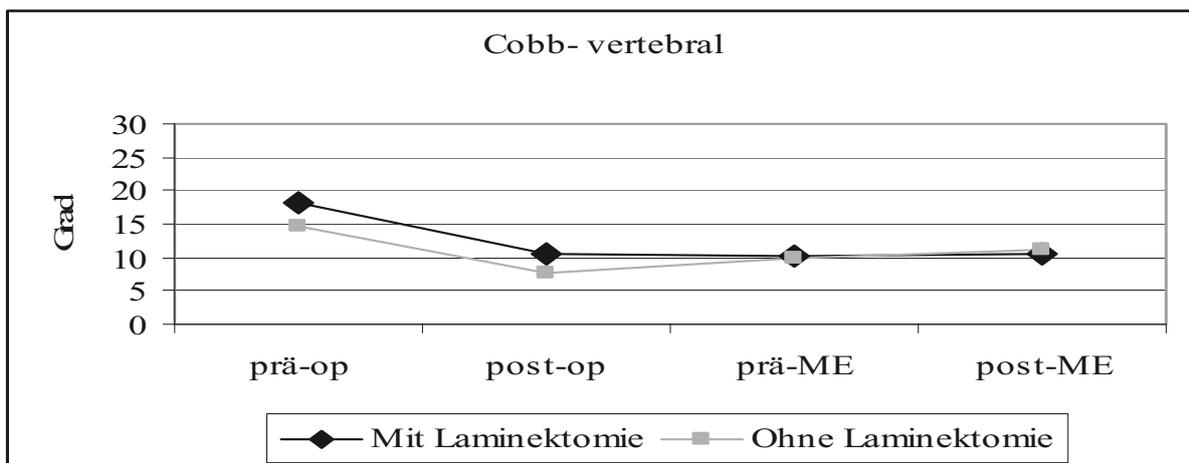


Abb. 23

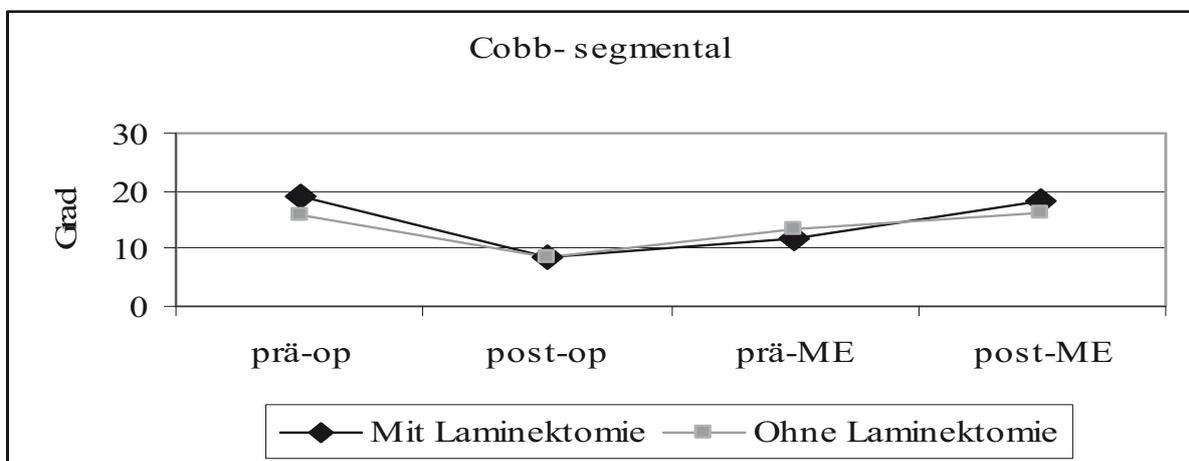


Abb. 24

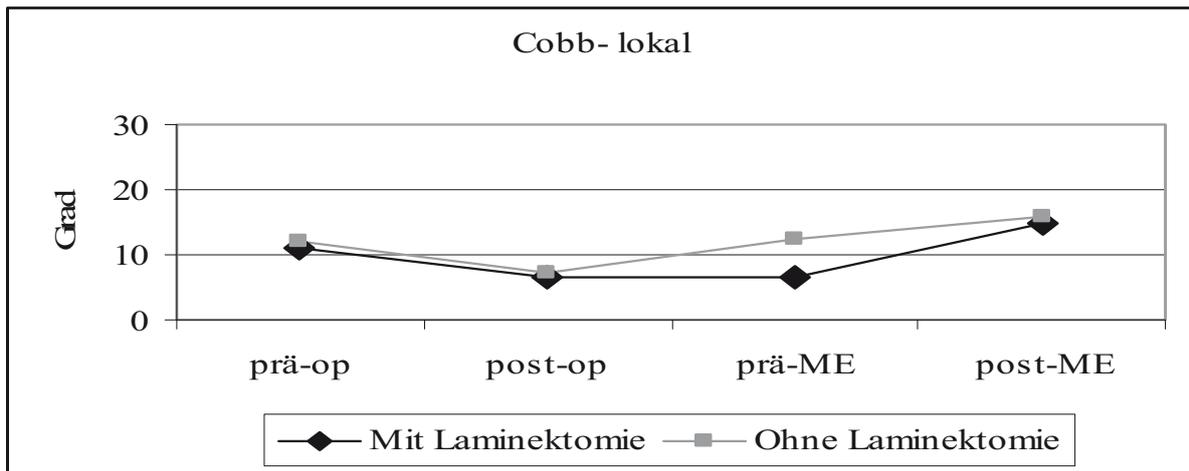


Abb. 25

5.12 Radiologisches Ergebnis in Korrelation zu Schmerzen bei der Nachuntersuchung

Die Ergebnisse der SF-36 Fragen wurden mit dem lokalen Cobb Winkel des Röntgenbildes korreliert, das nach der Metallentfernung aufgenommen wurde.

Dieser Korrelationskoeffizient beträgt 0,11807373.

6. Diskussion

Die Fraktur eines Wirbelkörpers im thorakolumbalen Übergang ist ein einschneidendes Ereignis mit einer langwierigen Heilungsphase. Es gibt verschiedene Therapiemöglichkeiten, wichtig ist dabei die richtige und beste Therapie dem Patienten individuell anzupassen.

Ziel der Studie war es, das postoperative radiologische Ergebnis, das Schmerzempfinden des Patienten und die Bewegungseinschränkungen zu ermitteln, um eine Aussage zu der Therapie und die klinischen und radiologischen Auswirkungen zu machen.

Stellt man die Ergebnisse noch einmal dar: So wird gesehen, dass bei den operativen Ergebnissen eine deutliche Sinterung nach der Entfernung des Implantates auftritt. Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der Untersuchung, dass die isolierte dorsale Instrumentierung und insbesondere auch nicht eine zusätzliche transpedikuläre Spongiosaplastik das Sintern der Wirbelkörper mit Ausbildung einer lokalen Kyphose verhindern kann. Es gibt jedoch keine Korrelation der Schmerzen, die mit dem SF-36 eruiert wurden, und den ausgewerteten radiologischen Winkelmessungen. Das Schmerzerlebnis der Patienten korreliert also nicht mit dem radiologischen Ergebnis. In der Literatur existieren ähnliche Ergebnisse. So wurde auch in einer Studie von Briem et al. [10] keine Korrelation zwischen den körperlichen Schmerzen mit dem Korrekturverlust beobachtet.

Die ermittelten Ergebnisse der Frakturlokalisierung und Unfallursache stimmen mit den Angaben der Literatur überein. So gilt ähnlich wie bei dem untersuchten Kollektiv der 1. Lendenwirbelkörper als die häufigste Frakturlokalisierung und der Sturz aus großer Höhe als die häufigste Ursache [10, 17, 28].

Es gibt verschiedene Argumente für und gegen die ventrale, dorsale und dorsoventrale Vorgehensweise. Bei dem rein ventralen Vorgehen ist der operative Aufwand nicht zu unterschätzen und insbesondere ist die Zugangsmorbidität im thorakolumbalen Bereich beim offenen Verfahren nicht unerheblich. Je nach Frakturlokalisierung müssen möglicherweise auch nur 2 Segmente/ Wirbelkörper fixiert werden. Im Gegensatz dazu, sind bei dem dorsalen Vorgehen der operative Aufwand und die Zugangsmorbidität geringer, es werden jedoch in der Regel 3 Segmente instrumentiert. Der dorsoventrale Zugangsweg ist im Gegensatz zum ventralen und dorsalen Vorgehen natürlich mit dem größten Aufwand verbunden. Häufig werden daher zusätzliche ventrale Versorgungen zweizeitig durchgeführt. Die zusätzliche Morbidität darf dabei nicht außer Acht gelassen werden. Aufgrund dessen wurde versucht den Zugangsweg mithilfe von minimal invasiven Verfahren und thorakoskopischer Visualisierung zu verkleinern. In der Studie von Briem et al. [9] konnten keine Unterschiede bezüglich der

Beschwerden und der Lebensqualität zwischen dem minimal invasivem und dem offenen Verfahren gesehen werden. In einer anderen Studie von Briem et al. konnte auch kein Unterschied bezüglich der Einheilung von thorakoskopisch eingebrachten und offen eingebrachten Spänen gefunden werden [8]. In der Untersuchung von Moll et al. wird die Osteointegration von autogenem Beckenkammspan und Knochenzement verglichen. Man sieht in beiden Gruppen eine Volumenabnahme und einen Korrekturverlust, der am ehesten durch resorptive Knochenumbauvorgänge auftritt. Es lässt sich zwischen beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied finden [28]. Somit bleibt auch bei den operativen Verfahren der optimale Weg und das optimale Implantat offen. Der Wirbelkörperersatz mit Cages stellt eine Alternative zum Beckenkammspan dar. Zusätzlich ist offen, ob Späne zusätzlich mit Platten ventral fixiert werden sollen.

Welches Operationsverfahren das Standardvorgehen bei Frakturen des thorakolumbalen Übergangs sein sollte ist umstritten. Bezüglich dieser Problematik gibt es verschiedene Meinungen. Ob nun das ventrale, das dorsale oder aber das kombinierte Vorgehen das Standardverfahren sein sollte, ist auch in der Literatur sehr unterschiedlich angegeben. Es gibt natürlich Meinungen, die sich für oder auch gegen die ventrale, dorsale und dorsoventrale Versorgung aussprechen. Dazu ist es aber sehr wichtig zu erwähnen, dass in der Literatur nur eine prospektive, randomisierte und vergleichende Studie von Alanay et al. [2] ermitteln werden konnte, wohl aber viele Sammelstudien und retrospektive Studien.

In dieser Studie wurde ausschließlich das dorsale operative Vorgehen angewendet, wobei ein Teil der Patienten zusätzlich mit einer transpedikulären Spongiosaplastik (51% der Patienten) versorgt wurden, dieses wurde jedoch nicht in randomisierten Gruppen durchgeführt. Vergleichen wir die Gruppen miteinander, die mit und ohne Spongiosaplastik behandelt wurden, sehen wir keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der klinischen Untersuchungsergebnisse und der radiologischen Ergebnisse. Das heißt, wie auch schon zu Anfang beschrieben, kann die transpedikuläre Spongiosaplastik das Sintern der Wirbelkörper nicht verhindern bzw. es kommt nicht zur Ausbildung eines Fusionswirbels. Bei allen drei Winkeln, vertebraler, segmentaler und lokaler Cobb - Winkel, haben wir einen Korrekturverlust darstellen können. Der Korrekturverlust errechnet sich als die Differenz von den postoperativen Winkeln zu den nach der Materialentfernung ermittelten Winkeln. Man sieht vertebral einen Verlust von **2,25°**, segmental **6,78°** und lokal **7,55°**. Lediglich bei dem vertebralen Winkel kann man insgesamt einen Korrekturgewinn von **3,87°** sehen. Dieser errechnet sich aus der Differenz des direkt nach dem Unfall gemessenen Winkels und dem Winkel nach der erfolgten Materialentfernung.

Segmentaler und lokaler Cobb Winkel erzielen keinen Nettogewinn. Daraus lässt sich eindeutig schließen, dass der frakturierte Wirbelkörper von dorsal zumindest partiell stabil zur Ausheilung gebracht werden kann, aber insbesondere im kranial angrenzenden Bandscheibenfach eine irreversible Schädigung entsteht, die hauptsächlich für den Korrekturverlust verantwortlich ist.

Welche klinischen Auswirkungen hat der Korrekturverlust? Wie in den Ergebnissen schon erwähnt, ergibt sich als Korrelationskoeffizient von lokalem Cobb Winkel zu Schmerzangabe der Patienten mit Hilfe des SF-36: 0,11807373. Das heißt, dass es keine Korrelation zwischen der Sinterung und den Schmerzangaben der Patienten gibt.

Im Internet wurde anhand von verschiedenen Suchbegriffen nach Literatur gesucht. Mit den Suchbegriffen 'spine fracture bone graft', 'spine fracture transpedicular', 'spine fracture spongiosa' und 'thoracolumbar fracture' wurden auf der Internetseite www.pubmed.com 378 Artikel gefunden. Von diesen Artikeln konnten 25 Artikel als Vergleich zu dieser Studie herangezogen werden.

Das Prinzip und die Überlegung von Daniaux, der transpedikulären Spongiosaplastik, war die Behandlung der verletzten Wirbelsäule und die Wiederherstellung der statischen, dynamischen und protektiven Funktion der Wirbelsäule.

Die durch die Fraktur bzw. instrumentelle Reposition entstandene Höhle wird mit autologer Spongiosa aufgefüllt, was eine rasche knöcherne Konsolidierung sichern soll. Zusätzlich wird transpedikulär das kranial angrenzende Bandscheibenfach ausgeräumt und mit Spongiosa aufgefüllt, um die Ausbildung eines Fusionswirbels zu erzielen.

Die Überlegung von Daniaux kann in den Ergebnissen unseres Patientenkollektivs nicht nachvollzogen werden. Die Spongiosaplastik erfüllt in dem nachuntersuchten Kollektiv nicht diese Erwartungen und bringt keinen positiven Effekt. Darüber hinaus äußern 34 % der Patienten Beschwerden an der Spongiosaentnahmestelle. In zwei Studien von Briem [9,10] geben auch 9 von 19, bzw. 37 % der Patienten Beschwerden an der Spongiosaentnahmestelle (Späne) an. In einer anderen Studie [4] werden auch bei 2 von 29 Patienten Schmerzen an der Entnahmestelle beschrieben. Somit ist der Entnahme von Spongiosa am Beckenkamm eine gewisse Morbidität zuzuweisen.

Laut Literatur zeigt Knop et al. [17] in seiner retrospektiven Studie auch keine signifikante Korrelation zwischen dem Korrekturverlust und dem klinischen Outcome in einer Patientengruppe, die allein von dorsal instrumentiert und mit transpedikulärer

Spongiosaplastik behandelt wurden. Andress et al. kommen auch zu dem Erkenntnis, dass die transpedikuläre Spongiosaplastik den Korrekturverlust der Wirbelkörper nicht verhindern kann [4]. In beiden Gruppen, die beide von dorsal instrumentiert werden und jeweils mit oder ohne Spongiosaplastik behandelt werden, kommt es zu einem Korrekturverlust.

In der einzigen prospektiven randomisierten Studie von Alanay et al. [2] wird auch zu dem Ergebnis gekommen, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten, die mit Spongiosaplastik und ohne transpedikulärer Spongiosaplastik versorgt wurden, gefunden werden konnte.

In den folgenden 7 Artikeln wurden zwei Gruppen, jeweils eine mit transpedikulärer Spongiosaplastik behandelten Patienten und eine Gruppe ohne transpedikulär operierten Patienten miteinander verglichen, die alle von dorsal instrumentiert wurden:

In der retrospektiven Studie von Andress et al. [4] wird vermerkt, dass die Spongiosaplastik den Korrekturverlust nicht verhindern kann.

Alanay et al. [2] zeigt in seiner prospektiven Studie auch keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen, sowohl radiologisch als auch im klinischen Outcome. Beide Gruppen zeigen Korrekturverluste in der radiologischen Auswertung.

Die von Knop et al. [16] veröffentlichte große DGU-Sammelstudie zeigt einen postoperativ gut aufgerichteten Wirbelkörper. Sie verzeichneten aber trotzdem einen Korrekturverlust. Knop spricht sich nicht für ein Verfahren aus, da die Datenlage noch nicht ausreichend ist. In einer anderen Studie von Knop et al. [19] sprechen sie sich gegen die dorsale Instrumentierung mit transpedikulärer Spongiosaplastik und für die dorsoventrale Instrumentierung aus. Besonders bei Frakturen mit Verletzung der vorderen Säule.

Liljenqvist et al. [26] favorisiert die dorsale Instrumentierung mit Spongiosaplastik bei Flexions-Distraktions- und Flexions-Kompressions-Verletzungen. Bei Verletzung aller 3 Säulen empfiehlt er ein dorsoventrales Vorgehen.

Resch et al. [31] zeigt keinen Unterschied im Korrekturverhalten zwischen den Patienten mit und ohne interkorporeller Spongiosaplastik. Konservativ behandelte Patienten zeigten einen stärkeren röntgenologischen Korrekturverlust, der sich aber klinisch nicht auswirkte. So dass sie also aufgrund Ihrer Datenlage folgern, dass man bei einigen stabilen Typ A-Frakturen die Patienten konservativ therapieren sollte. Aber bei komplexen Typ A-Frakturen und bei jungen Patienten sollte man operativ vorgehen.

In der Studie von Stromsoe et al. [37] sieht man auch keine Korrelation zwischen dem radiologischen Korrekturverlust und dem Outcome des Patienten.

In der prospektiven Studie von Alanay et al. [2] sieht man ebenfalls wie in der dargestellten Nachuntersuchung, dass sich keine signifikanten Unterschiede zwischen dorsal instrumentierten Patienten mit oder ohne zusätzliche transpedikulären Spongiosaplastik zeigen. Beide Gruppen hatten ebenfalls keine Unterschiede bezüglich der radiologischen Ergebnisse und des klinischen Outcome der Patienten. In beiden Gruppen kommt es zu einem Sintern der Wirbelkörper.

Zusammenfassend kann man also sagen, dass die Spongiosaplastik keinen positiven Effekt auf das Endresultat hat. Es besteht aber eine weit gestreute Meinung über das optimale Therapieverfahren und keine Klarheit darüber, welcher Korrekturverlust klinisch relevant ist.

In der prospektiven Studie von Alanay et al. [2] sieht man, dass sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ergeben. Beide Gruppen wurden dorsal instrumentiert, aber die eine Gruppe wurde noch zusätzlich mit einer transpedikulären Spongiosaplastik behandelt. Jedoch zeigen beide Gruppen keine Unterschiede bezüglich der radiologischen Ergebnisse und dem klinischen Outcome der Patienten. In beiden Gruppen kommt es zu einem Sintern der Wirbelkörper.

In dieser Studie kommt man zu dem gleichen Ergebnis, dass die Spongiosaplastik keinen relevanten Unterschied zeigen kann und zu dem noch bei ca. 30% der Patienten Beschwerden an der Spongiosaentnahmestelle auftreten.

Der Korrekturverlust in unserer Studie zeigt sich am größten mit $7,55^\circ$ im lokalen Cobb Winkel. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die kranial und kaudal gelegenen Zwischenwirbelscheiben sintern. Dies kann wie oben erwähnt weder durch die dorsale Instrumentierung noch durch die transpedikuläre Spongiosaplastik verhindert werden.

Knop et al. [17] beobachteten einen Korrekturverlust von $7,8^\circ$ im lokalen Cobb Winkel. In der vergleichenden Studie von Knop et al. [18] sieht man keinen signifikanten Unterschied zwischen einer nur instrumentell stabilisierten und einer mit transpedikulärer Spongiosaplastik versorgten Gruppe. Die Gruppe zeigte sogar einen größeren Korrekturverlust mit $10,6^\circ$ im Gegensatz zu $8,7^\circ$. Somit decken sich unsere Befunde sehr gut mit den Daten in der Literatur, was sich auch in der folgenden systematischen Literaturanalyse widerspiegelt:

Studien zur dorsalen Instrumentierung von Wirbelkörperfrakturen:

Studie	Behandlungsmethoden	Korrekturverlust Cobb	Korrekturgewinn Cobb	
[17]	dorsal + Spongiosaplastik	lokal 7,8°	lokal 4°	
[4]	dorsal +/- Spongiosaplastik	segmental 6°	segmental kein Gewinn	
	dorsal + Spongiosaplastik	segmental 7,5°	segmental 0,5°	
	dorsal – Spongiosaplastik	segmental 3°	segmental kein Gewinn	
[23]	dorsal + Spongiosaplastik	vertebral 1,4°	vertebral 10,7°	
		lokal 8,9°	lokal 0,7°	
[2]	dorsal + Spongiosaplastik	lokal 6°	lokal 10,6°	
	<i>dorsal – Spongiosaplastik</i>	lokal 9°	lokal 10,2°	
[13]	dorsal	lokal 11,7°	lokal kein Gewinn	
[7]	dorsal + Spongiosaplastik	lokal 6,1°	lokal 4,5°	
[38]	dorsal + Spongiosaplastik	vertebral 1,4°	vertebral 10,1°	
		segmental 11,6°	segmental 5,1°	
		lokal 7,7°	lokal 6°	
	dorsal - Spongiosaplastik	vertebral 4,1°	vertebral 9,7°	
		segmental 9,9°	segmental 4,2°	
		lokal 6,3°	lokal 7°	
[3]	dorsal + Spongiosaplastik	lokal 10,2°	lokal 11,7°	
	dorsal - Spongiosaplastik	lokal 9,5°	lokal 11,8°	
[18]	dorsal + Spongiosaplastik	lokal 10,6°	lokal 3,8°	
	dorsal - Spongiosaplastik	lokal 8,7°	lokal 11,5°	
[26]	dorsal +/- Spongiosaplastik (Flexion – Kompression - Verletzung)	vertebral	kein Verlust vertebra	10°
		segmental	5°	segmental 5°
		lokal	2°	lokal 3,7°
	dorsal +/- Spongiosaplastik (Flexion – Distraction - Verletzung)	segmental	1,5°	segmental 14,5°
		lokal	8°	lokal 7°
	dorsal +/- Spongiosaplastik (Rotations – Verletzung)	segmental	9,5°	segmental 1,5°
	lokal	10°	lokal 5°	
[30]	dorsal	vertebral	kein Verlust vertebra	4,4°
	initial Winkel<20°	lokal	5,6°	lokal 2,2°
	dorsal	vertebral	kein Verlust vertebra	2°
	initial Winkel>20°	lokal	13°	lokal kein Gewinn
[24]	dorsal + Spongiosaplastik	vertebral 1,3°	vertebral 7,7°	
		lokal 7,9°	lokal 0,3°	

[23]	dorsal + Spongiosaplastik	vertebral	1,4°	vertebral	10,7°
		lokal	8,9°	lokal	0,7°
[31]	dorsal +/- Spongiosaplastik	vertebral	3°	vertebral	8,3°
	(nur A - Frakturen)	lokal	12,2°	lokal	2,3°
	dorsal +/- Spongiosaplastik	vertebral	3,1°	vertebral	8,4°
	(alle Frakturen)	lokal	8,7°	lokal	kein Gewinn
	konservativ	vertebral	4,5°	vertebral	1,6°
		lokal	7,5°	lokal	kein Gewinn
[37]	dorsal +/- Spongiosaplastik	segmental	5°	segmental	keine Angabe
[36]	dorsal + Spongiosaplastik	vertebral	2°	vertebral	7°
		lokal	10°	lokal	1°
	dorsal – Spongiosaplastik	vertebral	3,5°	vertebral	5,3°
		lokal	11°	lokal	kein Gewinn
[21]	dorsal + Spongiosaplastik	vertebral	5,6°	vertebral	kein Gewinn
		lokal	12,9°	lokal	kein Gewinn
[34]	ventral	lokal	1,9°	lokal	13,4°

Tabelle 12

Um nun eine Aussage machen zu können, welches operative Verfahren als Standardverfahren angewendet werden sollte, müsste man Ergebnisse einer Untersuchung haben, die randomisiert und prospektiv das dorsale operative Vorgehen mit dem dorsoventralen Vorgehen vergleicht. Eine solche Studie liegt aber aktuell nicht vor und es ist auch kein entsprechendes Studienprotokoll publiziert, so dass die Diskussion auch weiter die Fachwelt beschäftigen wird. Die transpedikuläre Spongiosplastik gilt aber zu Recht als ineffektives Verfahren und wird zunehmend verlassen

7. Zusammenfassung

Die retrospektive Studie umfasst 107 Patienten, denen ein Fixateur interne an der Klinik für Unfallchirurgie der Universitätsklinik Essen implantiert wurden.

Mittels standardisierten Fragebögen wurden die Daten des prä-, intra-, und postoperativen Status zusammengefasst und durch die Nachuntersuchungsdaten ergänzt. Insgesamt wurden 51 Patienten nachuntersucht.

In den durchgeführten körperlichen Untersuchungen sieht man, dass es bei den Patienten zu keiner Einbuße der funktionellen Beweglichkeit der Wirbelsäule kommt.

Trotz operativer Therapie, mittels dorsaler Instrumentierung, kommt es zu einer Sinterung der Wirbelkörper. Die Spongiosaplastik kann dies als zusätzliche Methode auch nicht verhindern.

Jedoch ist es auch offensichtlich, dass die Spongiosaplastik bei einem beträchtlichen Anteil der Patienten (31 %) Beschwerden verursacht.

Wichtig ist die Tatsache, dass es keine Korrelation zwischen der Schmerzwahrnehmung und der radiologisch gemessenen Werte gibt. Erstaunlicher Weise ist die Schmerzwahrnehmung geringer als man anhand der radiologischen Sinterung vermuten würde.

Um die Frage der bestmöglichen operativen Therapie und operativen Zugangsmöglichkeit beantworten zu können, muss daran erinnert werden, dass es viel zu wenige prospektiv randomisierte Studien gibt, die uns eine bessere Datenlage und Auswertung ermöglichen würden.

8. Literaturverzeichnis

1. Acaroglu ER, Schwab FJ, Farcy JP.
Simultaneous anterior and posterior approaches for correction of late deformity due to thoracolumbar fractures.
Eur Spine J. 1996;5(1):56-62.
2. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Aksoy C, Surat A.
The effect of transpedicular intracorporeal grafting in the treatment of thoracolumbar burst fractures on canal remodeling.
Eur Spine J. 2001 Dec;10(6):512-6.
3. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Oznur A, Surat A.
Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure?
Spine. 2001 Jan 15;26(2):213-7.
4. Andress HJ, Braun H, Helmberger T, Schurmann M, Hertlein H, Hartl WH.
Long-term results after posterior fixation of thoraco-lumbar burst fractures.
Injury. 2002 May;33(4):357-65.
5. Badke A, Jedrusik P, Feiler M, Dammann F, Claussen CD, Kaps HP, Weise K.
[CT-based assessment score after ventral spondylodesis for thoracolumbar spine fracture]
Unfallchirurg. 2006 Feb;109(2):119-24. German.
6. Bastian L, Knop C, Lange U, Blauth M.
[Transpedicular implantation of screws in the thoracolumbar spine. Results of a survey of methods, frequency and complications]
Orthopade. 1999 Aug;28(8):693-702. Review. German.
7. Boucher M, Bhandari M, Kwok D.
Health-related quality of life after short segment instrumentation of lumbar burst fractures.
J Spinal Disord. 2001 Oct;14(5):417-26.
8. Briem D, Windolf J, Lehmann W, Begemann PG, Meenen NM, Rueger JM, Linhart W.
[Bone grafts endoscopically applied to the spine. Results and therapeutic consequences.]
Unfallchirurg. 2004 Dec;107(12):1152-61. German.
9. Briem D, Linhart W, Lehmann W, Bullinger M, Schoder V, Meenen NM, Windolf J, Rueger JM.
[Investigation of the health-related quality of life after a dorso ventral stabilization of the thoracolumbar junction]
Unfallchirurg. 2003 Aug;106(8):625-32. German.
10. Briem D, Rueger JM, Linhart W.

[Osseous integration of autogenous bone grafts following combined dorso-ventral instrumentation of unstable thoracolumbar spine fractures]
Unfallchirurg. 2003 Mar;106(3):195-203. German.

11. Christodoulou A, Ploumis A, Terzidis I, Pournaras I.
Vertebral body reconstruction with injectable hydroxyapatite cement for the management of unstable thoracolumbar burst fractures: a preliminary report.
Acta Orthop Belg. 2005 Oct;71(5):597-603.
12. Denis F (1983)
The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine 8: 817-831
13. Eysel P, Hopf C, Furderer S.
[Kyphotic deformation in fractures of the thoracic and lumbar spine]
Orthopade. 2001 Dec;30(12):955-964. German.
14. Finkelstein JA, Chapman JR, Mirza S.
Anterior cortical allograft in thoracolumbar fractures.
J Spinal Disord. 1999 Oct;12(5):424-9.
15. Godlewski P, Mazurkiewicz T.
[Preliminary evaluation of the efficacy of transpedicular refilling of spongiosa loss with autologous grafts in thoraco-lumbar vertebral bodies using the Daniaux method]
Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol. 1999;64(3):265-71. Polish.
16. Josten C, Katscher S, Gonschorek O.
[Treatment concepts for fractures of the thoracolumbar junction and lumbar spine]
Orthopade. 2005 Oct;34(10):1021-32. Review. German.
17. Knop C, Fabian HF, Bastian L, Rosenthal H, Lange U, Zdichavsky M, Blauth M.
Fate of the transpedicular intervertebral bone graft after posterior stabilisation of thoracolumbar fractures.
Eur Spine J. 2002 Jun;11(3):251-7. Epub 2002 Jan 11.
18. Knop C, Fabian HF, Bastian L, Blauth M.
Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting.
Spine. 2001 Jan 1;26(1):88-99.
19. Knop C, Blauth M, Bastian L, Lange U, Kesting J, Tscherne H.
[Fractures of the thoracolumbar spine. Late results of dorsal instrumentation and its consequences]
Unfallchirurg. 1997 Aug;100(8):630-9. Review. German.
20. Kossmann T, Ertel W, Platz A, Trentz O.
[Combined surgery for fractures of the thoraco-lumbar junction using the inlay-span method]
Orthopade. 1999 May;28(5):432-40. Review. German.
21. Kramer DL, Rodgers WB, Mansfield FL.

- Transpedicular instrumentation and short-segment fusion of thoracolumbar fractures: a prospective study using a single instrumentation system.
J Orthop Trauma. 1995;9(6):499-506.
22. Leferink VJ, Zimmerman KW, Veldhuis EF, ten Vergert EM, ten Duis HJ.
Thoracolumbar spinal fractures: radiological results of transpedicular fixation combined with transpedicular cancellous bone graft and posterior fusion in 183 patients.
Eur Spine J. 2001 Dec;10(6):517-23.
 23. Leferink VJ, Keizer HJ, Oosterhuis JK, van der Sluis CK, ten Duis HJ.
Functional outcome in patients with thoracolumbar burst fractures treated with dorsal instrumentation and transpedicular cancellous bone grafting.
Eur Spine J. 2003 Jun;12(3):261-7. Epub 2003 Mar 21.
 24. Liljenqvist U, Mommsen U.
[Surgical treatment of thoracolumbar spinal fractures with internal fixator and transpedicular spongiosa-plasty]
Unfallchirurgie. 1995 Feb;21(1):30-9. German.
 25. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S (1994)
A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J 3:184-201
 26. Moll R, Schindler G, Weckbach A.
[Evaluation of ventral stabilization techniques for thoracolumbar fractures by helical computer tomography]
Rofo. 2002 Jul;174(7):880-6. German.
 27. Mikles MR, Stchur RP, Graziano GP.
Posterior instrumentation for thoracolumbar fractures.
J Am Acad Orthop Surg. 2004 Nov-Dec;12(6):424-35. Review.
 28. Oertel J, Niendorf WR, Darwish N, Schroeder HW, Gaab MR.
Limitations of dorsal transpedicular stabilization in unstable fractures of the lower thoracic and lumbar spine: an analysis of 133 patients.
Acta Neurochir (Wien). 2004 Aug;146(8):771-7. Epub 2004 May 17.
 29. Resch H, Rabl M, Klampfer H, Ritter E, Povacz P.
[Surgical vs. conservative treatment of fractures of the thoracolumbar transition]
Unfallchirurg. 2000 Apr;103(4):281-8. German.
 30. Rohlmann A, Bergmann G, Graichen F, Weber U.
Changes in the loads on an internal spinal fixator after iliac-crest autograft.
J Bone Joint Surg Br. 2000 Apr;82(3):445-9.
 31. Rüter A, Trentz O, Wagner M
Unfallchirurgie, Urban und Fischer 2. Auflage 2004, Elsevier GmbH
 32. Sasso RC, Renkens K, Hanson D, Reilly T, McGuire RA Jr, Best NM.
Unstable thoracolumbar burst fractures: anterior-only versus short-segment posterior fixation.

J Spinal Disord Tech. 2006 Jun;19(4):242-8.

33. Schultheiss M, Sarkar M, Arand M, Kramer M, Wilke HJ, Kinzl L, Hartwig E. Solvent-preserved, bovine cancellous bone blocks used for reconstruction of thoracolumbar fractures in minimally invasive spinal surgery-first clinical results. *Eur Spine J.* 2005 Mar;14(2):192-6. Epub 2004 Jul 10.
34. Speth MJ, Oner FC, Kadic MA, de Klerk LW, Verbout AJ. Recurrent kyphosis after posterior stabilization of thoracolumbar fractures. 24 cases treated with a Dick internal fixator followed for 1.5-4 years. *Acta Orthop Scand.* 1995 Oct;66(5):406-10.
35. Stromsoe K, Hem ES, Aunan E. Unstable vertebral fractures in the lower third of the spine treated with closed reduction and transpedicular posterior fixation: a retrospective analysis of 82 fractures in 78 patients. *Eur Spine J.* 1997;6(4):239-44.
36. Walchli B, Heini P, Berlemann U. [Loss of correction after dorsal stabilization of burst fractures of the thoracolumbar junction. The role of transpedicular spongiosa plasty] *Unfallchirurg.* 2001 Aug;104(8):742-7. German.
37. White AA 3rd, Panjabi MM. *Clinical biomechanics of the spine.* Philadelphia: Lippincott; 1990.

9. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die durch Ihre Unterstützung zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Insbesondere möchte ich dabei folgende Personen erwähnen:

Herrn Prof. Dr. med. J. Windolf für die Unterstützung und Möglichkeit in seiner Klinik meine Dissertationsarbeit machen zu dürfen.

Herrn Prof. Dr. med. Sascha Flohè, der mir das Thema der Arbeit gab und mich durch seine Vorschläge und Unterstützung betreut hat.

Meinen Eltern, meinen Geschwistern, und meinem Ehemann, mit deren passiven Druck die Arbeit vorangetrieben wurde.

Unvergesslich natürlich die gemeinsame Arbeit mit meiner Freundin S. Kara-Lodos, mit der wir stundenlang vor dem Computer saßen und kurz vor dem Verzweifeln waren. Aber gemeinsam haben wir es geschafft.

Und natürlich allen Patienten, die sich dazu bereit erklärt haben, an der Nachuntersuchung teilzunehmen.

10. Lebenslauf

Name: Filiz Temizel-Kanbur geb. Temizel

Geburtsdatum: 30.10.1979

Geburtsort: Essen

Eltern: Dursun Ali Temizel
Gülbahar Temizel, geb. Turan

Geschwister: Nagihan Varol
Canan Temizel-Ferrara
Songül Ayyildiz-Temizel
Sinan Temizel
Sonay Temizel

Studium:

WS 2000/01	Studienbeginn an der Universität Duisburg-Essen
SS 2002	Physikum Universität Duisburg-Essen
SS 2003	1.Staatsexamen Universität Duisburg-Essen
SS 2005	2.Staatsexamen Universität Duisburg-Essen
Okt.2006	3.Staatsexamen Universität Duisburg-Essen

Beruflicher Werdegang:
01.01.2007 – 31.12.2010

Assistenzärztin in der Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe, Katholischen Kliniken Essen Nord-West

ab 01.01.2011

Assistenzärztin in der Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe, Marien Hospital Witten