

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Institut für Neurochirurgie
– Direktor: Univ.-Prof. Dr. H. Wassmann –

Die Reposition der Spondylolisthese
mit einem neuen Distraktions-Reduktions-Instrument:

Fortschritte in der Chirurgie der Spondylolisthese

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von Baalman, Rainer Heinrich
aus Meppen

2008

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen
Wilhelms-Universität Münster.

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Arolt
erster Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. H. Wassmann
zweiter Berichterstatter:	PD Dr. med. J. Schröder
Tag der mündlichen Prüfung:	19.05.2008

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Institut für Neurochirurgie
Direktor: Univ.-Prof. Dr. H. Wassmann
Referent: Univ.-Prof. Dr. H. Wassmann
Koreferent: PD Dr. J. Schröder

ZUSAMMENFASSUNG

**Die Reposition der Spondylolisthese mit einem
neuen Distraktions-Reduktions-Instrument:
Fortschritte in der Chirurgie der Spondylolisthese**

Doktorand: Rainer Baalmann

In der Neurochirurgischen Abteilung des Ludmillenstifts Meppen wurde in 2001 ein neues Distraktions-Reduktions-Instrument (DRI) zur intervertebralen Reposition der Spondylolisthese von dorsal entwickelt.

Nach dorsaler Dekompression und Bandscheibenausräumung wird das auf den Repositionsweg eingestellte Instrument einseitig von dorsal in den leeren Zwischenwirbelraum vorgeschoben und aufgespreizt. Die Zähne der Branchen des Instruments verhaken sich in den angrenzenden Grund- und Deckplatten, dann werden die Branchen des Instruments wie auf einem Schlitten gegeneinander verschoben mit konsekutiver Verkürzung des Gleitweges wobei mit den liegenden Polyaxialschrauben oder über den mit long-arm Screws besetzten Plattenfixateur die erzielte Reposition gesichert wird. Nach vollständiger Reposition der Spondylolisthesen bis Grad IV wird die 360° Spondylodese mit der Implantation von spongiosagefüllten Cages abgeschlossen. Diese modifizierte PLIF and PLATES Technik bietet den Vorteil der Reposition direkt auf der Gleitstrecke zwischen der verschobenen Deck – und Grundplatte ohne Zug an den Pedikelschrauben.

Die Vor – und Nachteile der neuen Repositionstechnik werden diskutiert und mit bekannten Verfahren verglichen, die durchweg guten Ergebnisse werden dargestellt und Zukunftsperspektiven in Hinblick auf neue Implantate aufgezeigt.

Tag der mündlichen Prüfung: 19.05.2008

Inhalt	Seite
1. allgemeiner Teil	6–31
1.1 Einleitung	6–7
1.2 Operationstechniken	7–14
1.3 Repositionstechniken von ventral	15–17
1.4 Repositionsverfahren von dorsal	17–31
2. Methodik	32–36
2.1 Eigene Repositionstechnik mit dem DRI von dorsal	32–36
3. Ergebnisse	37–39
3.1 Operationsergebnisse von 22 Patienten	37–38
3.2 Methodenspezifische Komplikationen	39
3.3 Vorteile der eigenen Repositionstechnik	39
3.4 Nachteile der eigenen Repositionstechnik	39
4. Zukünftige Entwicklung	40–42
5. Diskussion	43–53
6. Zusammenfassung	54–55
7. Literaturverzeichnis	56–63
Curriculum vitae	64–65
Danksagung	66

1.1 Einleitung

Erstes Ziel der heutigen minimalinvasiven Chirurgie ist und bleibt der monosegmentale Eingriff an der Wirbelsäule, unbeachtlich ob nun intradiskal, epidural, periradikulär oder schmerzchirurgisch gearbeitet wird. Das zweite Ziel ist die Reposition in eine anatomisch korrekte Stellung. Als drittes Ziel ist die Durchführung des erforderlichen Eingriffs durch einen Zugang zu planen, was nicht nur die OP-Zeiten und die Komplikationsraten verringert, sondern auch das aufwendige Umlagern während der OP unnötig macht. Der Weg führt hier bereits zur „Schlüssellochchirurgie“ an der Wirbelsäule, wenn über einen Zugang z. B. von dorsal nach der Spongiosaentnahme aus dem hinteren Darmbeinstachel die Dekompression der Nervenwurzeln und des Duralsackes, die radikale Bandscheibenausräumung im Sinne eines ventralen Release erfolgt und dann die Reposition der Deformität durchgeführt wird mit anschließender segmentaler Stabilisierung in Form einer 360° Spondylodese.

Demgegenüber haben die dorso-ventralen Eingriffe, selbst wenn es sich heute um Standardverfahren handelt, den Nachteil des 2. Zugangs mit all seinen Komplikationsmöglichkeiten (Sympathikusausfall, retrograde Ejakulation, Bauchdeckenbruch, Harnleiter- oder Gefäßläsion) verbunden mit einem erheblichen Zeitverlust, zusätzlichem Blutverlust und längerer Narkosedauer. Es ist einfach der Mehraufwand durch Umlagern und Neuabdecken, den der Operateur scheut. Limitierte OP-Zeiten, OP-Säle und Personalmangel bestimmen zudem den Klinikalltag und die OP-Kapazität.

So werden „Simultanoperationen“ oder „All in one“-Operationen immer mehr zur Routine und zum Segen: z.B. die äußere Ventrikeldrainage am Anfang der Aneurysmaoperation in Kombination mit der Hämatomausräumung, Lavage der basalen Cisternen und einer Ventrikulocisternostomie. Der logische innere Zusammenhang der Eingriffe im zeitlichen Ablauf stellt den entscheidenden Fortschritt im Vergleich zu früher dar. Dies gilt auch an der Wirbelsäule, wenn alle drei Säulen über einen Zugang saniert werden können.

Demgegenüber steht jedoch die korrekte Auffassung, dass alle Schäden im Bereich der vorderen Säule auch von ventral freigelegt und saniert werden müssen, weil der alleinige ventrale Zugang zur Wirbelsäule die dorsale Zuggurtung schont und insbesondere keinen Schaden im Bereich der paraspinalen Muskulatur und an den Facettengelenken anrichtet.

Das eigentliche ärztliche Problem ist aber nicht die Fehlstellung, das Wirbelgleiten nach vorn oder nach hinten oder das Drehgleiten im Segment, solange die damit verbundene Instabilität asymptomatisch ist. Erst die zunehmende Irritation der die Facettengelenke und die Falschgelenke versorgenden Nn. recurrentes Luschkae und der zunehmende Druck auf die Nn. sinuvertebrales im hinteren Bandscheibenring lösen die therapiebedürftigen lokalen nozizeptiven Schmerzen aus oder radikuläre Symptome bis hin zur Claudicatio spinalis. Diese Symptomatik zwingt zu aufwendiger operativer Therapie von dorsal.

1.2 Operationstechniken

Die Lagerung der Spondylolisthese-Patienten erfolgt auf dem Wirbelsäulentisch mit nach ventral abgeknickten Oberschenkeln unter völliger Entlastung des Abdomens wie bei jeder anderen Wirbelsäulenoperation mit dorsalem Zugang bei eingebautem Bildschirmwandler, wobei der Operationstisch – dem Richterrecht folgend – im Bereich des Operationsfeldes röntgendurchlässig sein muss. Die Möglichkeit einer Durchleuchtung und Bilddokumentation in 2 Ebenen intraoperativ ist also obligat. Vor der Abdeckung prüft der Operateur unter Durchleuchtung, ob allein schon durch die Lagerung der Vorschub reduziert und eine Teilreposition erzielt werden kann, was nicht selten gelingt. Dabei ist auch darauf zu achten, dass die angrenzende Deck- und Grundplatte im Gleitsegment möglichst parallel stehen und sich die hintere untere Kante nicht auf der Deckplatte abstützt, was den Zugang zum Zwischenwirbelraum von dorsal erheblich behindern würde. Kann eine Teilreposition präoperativ bereits erreicht werden und ist der Zugang zum Zwischenwirbelraum offen, ist die Lagerung optimal.

Nach Anzeichnen des Hautschnittes in der Mittellinie erfolgt die lokale Infiltration der Unterhaut und der paraspinalen Muskulatur mit Carbostesin + Adrenalin-Lösung, einerseits zur Vermeidung eines größeren Blutverlustes aus den Weichteilen, andererseits kann mit Röntgendokumentation der Nadellage das korrekte Segment identifiziert und mit dem Videoprinter dokumentiert werden. Nach Freilegung der hinteren Säule über den Mittelschnitt bis weit nach lateral, d.h. bis über die in der Regel klobig verdickten Facettengelenke bzw. Falschgelenke hinaus wird der Sperrer eingesetzt. Bestätigt sich intraoperativ ein bereits präoperativ vermutetes Baastrup-Phänomen (kissing spines) ggf. mit raumfordernder Zystenbildung oder Falschgelenkbildung zwischen den Dornfortsätzen, ist es nicht sinnvoll, die hintere Zuggurtung zu erhalten. Deshalb erfolgt die vollständige Resektion oder Teilresektion der angrenzenden Dornfortsätze, die ebenso wie die zu entfernenden Bogenanteile skelettiert, durch die Knochenmühle gedreht und zu Knochenchips verarbeitet werden. Ist eine mehrsegmentale 360°-Spondylodese geplant und geboten, kann es gelegentlich notwendig sein, durch den gleichen Zugang oder durch einen weiteren Hautschnitt den hinteren Darmbeinstachel freizulegen und in Form eines Kortikalisdeckels zu eröffnen. Nach Spongiosaentnahme wird der corticale Knochendeckel reponiert und ggf. mit transossären Nähten fixiert. Durch den Vorschub im Rahmen der Gleitwirbelbildung (oder auch durch eine Retrolisthesis) kommt es einerseits zu einer Einengung des Wirbelkanals (zu einer segmentalen Lumbalkanalstenose) und andererseits durch Abscherung zu einer beidseitigen Foramenstenose mit konsekutiver Einengung des Foramens mit mehr oder minder starker intraforaminaler Nervenwurzelkompression. Diese ist u. a. auch durch die in der Regel vorhandene klobige Hypertrophie der Facettengelenke und insbesondere der Falschgelenke mit verursacht. Sind die dorsalen Bandstrukturen und der obere Wirbelbogen völlig locker, so bietet sich eine vollständige Laminektomie des oberen Wirbelbogens an und Teillaminektomie des unteren Bogens mit anschließender Resektion des nicht selten verdickten Ligamentum flavum, wobei Adhäsionen mit der Dura möglich und zu beachten sind. Nicht selten gelingt es, den lockeren Dornfortsatz und Bogen en bloc herauszulösen und zu entfernen, der nach Skelettierung mit vollständiger Abtragung der Bänder und Knorpelflächen wieder-

um zu Knochenchips zermahlen werden kann. Diese Maßnahme ist ebenso wie die Abtragung des Oberrandes des caudalen Bogens der erste Schritt zur Schaffung des Zuganges mit gleichzeitiger Dekompression bzw. Beseitigung der Lumbalkanalstenose. Als nächster Schritt folgt dann die saubere Resektion der Falschgelenke mit der Stanze, gefolgt von der subtotalen Resektion der Wirbelbogengelenke beidseits (Gill-Procedure, 10) zur Freilegung und Dekompression der Neuroforamina und der auslaufenden Wurzeln beidseits, die dargestellt und vollständig entlastet werden müssen. Im nächsten Schritt erfolgt die Entdachung des Rezessus lateralis des caudalen Wirbels mit Darstellung der abgehenden Wurzel auf jeder Seite. Jetzt lässt sich zwischen den Wurzelabgängen der Duralsack mobilisieren und nach medial abdrängen mit Darstellung der Stufe zwischen den Hinterkanten im Gleitsegment mit Freilegung des hinteren Bandscheibenringes und des hinteren Längsbandes, das nicht selten von gestauten Epiduralvenen überlagert ist. Jetzt kommt es darauf an, dass der Operateur sorgfältig und konsequent eben diese gestauten Epiduralvenen bipolar koaguliert („get the veins before they get you“) und die versorgten und verkochten Venen mit dem Dissektor abschiebt und zwar bis zur Mittellinie, um einen ausreichend weiten Zugang für das Repositionsinstrument und für die Cages zu schaffen. Nach Excision des hinteren Bandscheibenringes und des hinteren Längsbandes und möglicherweise prolabierter Bandscheibenanteile erfolgt die radikale Nukleotomie zunächst von einer Seite, dann von der Gegenseite unter Mitnahme und Abtragung der Knorpelendplatten mit Hilfe von Schabern (Shavern), ggf. unter Abschlagen der raumfordernden und nach dorsal zum Spinalkanal hin prominenten Retrospondylosen mit Vervollständigung der „Gill-Procedure“ (10). Diese verursacht eine maximale Lockerung und Destabilisierung im Gleitsegment, weil ja dann nur noch das vordere Längsband und zwei Drittel des Bandscheibenringes die Stabilität erhalten. Mit den Shavern in aufsteigender Größe wird die Bandscheibe von beiden Seiten her ausgeräumt und bereits jetzt intercorporal von einer Seite her distrahiert, während von der anderen Seite her Bandscheibenmaterial und abgeschabte Knorpelfragmente mit dem Rongeur weitestgehend entfernt werden können, wobei mit dem kräftigen Rongeur immer wieder der feste vordere Bandscheibenring erreicht und abgetastet wird.

Anschließend erfolgt die saubere Bandscheibenausräumung auch nach lateral zunächst mit dem Löffel und Schiebelöffel, dann wieder mit dem Rongeur, um nicht nur die zentralen Anteile des Nucleus pulposus, sondern auch die lateralen Anteile des Bandscheibeninneren mit zu entfernen. Jetzt ist das Gleitsegment völlig destabilisiert, locker und zur Reposition und Stabilisation vorbereitet. Im Laufe des Eingriffes hat man bereits vorab die Eintrittspunkte für die Pedicelschrauben identifiziert, mit dem Pfriem angekörnt und in leicht nach medial konvergierender Richtung mit der leicht gebogenen Pedicelsonde eröffnet. Dann erfolgt das übliche Austasten der Bohrkanäle mit der Sonde, wobei man gleichzeitig die mediale Pedicelwand und den Epiduralraum im Auge hat, wenn in leicht nach medial konvergierender Richtung entweder ein Gewinde geschnitten oder die passende Pedicelschraube eingebracht wird. Im Bereich der Bogenwurzel S1 ist darauf zu achten, dass man die Schraube am unteren Rand des Pedicels setzt und ca. 1 cm unterhalb und parallel zur Deckplatte S1 bohrt, dass sich nach dem Einschrauben die Schraubenköpfe nicht stören oder zu nahe beieinander stehen. Bei Bedarf kann auch die Vorderkante SWK 1 durchbrochen und mit einem Gewindegang gefasst werden. Vor Setzen der Pedicelschrauben ist das Austasten der Bohrlöcher obligat, dass die Schrauben nicht nach lateral in die Weichteile abweichen oder die mediale Pedicelwand durchbrechen, was man aber bei der Inspektion des freigelegten Epiduralraumes sicher vermeiden kann. Es ist sinnvoll, den korrekten Sitz aller 4 Pedicelschrauben mit dem Bildschirmwandler in beiden Ebenen zu überprüfen und zu dokumentieren. Jetzt wird die Reposition vorbereitet und ggf. in Schritten durchgeführt: Während zwei Wurzelhaken die auslaufende obere Wurzel im Foramen und in der Achseltasche schützen und den Duralsack zur Mittellinie abdrängen, wird das Distraktions-Repositionsinstrument, das mit einer Branche vollständig ausgefahren ist, in den Zwischenwirbelraum eingeführt und stützt sich mit seiner Nase an der hinteren oberen Kante des unteren Wirbels ab. Indessen ist auf der Gegenseite bereits die vorgebogene Platte auf der caudalen Pedicelschraube fixiert, wohingegen am oberen Plattenende ein Abstand zwischen Platte und Schraubenkopf über ca. 1,5 cm besteht, d. h. der Gewindestab eine Distanz zwischen oberem Plattenende und Schraubenkopf erkennen lässt. Nun erfolgt über das Distraktions-Repositions-

instrument zunächst die manuelle Distraction, die nach Umklappen des Überwurfs mit der Flügelschraube fixiert wird, indessen auf der Gegenseite der Gewindestab der oberen Pedicelschraube mit einer Mutter besetzt wird. Nun erfolgt das kontinuierliche Zurückziehen der langen Branche des Repositionsinstruments auf dem Schlitten durch das Drehen der Spindel nach links bis zu 1,5 cm, bis die Enden der Branchen unter dem Bildschirmwandler die gleiche Länge haben, wodurch kontinuierlich die Reposition, d. h. der obere Gleitwirbel nach hinten in seine physiologische Stellung gezogen wird. Bei jedem Drehen an der Spindel mit dem Kreuzschlüssel und Zurückziehen der oberen Branche des Instrumentes wird auf der Gegenseite die Mutter im Bereich des oberen Gewindestabes des Fixateur interne in gleichem Maße angezogen, um die mit dem Instrument erzielte Reposition zu halten. Dabei ist allein zu beachten, dass man keine Überreposition mit Retrolisthese verursacht und dass die Zähne des Instrumentes nicht in die Grundplatte einbrechen und ausreißen, d. h. dass nicht zu gewaltsam distrahiert wird. Bei einer Grad II – III Spondylolisthese muss ggf. das Instrument nach Teilreposition herausgenommen, wieder expandiert und neu eingesetzt werden, indessen die Teilreposition durch die Platte auf der Gegenseite bereits gehalten wird. Dann muss mit einem zweiten, identischen Repositionsvorgang der Restvorschub beseitigt werden, wiederum unter kontinuierlichem Andrehen der Mutter im Bereich des liegenden Fixateurs auf der Gegenseite, der die Aufgabe hat, die durch das Instrument erzielte Reposition zu sichern und zu halten. Ist die Reposition vollständig erreicht, wird das Instrument entfernt und der Plattenfixateur interne auf beiden Seiten vervollständigt und fixiert, während man im Operationsfeld und bei der Durchleuchtung die jetzt weiten Nervenaustrittslöcher und den vollständigen Ausgleich der vorbestehenden Stufe zwischen den Hinterkanten erkennen kann. Anschließend werden in üblicher Weise nach medialem Abdrängen des Duralsackes und Schutz der intraforaminal auslaufenden Wurzel mit einem Dissektor die Lager für die Cages geschaffen, dann der ventrale Zwischenwirbelraum mit Knochenmehl aufgefüllt und die beiden Spongiosa gefüllten Cages lateral des Duralsackes oder auch ein wenig unter den abgedrängten Duralsack in den Zwischenwirbelraum bis zum mittigen Sitz eingeklopft. Es ist aber auch ausreichend, wenn die Rückfläche der

Cages mit den Wirbelhinterkanten abschließt oder wenige Millimeter ventral der Hinterkanten steht. Bei Bedarf können zusätzlich die Querfortsätze auf beiden Seiten angefrischt und Spongiosamaterial für beidseitige intertransversale Spanstraßen angelagert werden, um die monosegmentale 360°-Spondylodese zu sichern. Nach subtiler epiduraler Blutstillung und Abdecken sowohl des Duralsackes und der großzügig freigelegten Wurzeln mit einem freien Dermafetttransplantat werden ein oder zwei Redon-Drainagen eingelegt und nach Entfernung des Sperrers die Blutstillung vervollständigt und die Wunde schichtweise verschlossen. Bilddokumentation in beiden Ebenen.

Handelt es sich um einen jugendlichen Spondylolisthese-Patienten mit einem dysplastischen, etwas keilförmig deformierten Gleitwirbel oder um eine Gleitwirbelbildung ohne wesentliche Spondylarthrose und ohne stenosierende Retrospondylophyten und ohne Baastrup-Phänomen, kann man versuchen, die hintere Zuggurtung zu erhalten und den Eingriff nur über beidseitige großzügige Foraminotomien mit Teilresektion der Facettengelenke und der Falschgelenke durchzuführen, dies aber nur, wenn die vorbestehende Lumbalkanalstenose allein und ausschließlich durch die Reposition im Gleitsegment beseitigt werden kann, wobei aber nicht selten das enge Operationsfeld intraspinal hinderlich ist. Einem geschickten Operateur kann es auch gelingen, bei noch liegendem Repositionsinstrument die Instrumentation auf der Gegenseite zu vervollständigen, Spongiosa nach vorne in den Zwischenwirbelraum einzubringen und den spongiosagefüllten Cage mittig einzuschlagen, d.h. die Instrumentation auf der Gegenseite zu komplettieren, bevor er das Repositionsinstrument entfernt und die Instrumentation der gleichen Seite durchführt. Wichtig ist es, darauf zu achten, dass die über das Instrument erzielte Reposition durch die Instrumentation bzw. durch den Fixateur interne auf der Gegenseite in jeder Phase gehalten und gesichert wird, d.h. dass simultan über das Instrument und über die Schraube auf der Gegenseite reponiert wird, um ein Einbrechen bzw. Ausreißen der Metalle zu vermeiden. Ist es zu einer Duraverletzung gekommen, so ist diese mikrochirurgisch zu versorgen oder zu übernähen, ohne dass es zu einer Einengung oder Einschnürung einer Wurzel oder des Duralsackes kommt. Ein Duradefekt kann unter

Umständen mit einem Stück aus einer vorgeformten Goretex-Gefäßprothese wasserdicht und spannungsfrei abgedeckt und übernäht werden. Eine Dura-rekonstruktion mittels Patch war jedoch bei keinem unserer Fälle erforderlich.

Der Vorteil des neurochirurgischen Zugangs von dorsal:

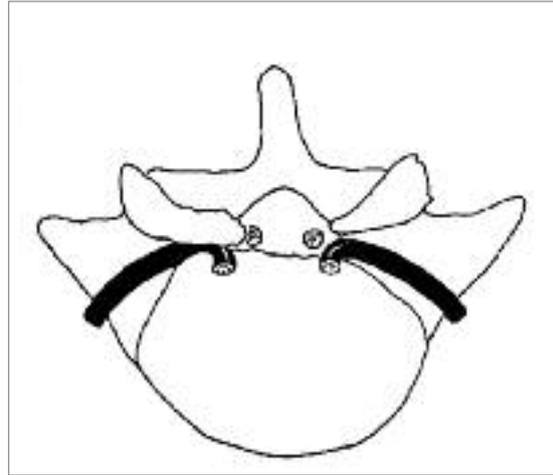
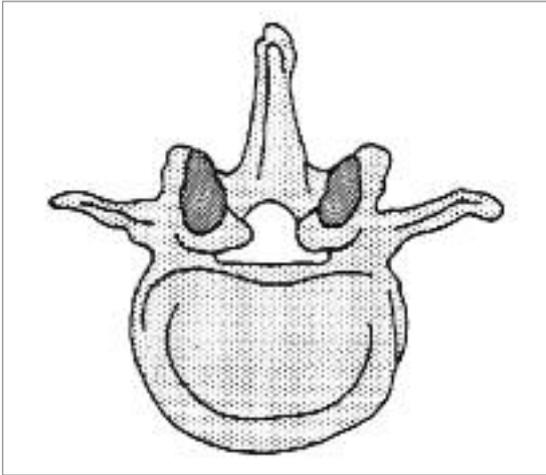


Abb. 1.1 | laterale Spinalstenose bei hypertrophierten Facettengelenken nach HING (14)

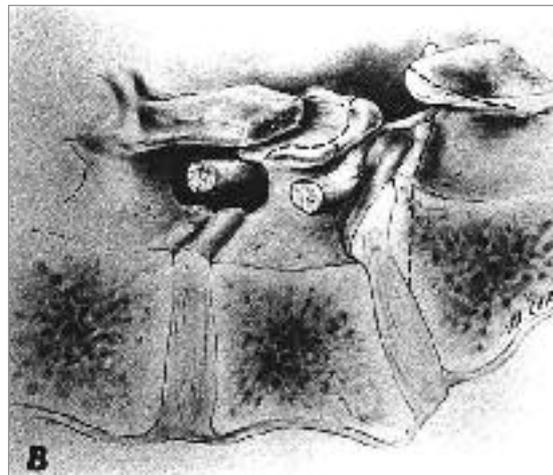
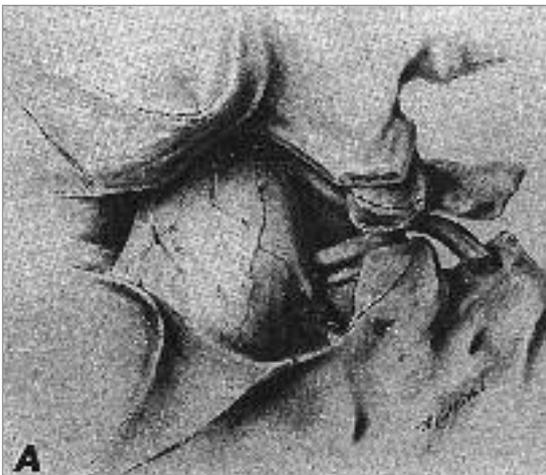


Abb. 1.2 | A. Darstellung der Kompression zweier lumbaler Nervenwurzeln bei lateraler Spinalstenose
B. Normalbefund zum Vergleich ohne Facettengelenkhypertrophie nach HING (14)

Fortschritte bei der Abstützung der vorderen Säule:

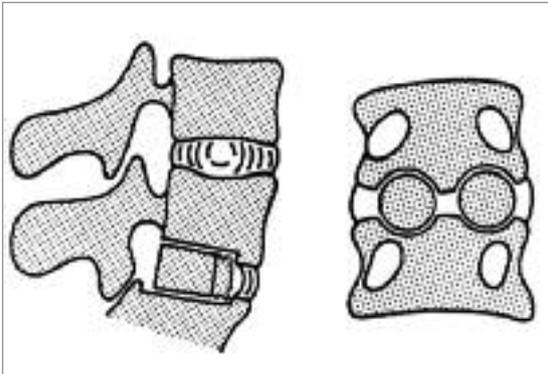


Abb. 1.3 | WILTBERGER's (50) beidseitige Dübeltechnik von dorsal (180° Spondylodese: vordere Säule)



Abb. 1.4 | BLUME's (3) einseitige Dübeltechnik von dorsal (90° Spondylodese vordere Säule)

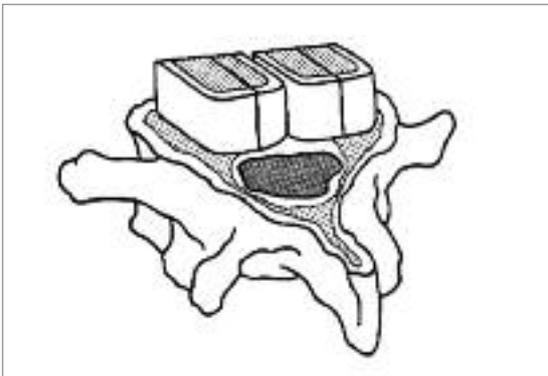


Abb. 1.5 | CLOWARD's (8) Technik von dorsal (180° Spondylodese vordere Säule)

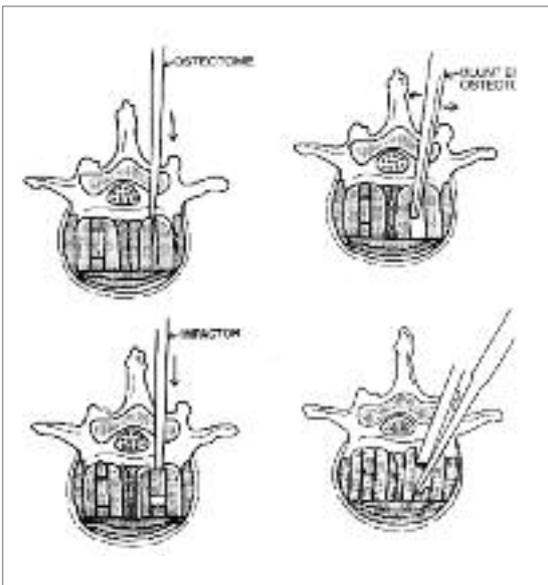


Abb. 1.6 | LIN's (23) modifizierte CLOWARD-Technik von dorsal

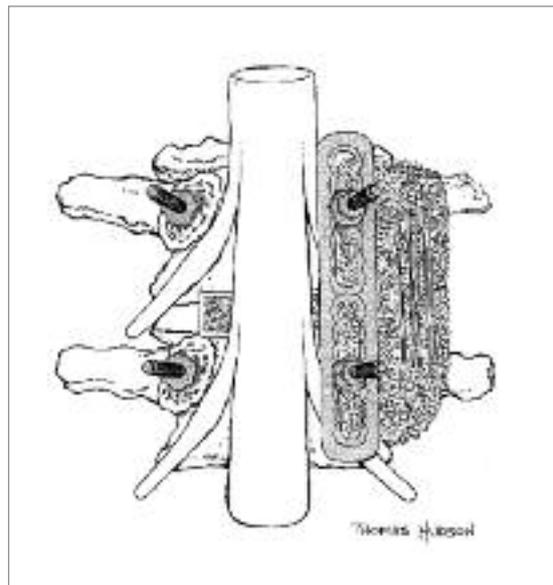


Abb. 1.7 | STEFFEE's (42) PLIF and Plates (360°) mit dorsolateraler Chip-Spondylodese

1.3 Repositionstechniken von ventral:

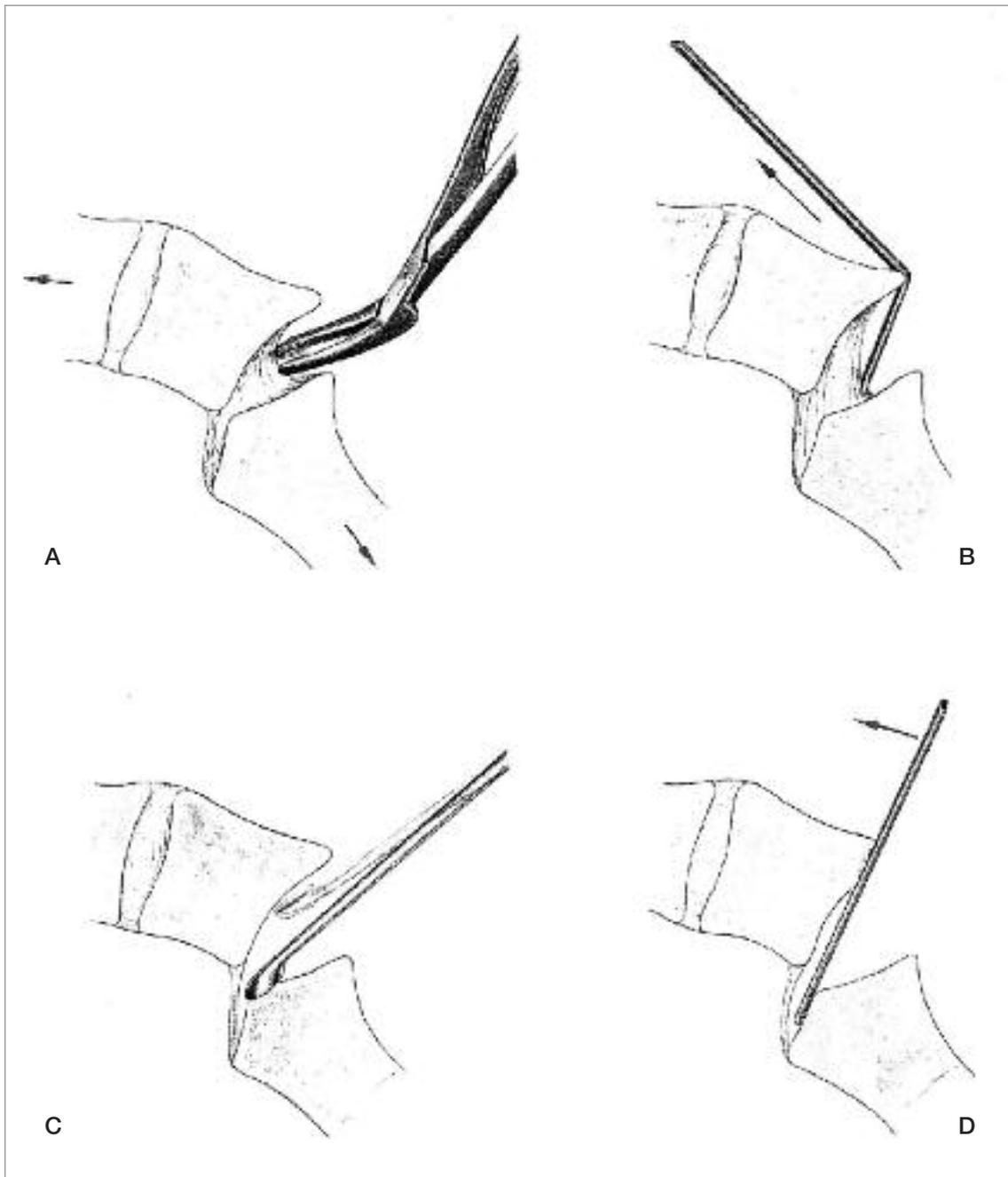


Abb. 1.8 | A. Exzision der Bandscheibe L5/S1 mit Ausnahme der rolateralen Anteile
B. Progressive Hebung des Wirbelkörpers L5 mit speziellen Hebeln, die sich am Sakrum abstützen
C. Exzision der Bandscheibenreste L5/S1 mit dem scharfen Löffel
D. Progressive Hebung des Wirbelkörpers L5 mit speziellen Hebeln, die sich am Sakrum abstützen



Abb. 1.9 | Einbringen des Repositionsinstruments und dorsale Transposition von L5 unter Bildwandlerkontrolle

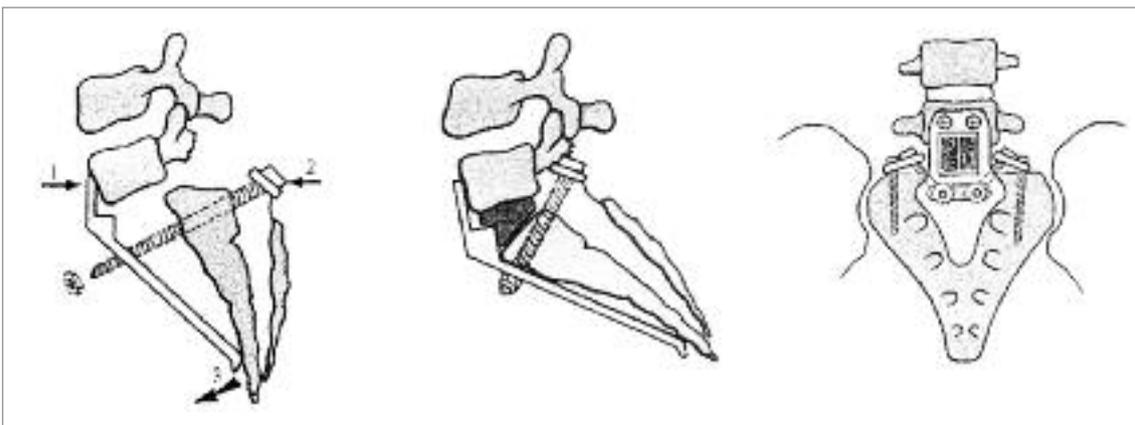


Abb. 1.10 | Ventrodorsales Repositionsmaneuver mit Schrauben über eine ventrale Platte und zwei dorsale Platten

Nur eine leichtgradige, mobile Spondylolisthese wird sich demgegenüber mit der Repositionstechnik und Anterior Plate Fixation von AUNOBLE et al. (1) aus 2006 behandeln lassen:

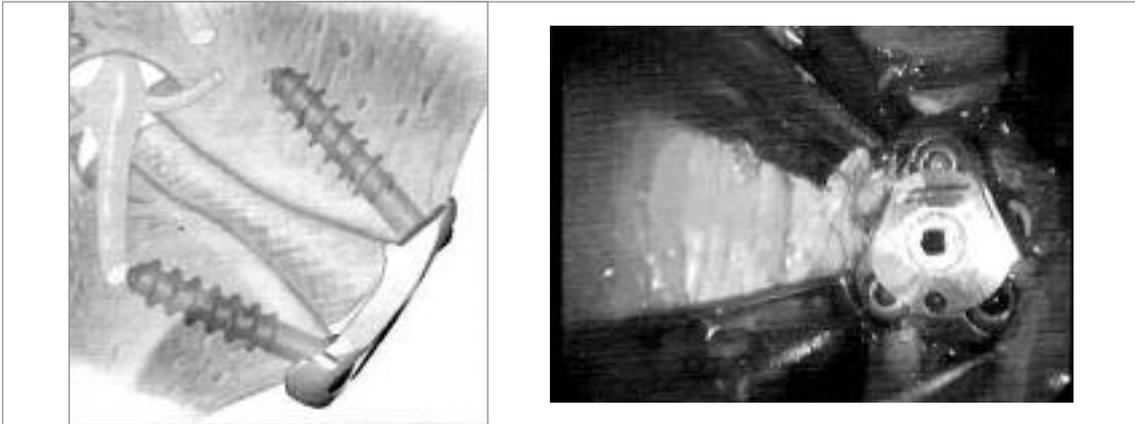


Abb. 1.11 | Darstellung der ventralen Platte von lateral und intraoperativer Situs a.p. mit Arretierschrauben

1.4 Repositionsverfahren von dorsal

Anhand der Vorlage des Repositionsinstruments von LOUIS (24), das nur zum Einsatz von ventral geeignet ist, erfolgte das Design unseres Distraktions und Repositionsinstruments von dorsal, wobei nach dem gleichen bzw. ähnlichem Prinzip gearbeitet wird:

Die Reposition/Retraktion des ventralverlagerten oberen Wirbels erfolgt ebenfalls über ein Schraubgewinde wie bei SCHÖLLNER (39) und auch beim ULRICH-Repositur (43) und KLUGER Repositionsgalgen (19).

Jedoch werden hier nicht die Schrauben hochgezogen sondern im Bereich der Gelenkflächen bzw. der dislozierten Abschlussplatten d.h. im offenen Zwischenwirbelraum reponiert. Ein gewisser Nachteil liegt in der Ablösung bzw. Resektion des hinteren Längsbandes in der Tiefe des OP-Feldes: bei der lordosierten LWS ist der dorsale Zwischenwirbelraum eng und die epiduralen Venen sind prall gefüllt und können zu Blutungen Anlass geben.

Ein weiterer Unterschied in der Mechanik und im Konzept liegt darin, dass bei dem abgebildeten Repositeur von ventral einerseits durch Druck auf die Vorderkante des oberen Wirbels und Zugkräfte auf die Hinterkante des unteren Wirbels Kraft ausgeübt und reponiert wird. Bei unserem Instrument dagegen wird Druck auf die Endplatten ausgeübt und die Reposition über einen Schlitten/Lafette erreicht.

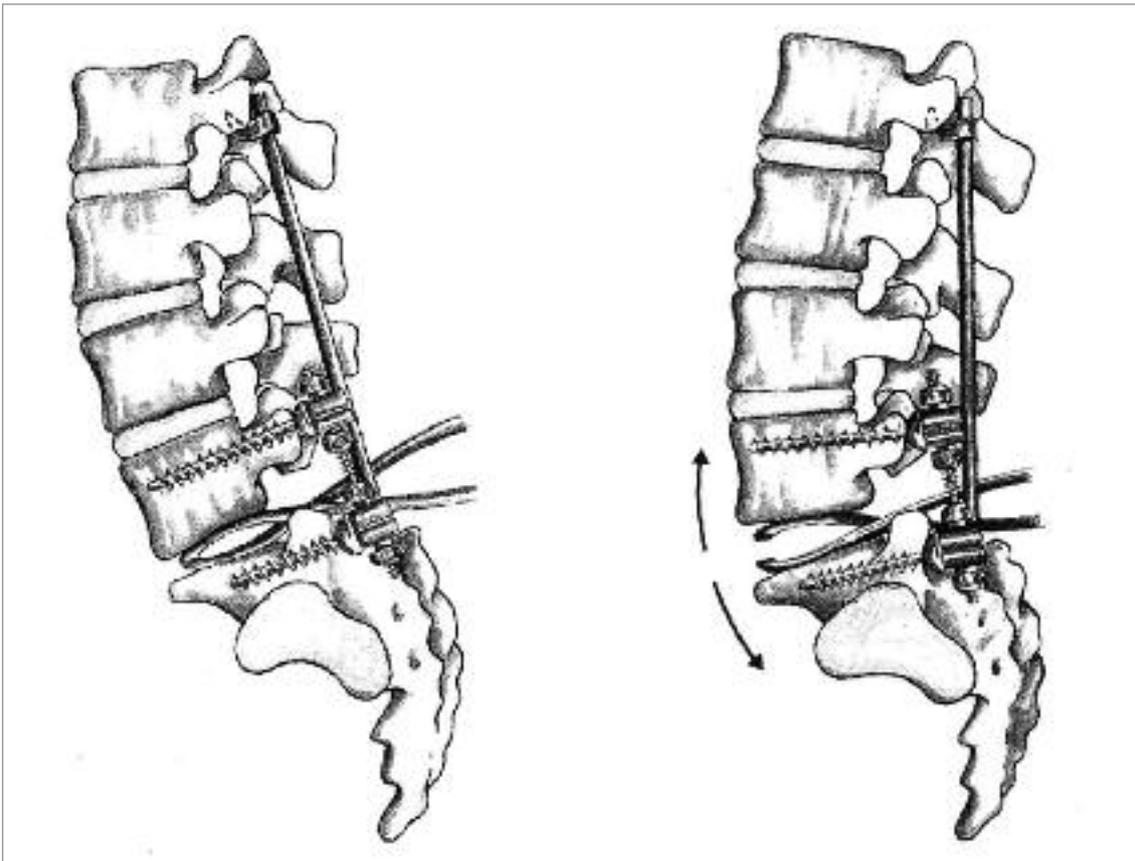


Abb. 1.12 | Vor dem Einsetzen des Implantats kann die vorbestehende Kyphose durch Distraction im Bereich der vorderen Säule mit Hilfe des Intervertebralspreizers korrigiert werden. Die Mobilität der proximalen Schraubenköpfe erlaubt die Korrektur der Kyphose in eine Lordose. Über die Schraubenköpfe kann eine weitere Distraction erreicht werden (11).

Folgt man den Gedankengängen aus den beiden oben dargestellten Bildern HARMS (11) aus 1999, so folgt daraus, dass nach Reposition im Gleitsegment eine ventrale Distraction und Aufrichtung zur Wiederherstellung der physiologischen Lordose im sagittalen Profil geboten ist. Diese obligate Stellungskorrektur lässt sich mit dem ventralen Repositeur nicht erreichen und ließe sich allenfalls vorab durch die Lagerung in Lordose erreichen.

Unser Repositionsinstrument vereinigt die von HARMS (11) geforderte ventrale Aufrichtung, die in der Abbildung auch dort mit einer Distraktionszange erfolgt, mit der Möglichkeit der Retraktion/Reposition des Gleitwirbels nach dorsal, so dass mit unserem Instrument zwei notwendige Arbeitsschritte durchgeführt werden können.

Hat man den Gleitwirbel von ventral mit einem Hebel oder instrumentell nach LOUIS (24) reponiert, ist es ein Problem, die Reposition zu halten, wenn man den Knochenblock oder den Cage bei liegendem Repositeur implantieren will. Die Instrumente sind im Wege und das gute Repositionsergebnis kann ggf. nicht gehalten werden, weil noch kein Fixateur von dorsal eingebracht oder die Muttern des zuvor implantierten Fixateurs noch nicht angezogen werden konnten. Diese Nachteile der Reposition von ventral sind offensichtlich und haben die Entwicklung unseres Repositionsinstruments nachhaltig beeinflusst.

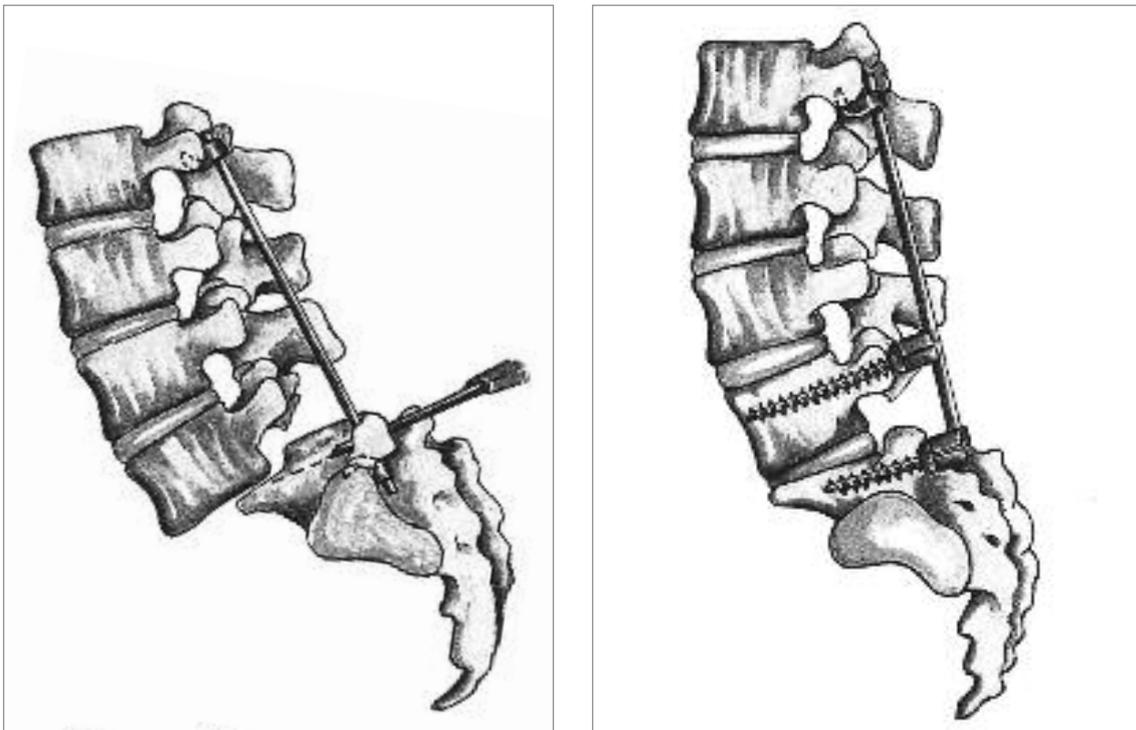


Abb. 1.13 & 1.14 | Unter dem Bildschirmwandler wird die Reposition verfolgt. Ist das Repositionsmanöver nicht erfolgreich (wenn die Korrektur des Gleitweges weniger als 50 % beträgt), sollte die überstehende Endplatte von S 1 (dome) von dorsal reseziert werden. Hierdurch wird jede Kompression der L 5 Wurzel bei der Reposition vermieden (11).

Kommt es durch die Lagerung auf dem OP-Tisch nicht spontan zu einer ausreichenden Reposition – und das kann bei Grad II und Grad III Spondylolisthesen nicht primär erwartet werden – ist nach HARMS 1999 (11) zunächst eine instrumentelle Reposition nach dem alten traditionellen HARRINGTON-Verfahren geboten (NOACK und KIRGIS, 29). Das birgt folgende Nachteile: die erwünschte und gebotene Lordose wird durch die Distraction über das HARRINGTON-System abgeflacht und auch bei späterer rein monosegmentaler Fixation nicht erreicht, so dass ggf. eine Fixation in segmentaler Steilstellung mit den entsprechenden biomechanischen Nachteilen in Kauf genommen werden muss. Zum anderen erfordert die HARRINGTON-Instrumentation neben dem reinen Zeitverlust eine ausgedehnte Freilegung der hinteren Säule im Bereich nicht betroffener Segmente und ist somit von einem nicht unerheblichen d.h. überflüssigen Kollateralschaden gefolgt. Ziel jeder Operation muss es aber sein, monosegmental d.h. ausschließlich im Gleitsegment zu arbeiten.

Ähnliche Nachteile einer größeren Freilegung unbeteiligter Wirbelsäulenabschnitte sind mit den fortschrittlicheren SCHÖLLNERschen (39) Repositionsverfahren verbunden, das schon gegenüber der HARRINGTON-Reposition den Vorteil des Erhalts bzw. der Wiederherstellung des sagittalen Profils bietet. Allein hier wird über die Pedikelschrauben reponiert mit der durchaus realistischen Gefahr eines Schraubenausrisses, der möglicherweise das Gelingen der Reposition verhindert. Jedoch sind allen Repositionsmanövern mit Zug an den Pedikelschrauben mit der Gefahr und der statistischen Komplikationsrate eines Schraubenausrisses belastet, unabhängig davon, ob monosegmental oder bisegmental gearbeitet wird.

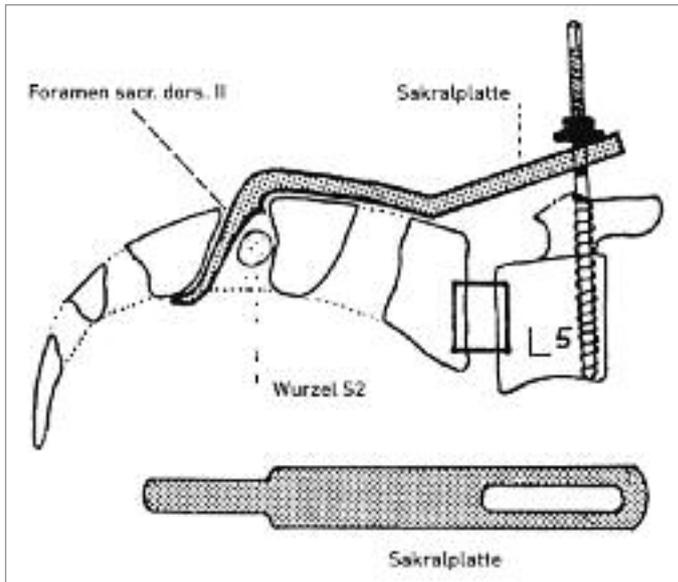


Abb. 1.15 | Längsschnitt durch das Kreuzbein und L5 ca. 2 cm paramedian. Die Sakralplatte und die Doppelgewindeschraube sind eingesetzt. L5 ist bereits teilweise reponiert.

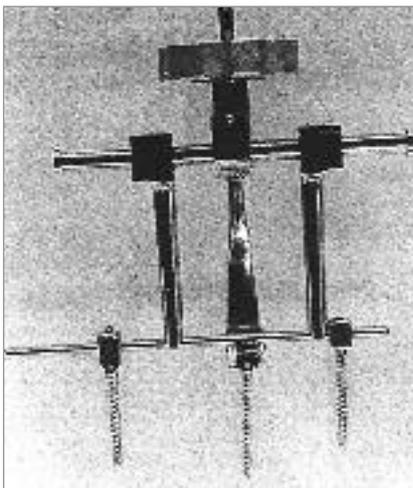


Abb. 1.16 | Der Repositeur –
Fa. H. C. Ulrich, Ulm (43)

Der ULRICH-Repositeur (43) arbeitet bisegmental, indem quasi ein Reck über dem oberen und unteren stabilen Segment errichtet wird und in der Mitte der Gleitwirbel an der Pedikelschraube im Gleitsegment hochgezogen wird, wobei der Verbindungsstab als Widerlager dient. Der Nachteil ist, dass ein gesundes Segment primär in die Instrumentation einbezogen wird und ggf. nachträglich monosegmental uminstrumentiert werden muss. Zusätzliche Pedikelschrauben im nicht betroffenen Wirbel oberhalb des Gleit-

segments sind auch immer ein zusätzlicher Risikofaktor: Fehllagen und Pedikelfrakturen sind möglich ebenso eine unabsichtliche Beschädigung der Wirbelbogengelenke, wenn man die Schrauben ggf. mehr senkrecht nach ROY-CAMILLE (35, 36, 37) und nicht konvergierend nach WEINSTEIN (47, 48) plazieren muss. Es lohnt sich also immer, monosegmental zu arbeiten.

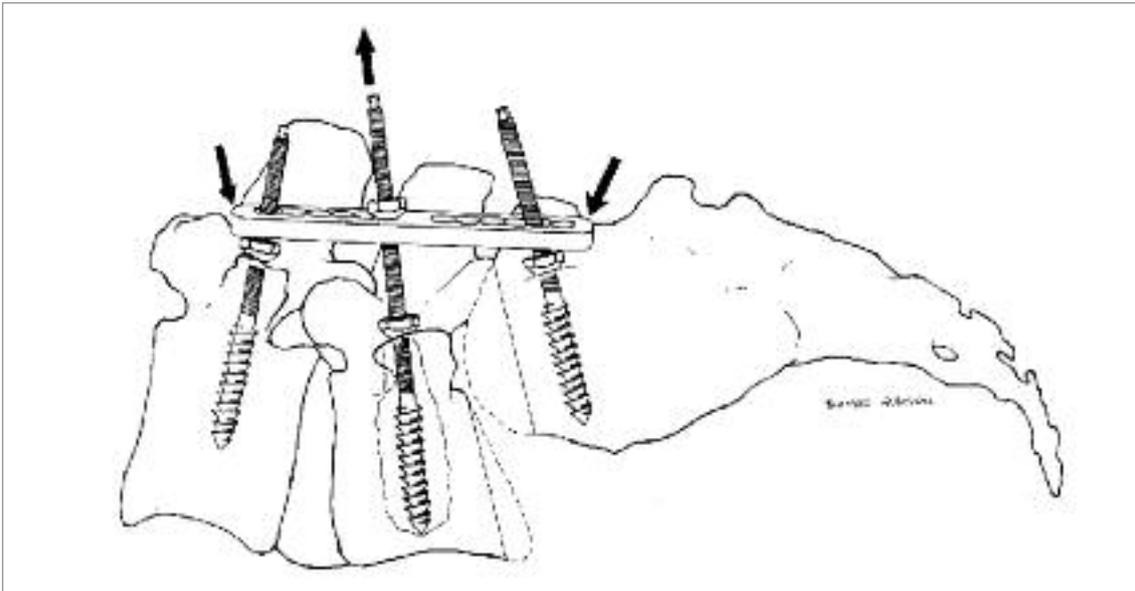


Abb. 1.17 | Reduktion von höhergradigen Spondylolisthesen mit Platten und Schrauben. Die Pfeile zeigen die für die Korrektur erforderliche Manipulation. Um höhergradige Spondylolisthesen von dorsal zu reponieren, muss nach Ausräumung der präsakralen Bandscheibe die knöcherne Grundplatte von L 5 und Deckplatte von S 1 reseziert werden (42).

Nach dem gleichen Prinzip arbeitet der Plattenfixateur nach STEFFEE (42), der auch nach Abschluss der Reposition auf eine monosegmentale Fixation uminstrumentiert werden kann aber eine stabile Fixation bietet und den Scherkräften standhält:



Abb. 1.18 | Die monosegmentale Stabilisierung mit einem Plattenfixateur in Verbindung mit einem interkorporalen Implantat ermöglicht eine bleibende Stabilität (42).

Weniger überzeugend ist die Hereinnahme eines nicht betroffenen gesunden Segments allein um die Reposition zu halten:

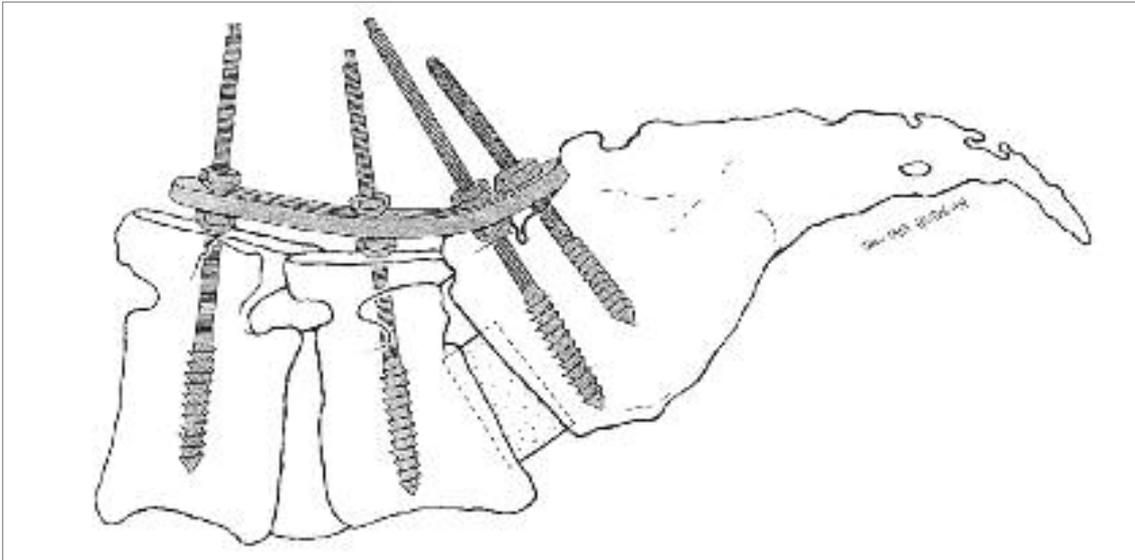


Abb. 1.19 | Darstellung der variablen Schraubenplatzierung beim PLIF (42)

Monosegmental wirkt das nachstehende Repositionsinstrumentarium (NOACK und KIRGIS (29) in BLAUTH und DICK 1996), mit dem man sehr einleuchtend distrahieren und über eine Gewindespindel bei fixierten caudalen Klemmbacken reponieren kann:

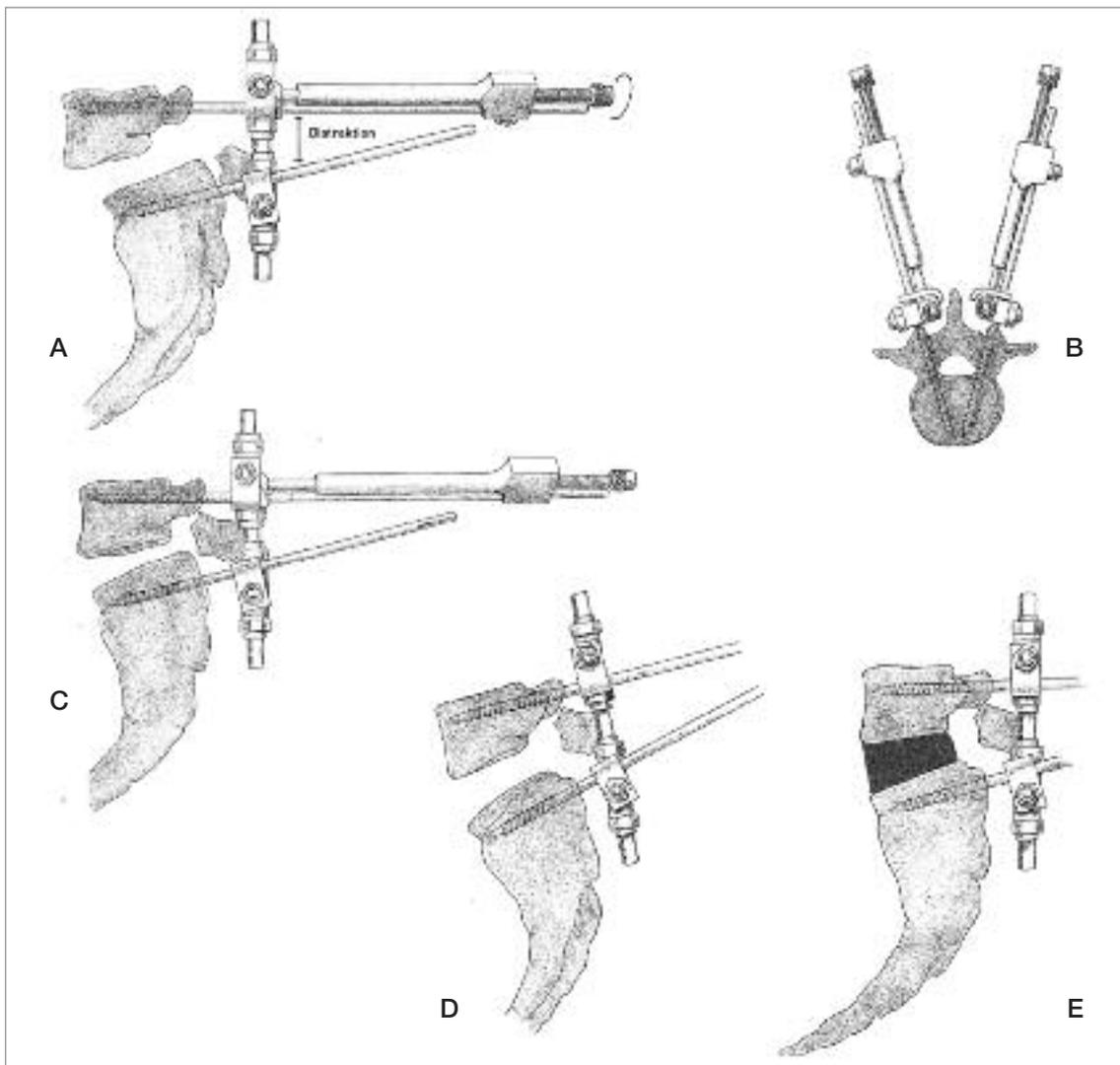


Abb. 1.20 | A & B. Paarweise Fixierung der „Repositeure“ an den kranialen Schanzschen Schrauben (Zugschrauben). Distraction des Bewegungssegmentes. Vordrehen der Gewindespindeln der beidseitig montierten Repositeure. C. Kontrolliertes Zurückziehen der Zugschrauben mit dem Gleitwirbel gegenüber den kaudal winkelstabil montierten Gewindestäben bis zur vollständigen anatomischen Reposition. D. Festziehen der kranialen Klemmbacken, Entfernung der Repositeure. Beachte: Überprüfung der Motorik der unteren Extremitäten in einem intraoperativen Aufwachtest. E. Kurzes Abschneiden der Schanzschen Schrauben über den Klemmbacken. Sämtliche Muttern des Fixateurs interne werden festgezogen, gekontert und ihr einseitiger Kragen gegenüber den abgeflachten Seiten der Gewindestäbe mit einer Presszange zusammengedrückt. Damit wird das Gewinde der Muttern verodet, ein spontanes Lösen somit verhindert. Wundverschluss und Einlegen zweier großkalibriger Redon-Drainagen, ohne Sog. Umlagerung des Patienten in Rückenlage mit Absenken der Beine. In Höhe L5/S1 ventrale interkorporelle Spondylodese über den transabdominellen Zugang von links. In der Etage L4/5 halten sich Vorteile und Nachteile des transabdominellen wie auch des retroperitonealen Zuganges die Waage. Hier geben die individuellen Erfahrungen des Operateurs den Ausschlag.

Nach erfolgreicher Reposition von dorsal empfehlen die Autoren NOACK und KIRGIS (29) eine anschließende Umlagerung und intercorporale Spondylodese von ventral (Dorso-Ventrale-Fusion = DVF), die für den Geübten aber auch vom gleichen Zugang von dorsal gelingt, was aber mit einigem Mehraufwand verbunden ist. Zwei OP-Zugänge verdoppeln die operationsimmanenten Risiken und Wundschmerzen.

Die intraoperative Umlagerung und Neuabdeckung mit arbeitsintensiver Neupräparation des 2. Zugangs ist zeitaufwendig, kostenintensiv und risikobelastet, so dass sich das alleinige „All in one“ Verfahren von dorsal anbietet, wie es alternativ von KLUGER (19) mitentwickelt und in Meppen über viele Jahre erfolgreich angewandt wurde. Durch die nach außen neben das OP-Feld verlagerten Distraktions- und Repositionsinstrumente kann relativ frei über einen Galgen durch Schraubenzug reponiert werden und zwar nach vorheriger Dekompression der neuralen Strukturen im Spinalkanal und kompletter Bandscheibenausräumung unter Erhalt des festen vorderen Bandscheibenringes und des stabilisierenden vorderen Längsbandes, das durch die segmentale Distraction gestreckt wird und so zur Stabilisierung der vorderen Säule weiterhin beiträgt. KLUGER's (19) Repositionsverfahren ist aber technisch anspruchsvoll und vergleichsweise mühsam, so dass wir uns nach einem schnelleren, einfacheren Verfahren umgesehen haben.



Abb. 1.21 | KLUGER Fixateur mit den Schraubenköpfen aufgesetzten Verlängerungsstäben

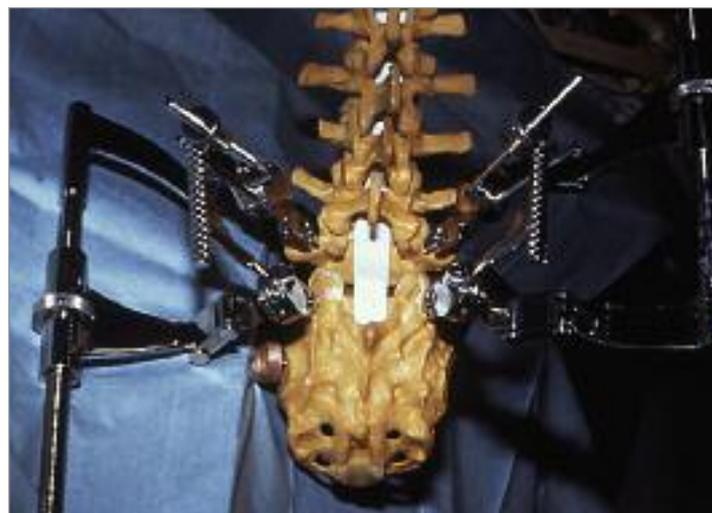


Abb. 1.22 | KLUGER Fixateur mit seitlich gelegenem Distraktor und auf den unteren Verlängerungsstäben aufgesetztem Galgen und an den oberen Schraubenköpfen ziehenden Gewindestäben.

Wenige Schraubenausrisse mit Repositionsverlust und Folgeproblemen beim Einbringen der neuen, dickeren Schraube haben uns veranlasst, darüber nachzudenken, wie man bei einer derartigen Komplikation doch noch erfolgreich das Operationsziel erreichen kann. Auch konnten Grad III Spondylolisthesen über Pedikelschrauben nicht immer vollständig bis zum Abschluss der Hinterkanten reponiert werden, so dass wir uns Gedanken machen mussten, wie diese „Endstrecke“ noch reponiert werden kann. Hier bietet sich die primäre oder zusätzliche Anwendung unseres im Zwischenwirbelraum wirkenden Repositionsinstruments an.

Dies empfiehlt sich vor allem auch bei den dysplastischen Spondylolisthesen mit elongiertem Wirbelbogen, leicht keildefor miertem Gleitwirbel und konsekutiv kleinen Bogenwurzeln, die kaum die Schraube aufnehmen und halten können. Bei der instrumentellen Reposition im Zwischenwirbelraum mit unserem Instrument kann man den Zug an den Pedikelschrauben zur Reposition vermeiden oder minimieren und bei liegendem Repositeur die kontralaterale interkorporelle Cage-Sondylodese und Instrumentation in Ruhe vollenden.

Ebenfalls monosegmental (PLIF) mit Reposition über den Schraubenzug von dorsal arbeitet das Repositionsinstrument (SRI Fa. Aesculap) in der Anwendung nach LA ROSA et al. (21) und SUCHOMEL et al. (44).

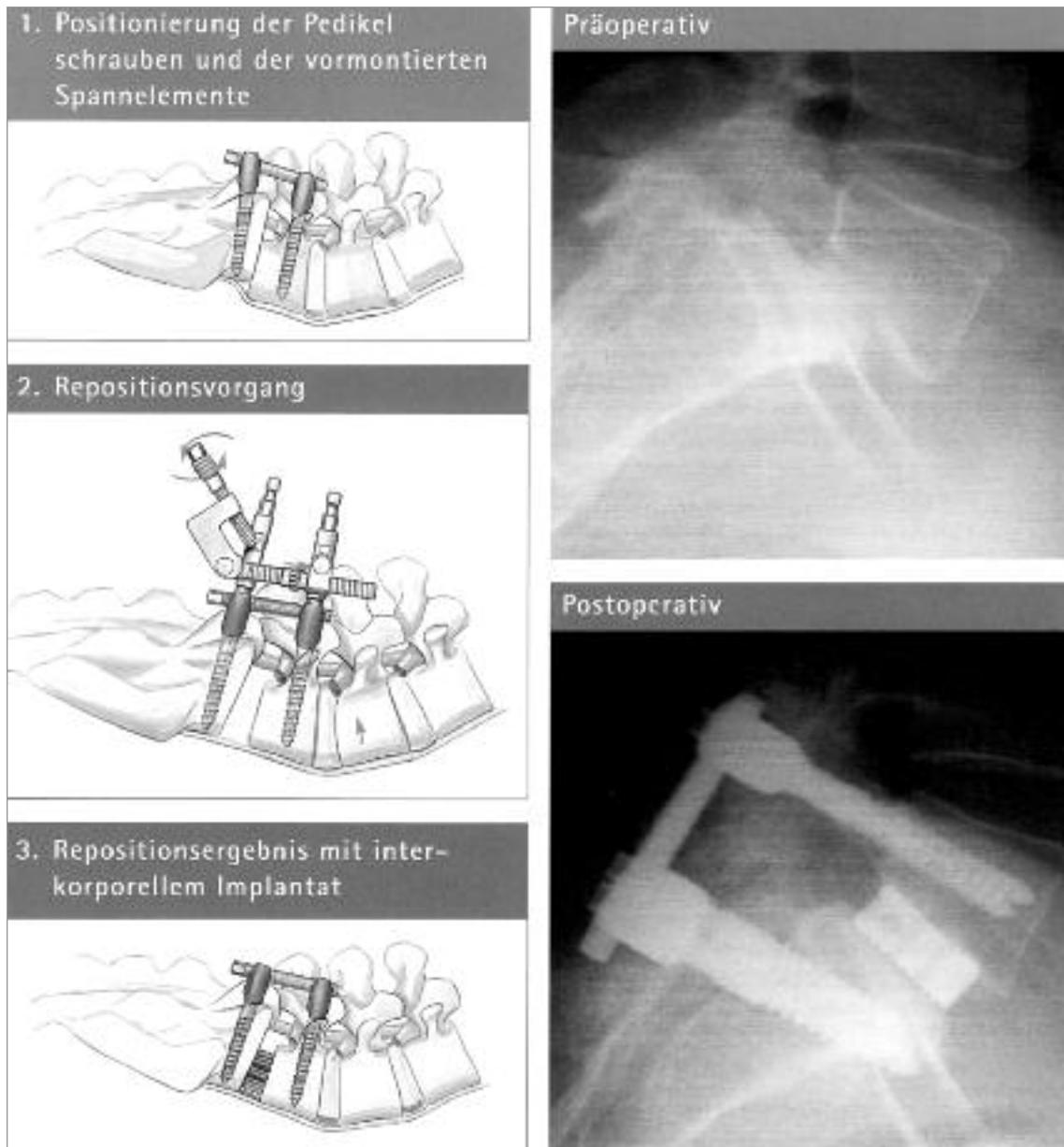


Abb. 1.23 | Einsatz des SRI – klinisches Beispiel

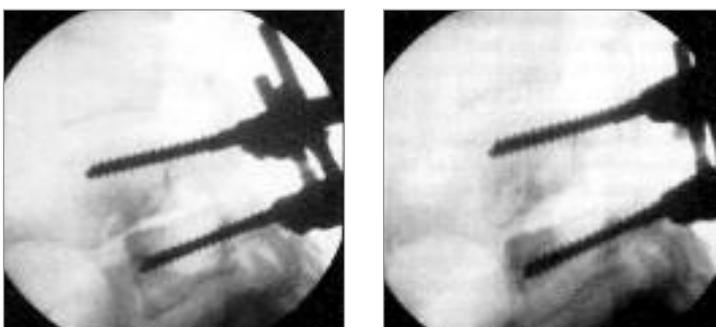


Abb. 1.24 |
Reposition einer Spondylolisthese
Grad II mit dem SRI Reduktions-
instrument

ROGOZINSKI et al. (34) arbeiten mit einem eigenen Reposeur und Plattenfixateur von dorsal. Nach Distraction erfolgt die Reposition ebenfalls über Schrauben jedoch unter Einschluss eines weiteren „unschuldigen“ Segments ähnlich der Technik von STEFFEE (42):

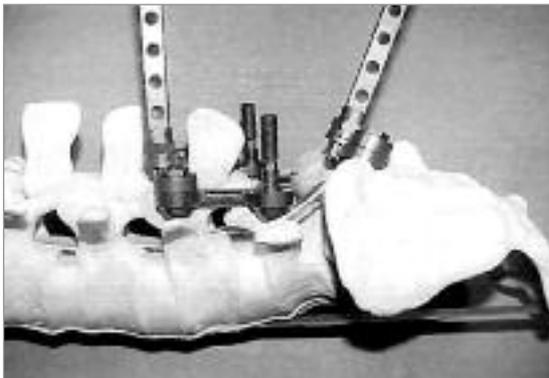


Abb. 1.25 |



Abb. 1.26 |



Abb. 1.27 |



Abb. 1.28 |

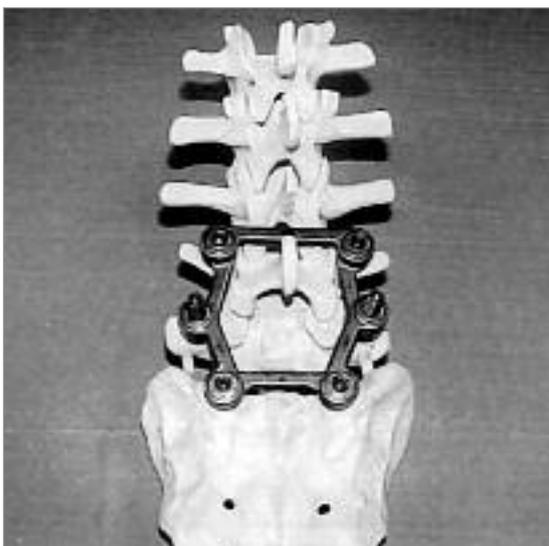


Abb. 1.29 |

Abb. 1.25–1.29 |

Während die oberen Pedikelschrauben L4 und L5 parallel zu den Deckplatten eingebracht werden, müssen bei dieser Technik die S1 Pedikelschrauben schräg d. h. von dorsal-caudal nach ventral-cranial gesetzt werden, um das Sakrum zu kippen mit Ausgleich des Gleitwinkels. Nach paralleler Einstellung der Sakralschrauben zu den oberen Pedikelschrauben werden die aufgesetzten Lochprofilstäbe mit einem Lochstab verbunden und das so entstandene rautenförmige Parallelogramm durch Druck auf die caudalen S1 Schrauben und Zug an den oberen L4 Schrauben bis zum Quadrat ausgeglichen und hierdurch die Reposition erreicht (34).

Alternativverfahren –

Polyaxialschrauben zur Reposition von Spondylolisthesen von dorsal:

Nach beidseits paraspinaler Inzision der Rückenstreckerfaszie werden die langen Rückenstrecker von der dorsalen Säule abpräpariert und nach lateral mobilisiert, bis die Facettengelenke vollständig dargestellt sind. Unter Bildwandlerkontrolle werden in konvergierender Richtung die Polyaxialschrauben eingebracht. Die auf die entsprechende Länge gekürzten lordotisch vorgebogenen Metallstäbe werden nun in die Schraubenköpfe eingelegt, mit der Drehmomentstütze wird an der unteren Polyaxialschraube der Repositionsweg entsprechend eingestellt, und die unteren Schrauben werden mit dem Drehmomentschlüssel mit 12 Nm fixiert. Der entsprechend vorgebogene Metallstab ragt je nach eingestelltem Repositionsweg aus dem Kopf der oberen Polyaxialschraube heraus, die Reposition der Translationsbewegung wird beidseits symmetrisch mit der Anwendung eines Persuaders erreicht. Eine weitere Reposition kann, wenn nötig, durch eine Distraction zwischen den beiden Polyaxialschrauben erreicht werden. Danach erfolgt die Dekompression der neuralen Strukturen, ggf. wird die Bandscheibe reseziert und auch interkorporell mit einem Spongiosa-gefüllten Cage die Spondylodese beendet. Abschließend erfolgt eine Kompression über die Polyaxialschrauben zur Relordosierung des fusionierten Segmentes.

Vorteile der Reposition mit Polyaxialschrauben nach Vahldiek (45):

1. Top-loading system
2. Schraubenköpfe in Repositionsrichtung
3. Feineinstellung des Repositionsweges
4. Einstellung der Lordose durch segmentale Lordosierung/Kyphosierung

Mit den aktuellen polyaxialen Pedikelschraubensystemen ist eine Reposition von Spondylolisthesen möglich. Ein besonderes Repositionsinstrumentarium ist nicht unbedingt erforderlich.



Abb. 1.30 | Präoperativer Situs



Abb. 1.31 | nach Reposition und Fixation

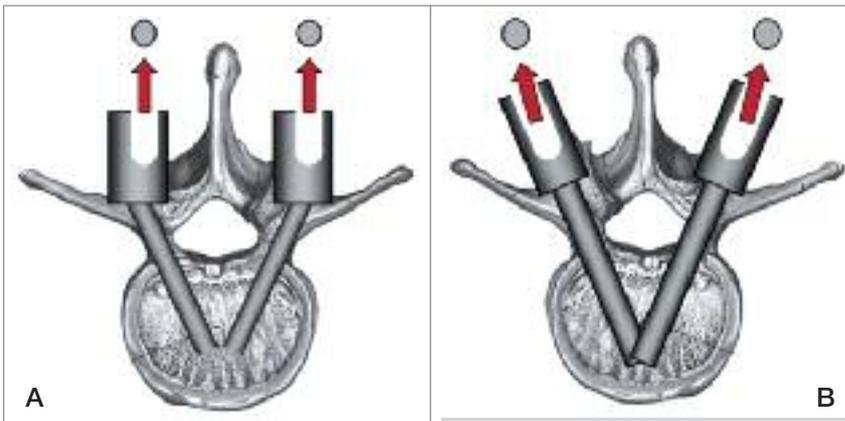


Abb. 1.32 | A. Zugkräfte an den Polyaxialschrauben
B. Zugkräfte in Ausrissrichtung an Monoaxialschrauben

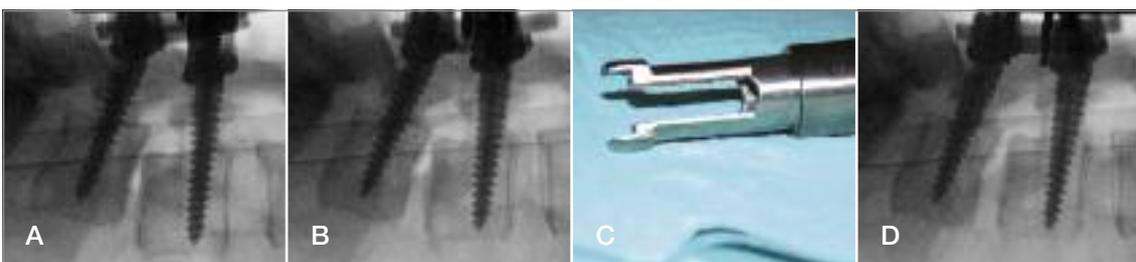


Abb. 1.33 | A. Situs vor Reposition
B. Situs während der Reposition
C. Persuader (Repositionsinstrument)
D. Situs nach Reposition und Fixation

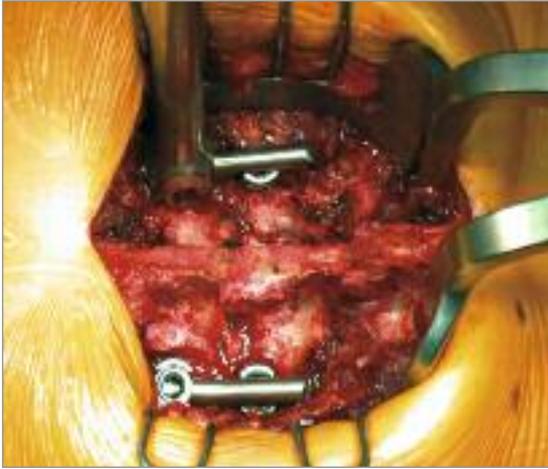


Abb. 1.34 | Bestimmung der Repositionsstrecke mit der Drehmomentstütze und Fixation der Imbuschraube mit dem Drehmomentschlüssel (12 Nm)



Abb. 1.35 | Reposition über zwei Persuader bds. simultan



Abb. 1.36 | Distraction des ZWR über die Pedikelschrauben zur Bandscheibenausräumung

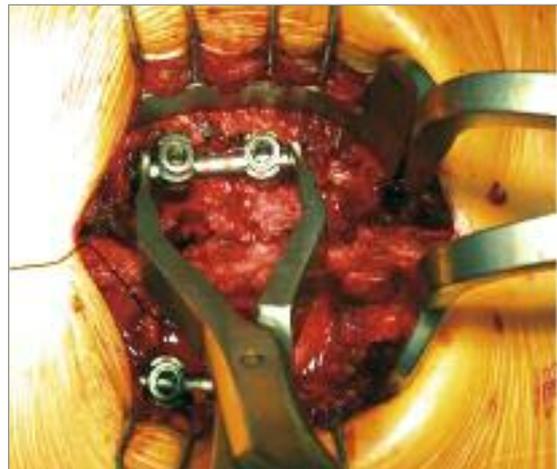


Abb. 1.37 | Kompression auf den ventralen Spacer über die Pedikelschrauben nach Vahldiek (45)

2.1 Eigene Repositionstechnik mit dem DRI von dorsal



Abb. 2.1 | T-Schlüssel zur Reposition durch Hochziehen des goldenen Schlittens



Abb. 2.2 | mit und ohne Überwurf zur Distraction über eine Quengelschraube



Abb. 2.3 |
A. Branchenstellung bei Distraction
B. Branchenstellung vor Reposition
C. Branchenstellung nach Reposition

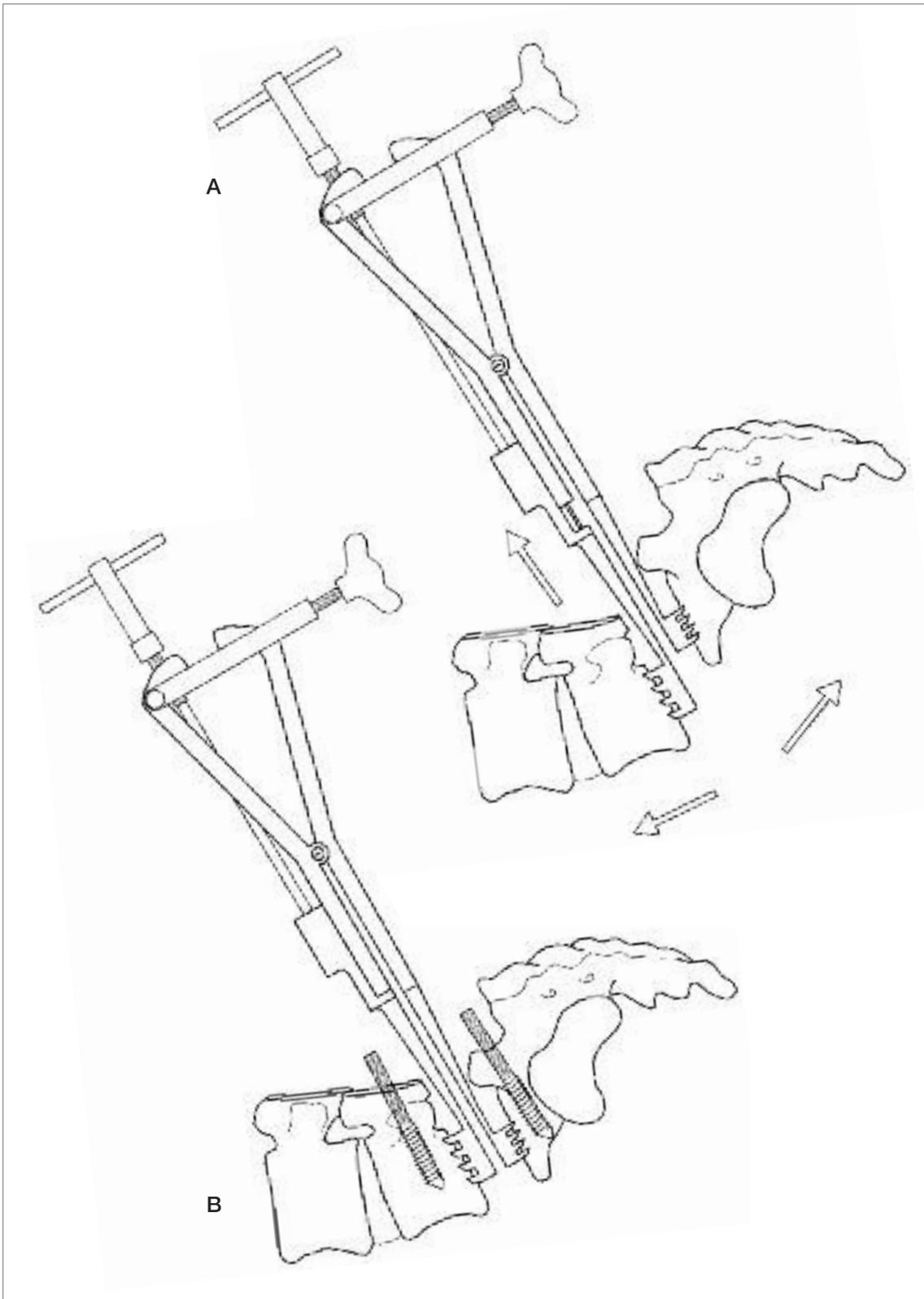


Abb. 2.4 | A. Instrument in situ vor Distraction und Reposition
B. Instrument in situ nach Distraction und Reposition

Fallbeispiel (Bildserie intraoperativ) – Reposition einer Spondylolisthese Grad II mit unserem Distraktions-Reduktionsinstrument in PLIF Technik:

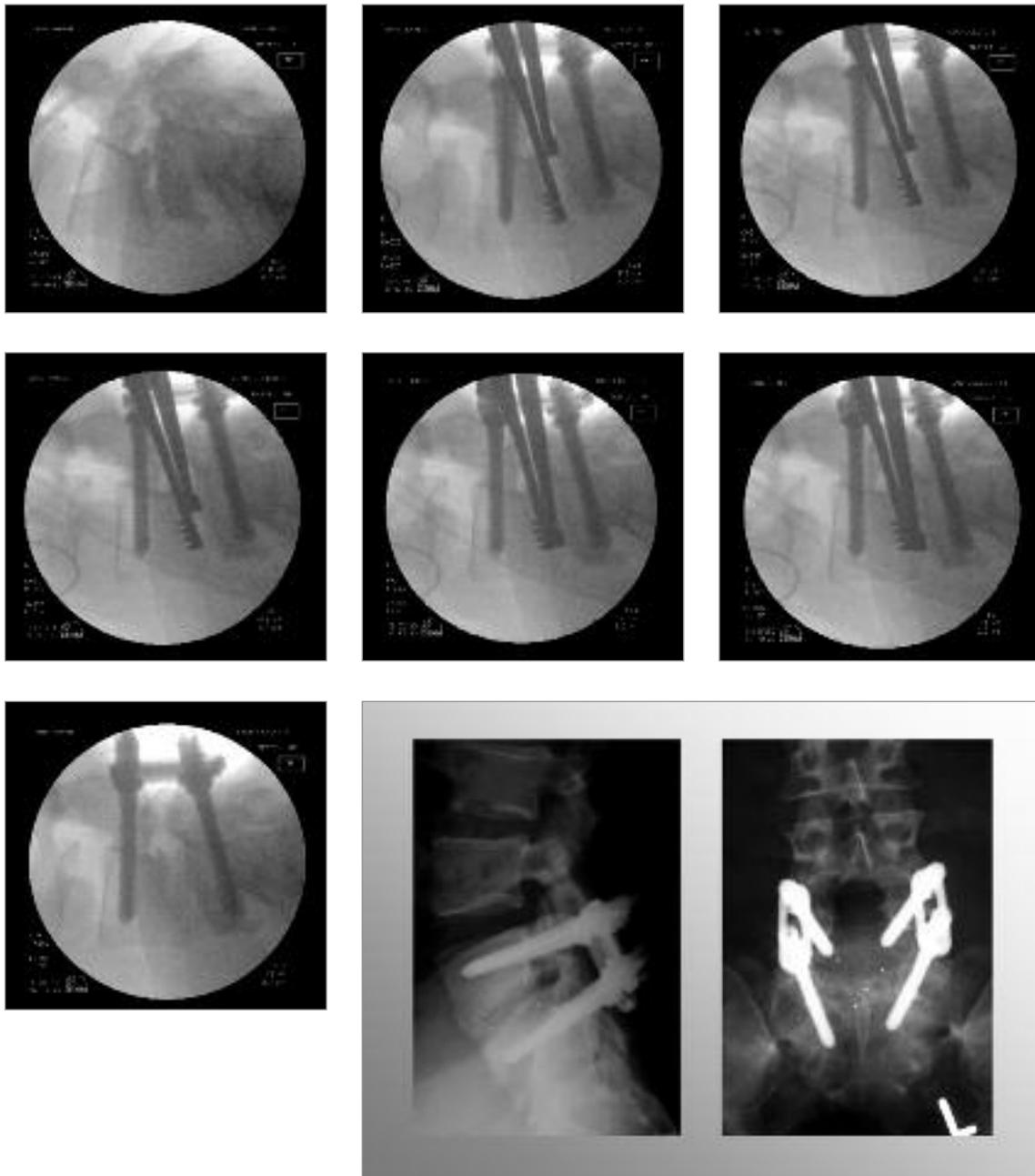


Abb. 2.5 | Bildserie der intraoperativen Durchleuchtungskontrollen im Verlauf einer Reposition bei einer Spondylolisthese Grad II mit unserem Distraktions-Reduktionsinstrument.

Fallbeispiel 2:

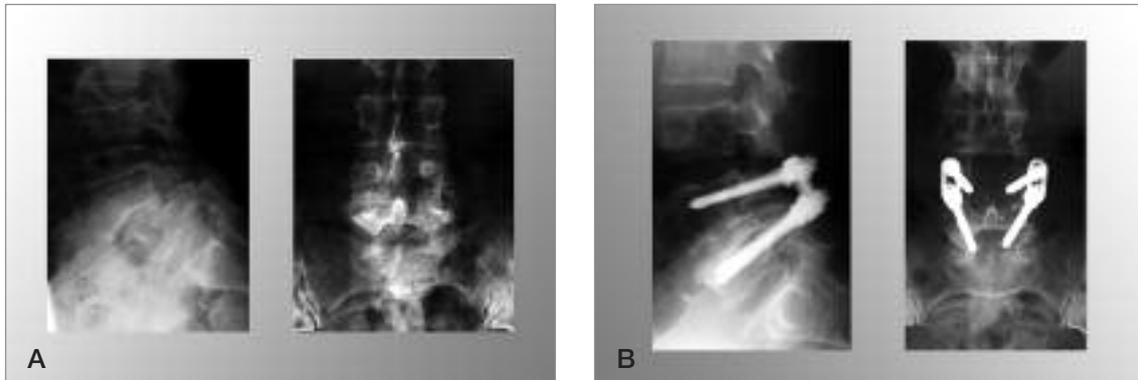


Abb. 2.6 | A. Isthmisch lytische Spondylolisthesis Grad II-III
B. Postoperatives Ergebnis

Fallbeispiel 3:

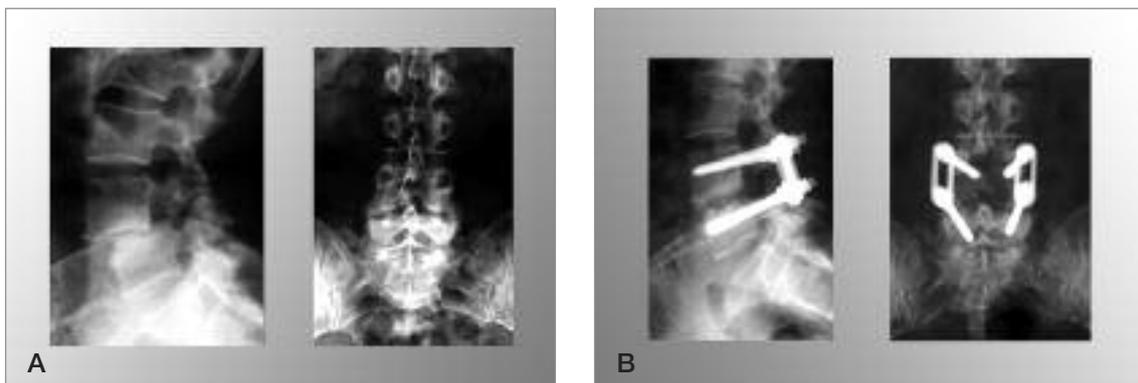


Abb. 2.7 | A. Isthmisch lytische Spondylolisthesis Grad II
B. Postoperatives Ergebnis

Fallbeispiel 4:



Abb. 2.8 | A. Isthmisch lytische Spondylolisthese Grad III mit Bogenschlussstörung
B. Intraoperative Bildserie während der Reposition
C. Postoperatives Ergebnis nach vollständiger Reposition

3.1 Operationsergebnisse von 22 Patienten

Eckdaten:

- 22 isthmisch lytische Spondylolisthesen
- 12 männliche Patienten
- 10 weibliche Patienten
- Durchschnittsalter 56 J.(31–73 J.)
- nur monosegmental
- follow up: 1 Jahr
- OP-Dauer: 175 Min. (122–223 Min.)

Ausmaß und Verlauf der Reposition, weibl. Patienten

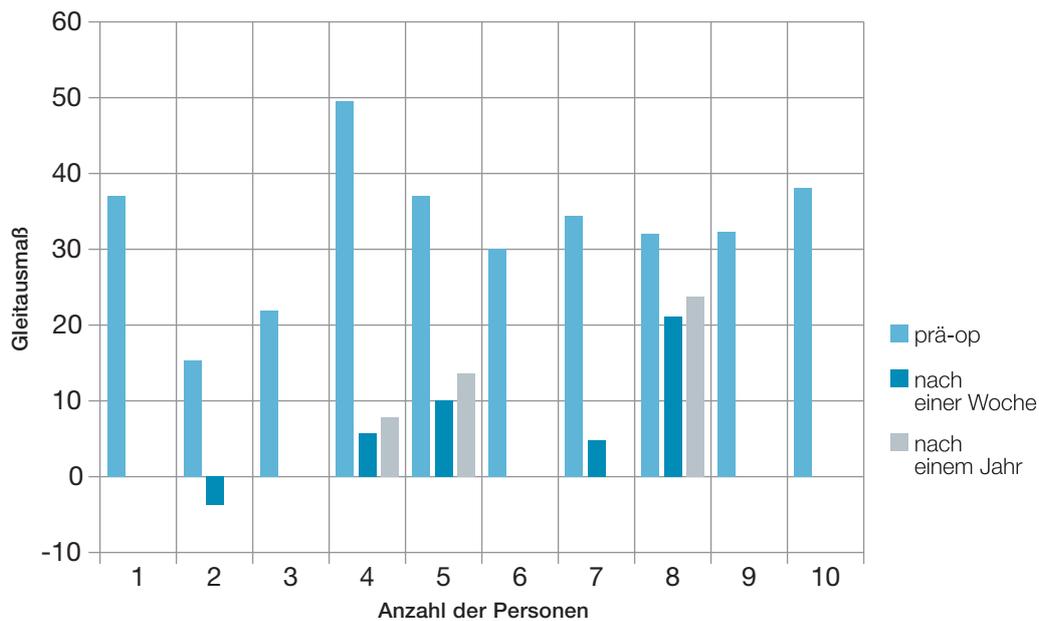


Tabelle 3.1 |

Vergleichende Ergebnisse Gleitausmaß:

- prä-op: 31 % (17–51 %), post-op: 3,7 % (0–24 %)

Ausmaß und Verlauf der Reposition, männl. Patienten

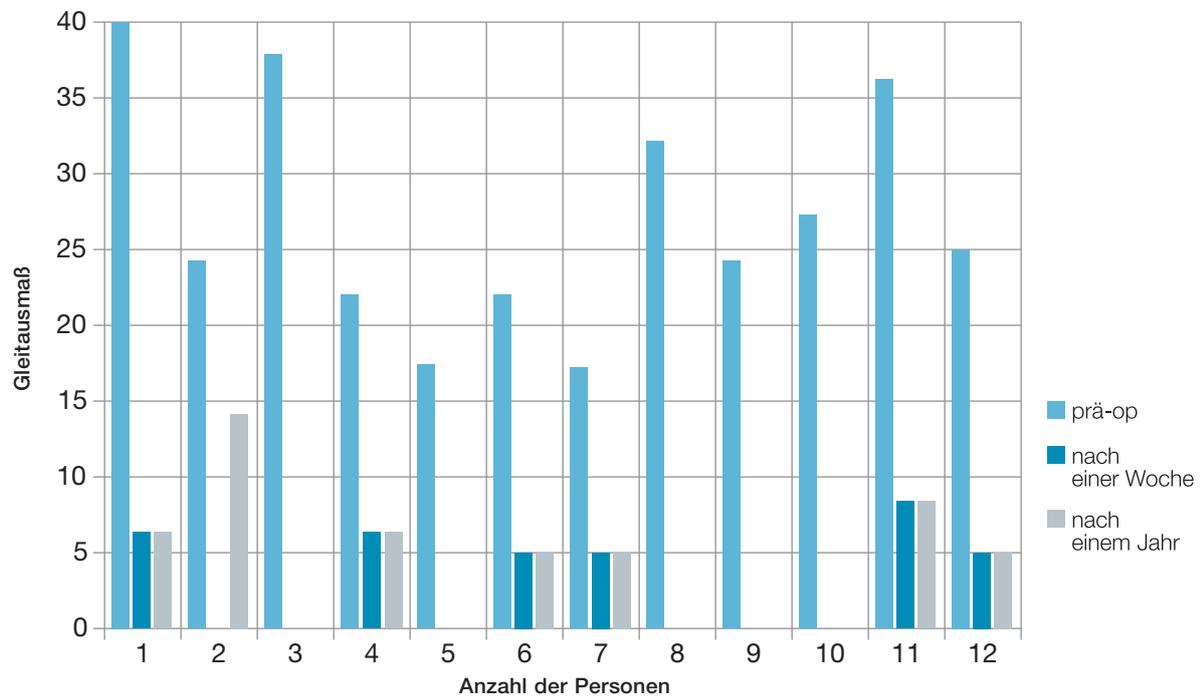


Tabelle 3.1 |

Vergleichende Ergebnisse Gleitausmaß:

- La Rosa et al. (21) (1999) Neurosurg. Focus – prä-op: 49 % (30–65 %),
post-op: 19 % (15–25 %)
- Spruit et al. (41) (2002) Eur Spine – prä-op: 21 % (11–36 %),
post-op: 7 % (0–17 %)

3.2 Methodenspezifische Komplikationen

- 2 Schraubenbrüche
- 1 Schraubenausriss
- 1 Duraverletzung
- 1 Pseudarthrose (1 Jahr)
- 4 Korrekturverluste (3 gering)
- 1 Überkorrektur
- 1 Schraubenfehltag

(vergl. 30, 31)

3.3 Vorteile der eigenen Repositionstechnik

- Einfach und effektiv
- Nicht zeitraubend
- Monosegmentale Reposition möglich
- Reposition unter Kontrolle neuraler und ossärer Strukturen
- Unabhängig von Pedikelschrauben
- Ausgleich einer segmentalen Kyphose

3.4 Nachteile der eigenen Repositionstechnik

- Duraverletzungen möglich
 - Wurzelläsionen am Anschlagelement denkbar
 - Keine ausreichende Festigkeit in osteoporotischen Knochen
 - PLIF/TLIF erfolgreich
 - Biomechanische Untersuchungen fehlen
-

4. Zukünftige Entwicklung

Auch wenn die hier vorgestellten nahezu perfekten Operationsergebnisse den Eindruck erwecken, dass die mit der Spondylolisthese-Chirurgie verbundenen operativen Probleme in den letzten Jahrzehnten bereits vollständig gelöst seien, ist u.E. die Entwicklung noch nicht abgeschlossen:

1. Eine Optimierung unserer Repositionstechnik wäre denkbar, indem wir einen passenden Cage entwickeln, der die Branchen des Distraktions-Reduktions-instruments in situ als Leitschiene nutzt. So könnte über das liegende Instrument nach Reposition der Cage in den Zwischenwirbelraum eingeführt und bei fixierter Instrumentation das Instrument entfernt werden. Die bestehende Distraktion im Zwischenwirbelraum würde eine „Press fit“ Implantation des Cage ermöglichen und so die erfolgte Reduktion auch nach Entfernung des Repositeurs halten.

2. Realistisch ist auch die Verwendung bereits in der Industrie entwickelter Spreizdübel als Spacer für den leeren Zwischenwirbelraum ähnlich dem Twinrix System oder von Spreizdübeln, die den Distraktionsschrauben des RODE-GERDTS Fixateurs ähnelt. Spreizdübel/Spreizcages würden u. E. sehr viel besser den Translationskräften im Gleitsegment entgegenwirken als die heute üblichen Carbon – oder PEEK Cages, die wirklich nur unter Kompression fest sitzen und dann zum Halten der Reduktion beitragen.

3. Auf Grund der technischen Probleme, von ventral einen Knochenblock oder einen anterior Cage – nach Reposition mit dem von LOUIS (24) vorgestellten Repositeur – in den Zwischenwirbelraum zu platzieren und danach das Instrument zu entfernen, hat sich diese Technik nicht durchgesetzt. Auch hier sind Lösungen denkbar, indem man z.B zwei Gewindestäbe mit H-förmigen Abschlussplatten armiert und diese als kleines Widerlager bds. relativ weit lateral in den ventralen Spinalkanal zwischen Duralsack und die Hinterkanten einbringt und dann über kleine ventrale Platten und Muttern nicht nur reponiert sondern auch im Zwischenwirbelraum fixiert. Das würde unserem Grundgedanken folgen,

dass nur eine Reduktion und Fixation auf dem Gleitweg d.h. im Zwischenwirbelraum das Problem im Bereich der vorderen Säule optimal lösen kann. Der LOUIS-Repositur (24) würde in dieser Variante zu einem intercorporalen Fixationssystem umgestaltet.

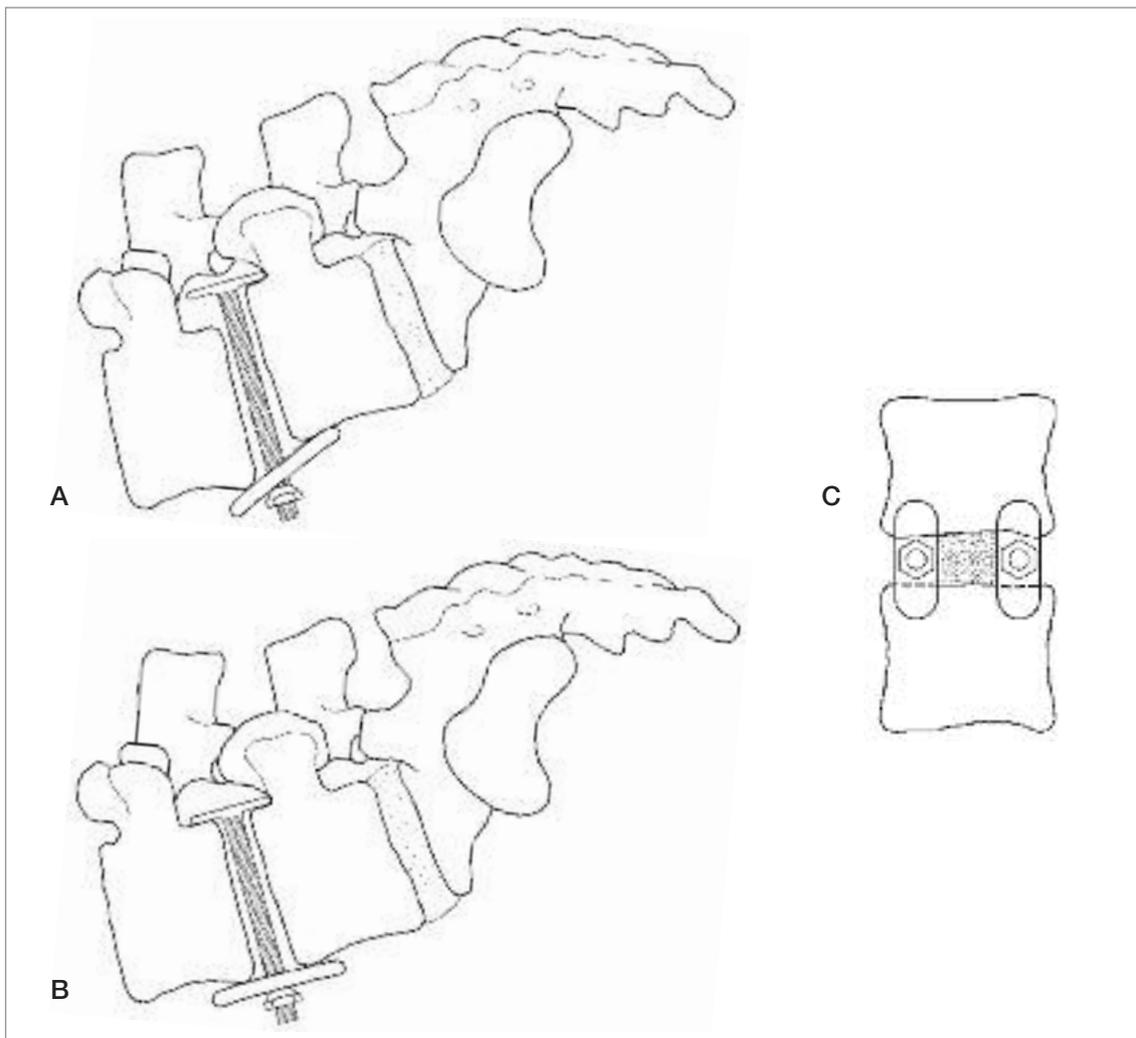


Abb. 4.1 | A. Armierter Gewindestab im Zwischenwirbelraum vor Reposition
 B. Abgeschlossene Reposition mit ventral fixierender Platte (vergl. Abb. 1.11)
 C. Anterior-posterior Ansicht mit mittiger Spongiosapломbe im Zwischenwirbelraum

Denkbar sind weiterhin zwei korrespondierende Gewindeplatten im Zwischenwirbelraum, wobei statt des Inlays oder Cages zwei konische, gewindegängige Repositionsschrauben nicht nur die Reduktion der Fehlstellung sondern auch die definitive Fixation in Zwischenwirbelraum d.h. auf der Gleitstrecke übernehmen und das Repositionsergebnis halten.

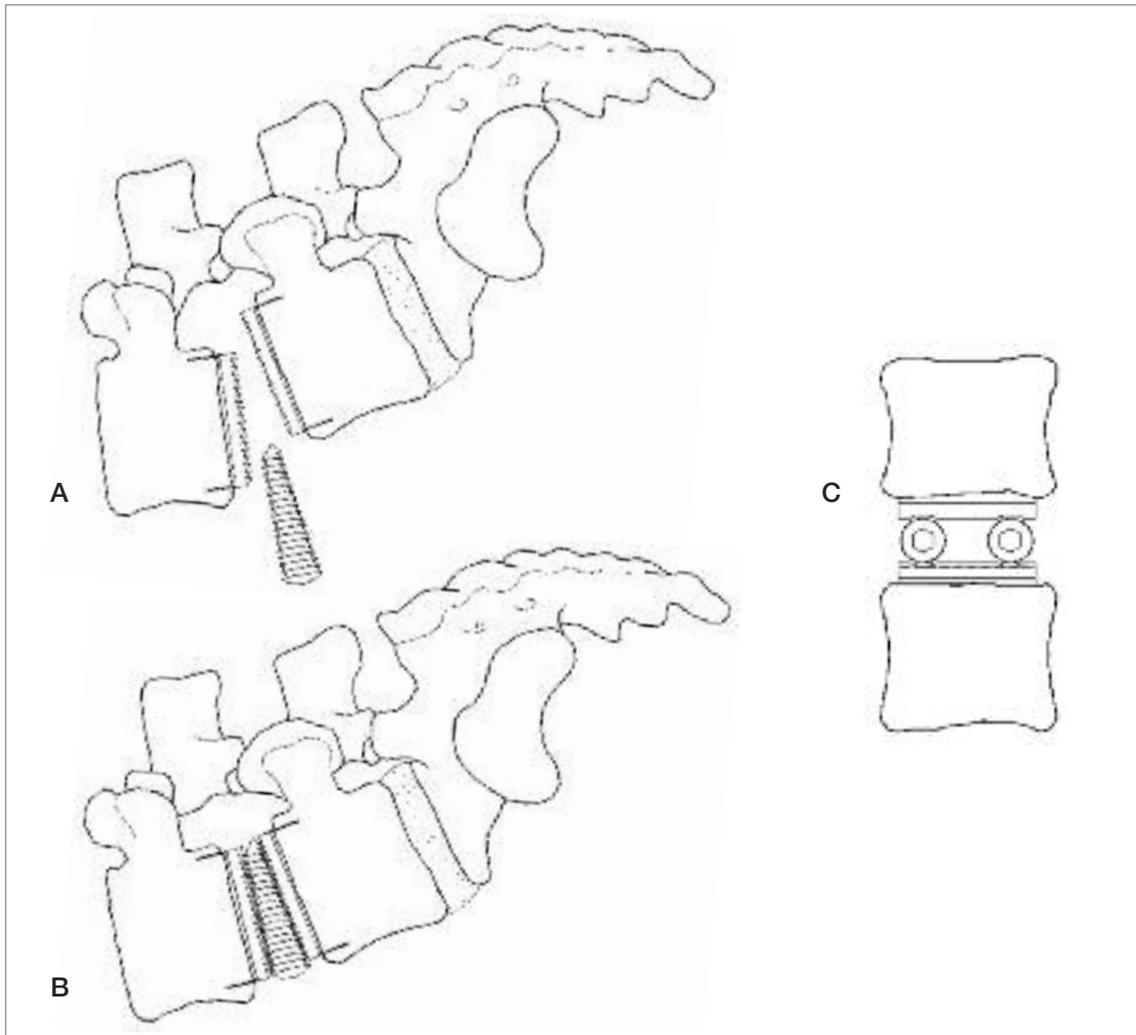


Abb. 4.2 | A. Situs vor Reposition mit implantierten Gewindeplatten
B. Vollständige Reposition über eine konische Schraube
C. Anterior-posterior Darstellung ohne Spongiosaimplantation

4. Deshalb ist es unser Credo, dass auf Grund der Lastenverteilung von 80 % das Gleitproblem im Bereich der vorderen Säule gelöst werden muss und zwar nicht nur in Form von Implantaten sondern durch eine belastungsstabile ventrale Spondylodese. Dies ist nur durch die zusätzliche Spongiosatransplantation in den Zwischenwirbelraum zu erreichen, auf die u. E. nie verzichtet werden darf.

5. Diskussion

Unter Berücksichtigung der 3-Säulen-Theorie der Wirbelsäule und der Gleitvorgänge im sagittalen und seitlichen Profil im Rahmen einer Gleitwirbelbildung wird klar, dass alle 3 Komponenten eines jeden Wirbelsegmentes intakt sein müssen, um die Stabilität zu gewährleisten und den Scherkräften auf der schiefen Ebene widerstehen zu können. In der heutigen Zeit ist es nur noch von historischem Interesse und somit auch müßig, sich mit früheren Operationsverfahren so z. B. der durchaus wirksamen und heilenden intertransversalen Spondylodese bei der lumbalen Spondylolisthese zu befassen, da es sich hierbei immer um eine Versteifung in Fehlstellung handelt und die verbliebene Restmobilität in den 3 Komponenten des Bewegungssegmentes nicht selten zu Pseudarthrosen (Nonunion) führen musste. So berücksichtigt die traditionelle dorsale-laterale oder intertransversale Spondylodese bei der Gleitwirbelbildung nicht die Notwendigkeit der Reposition, noch die physiologische Anatomie, bei der die Gewichtsverteilung im Lot ist (HARMS 11, 12). Im Wissen, dass die vordere Säule mit den Wirbelkörpern und den Bandscheiben 80 % der Last (des Gewichts) trägt und dies vor allem am lumbo-sacralen Übergang auf einer schiefen Ebene, so ist nachvollziehbar, dass bei jeder Operation an der Wirbelsäule die Intaktheit und Belastbarkeit der vorderen Säule vorrangig zu beachten ist.

Vordere Säule:

Bei der Beschäftigung mit der operativen Therapie der Spondylolisthese ist also die korrekte Stellung und Belastbarkeit der vorderen Säule zielführend im Wissen, dass die erfolgreiche Reposition und eine knöchern durchbaute intercorporale Spondylodese nach Bandscheibenentfernung zur Heilung führen wird. Zu einer im Laufe des Lebens fortschreitenden Gleitwirbelbildung kann es nur dann kommen, wenn die Bandscheibe altert und austrocknet, der Zwischenwirbelraum sintert, was zu einer Segmentlockerung führen muss, weil die vordere und die hintere Zuggurtung auslockern und sowohl die Bänder als auch der Bandscheibenring keine ausreichende Vorspannung und Dehnung aufweisen. Deshalb muss es das Ziel jeder Spondylolisthese-Operation sein, sowohl die vordere als

auch die hintere Zuggurtung intakt zu lassen oder aufrecht zu erhalten, weil sie den Scherkräften entgegenwirkt.

Deshalb ist die Reposition L5/S1 von ventral mit dem hierfür entwickelten Repositeur (LOUIS, 24) aus folgenden Gründen unbefriedigend:

1. Nach dem ventralen trans- oder retroperitonealen Zugang muss im Bereich des Promontoriums sowohl das vordere Längsband als auch der noch stabilitäts-erhaltende vordere Bandscheibenring vollständig reseziert werden, um nach Bandscheibenausräumung den Repositeur überhaupt einsetzen und anwenden zu können, woraus sich aber dann sofort weitere Nachteile ergeben.

2. Es müssen zwei oder drei Knochendübel als Bandscheibenersatz entnommen und in den Zwischenwirbelraum eingeschlagen werden, der letzte nach Entfernen des Repositeurs, wobei nur über die Größe der tricorticalen Dübel die erforderliche Distraction im Zwischenwirbelraum mit Wiederherstellung der normalen Höhe des Zwischenwirbelraumes erzielt werden kann und nur die „pressfit“ eingeschlagenen und eingeklemmten Dübel können das Repositionsergebnis überhaupt halten, nachdem man die vorbestehende wichtigste ligamentäre Struktur, d.h. die vordere Zuggurtung bestehend aus vorderem Längsband und vorderem Bandscheibenring entfernt hat. Es ist also unmöglich, eine Knochenscheibe als einziges Implantat bzw. Bandscheibenersatz zu verwenden, weil man sonst ggf. den Repositeur nicht mehr entfernen kann. Andererseits schließt diese Methode die Implantation eines üblichen ALIF-Kunststoff-Cage aus Carbon oder PEEK aus, eben weil sich nach Einschlagen dieses idealen Implantats trotz Distraction mit Aufrichtung des Zwischenwirbelraumes der Repositeur nicht mehr problemlos entfernen ließe.

3. Es ist primär nicht sinnvoll und destruktiv, die vordere Zuggurtung, die bisher ein weiteres Abgleiten erfolgreich verhindert hat, vollständig zu beseitigen. Dies muss zu einer weiteren iatrogenen Segmentlockerung führen.

4. Beim lateralen Zugang zur Wirbelsäule von retroperitoneal ist L5/S1 kaum erreichbar und der abgebildete Repositeur kann in keinem Segment eingesetzt werden.

Verwendet man für die Reposition von dorsal die altbewährte Technik mit dem Harrington-Stab zur Distraction und Reduktion, so ist die Methodik biomechanisch glänzend durchdacht und nachvollziehbar und nicht zuletzt vielfach erprobt, wenn man die Publikationen (13, 51) und das Lehrbuch von HARMS (11, 12) kennt. Bei der Anwendung der Reposition mit dem Harrington-System ergeben sich aber auch erhebliche praktische und theoretische Nachteile:

1. Es ist eine unnötige, langstreckige Freilegung der Lendenwirbelsäule erforderlich über mehrere Segmente mit Ablösen der Muskulatur von der hinteren Säule.
2. Andererseits muss die Distraction immer zu einer Entlordosierung und zur unphysiologischen Streckstellung führen, wenn man einen längeren Gleitweg zu reponieren hat.
3. Ein weiterer theoretischer Nachteil liegt darin, dass neben dem Harrington-System natürlich noch intraoperativ mit einem Distraktor der vordere Zwischenwirbelraum des Gleitsegmentes aufgespreizt werden muss, um die physiologische Lordose wieder herzustellen. HARMS (Abb. 1.12 – 1.14) zeigt klar die Nachteile dieser Methodik, die für die anatomische Reposition 2 Instrumente (Harrington-System plus Distractionszange) benötigt.

Vor Jahren wurde im Ludmillenstift in Meppen mit unterschiedlichen transpedikulären Fixateuren gearbeitet hauptsächlich mit dem Plattenfixateur von STEFFEE (42) und dem KLUGER-Fixateur interne, wobei der abgebildete dorsale Repositeur (ULRICH Abb. 1.16) und auch das Galgensystem von KLUGER (19) mit allen anderen Fixateuren den Nachteil haben, dass durch Zug an den oberen Pedikelschrauben oder bei STEFFEE (42) durch Zug an den mittleren Pedikelschrauben in Richtung der Bohrkanäle und somit an den Gewinden gezogen wird, was vor allem bei schlechter Knochenqualität und längerem Gleitweg bei übergewichtigen Personen zum Ausriss der Pedikelschrauben führen kann.

Der intraoperative Schraubenausriss stellt eine iatrogene Komplikation dar, die jeder Operateur zurecht fürchtet, weil er unter Umständen die gesamte Strategie und das angestrebte Operationsergebnis in Frage stellt. Zudem ist die Methodik unhandlich, weil bei dem üblichen, leicht konvergierenden Schraubenverlauf das Repositionsinstrumentarium relativ weit von der Mittellinie entfernt lateral der Wirbelbogengelenke möglicherweise im Bereich der Muskulatur oder gar in Form eines Galgens außerhalb des Operationsfeldes liegt, was einen längeren Hautschnitt und ein längeres Ablösen der Rückenmuskulatur über mehrere Segmente erforderlich macht mit massiv nach lateral abgedrängter und komprimierter Rückenmuskulatur (vermehrte Weichteiltraumatisierung).

Demgegenüber bieten die im letzten Jahrzehnt entwickelten Polyaxialschrauben einen entscheidenden Fortschritt nicht nur bei der Reposition sondern auch bei der Platzierung der Längsträger insbesondere, wenn mehrere Segmente instrumentiert werden müssen: Die Schraubenköpfe müssen nicht exakt ausgerichtet in einer Fluchtlinie stehen, was für das Einlegen des Stabes vor allem bei begleitender skoliotischer Deformität von großem Vorteil ist. Zum anderen liegen die Längsträger bei Verwendung von Polyaxialschrauben immer näher an der Mittellinie als bei monoaxialen Schrauben (Ausnahme: KLUGER-Fixateur), was den Vorteil hat, dass sich die aufliegenden Weichteile anatomisch besser aufliegen und bei einer Metallentfernung nicht so weit abgelöst werden müssen. Der entscheidende Vorteil bei Verwendung von Polyaxialschrauben liegt jedoch in der Biomechanik, wobei jetzt nicht mehr an den starr mit den Schraubenköpfen verbundenen Gewindestäben in Bohrrichtung gezogen und reponiert wird, sondern in einem kleineren, limitierten Operationsfeld nicht wie früher nach dorsolateral, sondern direkt nach dorsal gezogen wird (Abb. 1.32 A). Die Zugkraft an den Schrauben wirkt also nicht mehr ausschließlich auf die Schraubengewinde, sondern auch auf die Schraubenfläche und auf den Schraubenhals, was zu einer sehr viel besseren Verteilung der Kräfte und der Belastung führen muss. Allein bei der Anwendung der Polyaxialschrauben ist die Zugrichtung und somit die Richtung der Reposition nach dorsal (entsprechend unserem Distraktions-Repositionsinstrument) ideal, eine zusätzliche Distraction oder Kompression und Relordosierung ist möglich.

Bei der obligaten Stabilisierung der vorderen Säule hat man zu bedenken, dass nur die Technik nach CLOWARD (Abb. 1.5) und die Technik nach LIN (Abb. 1.6) mit der Verwendung tricorticaler Knochenblöcke logisch überzeugen und sich bewährt haben, wohingegen die von uns über Jahre geübte Dübeltechnik nach WILDBERGER (Abb.1.3) und BLUME (Abb.1.4) aus folgenden Gründen enttäuschen mussten:

1. Durch das Aufbohren der Zwischenwirbelräume in der bekannten CLOWARD-Technik werden die harten, belastbaren knöchernen Endplatten im Dübellager weggebohrt, was natürlich einen optimalen Kontakt der Wirbelkörperspongiosa mit der Dübelspongiosa verspricht, jedoch die Stabilität entscheidend beeinträchtigt. Die nach Aufbohren des Zwischenwirbelraumes freiliegende Wirbelspongiosa und die implantierte Dübelspongiosa sind natürlich nicht tragfähig oder belastbar, was zu einem konsekutiven Sintern im vormals schön aufgespreizten Zwischenwirbelraum führen muss, da sowohl die Dübelcorticalis der Runddübel, als auch die Dübelspongiosa in die im Bohrkanal freiliegende Wirbelspongiosa unter dem Körpergewicht einsinken müssen. Nur wenn sich die tricorticalen stabilen Knochenespäne (CLOWARD, 8; LIN, 22, 23) mit ihrer harten Corticalis auf den intakten knöchernen Endplatten abstützen können, ist ausreichende Belastungsstabilität im Bereich der vorderen Säule bei ausschließlicher Knochenimplantation gegeben.

2. Zum Halten der Höhe des mit Knochenmaterial gefüllten Zwischenwirbelraumes und zur Ruhigstellung ist die transpediculäre Stabilisierung mit einem Fixateur interne zusätzlich erforderlich, jedoch kommen immer die Pedikelschrauben unter Druck, wenn im Nachhinein der Zwischenwirbelraum sintert und die bicorticalen Runddübel (WILDBERGER, 50; BLUME, 3) in die Wirbelspongiosa einsinken, was dann zum Implantatversagen mit Schraubenbruch führt. Und in diesem Moment ist alles verloren: Die bei alleinigem dorsalem Zugang noch erhaltene und wieder funktionsfähige vordere Zuggurtung verliert ihre Wirkung und lockert aus, wenn der Zwischenwirbelraum erneut sintert. Den Scherkräften wird weder durch Pressfit in den Zwischenwirbelraum eingebolzte Knochendübel Widerstand geleistet noch durch die gebrochenen Pedikelschrauben, weshalb es dann konsekutiv zu einem neuen Abrutschen im Gleitsegment kommen muss. Es ist also die vordere Säule, die 80 % des Gewichts

abfängt und somit zu 80 % für das Gelingen der Operation verantwortlich ist, wenn sie in Idealstellung d. h. anatomisch korrekt steht und fixiert wird.

3. Spacer aus Kunststoff oder Metall, d.h. Cages erfüllen deshalb in viel besserer Weise die erforderliche Funktion als Distanzhalter bei nach Reposition auf physiologische Höhe aufgerichtetem Zwischenwirbelraum, da die Auflageflächen sowohl der Cages als auch der knöchernen Endplatten sehr viel größer und fester sind als z. B. bei Runddübeln. Zum anderen sind entsprechende Platzhalter oder Spacer als Bandscheibenersatz schon deshalb vorzuziehen, weil die Gewinnung von stabilen tricorticalen Spänen immer einen erheblichen Defekt am Beckenkamm hinterlässt, der immer zu Komplikationen oder Restbeschwerden führt.

Mittlere Säule:

Die Strukturen der mittleren Säule, die eigentlich durch Elongation, Fehlbildung, Ermüdungsfraktur oder Falschgelenkbildung das Wirbelgleiten verursacht haben, wurden früher gemeinsam operativ angegangen. Die Wirbelbogengelenke und Falschgelenke wurden entknorpelt und nach Anfrischen der Corticalis der Wirbelbogengelenke und Querfortsätze mit einer Spongiosastrasse abgedeckt, was aber niemals sofort sondern erst nach Monaten nach Abschluss der knöchernen Durchbauung zu Stabilität führen konnte, weshalb bis dahin der obligate Fixateur interne den Scherkräften im Gleitsegment widerstehen und standhalten musste. Der entscheidende gedankliche Fehler liegt aber darin, dass trotz des rigiden Fixateur interne immer noch minimale Wackelbewegungen sowohl im Bereich der vorderen Säule als auch im Bereich der hinteren Säule möglich sind und ein Nachsintern des vorher instrumentell distrahierten und reponierten Gleitsegments die Schrauben unter Druck bringen muss, sofern nicht vernünftigerweise der Zwischenwirbelraum des Gleitsegmentes zusätzlich ausgeräumt, distrahiert und ein Bandscheibenersatz mit spongiosagefüllten Cages im Bereich der vorderen Säule durchgeführt wurde. Schon die Aufdehnung der vorderen Zuggurtung und die Pressfit zwischen die knöchernen Endplatten eingeklemmten Cages tragen sehr zur Stabilisierung im Gleitsegment bei. Eine dorso-laterale und intertransversale Spondylodese bedeutet aber einen zusätzlichen Zeitaufwand und Blutverlust durch Ablösen der Muskulatur auch von den Querfortsätzen, deren knöcherne

Verbindung durch eine intertransversale Spondylodese unlogisch ist, weil die knöchernen Versteifung nicht in den „Gleitgelenken“ wirkt und somit auch die Ursache nicht vor Ort beseitigt. Logisch ist nur die Arthrodesen im Bereich der Falschgelenke und die intercorporale Versteifung.

In Folge der Überbelastung der Wirbelbogengelenke und der Falschgelenke muss es hier bei fortschreitendem Wirbelgleiten zu einer zunehmenden Spondylarthrose mit klobiger Auftreibung der Facettengelenke, Ergussbildung und Juxtafacetten-Cysten kommen, ohne dass durch diese reaktiven Vorgänge das Wirbelgleiten aufgehalten werden kann, wenn nicht eine spontane Arthrodesen im Bereich der mittleren Säule eintritt oder zusätzliche knöchernen Spangen die angrenzende Deck- und Grundplatte im Gleitsegment abfangen. Erst im höheren Lebensalter nach einer langen Kreuzschmerzkarriere kommt es gelegentlich zu einer spontanen Einsteifung im Gleitsegment in Fehlstellung, d.h. zu einer „heilsamen“ Einsteifung, die der Operateur frühzeitig durch eine überzeugende Operationsstrategie vorziehen kann: mit dem Ziel einer vollen Belastbarkeit für berufliche und sportliche Aktivitäten bei Schmerzfreiheit. Das jahrzehntelange Warten auf eine Spontanheilung ist durch Inaktivität und Entwicklung einer Schmerzkrankheit belastet, in der Regel verbunden mit vorzeitiger Berentung zwischen dem 40. und 60. Lebensjahr.

Hintere Säule:

Fasst man im Zusammenhang mit der Gleitwirbelbildung die hintere Säule ins Auge, so muss man auch hier feststellen, dass es durch das fortschreitende Wirbelgleiten zu einer Auslockerung und Ausdehnung mit Teilverlust der Funktion und Wirksamkeit der hinteren Zuggurtung kommt gelegentlich mit Reiben der Dornfortsätze im Gleitsegment. Nicht selten wirkt aber auch der wackelige, völlig lockere Wirbelbogen schmerzauslösend und dies über die Mehrbeweglichkeit in den Falschgelenken bzw. Wirbelbogengelenken über die Rami rekurrentes nervi luschkae, während die Nervi sinuvertebrales im Bereich des gedehnten hinteren Bandscheibenringes und des hinteren Längsbandes kaum zur Generation der Rückenschmerzen beitragen. Hieraus ergeben sich logische Konsequenzen für

die erforderliche operative Therapie im Bereich der mittleren und hinteren Säule: Die Wirbelbogengelenke und Falschgelenke müssen weitestgehend abgetragen und elektrothermisch denerviert werden, wobei die hierauf folgende konsekutive zunehmende Segmentlockerung die erforderliche Reposition erst möglich macht. Allein die Reposition über einen Fixateur interne und die hierdurch erzielte Fixation wird immer unzureichend sein, wenn nicht die Wirbelbogengelenke und Falschgelenke denerviert, entknorpelt und operativ versteift worden sind. Zwar bewirkt die Reposition im Gleitsegment eine überzeugende und schöne Erweiterung der Neuroforamina (Bildserien Abb. 2.5, 2.7 A und B) und eine sichtbare, nachvollziehbare Rekalibrierung des durch das Wirbelgleiten eingeengten Spinalkanals, aber selbst bei degenerativem Wirbelgleiten und noch intakten Isthmus kann die Implantation und der Versuch der Stabilisierung mit einem interspinösen Spacer (X-Stop, Wallis, interspinöses U, Coflex, Diam) nicht überzeugen, weil dieser im Gleitsegment eine unphysiologische Streckstellung verursacht, was zu einer Dehnung des Ligamentum flavum führt mit konsekutiver Erweiterung nicht nur der Neuroforamina sondern auch des Spinalkanals, jedoch wird durch diese Maßnahme in der Regel die hintere Zuggurtung (das Ligamentum interspinosum und supraspinosum) beseitigt bzw. durch ein Implantat ersetzt, was niemals zu der erforderlichen knöchernen Spondylodese d.h. zu einer dorsalen Versteifung führen kann, wie dies früher durch den traditionellen H-Span möglich war. Der traditionelle H-Span ist im Bereich der hinteren Säule zwischen den Dornfortsätzen eingeklemmt und bei jeder Reklination frakturgefährdet, aber er erfüllt natürlich seinen Zweck sehr viel besser als andere interspinöse Implantate, weil er distrahiert, unter Kompression steht und somit fest knöchern einheilen kann. Man muss sich also bei der operativen Behandlung aller mobilen Gleitwirbelbildungen vorab bewusst sein, dass man die noch stabilisierende aber jetzt durch das Sintern im Auslockern begriffene hintere Zuggurtung beseitigt und hierdurch destabilisiert, wie man dies ventral durch die Resektion des vorderen Längsbandes und des vorderen Bandscheibenringes tun kann. Gelingt es einem geschickten Operateur durch weitgehende Resektion der Facettengelenke und Falschgelenke ausreichend Raum für die Resektion des hinteren Bandscheibenringes und des hinteren Längsbandes zu schaffen mit konsekutiver Distraction im

Gleitsegment, wie sie HARMS (11, 12) fordert, kann es gelegentlich unter Anwendung der TLIF-Technik gelingen, die hintere Zuggurtung zu erhalten und auszuspannen, d.h. wieder funktionstüchtig zu machen insbesondere beim degenerativen Wirbelgleiten, wenn der Isthmus noch intakt ist und nur teillaminektomiert werden muss. Unter diesen Voraussetzungen könnte die TLIF-Technik der PLIF-Technik überlegen sein, wenn es dabei gelingt, die hintere Zuggurtung zu erhalten und durch Reposition und Distraction wieder funktionsfähig zu machen.

Ausgehend von diesen Gedankengängen unter dem Einfluss der Mikrochirurgie und dem Ziel einer ausschließlich monosegmentalen Versorgung wurde das hier erprobte Distractions-Repositions-Instrument entwickelt im Wissen, dass der Technik von HARMS (11, 12) folgend sowieso eine instrumentelle Distraction und Aufrichtung im Zwischenwirbelraum erforderlich ist, wobei sich aus rein logischen Gründen die Reposition auf der Gleitebene oder auf der Gleitstrecke im Bereich der knöchernen Endplatten anbietet, wie sie bereits früher von ventral (LOUIS, 24) konzipiert worden ist. Eben dieser Repositeur von ventral induzierte die Entwicklung des neuen Repositions-Distractions-Instrumentes, das ebenfalls im Gleitsegment – hier im Zwischenwirbelraum – ansetzen und wirken sollte. Das hier vorgestellte Instrument spreizt – wie erforderlich – schon im vorderen Zwischenwirbelraum, dehnt hier den verbliebenen vorderen Bandscheibenring und das vordere Längsband auf und schafft Raum für den contralateral zu implantierenden Cage. Indessen stützen sich die Zähne des Instruments auf den harten, stabilen Wirbelendplatten ab, dass dann wie auf einer Lafette der Gleitwirbel auf seinem Gleitweg exakt zurück gezogen werden kann vergleichbar mit dem ebenfalls nach dorsal gerichteten Zug an den Polyaxialschrauben: die Reduktion erfolgt also ebenfalls in der richtigen Richtung nach dorsal und nicht dem Schraubenverlauf folgend nach dorso-lateral.

Das hier entwickelte Distractions-Repositions-Instrument folgt also konsekutiv der biomechanischen Forderung, dass der nach vorn gleitende Wirbelkörper direkt nach hinten gezogen werden muß, bis die Flächen, die die maximale Belastung tragen, wieder exakt übereinander positioniert sind. Das kann mit oder

ohne zusätzlichen Zug an den Polyaxialschrauben erreicht werden und selbst dann, wenn man keine Polyaxialschrauben zur Verfügung hat oder der Gleitweg für Polyaxialschrauben zu lang ist. Dann kann man mit unserem Instrument nach Teilreposition und temporärer Fixation immer wieder nachreponieren, um dann lateral des einseitig im Zwischenwirbelraum platzierten Instruments den Fixateur interne letztendlich in optimaler Stellung zu arretieren, während man auf der Gegenseite den spongiosagefüllten Cage einsetzt, der nach Auslassen der Distraction pressfit sitzt und die vordere Säule stabilisiert.

Durch den konsequenten Einsatz des hier vorgestellten, in Meppen entwickelten und erprobten Distaktions-Repositions-Instruments konnten in allen Fällen selbst Spondylolisthesen Grad III weitgehend problemlos monosegmental allein von dorsal reponiert und fixiert werden, auch ohne den Einsatz von Polyaxialschrauben, die sich ebenfalls oder alternativ anbieten.

Bricht jedoch eine Schraube aus, muss ggf. die Bogenwurzel freigelegt und dann eine neue etwas dickere Schraube platziert werden. Dann kann man bei derartigen Problemen die Reposition mit unserem Instrument durchführen und halten, ohne dass bei einem Bruch des Pedikels oder drohendem Schraubenausriss der Erfolg der Reposition und somit auch des Eingriffes gefährdet wäre.

Entscheidend ist der Grundgedanke, dass wie in der Skoliosechirurgie im sagittalen Profil bei der Gleitwirbelbildung im seitlichen Profil alle 3 Komponenten der Wirbelsäule (360° Rundum-Spondylodese) operativ behandelt und versorgt werden müssen, um nachfolgend optimale Stellung und Belastungsstabilität zu erreichen.

Das alleinige operative Vorgehen von hinten mit Simultanoperation an allen 3 Säulen demonstriert überzeugend die Tendenz zu immer kleineren, monosegmentalen Eingriffen an der Wirbelsäule weg von den ventro-dorsalen Operationen mit 2 oder gar 3 separaten OP-Feldern und der hierdurch erheblich vergrößerten Zugangsmorbidität und dem hiermit verbundenen größeren operativen und anästhesiologischen Aufwand.

Zur Reposition hochgradiger Spondylolisthesen mit einem Gleitweg über 80 % ist unser, für die monosegmentale Anwendung konzipiertes, Distraktions-Reduktions-Instrument nicht geeignet, weil ggf. die Auflageflächen der gezahnten Branchen zu kurz sind. Hochgradige Spondylolisthesen und Spondyloptosen bedürfen einer ganz anderen Operationsstrategie und Technik, wie sie von EDWARDS (9), HARMS (11) und vielen anderen (4, 16, 25, 28, 32, 33, 40, 46) ausführlich diskutiert und beschrieben worden ist.

6. Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation befasst sich mit der operativen Therapie der Spondylolisthese unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung der operativen Strategien insbesondere in Hinblick auf die Repositionstechniken. Es wird auf die Ähnlichkeit der Krankheitsbilder und operativen Strategien bei der Behandlung der Skoliose im sagittalen Profil und der Gleitwirbelbildung im seitlichen Profil hingewiesen. Die Einzelheiten der operativen Maßnahmen an den 3 Wirbelsäulenabschnitten werden im Rahmen der erforderlichen „3 Säulen-Therapie“ diskutiert, da bei derart komplexen Krankheitsbildern die Instabilität jeder Säule Beachtung finden und operativ behandelt werden muss. Das außer Achtlassen der Therapie für eine der 3 Säulen kann nicht nur die Operationsstrategie sondern auch das Operationsergebnis gefährden. Es wurde herausgearbeitet, dass der von uns propagierte schon eher minimal invasive einzeitige Eingriff von dorsal mit Dekompression nicht nur der foraminal auslaufenden, eingeklemmten Nervenwurzeln sondern auch der Mittellinienstrukturen - hier des Rückenmarksackes und der Cauda equina - bei einer mobilen Spondylolisthese nicht ausreichend ist, sondern von einer zusätzlichen Bandscheibenausräumung im Bereich der vorderen Säule gefolgt sein muss. Durch Reposition und Distraction mit Wiederherstellung der Höhe des Zwischenwirbelraumes wird die vordere Zuggurtung restituiert und über die pressfit in den Zwischenwirbelraum eingesetzten Cages Kompression auf die knöcherne Endplatten ausgeübt, die nach der erforderlichen Reposition jetzt wie früher bei der intakten Bandscheibe Halt und Stabilität geben können. Im Gegensatz zu früher, wo es nicht selten dreier Zugänge zu unterschiedlichen Operationsfeldern bedurfte, um ein optimales Operationsergebnis zu erzielen, kann heute über einen Zugang von dorsal im Rahmen einer Simultanoperation dekomprimiert, vollständig reponiert und monosegmental rundum (360°) versteift werden, unbeachtlich welcher Technik man sich bedient: Der Reposition über Polyaxialschrauben oder der Reposition mit dem hier entwickelten Distraktions-Repositions-Instrument, das vorgestellt und in Hinblick auf seine Vorteile diskutiert wird. In jedem der hier operierten Spondylolisthesefälle Grad I-III konnte eine vollständige Reposition beim einzeiti-

gen Eingriff von dorsal erzielt werden. Die Entwicklung des Instrumentes basiert vor allem auf dem Repositeur von ventral und den unterschiedlichen Repositionstechniken und Instrumenten, die beim Einsatz des Fixateur interne von dorsal entwickelt wurden. So ist das hier vorgestellte Repositions-Distraktions-Instrument eine logische Folgerung aus früher entwickelten Repositionstechniken, wodurch sich jetzt ein Zweiteingriff von ventral und ein dritter Eingriff zur Spanentnahme erübrigen.

Nach den positiven Erfahrungen bei der Anwendung des in Meppen entwickelten Distraktions-Repositions-Instrumentes kann anhand der hier vorgelegten Analyse der intraoperative Einsatz nur empfohlen werden, vor allem auch deshalb, weil keine weiteren Nachteile oder zusätzliche Komplikationen aufgetreten sind.

6. Literaturverzeichnis

1. Aunoble S, Hoste D, Bley B, Basso Y, Villet L, Liquois F, Donkersloot P, Le Huec JC (2006)
Video-assisted ALIF with cage and anterior plate fixation for L5-S1 spondylolisthesis.
In: Gunzburg R, Unzberg M, Szpalski M: Spondylolysis, Spondylolisthesis and Degenerative Spondylolisthesis. Lippinkott Williams & Wilkins, Philadelphia: 187–194
 2. Bartolozzi P, Sandri A, Cassini M, Ricci M (2003)
One-stage posterior decompression-stabilization and transsacral interbody fusion after partial reduction for severe L5-S1 spondylolisthesis.
Spine 28 (11):1135–41
 3. Blume HG (1989)
Unilateral posterior lumbar interbody fusion: simplified dowel technique.
In: Lin PM, Gill K, Lumbar interbody fusion. Aspen Publishers Rockville: 201–209
 4. Boos N, Marchesi D, Zuber K, Aebi M (1993)
Treatment of severe spondylolisthesis by reduction and pedicular fixation. A 4–6 year follow up study.
Spine Sept. 15, 18 (12): 1655–61
 5. Bradford, Lonstein, Ogilvie, Winter (1987)
Spondylolysis and Spondylolisthesis
In: Moe's Textbook of Scoliosis and other spinal deformities. W.B. Saunders Company, 2nd. Edition: 414
 6. Brocher JEW (1956)
Die Wirbelverschiebung in der Lendengegend, 2. Auflage.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart
-

7. Buttermann GR, Garvey TA, Hunt AF, Transfeldt EE, Bradford DS, Boachie-Adjeil O, Oglivie JW (1998)
Lumbar fusion results related to diagnosis.
Spine 23 (1): 116–127
 8. Cloward RB (1982)
Spondylolisthesis treated with PLIF.
In: Lin PM, Posterior lumbar interbody fusion.
CC Thomas Publishers Springfield: 227–251
 9. Edwards CC: Reduction of spondylolisthesis.
In: Bridwell KH, De Wald RL, eds. The textbook of spinal surgery.
Philadelphia: JB Lippincott, 1991: 605–634
 10. Gill-procedure in Kapitel „Spondylolysis and Spondylolisthesis“:
Bradford, Lonstein, Ogilvie, Winter: Moe’s Textbook of Scoliosis and other
spinal deformities. W.B. Saunders Company, 2nd. Edition, 1987, S. 414
 11. Harms J, Tabasso G. (1999)
Instrumented spinal surgery.
G Thieme Stuttgart New York: 129–147
 12. Harms J, Stürz H (2002)
Severe Spondylolisthesis. Pathology, diagnosis, therapy.
Steinkopf Verlag, Darmstadt
 13. Henke G (1975)
Modifizierte Spondylodese nach HARRINGTON bei Spondylolisthese.
Orthop. Praxis 4 (11): 262–264
-

14. Hing Ky, Kirkaldy-Willis WH, Shannon R, Wedge JH (1982)
Anatomy, pathology, and pathogenesis of lateral spinal stenosis.
In: Lin PM, Posterior lumbar interbody fusion.
CC Thomas Publishers Springfield: 165–177

 15. Hohmann F, Stürz H (1997)
Differential indications for lumbosacral fusion
and reposition operation in spondylolisthesis.
Orthopäde, Sep. 26 (9): 781–9

 16. Hu SS, Bradford DS, Transfeldt EE, Cohen M (1996)
Reduction of high-grade spondylolisthesis using Edwards instrumentation.
Spine Feb. 1;21 (3): 367–71

 17. Ishikawa S, Kumar SI, Torres BC (1994)
Surgical treatment of dysplastic spondylolisthesis. Results after in situ fusion.
Spine 19 (15): 1691–1696

 18. Kawakami M, Tamaki T, Ando M, Yamada H, Hashizume H, Yoshida M (2002)
Lumbar sagittal balance influences the clinical outcome after decompression
and posterolateral spinal fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis.
Spine 27 (1): 59–64

 19. Kluger P, Weidt F, Puhl W (1997)
Spondylolisthesis and pseudospondylolisthesis. Treatment by segmental
reposition and interbody fusion with fixateur interne.
Orthopäde 26 (9): 790–795

 20. Kristof RA, Aliashkevich AF, Schuster M, Meyer B, Urbach H, Schramm J
(2004) Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis:
a prospective long-term study comparison fusion and pseudarthrosis.
Spine Apr. 16; 29 (7): 726–33; discussion 733–35
-

21. La Rosa G, Germano A, Conti A, Cacciola F, Caruso G, Tomasello F (1999)
Posterior fusion and implantation of the SOCON – SRI system in the treatment of adult spondylolisthesis.
Neurosurg Focus 15: 6–7
 22. Lin PM (1989)
Technique and complications of posterior lumbar interbody fusion.
In Lin PM, Gill K, Lumbar interbody fusion. Aspen Publishers Rockville
171–199
 23. Lin PM (1989)
Introduction of PLIF, biomechanical principles and indications.
In Lin PM, Gill K., Lumbar interbody fusion. Aspen Publishers Rockville
1989: 3–57
 24. Louis R (1991)
Orthopädische Operationslehre.
G. Thieme Verlag, Stuttgart New York: 293–307
 25. Mehdian SM, Arun R, Jones A., Cole AA (2005)
Reduction of severe adolescent isthmic spondylolisthesis: a new technique.
Spine Oct 1; 30 (19): E 579–84.
 26. Metz-Stavenhagen P, Sambale R, Volpel HJ, von Stavenhagen N (1997)
Treatment of spondylolisthesis. Operation in situ or repositioning spondylo-
listhesis. Orthopäde 26 (9): 796–803
 27. Miyahoski N, Abe E, Shimada Y, Ohuyama K, Suzuki T, Sato K (2000)
Outcome of one-level posterior lumbar interbody fusion for spondylolisthesis
and postoperative intervertebral disc degeneration adjacent to the fusion.
Spine Jul 15; 25 (14): 1837–42
-

28. Mohinari RW, Bridwell KH, Linke LG, Mugacta FF, Ried KD (1999)
Complications in the surgical treatment of pediatric highgrade, isthmic dysplastic spondylolisthesis. A comparison of three surgical approaches.
Spine Aug. 15; 24 (16): 1701–11.

 29. Noack W, Kirgis A (1996)
Dorsale Reposition und ventrale Spondylodese bei der lumbalen Spondylolisthesis.
In Blauth M, Dick W, Operationen an der Wirbelsäule. Medizin & Wissen, Urban & Vogel München: 148–156

 30. Ogilvie JW (2005)
Complications in spondylolisthesis surgery.
Spine Mar. 15; 30 (6 Suppl): S 97–101.

 31. Petraco DM, Spivak JM, Cappadona JG, Kummer FJ, Neuwirth MG (1996)
An anatomic evaluation of L5 nerve stretch in spondylolisthesis reduction.
Spine 21 (10): 1133–1139

 32. Poussa M, Schlenzka D, Seitsalo S, Yilkoski M, Hurri H, Osterman K (1993)
Surgical treatment of severe isthmic spondylolisthesis in adolescents.
Reduction or fusion in situ.
Spine 18 (7): 894–901

 33. Roca J, Ubierna MT, Caceres E, Iborra M (1999)
One-stage decompression and posterolateral and interbody fusion for severe spondylolisthesis. An analysis of 14 patients.
Spine Apr. 1; 24 (7): 709–14
-

34. Rogozinski A, Rogozinski CH (2006)
A new spondylolisthesis reduction technique.
In: Gunzburg R, Unzburg M, Szpalski M, Spondylolysis, Spondylolisthesis and Degenerative Spondylolisthesis. Lippinkott Williams & Wilkins, Philadelphia 2006: 163–169
 35. Roy-Camille R, Demeulenaere C (1970)
Osteosynthese du rachis dorsal luminaire et lumbo-sacre par plaques metal-
liques vissees dans les pedicules vertebraux et les apophyses articulaires.
Presse Med 78: 1447
 36. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C (1986)
Plating of thoracic, thoracolumbar, and lumbar injuries
with pedicle screw plates.
Orthop Clin North Am 17: 147–159
 37. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C (1986)
Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating.
Clin Orthop 203: 7–17
 38. Schiffmann M, Brau SA, Henderson R, Gimmestad G (2003)
Bilateral implantation of low-profile interbody fusion cages:
subsidence, lordosis, and fusion analysis.
Spine Sept.–Oct.; 3 (5): 377–87
 39. Schöllner D (1975)
Ein neues Verfahren zur Reposition und Fixation bei Spondylolisthesis.
Orthop Praxis 11: 270–274
-

40. Seitsalo S, Ostermann K, Hyvarinen H, Schlenzka D, Poussa M (1990)
Severe spondylolisthesis in children and adolescents.
A longterm review of fusion in situ.
J Bone Joint Surg Br. Mar 72 (2): 259–65
41. Spruit M, Pavlov TW, Leitao J, De Kleuver M,
Anderson PG, Den Boer F (2002)
Posterior reduction and anterior lumbar interbody fusion
in symptomatic low-grade adult isthmic spondylolisthesis:
short term radiological and functional outcome.
Eur Spine Oct; 11 (5): 428–433
42. Steffee AD (1989)
The variable screw placement system with
posterior lumbar interbody fusion.
In: Lin PM, Gill K, Lumbar interbody fusion.
Aspen Publishers Rockville: 81–93
43. Stempel v A, Gossé F (1992)
Operative Stabilisierung der lumbosakralen Segmentlockerung
mit einem Pedikelschraubenstabsystem.
In: Matzen KA, Wirbelsäulenchirurgie II. G Thieme,
Stuttgart New York: 281–286
44. Suchomel P, Barsa P, Buchvald P (2006)
Posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in spondylolisthesis.
In: Gunzburg R, Unzburger M, Szpalski M, Spondylolysis,
Spondylolisthesis and Degenerative Spondylolisthesis.
Lippinkott Williams & Wilkins, Philadelphia: 195–201
-

45. Vahldiek M, Hackbart M (1.12.2005)
Die Reposition von Spondylolisthesen mit polyaxialen Pedikelschrauben.
Vortrag DGW Arbeitstagung, Meppen

 46. Vialle R, Charosky S, Padovani JP, Rigault P, Glorion C (2006)
Surgical treatment of high-grade lumbosacral spondylolisthesis
in childhood, adolescent and young adult by the „double-plate“
technique: a past experience.
Eur Spine J 15: 1210–1218

 47. Weinstein PR, Karpman RR, Gall EP, Pitt M (1982)
Spinal cord injury, spinal fracture, and spinal stenosis
in ankylosing spondylitis.
J Neurosurg 57: 609–616

 48. Weinstein PR, Ehni G, Wilson CB (1977)
Lumbar spondylosis. Diagnosis, management and surgical treatment.
Year Book Medical Chicago/London: 44–47

 49. Wild A, Seller K, Krauspe R (2005)
Surgical therapy for spondylolysis and spondylolisthesis.
Orthopade Oct; 34 (10): 995–1006.

 50. Wildberger BR (1964)
Intervertebral body fusion by the use of posterior bone dowel.
Clin Orthop 35: 69–79

 51. Zielke K (1975)
Lumbosakrale Spondylodese unter Verwendung des
HARRINGTON-Systems.
Orthop. Praxis 4 (11): 255–261
-

