

A. Junge · L. Gotzen · T. v. Garrel · E. Ziring · K. Giannadakis · Klinik für Unfallchirurgie, Philipps-Universität Marburg

# Die monosegmentale Fixateur interne- Instrumentation und Fusion in der Behandlung von Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule

## Indikation, Technik und Ergebnisse

### Zusammenfassung

Die dorsale Instrumentation der verletzten thorakolumbalen Wirbelsäule mit dem Fixateur interne ist als Standardverfahren allgemein anerkannt und international verbreitet. Gängig ist dabei die bi- oder sogar mehrsegmentale Fusion. Mit der Einführung unseres eigenen Fixateurs steht ein Implantat zur Verfügung, das sich besonders für die Durchführung monosegmentaler Spondylothesen eignet. Nach ersten ermutigenden Ergebnissen sind wir daher seit 1991 zunehmend dazu übergegangen, Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule monosegmental zu versorgen. Dabei weicht die Operationstechnik etwas von der der mehrsegmentalen Fixateur-interne-Instrumentation ab. Des weiteren ist die Indikation zum monosegmentalen Vorgehen sorgfältig zu stellen. Die Voraussetzungen dazu werden unter besonderer Berücksichtigung einer umfassenden röntgenologischen Diagnostik erläutert. Die Ergebnisse von 39 mittlerweile klinisch und radiologisch nachuntersuchten Patienten werden vorgestellt. Dabei ergaben sich bei der Analyse des Bewegungsausmaßes Normalwerte. Ebenso war der röntgenologisch gemessene Repositionsverlust äußerst gering. Klinisch relevante Komplikationen waren kaum zu verzeichnen, ein Versagen des Implantats wurde in keinem Fall beobachtet.

### Schlüsselwörter

Thorakolumbale Wirbelsäule · Fixateur interne · Monosegmentale Fusion

Seit seiner Einführung durch Dick [2] 1984 und Kluger [11] 1986 hat der Fixateur interne in der operativen Behandlung instabiler Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule eine herausragende Stellung erlangt und lebhafte Entwicklungen auf dem Gebiet der dorsalen Wirbelsäuleninstrumentation ausgelöst. Dabei wurde die von Roy-Camille [17] eingeführte transpedikuläre Schraubenapplikation und das Prinzip der winkelstabilen Konstruktion, das bereits bei dem von Magerl [13] eingesetzten externen Wirbelsäulenfixateur zur Anwendung kam, fortentwickelt.

Während der Schritt von der multi-segmentalen zur bisegmentalen Instrumentation inzwischen weitgehend vollzogen ist, und die bisegmentale Fixateur-interne-Montage heute das Standardverfahren in der dorsalen Stabilisierung traumatischer Instabilitäten darstellt, ist der weitere Weg hin zur Fusion lediglich des verletzten Bewegungssegments noch nicht allgemein eingeschlagen worden. Erste Berichte

beziehen sich bislang auf kleine Fallzahlen oder lassen eine Aussage über klinische Verlaufsbeobachtungen vermissen [6, 7, 18, 19].

Nach Einführung des eigenen Systems und ersten ermutigenden Ergebnissen [7, 9] sind wir seit 1991 vermehrt zur monosegmentalen Instrumentation bei thorakolumbalen Instabilitäten übergegangen, wobei die Indikation zum monosegmentalen Vorgehen bei sorgfältiger präoperativer Diagnostik zunehmend weiter gestellt werden konnte.

### Radiologische Diagnostik und Indikationsstellung

Unter Berücksichtigung bestimmter Bedingungen können im Prinzip fast alle Verletzungsformen an der thorakolumbalen Wirbelsäule monosegmental instrumentiert werden (Tabelle 1).

Zunächst ist der diagnostische Nachweis zu erbringen, daß es sich tatsächlich um eine monosegmentale Läsion handelt und keine substantiellen Schädigungen an den benachbarten Bewegungssegmenten vorliegen. Unser Standardrepertoire an bildgebender Diagnostik umfaßt auf die Verletzung zentrierte Röntgenaufnahme in 2 Ebenen, Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT). Dabei ergänzen sich die genannten Verfahren in ihrer Aussage.

Als 2. wesentliche Voraussetzung müssen die Pedikel als Durchgangspforte der Schrauben intakt sein. Es hat

Tabelle 1

#### Voraussetzungen für dorsale monosegmentale Spondylothesen

Voraussetzungen für eine monosegmentale Instrumentation

- Sicherer Nachweis der Unversehrtheit der benachbarten Bewegungssegmente
- Intakte Pedikel als Durchgangspforte für die Schrauben
- Ausreichend intakte Knochensubstanz des frakturierten Wirbels zur sicheren Verankerung der Schrauben

Dr. A. Junge

Klinik für Unfallchirurgie, Philipps-Universität, Baldingerstraße, D-35033 Marburg

A. Junge · L. Gotzen · T. v. Garrel · E. Ziring · K. Giannadakakis

### One-level instrumentation and fusion with the internal fixator in the treatment of fractures of the thoracolumbar spine. Indication, technique and results

#### Summary

Dorsal fusion with the internal fixator has become the standard treatment of instabilities and deformities of the thoracolumbar spine. With our new device, the modular spine fixator (MSF), which has been specially designed for short-distance instrumentations, we have increasingly been treating unstable injuries of the thoracolumbar spine by one-level stabilization. Prerequisite is an accurate evaluation of the indication, including CT and MRI to assess the involvement of the intervertebral disc and the ligamental structures. The operative technique differs in some details from the procedure in more-multi-level instrumentations, especially concerning the application of the pedicle screws. The instrumentation is always combined with posterior allogenic bone grafting. Since the beginning of 1993 we also perform anterior autogenic transpedicular bone grafting. Between Januar 1991 and July 1995, 57 one-level stabilizations with the MSF were performed. Of the 57 patients operated on 39, 27 men and 12 women, with an average age of 41 years, have had a clinical and radiographic follow-up examination so far, on average, 27 months after the accident. Seventeen patients were completely free of pain and 17 patients (were only) sensitive to weather changes or had minor pain during great physical stress. Five patients had pain even during slight physical stress or at rest. The preoperatively measured Cobb angle was  $15.1^\circ$  on average, after the operation  $5.2^\circ$ , and at the time of the follow-up examination amounted to  $8.1^\circ$ . The patients' range of motion was normal. Only five minor complications have been seen. No implant fatigue failure has been noted in this series. We derive from these results that, for correct indications, one-level stabilization can be performed successfully and should be firmly established in the operative treatment of unstable fractures of the thoracolumbar spine.

#### Key words

Thoracolumbar spine · Internal fixator · One-level stabilization

sich allerdings nicht als nachteilig erwiesen, wenn die Frakturierung des Wirbelkörpers bis in die Pedikelbasis hineinreicht.

Als 3. Bedingung muß der frakturierte Wirbelkörper ausreichend intakte Knochensubstanz aufweisen, in welche die Pedikelschrauben plaziert werden können. Komplette Berstungsfrakturen, bei denen sich im unteren Wirbelkörperbereich keine sicher fassenden Schrauben mehr applizieren lassen, sind daher nicht monosegmental zu versorgen. Die Osteoporose stellt keine generelle Kontraindikation dar, da sich durch die transpedikuläre Applikation von Knochenzement in die Wirbelkörper eine stabile Schraubenverankerung erzielen läßt.

Während vor 1991 die Indikation zur monosegmentalen dorsalen Spondylodese vorwiegend bei den Keilkompressionsfrakturen (Typ B der eigenen Klassifikation) gestellt wurde [8], hat sich mit zunehmender Erfahrung und weiterer Optimierung des MSF das Indikationsspektrum deutlich erweitert. Neben den Keilkompressionsfrakturen (auch Typ C<sub>1</sub>), sind es vor allem die inkompletten Berstungsfrakturen, bei denen eine monosegmentale Spondylodese indiziert ist. Auch Luxationsfrakturen stellen keine Kontraindikation dar, wenn die aufgeführten Bedingungen erfüllt sind. Aus der Revision des Spinalkanals ergibt sich ebenfalls keine Kontraindikation. Auch Keilkompressions- und Berstungsspaltbrüche werden in die Indikationsstellung einbezogen, wenn die Spaltkomponente in der CT weniger als 1 mm breit ist, und die angrenzende Bandscheibe in der MRT keine pathologische Signalintensität aufweist.

#### Material und Methode

Im Zeitraum Januar 1990 bis Juli 1995 wurde in der Klinik für Unfallchirurgie der Philipps-Universität Marburg bei 57 Patienten eine dorsale monosegmentale Spondylodese mit dem Fixateur interne (MSF) vorgenommen. Es handelte sich dabei um 34 Patienten mit einer Keilkompressionsfraktur, bei 20 Patienten bestand eine inkomplette Berstungsfraktur, und bei einem Patienten lag eine Luxationsfraktur vor. In 2 Fällen handelte es sich um Flexions-Distraktions-Verletzungen. Die Lokalisa-

Tabelle 2  
Höhenlokalisierung der betroffenen Wirbel (n = 57)

Wirbel	Anzahl
BWK 11	3
BWK 12	12
LWK 1	34
LWK 2	6
LWK 3	1
LWK 4	1

tion der Verletzungen erstreckte sich von BWK 11 bis LWK 4 mit dem erwarteten Verletzungsschwerpunkt um den thorakolumbalen Übergang, wobei der 1. Lendenwirbelkörper am häufigsten betroffen war (Tabelle 2).

#### Operationstechnik

Die Operation erfolgt unter Kontrolle durch den in der seitlichen Projektion eingestellten Bildwandler. Zur Instrumentation werden ausschließlich der MSF-MK1 und der MSF-MK2 verwendet (Abb. 1), die beiden MSF-Kurzsysteme, die speziell für monosegmentale Instrumentationen entwickelt wurden. Über einen kurzstreckigen Zugang erfolgt die dorsale Freilegung. Abweichungen

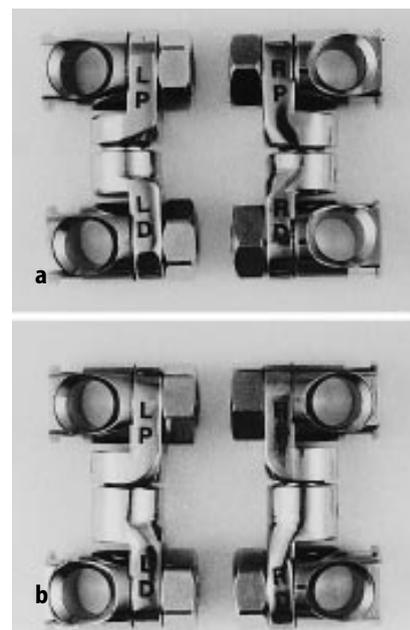


Abb. 1 a, b ▲ Die beiden speziell für monosegmentale Instrumentationen entwickelten Fixateur-interne Modelle a MSF-MK1 und b MSF-MK2



Abb. 2 a–f ◀ 66-jähriger Patient mit incompletter Berstungsfraktur des 2. Lendenwirbelkörpers. a Konventionelle Unfallaufnahmen mit kranialer Berstung des Wirbelkörpers. b, c CT mit besserer Darstellung des nach dorsal ausgebrochenen Hinterkantenfragments. d Seitliche MRT-Rekonstruktion, die ebenfalls die Einengung des Spinalkanals durch das Hinterkantenfragment klar zur Darstellung bringt. e Postoperative Kontrollaufnahmen in 2 Ebenen nach monosegmentaler Instrumentation mit dem MSF-MK2 sowie transpedikulärer interkorporeller und intrakorporeller Spongiosaplastik mit aus dem Beckenkamm gewonnenen Knochenmaterial. Zusätzlich dorsale Applikation von allogener Spongiosa. f Radiologische Kontrolle 16 Monate nach der operativen Stabilisierung vor geplanter Metallentfernung. Geringfügige Dislokation einer der proximalen Schrauben, klinisch irrelevant bei bereits knöchern fest konsolidierter Spondylodese und subjektiver Beschwerdefreiheit

vom bisegmentalen Standardvorgehen ergeben sich nur hinsichtlich der Applikation der Pedikelschrauben in den frakturierten Wirbel. Der Eintrittspunkt liegt am cranialen und lateralen

Rand des Gelenkfortsatzes. Es empfiehlt sich, die Spitze des Gelenkfortsatzes mit einem Meißel abzutragen. Die Zielrichtung des Bohrers ist ca. 10° medianwärts konvergierend. Die Schrägnei-

gung nach kaudal richtet sich nach dem Ausmaß der Frakturierung in den Wirbelkörper hinein. Bei tiefer Frakturierung muß zur Aussparung der Frakturzone der Schraubenkanal bis zur ante-

rioren Unterkante des Wirbelkörpers vorgebohrt werden.

Um eine definitive knöcherne Fusion zu erreichen erfolgt immer eine dorsale, allogene interspinale und interlaminäre Spongiosaplastik, wobei nach Resektion der dorsalen Bandstrukturen ein H-Span interspinal eingeblockt wird. Seit Anfang 1993 führen wir zusätzlich anterior nach Entnahme von Knochenmaterial aus dem hinteren Beckenkamm eine autogene transpedikuläre Spongiosaplastik durch. Dabei wird bei einseitig bereits liegendem Fixateur der gegenseitige Pedikel am Unterrand bis auf 6 mm aufgebohrt und die Spongiosa über einen Trichter in den frakturierten Wirbel sowie in den Bandscheibenraum im Bereich der vorderen Säule eingebracht. Vorher wird mit einem Rangeur ein Teil der zerstörten Bandscheibe entfernt und mit einem speziell abgewinkelten scharfen Löffel die Grundplatte des kranial angrenzenden Wirbels angefrischt. Diese zusätzliche transpedikuläre Spongiosaplastik wurde bei 38 unserer 57 Patienten durchgeführt.

Bei starker Fragmentlokalisation in den Spinalkanal, die sich nicht hinreichend über die Ligamentotaxis reponieren läßt, führen wir eine Hemilaminektomie zur Dekompression des Rückenmarks durch, die vor Durchführung der dorsalen Spongiosaplastik mit einer Spongiosascheibe wieder versiegelt wird. Dieses Vorgehen war bei 6 Patienten erforderlich.

Die Mobilisierung der in dieser Form versorgten Patienten erfolgt üblicherweise ab dem 2. postoperativen Tag, wobei die Nachbehandlung rein funktionell erfolgt ohne äußere Protektion durch ein Mieder oder ein Korsett. Die Entfernung der Implantate erfolgt in der Regel 18 Monate nach dem Eingriff.

Die Nachuntersuchung gliederte sich in eine ausführliche Befragung der Patienten über berufliche und privaten Aktivitäten, ihre subjektiven Beschwerden sowie ihre Zufriedenheit mit der durchgeführten Behandlung. Weiterhin wurden sie gebeten, sich anhand eines Fragebogens in verschiedene Gruppen hinsichtlich Schmerzen, Beschwerden und Zufriedenheit einzuordnen. Des weiteren erfolgte eine eingehende klinische Untersuchung, bei der zur Analyse der Beweglichkeit das Zeichen nach Schober, der Finger-Boden-Abstand,

die Flexion/Extension, die Seitneigung sowie die Rotation ausgemessen wurden. Es wurden Röntgenaufnahmen der thorakolumbalen Wirbelsäule angefertigt, die mit den radiologischen Ausgangsbefunden sowie den Verlaufskontrollen verglichen wurden. Dabei wurde der Kyphosewinkel nach Cobb als Parameter für die Deformität und Wiederaufrichtung des Wirbelkörpers ausgemessen.

## Ergebnisse

Von den 57 im Zeitraum Januar 1990 bis Juli 1995 mit einer monosegmentalen dorsalen Spondylodese mit dem MSF versorgten Patienten konnten mittlerweile 39 Patienten aus dem Kollektiv der 43 bis Juli 1994 operierten Patienten durchschnittlich 27 (7–42) Monate nach dem Unfall nachuntersucht werden (91%); 2 Patienten waren unbekannt verzogen; 2 weitere waren nicht bereit, an einer Nachuntersuchung teilzunehmen. Bei den nachuntersuchten Patienten handelte es sich dabei um 27 Männer und 12 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 41 Jahren. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war bei 22 Patienten bereits die Materialentfernung erfolgt. Die genauen Daten der Population gibt Tabelle 3 wieder.

Ein entscheidendes Kriterium in der Beurteilung des Behandlungsergeb-

nis in der Therapie von Wirbelsäulenverletzungen ist für uns das Vorhandensein von Schmerzen sowie deren Ausmaß und unter welchen Belastungen sie auftreten. Dazu wurden die Patienten subtil befragt und danach in 4 Gruppen mit unterschiedlichem Beschwerdegrad eingeteilt; 17 der 39 Patienten gaben zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung völlige Beschwerdefreiheit an, 17 weitere klagten lediglich über Wetterfühligkeit oder diskrete Beschwerden bei stärkerer körperlicher Belastung; 4 Patienten gaben rezidivierende Beschwerden auch bei leichter körperlicher Belastung an, und ein Patient klagte über ständige Beschwerden auch in Ruhe (Tabelle 4).

Korrelierende Ergebnisse dazu erbrachte die Befragung nach der Zufriedenheit der Patienten mit der erfolgten Therapie. So bezeichneten 19 Patienten das Behandlungsergebnis als sehr gut, 15 als gut; 5 Patienten erachteten das Behandlungsergebnis als mäßig, keiner der Patienten bezeichnete das Ergebnis als schlecht.

Bei der Analyse der Beweglichkeit ergab die Ausmessung des Finger-Boden-Abstands einen durchschnittlichen Wert von 11,6 cm. Das Schober-Zeichen betrug durchschnittlich 10 : 13,9 cm. Die Bestimmung der Flexion/Extension ergab ebenso Normwerte wie die der Seitneigung und der Rotation (Tabelle 5).

Tabelle 3

### Patientengut (n = 39)

Geschlecht	27 Männer, 12 Frauen
Durchschnittsalter	41 (18–67) Jahre
Unfallursache	16mal Sturz aus großer Höhe 12mal Sturz auf den Rücken bzw. auf der Treppe 8mal PKW-Unfall 2mal Motorradunfall einmal Absturz beim Paragliding
Verletzungstyp (n = 57)	34mal Keilkompressionsfraktur 20mal inkomplette Berstungsfraktur einmal Luxationsfraktur 2mal Flexions-Distraktions-Verletzung
Spongiosaplastik	57mal dorsal 38mal zusätzlich transpedikulär
Nachuntersuchung	Durchschnittlich 27 (7–42) Monate postoperativ
Metallentfernung	22mal bereits erfolgt

Tabelle 4

**Einteilung der Patienten in Beschwerdegrade**

Beschwerdegrad	Patienten
I Vollständig Beschwerdefreiheit	17
II Diskrete Beschwerden bei stärkerer körperlicher Belastung, Wetterfühligkeit	17
III Rezidivierende Beschwerden auch bei leichter körperlicher Belastung	4
IV Dauernde Beschwerden auch in Ruhe	1

Zur röntgenologischen Beurteilung wurde bei den Patienten der Kyphosewinkel nach Cobb bestimmt. Dabei betrug der präoperativ in den Unfallaufnahmen ausgemessene Wert durchschnittlich  $15,1^\circ$ . Direkt postoperativ betrug der ausgemessene Cobb-Winkel  $5,2^\circ$ , zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hatte sich der Wert bis auf durchschnittlich  $8,1^\circ$  verringert.

Als weiteres wichtiges Kriterium für die Beurteilung des Behandlungserfolgs wurde nach der Rückkehr in den alten Beruf bzw. nach der Minderung der Erwerbsfähigkeit gefragt; 27 der nachuntersuchten 39 Patienten waren wieder in ihrem angestammten Beruf tätig, lediglich bei einem Patienten bestand eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von über 20 %. Bei 11 Patienten handelte es sich um Hausfrauen oder Rentner, so daß eine Beurteilung der Minderung der Erwerbsfähigkeit nicht erfolgen konnte.

Die Komplikationsrate war äußerst gering. Es traten 2 Infektionen auf, die allerdings auf die oberflächlichen Strukturen beschränkt waren und mit einem Débridement und dem Entfernen der dorsalen Spongiosaplastik be-

herrscht werden konnten. Bei beiden Patienten kam es zur soliden knöchernen Fusion, wobei einer der Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und nach bereits erfolgter Metallentfernung völlig beschwerdefrei war. Der andere Patient mit postoperativem subcutanen Infekt klagte über lediglich belastungsabhängig auftretende leichte Beschwerden. Bei einem Patienten kam es 1 Jahr nach Spondylodese und bei bereits knöchern konsolidierter Fraktur zu einer Schraubendislokation, die allerdings klinisch nicht relevant war. In einem Fall fiel 4 Wochen nach der Operation eine Lockerung einer der distalen Schrauben auf, was einen erneuten Eingriff und das Nachziehen der Schraube erforderlich machte. Postoperativ kam es bei einem Patienten zu einer Fußheberschwäche, die durch Fehlplatzierung einer Schraube bedingt war. Nach Korrektur der Schraubenlage war die motorische Schwäche im weiteren Verlauf vollständig reversibel. Ein Versagen des Implantats in Form eines Bruchs von Schrauben oder Längsträgern wurde nicht beobachtet, ebenso sahen wir keine intraoperativen Komplikationen.

**Diskussion**

Der Fixateur interne hat die Plattenosteosynthese weitgehend verdrängt und ist zum Standardverfahren in der dorsalen Instrumentation instabiler thorakolumbalen Wirbelsäulenverletzungen geworden. Durch sein winkeltstabiles Konstruktionsprinzip mit Längsträgern und Pedikelschrauben sowie der vorher nicht vorhandenen Möglichkeit zur instrumentellen Reposition bietet er klare Vorteile. Als Standardvor-

gehen gilt mittlerweile die bisegmentale Instrumentation [4, 14, 18].

Bei unserem eigenen System, dem MSF (Modular Spine Fixator), das bereits an anderer Stelle detailliert vorgestellt wurde [9], wirken die Pedikelschrauben zudem als Kompressionschrauben, die eine hohe Sagittalverspannung zwischen instrumentierter Wirbelsäule und Fixateur erzeugen.

Aufgrund der hohen Stabilität unseres Systems begannen wir 1989, nach Fertigstellung der speziell für kurzstreckige Spondylodesen entwickelten Typen MK1 und MK2, zuerst bei Keilkompressionsfrakturen mittleren Schweregrads, mit der monosegmentalen Instrumentation und Fusion. Die ersten Ergebnisse waren hinsichtlich der Beschwerdefreiheit der Patienten sowie des erzielten röntgenologischen Ergebnis sehr ermutigend [7], so daß wir seit 1991 die Indikation für das monosegmentale Vorgehen zunehmend erweitert haben. Die Anzahl der Patienten, bei denen unverletzte Bewegungssegmente fusioniert werden müssen, hat sich dadurch in den letzten Jahren deutlich verringert. Dies schlägt sich in den von den Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erreichten Bewegungsausmaßen nieder, die denen einer unverletzten Normalpopulation entsprechen.

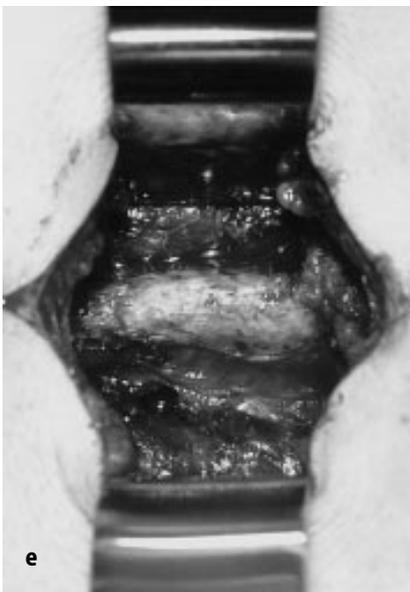
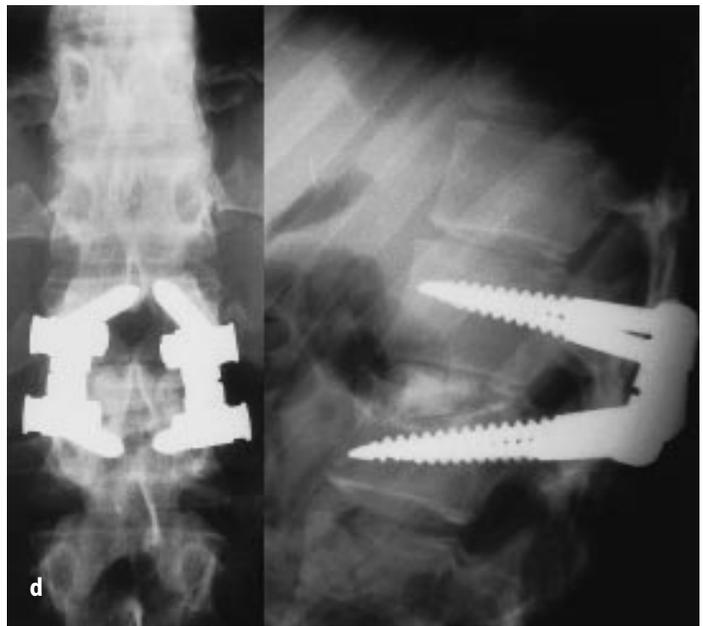
Gleichzeitig wird durch die monosegmentale Fusion die sonst bei länger-

Abb. 3 a–g ▶ 25jährige Patientin mit cranialer Berstungsfraktur des LWK 1. a Standardaufnahmen der LWS, die bereits die Höhenminderung des Wirbelkörpers sowie das leicht dislozierte Hinterkantenfragment erkennen lassen. b Seitliche Rekonstruktion der CT, die das Hinterkantenfragment besser zur Darstellung bringt. c Versorgungsbilder nach geschlossener Reposition über Ligamentotaxis, erweiterte transpedikuläre autogene Spongiosaplastik inter- und intrakorporell sowie dorsale allogene Spongiosaanlagerung, monosegmentale Instrumentation mit dem MSF-MK1. d Radiologische Kontrolle 17 Monate nach der Versorgung vor geplanter Metallentfernung mit knöchern durchbauter Fraktur. e Situs bei der Metallentfernung, gut zu erkennen der knöchern voll integrierte interspinale Knochenspan f Kontrolle nach erfolgter Metallentfernung. g Abschließende Kontrolle 17 Monate nach Entfernung der Implantate. Vollständige Durchbauung des dorsalen Knochentransplantats sowie der transpedikulären Spongiosaplastik. Radiologisch keinerlei Korrekturverlust. Patienten beschwerdefrei in ihrem alten Beruf als Bürokauffrau tätig

Tabelle 5

**Parameter für die Wirbelsäulenbeweglichkeit**

Meßparameter	Durchschnittswert
Finger-Boden-Abstand	11,6 cm
Schober-Zeichen	10: 13,9 cm
Flexion/Extension	111 °/0 °/37 °
Seitneigung	43 °/0 °/43 °
Rotation	32 °/0 °/38 °



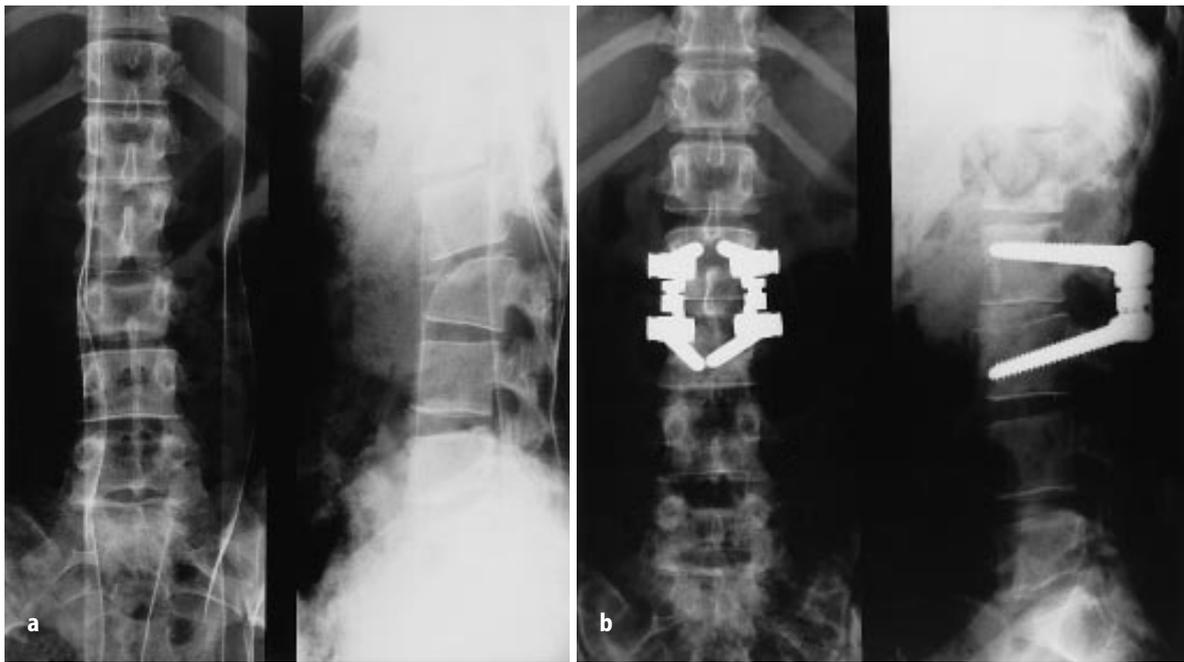


Abb. 4 a–b ▲ 21jährige Patientin mit Flexions-Distraktions-Verletzung LWK 2/3 und inkomplettem Querschnittssyndrom nach einem Verkehrsunfall als mit einem Beckengurt auf dem Rücksitz angeschnallte PKW-Insassin. Unfallaufnahmen sowie postoperative Kontrolle nach Reposition über Ligamentotaxis und Instrumentation mit MSF-MK2 und transpedikulärer autogener Spongiosaplastik sowie zusätzlicher dorsaler allogener Spongiosaanlagerung interlaminär und interspinal. Gut zu erkennen die vollständige Auffüllung des Zwischenwirbelraums mit der aus dem Beckenkamm gewonnenen Spongiosa

streckigen Spondylodesen oft zu beobachtende Überbeanspruchung der benachbarten Bewegungssegmente und die daraus resultierende Arthrose mit ihren den Patienten oft belastenden Schmerzen vermieden [10].

Bereits Nicoll [15] hat darauf hingewiesen, daß die stabile knöcherne Fusion für das Behandlungsergebnis entscheidender ist als das Vorliegen einer gewissen kyphotischen Restdeformität. Der Bandscheibe kommt dabei für den postoperativ zu erwartenden Repositionsverlust entscheidende Bedeutung zu [5]. Nach weitestgehender Entfernung der zerstörten Bandscheibe führen wir daher die von Richter-Turtur [16] vorgeschlagene erweiterte transpedikuläre Spongiosaplastik durch, mit Einbringen der Spongiosa in den Bereich der vorderen Säule sowohl in den frakturierten Wirbelkörper als auch in den Zwischenwirbelraum. Der zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gemessene Repositionsverlust war mit 2,9° im Vergleich zu den sonst in der Literatur angegebenen Zahlen äußerst gering [1, 3, 4, 12, 14].

Analog dazu wurde aufgrund der hohen Stabilität ein Versagen des Im-

plantats nicht beobachtet, obwohl die Mobilisation der Patienten bereits am 1. oder 2. postoperativen Tag ohne jegliche äußere Protektion in Form von Mieder oder Korsett erfolgt. Die beiden Schraubendislokationen, die wir sahen, erfolgten im einen Fall etwa 1 Jahr nach der Versorgung und war bei knöchern bereits fest konsolidierter Fraktur klinisch irrelevant, im anderen Fall war ein Korrekturingriff erforderlich, der aber keinen negativen Einfluß auf den weiteren Heilverlauf hatte.

Für den Patienten entscheidend ist nach Abschluß der Behandlung das Vorhandensein von Schmerzen bzw. deren Abwesenheit, sowie als funktioneller Aspekt das ihm verbleibende Bewegungsmaß. In unserem Kollektiv waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 34 der 39 Patienten beschwerdefrei bzw. gaben ihre Beschwerden als diskret an und waren mit dem Behandlungsergebnis zufrieden. Lediglich ein Patient trug eine Minderung der Erwerbsfähigkeit von über 20% davon. Dieses erscheint uns als höchst befriedigendes Ergebnis, so daß für uns die monosegmentale Fixateur-interne-Instru-

mentation und Fusion einen Fortschritt in der operativen Behandlung instabiler thorakolumbaler Wirbelsäulenverletzungen darstellt. Die Grenzen der Indikation können dabei aufgrund der bisherigen Erfahrungen noch nicht klar gezogen werden. Ferner müssen weitere Nachuntersuchungen darüber Aufschluß geben, ob der zusätzliche Aufwand der transpedikulären Spongiosaplastik allein zu einer soliden interkorporellen Spondylodese führt und die dorsale Spongiosaanlagerung womöglich überflüssig macht.

## Literatur

1. Daniaux H (1986) **Transpedikuläre Reposition und Spongiosaplastik bei Wirbelkörperbrüchen der unteren Brust und Lendenwirbelsäule.** Unfallchirurg 89: 197
2. Dick W (1984) **Innere Fixation von Brust- und Lendenwirbelfrakturen.** Huber, Bern Stuttgart Toronto
3. Dick W (1987) **The „Fixateur Interne“ as a versatile implant for spine surgery.** Spine 12: 1987
4. Eysel P, Meinig G, Sanner F (1991) **Vergleichende Untersuchung verschiedener dorsaler Stabilisierungsverfahren bei frischen Frakturen der Rumpfwirbelsäule.** Unfallchirurgie 17: 264
5. Eysel P, Rompe JD, Hopf C, Meinig G (1994) **Die Bedeutung der Bandscheibe für den Repositionsverlust operativ stabilisierter Frakturen der Rumpfwirbelsäule.** Unfallchirurg 97: 451
6. Genelin A, Daniaux H, Seykora P, Kathrein A, Lang T (1995) **Indikation zur monosegmentalen winkelstabilen Fusion an der thorakolumbalen Wirbelsäule.** In: Szyszkowitz R, Schleifer P

- (Hrsg) Verletzungen der Wirbelsäule. Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle S 176
7. Gotzen L, Publat D, Junge A (1992) **Indikation, Technik und Ergebnisse monosegmentaler dorsaler Spondylodesen bei Keilkompressionsfrakturen (Grad II) der thorakolumbalen Wirbelsäule.** Unfallchirurg 95: 445
  8. Gotzen L, Junge A, Michalik-Himmelmann R, Stiletto R (1994) **Zur Pathomorphologie, Stabilität und Klassifikation von Keilkompressionsfrakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule.** Unfallchirurg 97: 495
  9. Gotzen L, Junge A, Koppelberg T, Stiletto R (1995) **Fortschritte in der Fixateur-interne-Stabilisierung von thorakolumbalen Wirbelsäulenverletzungen.** Unfallchirurg 98: 79
  10. Kahanowitz N, Bullough P, Jacobs RR (1984) **The effect of internal fixation without arthrodesis on human facet joint cartilage.** Clin Orthop 189: 204
  11. Kluger P, Gerner HJ (1986) **Das mechanische Prinzip des Fixateur interne zur dorsalen Stabilisierung der Brust- und Lendenwirbelsäule.** Unfallchirurgie 12: 68
  12. Lindsey RW, Dick W (1991) **The Fixateur interne in the reduction and stabilization of thoracolumbar spine fractures in patients with neurologic deficit.** Spine [Suppl] 16: 140
  13. Magerl F (1982) **Stabilisierung der unteren Brust- und Lendenwirbelsäule mit dem Fixateur externe.** Acta Chir Austr [Suppl] 43: 78
  14. Mayer H, Schaaf D, Kundernatsch M (1992) **Der Einsatz des Fixateur interne bei Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule.** Chirurg 63: 944
  15. Nicoll EA (1949) **Fractures of the dorsolumbar spine.** J Bone Joint Surg Br 31: 376
  16. Richter-Turtur M, Krueger P, Stephan F, Mandelkowitz H, Sauer T (1990) **Erweiterte transpedikuläre Spongiosoplastik – Auffüllen des Zwischenwirbelsraums von dorsal.** Unfallchirurg 93: 387
  17. Roy-Camille R, Saillant G, Marie-Anne S, Mamoudy P (1980) **Behandlung von Wirbelfrakturen und -luxationen am thorakolumbalen Übergang.** Orthopäde 9: 63
  18. Wawro W, Konrad L, Aebi M (1994) **Die monosegmentale Montage des Fixateur interne bei der Behandlung von thorakolumbalen Wirbelfrakturen.** Unfallchirurg 97: 114
  19. Wawro W, Aebi M (1995) **Kurzstreckige Montage des Fixateur interne im thorakolumbalen Bereich.** In: Szyszkowitz R, Schleifer P (Hrsg) Verletzungen der Wirbelsäule. Huber, Bern Göttingen Toronto Seattle S 182

M. Rehner, H.-J. Oestern

**Chirurgische Facharztweiterbildung Operationsatlas zu den geforderten operativen Verfahren (in 3 Bänden)**

Stuttgart, New York: Thieme, 1996. 617 S., 1055 meist farb. Zeichnungen, (ISBN-3-13-102951-X), geb., DM 348,-  
Subscriptionspreis bei Abnahme aller drei Bände: DM 298,-

Mit diesem 3-bändigen Operationsatlas wendet sich der Thieme-Verlag speziell an Assistenten in der chirurgischen Weiterbildung. Für diese Zielgruppe wurde ein Operationsatlas aus den bekannten chirurgischen und orthopädischen Operationslehren zusammengestellt. Die Operationsatlanten sind dem entsprechenden Stand der Weiterbildung inhaltlich aufgeteilt, der vorliegende erste Band hat als Schwerpunkt Operationen des 1. bis 3. Weiterbildungsjahres. Die Operationen sind auf die 3 Bände mit den Teilgebieten obere Extremität, untere Extremität, Körperachse und Becken verteilt. Das Inhaltsverzeichnis orientiert sich an den aus der Weiterbildungsordnung vorgegebenen Gruppen.

Der vorliegende drucktechnisch hochwertige Band besticht zunächst durch seine reichhaltige Ausstattung mit farbigen Abbildungen. Die Operationstechniken und vor allem auch die Zugangswege werden mit besonderer Betonung der Anatomie anschaulich dargestellt. In den Begleittexten werden unter anderem Indikationsstellung, Patientenaufklärung, Lagerung bis hin zur Nachbehandlung und typischen Komplikationen in sehr komprimierter, jedoch für eine Operationslehre ausreichende Form abgehandelt. Ein chirurgisches Lehrbuch wird jedoch keinesfalls ersetzt.

Zunächst gewöhnungsbedürftig ist die Aufteilung der einzelnen Kapitel, da die Bände, mit Ausnahme der Unfallchirurgie, sich auf dem Stand der Weiterbildung beziehen und nicht nach topographischen Gesichtspunkten unterteilt sind.

Insgesamt handelt es sich um eine anspruchsvolle Operationslehre von namhaften Autoren. Der Preis von ca. 900,- DM für alle drei Bände – und nur eine Gesamtabnahme kann empfohlen werden – erscheint angemessen. Abgesehen von der verbesserbaren Gliederung sollte diese Operationslehre in Verbindung mit chirurgischen Lehrbüchern ein kompetenter Begleiter während der Facharztweiterbildung sein.

H. Reilmann (Braunschweig)