

# Thorakolumbale Wirbelfrakturen nach konservativer und operativer Behandlung

## Abhängigkeit des Korrekturverlustes von der Höhenlokalisierung

### Zusammenfassung

**Fragestellung.** In einer retrospektiven Studie werden Ergebnisse nach konservativer und operativer Behandlung thorakolumbalen Frakturen in Abhängigkeit von ihrer Höhenlokalisierung dargestellt.

**Methodik.** In 2 Jahren wurden 70 Patienten mit A1-/A2-Bruch konservativ behandelt und 38 Patienten wegen A3-/B-/C-Verletzung mit Fixateur interne versorgt. Zur Auswertung wurde eine Einteilung in 3 Wirbelsäulenabschnitte vorgenommen (Th5–Th10, Th11–L2, L3–L5). Die Nachuntersuchung erfolgte mindestens 1 Jahr nach Implantatentfernung oder Abschluss der konservativen Behandlung.

**Ergebnisse.** Der Korrekturverlust war thorakal am größten, im unteren Lendenwirbelbereich am geringsten. Bei konservativer Therapie fand die Sinterung zu  $\frac{3}{4}$  im Wirbel statt, bei operativer Behandlung vorrangig in den benachbarten Zwischenwirbelräumen. Es gab keine generelle Korrelation mit der Beschwerdesymptomatik.

**Schlussfolgerung.** Aufgrund dieser Ergebnisse werden A1/A2-Frakturen der oberen BWS (bis Th10) mit Kyphose  $>15^\circ$  ventral instrumentiert, sonst jedoch frühfunktionell behandelt. A3-Frakturen der thorakalen Region und des thorakolumbalen Überganges werden ventral, in der unteren LWS (ab L3) dagegen dorsal instrumentiert. B- und C-Verletzungen instrumentieren wir kombiniert dorsoventral.

### Schlüsselwörter

Thorakolumbale Wirbelfrakturen · Frakturlokalisierung · Konservative Therapie · Operative Therapie

Entsprechend dem unterschiedlichen sagittalen Profil der Brustwirbelsäule, des thorakolumbalen Übergangs und der Lendenwirbelsäule ergeben sich in den einzelnen Regionen unterschiedliche Resultate nach einer Frakturbehandlung. In der vorliegenden Studie erfolgte eine differenzierte Betrachtung der eigenen Ergebnisse nach konservativer Therapie und nach ausschließlich dorsaler Instrumentierung von thorakolumbalen Frakturen in Abhängigkeit von der Frakturlokalisierung.

### Patienten und Methodik

Grundlage dieser Arbeit sind die Daten von 108 Patienten (34 Frauen, 74 Männer) im Alter von 16–80 Jahren (Durchschnitt: 37,8 Jahre), die sich im Zeitraum von Januar 1994 bis Dezember 1995 insgesamt 126 Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule zugezogen hatten. Die Klassifizierung der Frakturen erfolgte durch Bewertung von Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen und Computertomografie. Da

zum Zeitpunkt der Erhebung bei A1- und A2-Frakturen eine Computertomografie nicht üblich war, wurde in einigen Fällen die Klassifizierung allein über die Röntgenaufnahmen vorgenommen.

70 Patienten mit 76 stabilen A1- (n=64) oder A2- (n=12) Brüchen (Einteilung nach Magerl et al. [19]) wurden konservativ nach verkürztem Magnus-Schema behandelt. Nach isometrischen Spannungsübungen in Rücken-, Seit- und Bauchlage, Vierfüßlerstand und hohem Sitz kamen sie nach durchschnittlich 3 Wochen zum aufrechten Stand. Bei 38 Patienten mit instabilen A3- (n=23), B- (n=6) und C- (n=9) Verletzungen (B- und C-Frakturen regelmäßig mit erheblicher A-Komponente) erfolgte die operative Therapie durch Implantation eines Fixateur interne (Fa. Synthes) mit Querstabilisator ohne additive intra- oder interkorporelle Spongiosaplastik und ohne Spondylodese der kleinen Wirbelgelenke. Die Implantate wurden nach durchschnittlich 9,4 (5,5–17,0) Monaten entfernt.

Die Nachuntersuchung erfolgte bei 88,8% (n=62) der konservativ behandelten Patienten durchschnittlich 15,7 (11,2–23,9) Monate nach dem Unfall und bei 73,7% (n=28) der operierten Patienten durchschnittlich 12,1 (8,3–16,1) Monate nach Metallentfernung.

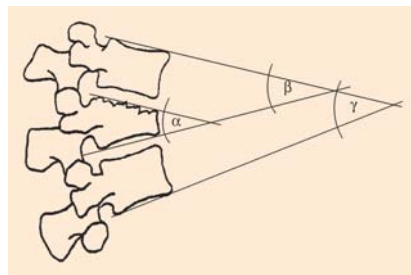


Abb. 1 ▲ Kyphosewinkel nach Cobb.  
α vertebrale Kyphose, β segmentale Kyphose,  
γ lokale Kyphose

© Springer-Verlag 2003

Dr. S. Katscher  
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Universität Leipzig,  
Liebigstr. 20a, 04103 Leipzig  
E-Mail: sebastiankatscher@freenet.de

S. Katscher · P. Verheyden · O. Gonschorek  
S. Glasmacher · C. Josten

### Thoracolumbar spine fractures after conservative and surgical treatment. Dependence of correction loss on fracture level

#### Abstract

**Question.** This retrospective study presents results after conservative and operative treatment of thoracolumbar fractures as function of its localization.

**Methodology.** In 2 years 70 patients with A1/A2 fracture were conservatively treated, 38 patients with A3/B/C injury were treated by internal fixator. For evaluation 3 vertebral sections (Th5–10, Th11–L2, L3–5) were defined. Follow-up took place 1 year after implant removal or end of conservative treatment.

**Results.** The correction-loss was highest in thoracic, lowest in lumbar region. After conservative therapy, correction-loss was located to  $\frac{3}{4}$  in vertebra itself, after operative treatment especially in adjacent disc spaces. There was no general correlation to complaints.

**Conclusion.** In consequence of these results A1/A2-fractures in the upper thoracic spine (<Th10) with kyphosis >15° will be stabilized anteriorly, in other regions functional treated. A3-fractures of thoracic spine and thoracolumbar junction will be operated from anterior, in lower lumbar spine (>L3) from dorsal. B- and C-injuries should be instrumented with a combined dorsoventral procedure.

#### Keywords

Thoracolumbar fractures · Conservative treatment · Operative treatment · Fracture localization

Zur radiologischen Auswertung wurden nur die Patienten herangezogen, von denen die komplette Röntgenbildserie vom Unfall bis zur Nachuntersuchung vorlag. Es erfolgte eine Aufteilung in den kyphotischen Brustabschnitt von Th5–Th10 (n=9 konservativ, n=4 operativ), den thorakolumbalen Übergang (TLÜ) von Th11–L2 (n=32 konservativ, n=24 operativ) und den lordotischen Lendenbereich, L3–L5 (n=7 konservativ, n=4 operativ).

Des weiteren wurden die Kyphosewinkel nach Cobb bestimmt (Abb. 1). Die „vertebrale Kyphose“ demonstriert die Keilform des frakturierten Wirbels. Die „segmentale Kyphose“ schließt den oberen und die „lokale Kyphose“ den oberen und unteren Zwischenwirbelraum mit ein. Um der Frage der Instabilität im betroffenen Segment nachzugehen, wurden zur Nachuntersuchung außerdem Funktionsaufnahmen angefertigt.

Hinsichtlich der Beschwerden und der funktionellen Beeinträchtigung wurden subjektive Angaben der Patienten über Schmerzintensität (visuelle Analogskala) und Schmerzhäufigkeit

sowie die objektive Rückenfunktion und der neurologische Befund registriert. Die Klassifikation neurologischer Ausfälle erfolgte nach Frankel et al. [10].

#### Statistik

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm SPSS 6.1 für Windows durchgeführt.

Für Signifikanzberechnungen bei gepaarten Variablen wurden in Abhängigkeit von Normal- oder Nichtnormalverteilung der t-Test bzw. der Wilcoxon-Test verwendet. Voneinander unabhängige Werte wurden bei Normalverteilung mit dem t-Test, bei fehlender Normalverteilung dagegen mit dem U-Test nach Mann-Whitney auf signifikante Unterschiede überprüft.

#### Ergebnisse

Die häufigste Unfallursache war der Sturz aus einer Höhe von 3 m oder mehr (n=55), gefolgt von Verkehrsunfällen (n=28), Stürzen aus weniger als 3 m Höhe (n=10), Stürzen vom Pferd (n=7) und tätlichen Auseinandersetzungen (n=4). Viermal fanden sich andere Ursachen.

In 18 Fällen fanden sich bisegmentale Verletzungen, davon wurden 12 operativ behandelt. In der operativ versorgten Gruppe war die instabile Verletzung bis auf eine Ausnahme immer kranial lokalisiert, während kaudal davon meist ein stabiler A1.2-Bruch vorlag.

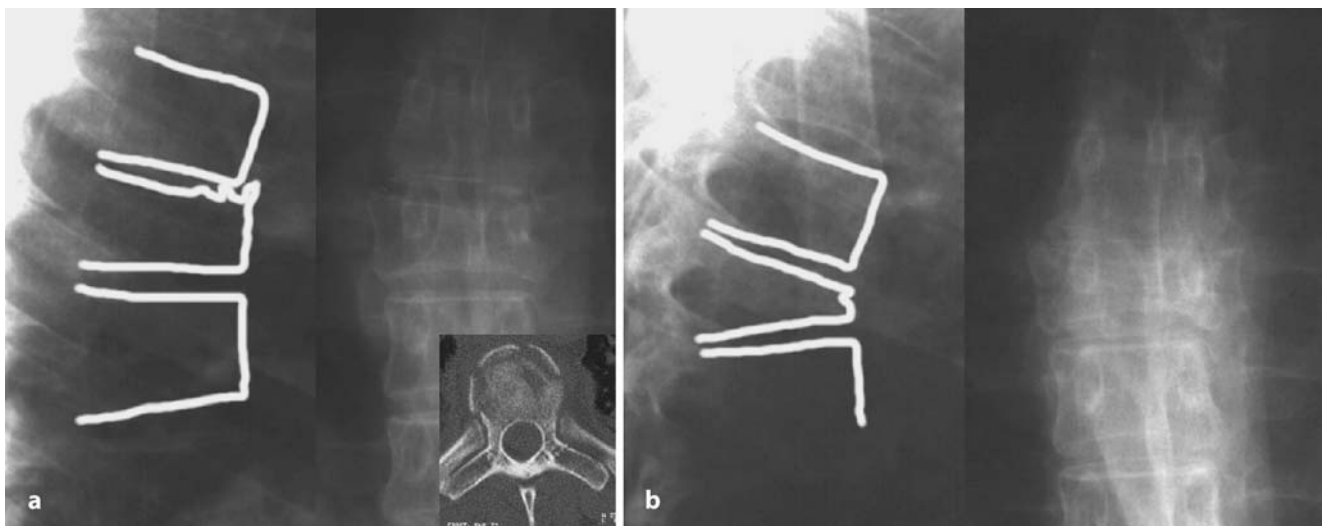


Abb. 2a,b ▲ 37-jähriger Patient mit A1.2-Fraktur des 7. BWK und konservativer Therapie mit erheblichem, korrekturbedürftigem Stellungsverlust. a Unfallaufnahmen, b Nachuntersuchungsaufnahmen 15 Monate nach Trauma

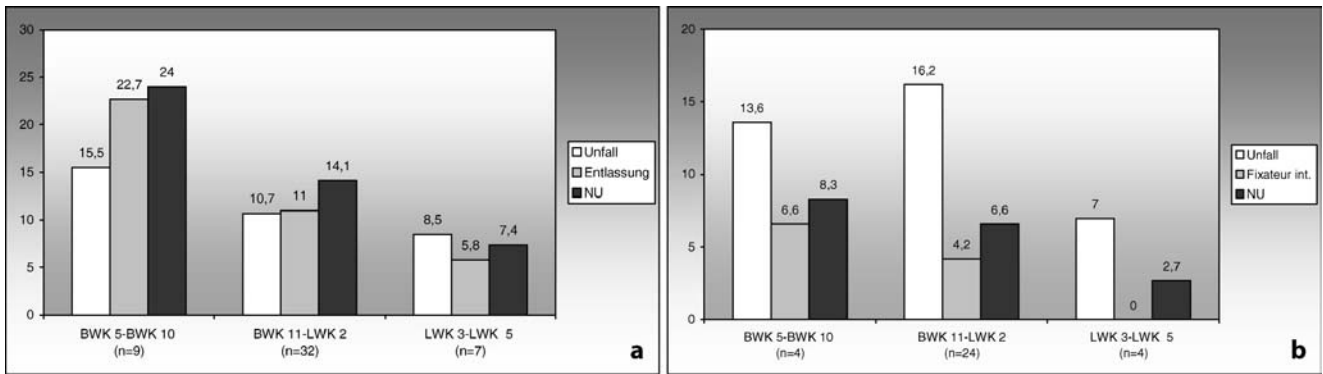


Abb. 3a,b ▲ **Vertebrale Kyphose.** a Bei konservativer Therapie (Angabe in Grad), b bei operativer Therapie (Angabe in Grad)

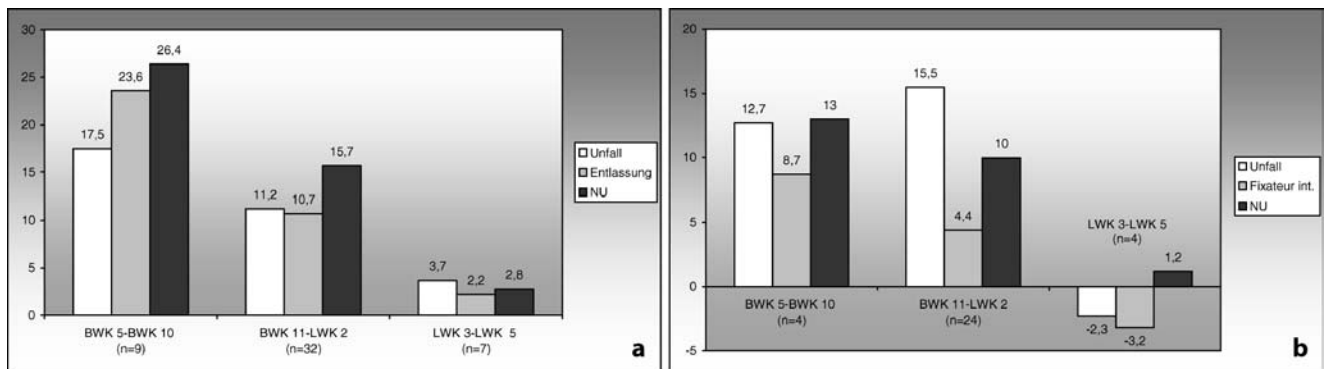


Abb. 4a,b ▲ **Segmentale Kyphose.** a Bei konservativer Therapie (Angabe in Grad), b bei operativer Therapie (Angabe in Grad)

### Radiologische Parameter im Verlauf

Bei der Analyse der *vertebralen Kyphose*, d. h. des Wirbelkörpers, zeigte sich, dass die konservativ behandelten Patienten in allen 3 Teilregionen im Vergleich zu den operierten Patienten durchgängig schlechtere Resultate in der Nachuntersuchung aufwiesen (BWS konservativ 24,0° vs. 8,3° operativ; TLÜ konservativ 14,1° vs. 6,6° operativ,  $p=0,003$ ; LWS konservativ 7,4° vs. 2,7° operativ). Nach konservativer Behandlung war die weitere Sinterung im Bereich der Brustwirbelsäule am größten (BWS 8,5°, TLÜ 3,4°, LWS -1,1°). Sie führte dort zu einer ausgeprägten Kyphosierung des betroffenen Wirbels (Abb. 2), die klinisch mit einer deutlichen Gibbusbildung imponierte.

Bei den operativ therapierten Patienten zeigte die initiale Reposition ein gutes Ergebnis (BWS 7°, TLÜ 12°, LWS 7°). Demgegenüber bestand nur ein geringer sekundärer Korrekturverlust im Wirbel (BWS 1,7°, TLÜ 2,4°, LWS 2,7°).

Besonders bei Verletzungen der Brustwirbelsäule fällt der deutliche Unterschied zu den konservativ behandelten Patienten auf (Abb. 3a,b).

Bei der Beurteilung des oberen Bandscheibenraumes durch den *Segmentkyphosewinkel* wird deutlich, dass bei konservativer Behandlung kaum zusätzliche Verluste auftreten (BWS 0,4°, TLÜ 1,1°, LWS 0,2°). Dagegen kommt es zu einem erheblichen zusätzlichen Korrekturverlust nach operativer Therapie (BWS 2,6°, TLÜ 3,2°, LWS 1,7°, Abb. 4a,b, 5a-c).

Bezüglich des unteren Bandscheibenraumes zeigt die *lokale Kyphose*, dass auch dort im Bereich der Brustwirbelsäule und des thorakolumbalen Überganges weitere Korrekturverluste bei operativer Therapie hinzukommen (BWS 3,7°, TLÜ 3,4°). Dadurch wird im Thorakalbereich der gesamte initiale Repositionsgewinn aufgehoben (Abb. 6a-c, 7a,b). Nach konservativer Behandlung findet sich keine nennenswerte weitere Verschlechterung.

Die Funktionsaufnahmen der beiden Therapieregimes unterschieden

sich nicht wesentlich. Nach konservativer Behandlung bestand bei 73,2% der Patienten eine geringe (1–3°) radiologisch nachweisbare Mobilität im Segment, nach operativer Therapie bei 76,9%. Die Beweglichkeit war im Bandscheibenraum lokalisiert. Pseudarthrosen wurden in der konservativ therapierten Gruppe nicht beobachtet. Ein Fall fand sich allerdings nach dorsaler Stabilisierung einer C-Fraktur.

### Neurologie

Einengungen des Spinalkanals korrelierten nicht direkt mit der neurologischen Ausfallsymptomatik. Bei einer Komprimierung des Spinalkanals von weniger als 25% resultierten keine Schäden; bei einer Verlegung von 66% und mehr traten regelmäßig neurologische Defizite auf. Komplette Querschnittssyndrome waren bei Frakturen von Th4–L1 zu beobachten, wobei im Bereich der Brustwirbelsäule der Spinalkanal um ca. 50% eingengt war. Bei L1 lag dagegen eine Einengung von 70–80% vor.

Insgesamt zeigten 13 Patienten (12,0% aller Patienten = 34,2% der operierten Patienten) neurologische Defizite. Im Verlauf

war in keinem Fall eine Verschlechterung zu verzeichnen. In 4 Fällen konnte eine Remission um jeweils eine Frankel-Stufe von D nach E erreicht werden. Bei einer Patientin mit L2-Fraktur und primär bestehender inkompletter motorischer Querschnittslähmung mit aufgehobener motorischer Funktion entsprechend Frankel-Stufe C kam es zu einer vollständigen Rückbildung der neurologischen Ausfälle. Um ebenfalls 2 Frankel-Stufen von Grad B zu D ging die Symptomatik bei einem weiteren Patienten zurück. Ausnahmslos ohne Verbesserung verhielten sich komplette Querschnittssyndrome.

### Komplikationen

Unter konservativer Behandlung der thorakolumbalen Frakturen kam es (trotz medikamentöser Prophylaxe) einmal zu einer Magenperforation bei Stressulkus und 3-mal zu einer Pneumonie.

Nach operativer Therapie war in 2 Fällen aufgrund septischer Lockerung eine vorzeitige Materialentfernung erforderlich. Revisionen bei oberflächlichen Weichteilnekrosen wurden 3-mal durchgeführt.

In keinem Fall war eine Revision wegen Pedikelschraubenfehlage notwendig. Im Gegensatz zu heutigen Standards wurden zum damaligen Zeitpunkt nur selten postoperative CT-Kontrollen durchgeführt, sodass zu geringgradigen Pedikelperforationen keine Stellung bezogen werden kann.

Bei 3 querschnittsgelähmten Patienten kam es zur Ausbildung von Dekubitalulzera. Bei 4 beatmeten Patienten trat eine Pneumonie auf. Nach C-Fraktur wurden eine Beckenvenenthrombose und eine Pseudarthrose registriert.

### Zufriedenheit der Patienten und objektive Funktionsbeurteilung

Der Schmerz in der Frakturregion war, falls vorhanden, das dominierende Problem für die Patienten. Weder hinsichtlich der Schmerzhäufigkeit (Abb. 8), noch der anhand visueller Analogskalen ermittelten Schmerzintensität ließen sich signifikante Unterschiede zwischen den konservativ und den operativ behandelten Patienten feststellen. Die konservativ behandelten Patienten zeigten sich insgesamt etwas zufriedener (Abb. 9).

Eine deutliche Ausnahme bildete jedoch ein Teil der konservativ therapierten Patienten mit BWK-Frakturen. Von den 9 Patienten dieser Gruppe klagten 5 über starke und häufige Rückenschmerzen, von denen wiederum 4 einen Segmentkyphosewinkel von 23° oder mehr und somit eine erhebliche posttraumatische Kyphosierung zeigten.

Die Patienten wurden durch die Wirbelsäulenverletzung und deren Folgen überwiegend nicht an der weiteren Ausübung ihres Berufes gehindert. Allerdings mussten 8,7% der konservativ und 29,6% der operativ behandelten Personen ihren Arbeitsplatz wechseln. Vollständig erwerbsunfähig wurden 4,3% der konservativ und 7,4% der operativ therapierten Patienten.

### Diskussion

#### Beschwerden und Funktion

Es gibt wenige Untersuchungen, die die Beschwerden und die objektive Beweglichkeit der Patienten erfassen und die einen Vergleich zwischen konservativer



Abb. 5a–c ◀ 25-jährige Patientin mit A3.3-Fraktur von LWK 1.  
a Unfallaufnahmen, b Versorgungsaufnahmen, c Nachuntersuchungsaufnahmen



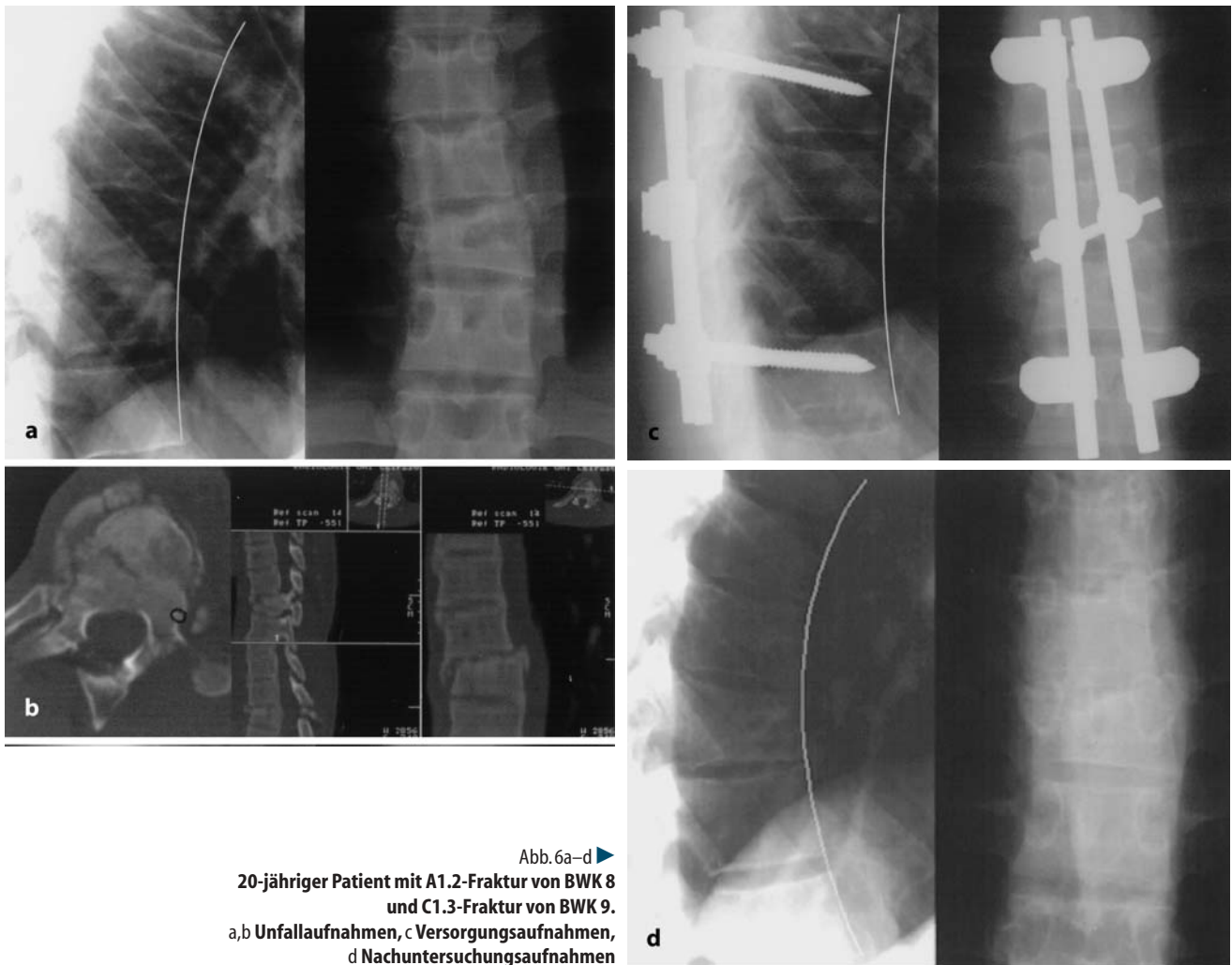


Abb. 6a–d  
 20-jähriger Patient mit A1.2-Fraktur von BWK 8  
 und C1.3-Fraktur von BWK 9.  
 a,b Unfallaufnahmen, c Versorgungsaufnahmen,  
 d Nachuntersuchungsaufnahmen

und operativer Therapie ermöglichen. Aufgrund der unterschiedlichen Verletzungsschwere besteht eine eingeschränkte Vergleichbarkeit der Gruppen.

Danisa et al. [6] sahen in den Punkten Schmerzen, Funktion und Arbeitsfähigkeit keinen Unterschied zwischen dorsal, ventral und dorsoventral kombiniert operierten Patienten. In den von uns verglichenen Gruppen der konservativ und operativ behandelten Patienten ließen sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede diesbezüglich nachweisen. Wir fanden auch keinen einheitlichen Zusammenhang zwischen radiologischem Kyphosegrad und klinischer Symptomatik. Auffällig war allerdings, dass 4 von 5 Patienten mit starken und häufigen Rückenschmerzen nach konservativ behandelter Brustwirbelkörperfraktur einen Segmentkyphosewinkel von  $23^\circ$  und mehr zeigten. Daher stellen wir in diesem Wirbelsäulenabschnitt die Operationsindikation nun großzügiger.

Auch Trojan [23] gab ab  $20^\circ$  Kyphose eine deutliche Häufung von Beschwerden an. Ebenso konnte Gertzbein [11] in einer großen prospektiven, multizentrischen Studie mit 1019 Patienten zeigen, dass eine Kyphose von mehr als  $30^\circ$  mit signifikant stärkeren Rückenschmerzen verbunden war – ähnlich wie in unserer Untersuchung – und dass konservativ behandelte Patienten nach 2 Jahren über signifikant mehr Schmerzen als operativ behandelte klagten.

Ursachen anhaltender Schmerzen können neben bleibender Instabilität auch in der durch starke Kyphosierung veränderten Biomechanik, in einer veränderten Beweglichkeit der Segmente, in posttraumatisch entstehender Spondylarthrose und in der Zugangsmorbidität begründet sein.

Die dorsale Zugangsmorbidität war im Gegensatz zum ventralen Zugang bisher kaum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Der Standardzu-

gang zur Implantation eines Fixateur interne erfordert ein scharfes Abtrennen der Sehnenansätze der Mm. multifidii und Mm. rotatores. Somit werden vor allem die segmentalen Stabilisatoren mit ihrer Propriozeption geschädigt. Kramer et al. [15] konnten feststellen, dass nach dorsalen Instrumentationen im Elektromyogramm ein charakteristisches Schädigungsmuster der Rückenmuskulatur vorliegt. Bei Patienten mit Schmerzen waren die Veränderungen ausgeprägter, es fanden sich generalisierte Atrophiezeichen. Ob ein weniger invasiver perkutaner Zugang mit Schonung der Muskulatur dem entgegenwirken kann, sollte Gegenstand künftiger Untersuchungen sein.

### Konservative Therapie

Das Hauptproblem der konservativen Therapie liegt in einer zunehmenden Kyphosierung des betroffenen Wirbelkör-

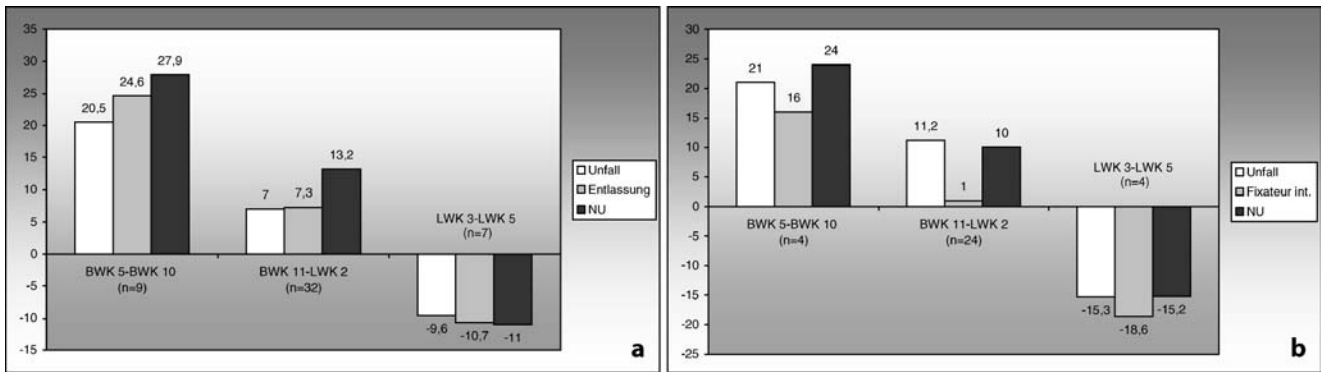


Abb. 7a,b ▲ Lokale Kyphose. a Bei konservativer Therapie (Angabe in Grad), b bei operativer Therapie (Angabe in Grad)

pers im BWS-Bereich. Resch et al. [21] fanden bei 30 nach Böhler [4] behandelten Patienten mit thorakolumbalen Frakturen 4,5 Jahre nach dem Unfall im Anschluss an eine initiale Reposition von 11,1° einen Korrekturverlust von 14,9° (132%). Dennoch waren alle Patienten zufrieden oder sogar sehr zufrieden. Weinstein et al. untersuchten 42 konservativ behandelte Patienten mehr als 20 Jahre nach dem Trauma [25]. Die durchschnittliche Kyphose war bei der Nachuntersuchung 26,4° in Beugung und 16,8° in Streckung. Der Kyphosegrad korrelierte allerdings nicht mit der Schmerzsymptomatik. Seybold et al. [22] fanden in einer großen Studie zur konservativen vs. operativen Behandlung tiefer lumbaler Wirbelfrakturen (L3–L5) zwar einen höheren Korrekturverlust, besonders bei L3 nach konservativer Therapie. Dennoch folgern sie aufgrund des gleichen funktionellen Outcome, dass eine operative Therapie in dieser Region nicht erforderlich ist, wenn keine neurologischen Ausfälle bestehen.

Kürschner et al. [16] verglichen die Ergebnisse einer frühfunktionellen Therapie mit denen der funktionellen Behandlung nach Magnus. Sie beobachteten vergleichbare Ergebnisse in beiden Gruppen und kamen deshalb zu dem Schluss, dass die deutlich kürzere Behandlungszeit für die frühfunktionelle Therapie spricht. Diese wird jetzt auch in unserer Klinik favorisiert. Ohana et al. [20] fanden in einer retrospektiven Studie, dass eine zusätzlich zur frühfunktionellen Therapie verordnete Orthese keinen Einfluss auf das Ergebnis hat.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie belegen, dass besonders nach Frakturen der oberen und mittleren Brustwirbelsäule mit einer erheblichen

Kyphosierung zu rechnen ist. Die Sinterung erfolgte dabei zum weitaus größten Teil im Wirbel selbst, deutlich weniger im Zwischenwirbelraum. So fanden wir nach einer Sinterung von durchschnittlich 8,5° im Wirbel eine vertebrale Kyphose von 24°, die den unfallbedingten Gibbus von 15,5° deutlich übertraf.

Biomechanisch ist verständlich, dass die physiologische Krümmung der thorakalen Wirbelsäule eine weitere Kyphosierung des Wirbelkörpers hervorruft. Im Gegensatz dazu wirkt die Lendenlordose einer weiteren Kyphosierung offensichtlich entgegen. Die thorakolumbale Übergangsregion nimmt entsprechend ihrer Schwingung auch eine Intermediärstellung nach konservativer Behandlung stabiler Wirbelfrakturen ein.

### Operative Therapie

Es gibt zzt. noch keine einheitliche Strategie, welche Fraktur in welcher Lokalisation wie operiert werden sollte. Die alleinige dorsale Instrumentierung steht der additiven ventralen Spananlage, der alleinigen ventralen Stabilisie-

rung und der kombiniert dorsoventralen Instrumentierung gegenüber.

Betrachtet man die Studien zur dorsalen Instrumentierung, so sind deren Resultate unabhängig vom Implantat ernüchternd – auf Dauer kann bestenfalls der zum Unfallzeitpunkt bestehende Kyphosegrad retiniert werden [2], da der vor allem im Bandscheibenraum auftretende sekundäre Korrekturverlust die initiale Reposition in den meisten Fällen aufhebt (Tabelle 1).

Ein positiver Effekt der transpedikulären intra- und interkorporellen Spongiosaplastik nach Daniaux ist in mehreren Studien nicht nachzuweisen. Knop et al. sahen nur bei einem Drittel der computertomografisch nachuntersuchten Patienten eine knöcherne Durchbauung [14]. Alanay et al. [1] führten eine randomisierte prospektive Untersuchung an 2 Gruppen mit kurzstreckiger dorsaler Instrumentierung nach T11–L3-Frakturen durch, wobei in einer Gruppe eine zusätzliche transpedikuläre Spongiosaplastik durchgeführt wurde. Sie fanden keinen Unterschied bezüglich Korrekturverlust oder Implantatbruch.

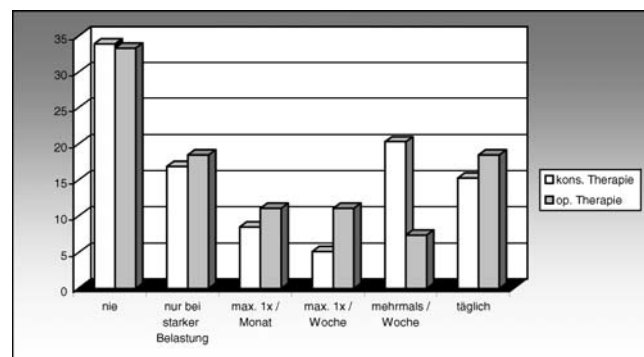


Abb. 8 ▲ Schmerzhäufigkeit (Angaben in Prozent der Patienten)

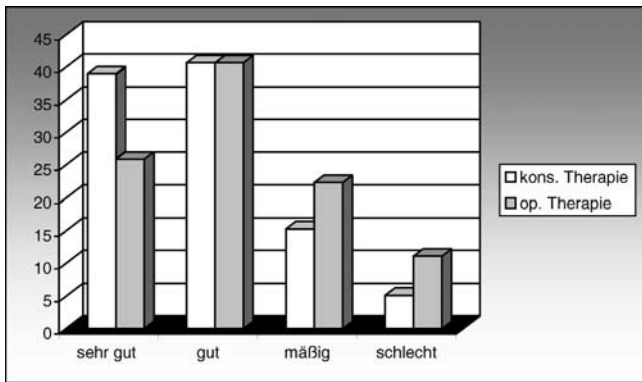


Abb. 9 ▲ Subjektive Zufriedenheit (Angaben in Prozent der Patienten)

Wir konnten im eigenen Patienten-gut feststellen, dass im Gegensatz zur konservativen Behandlung trotz der generell schwereren Frakturen radiologisch bessere Ergebnisse erreicht wurden. Es fiel jedoch bei den nachuntersuchten Patienten der erhebliche Korrekturverlust in beiden angrenzenden Bandscheiben-räumen auf; er betrug im BWS-Bereich 78,5% und im thorakolumbalen Übergang 73,3% des Gesamtkorrekturverlustes. Nicht nur die obere Bandscheibe wird durch das Trauma irreversibel geschädigt, sondern auch die untere Bandscheibe weist nach Frakturen durch den gesamten Wirbelkörper ein im Nucleus pulposus gelegenes Hämatom mit fehlender Heilungspotenz auf. Zusätzlich ist eine sekundäre funktionelle Schädigung durch die temporäre Ruhigstellung mit dem Fixateur interne denkbar.

Daraus resultiert die Frage, ob eine zusätzliche ventrale Spineinlagerung nach Bandscheibenausräumung, alleinige ventrale Instrumentierungen oder dorsoventral kombinierte Instrumentierungen die Langzeitergebnisse verbessern.

Dimar et al. [7] beobachteten nach kombiniertem Vorgehen mit ventral eingebrachtem, autologem kortikospongiosen Beckenkammspan bei dorsaler Instrumentation mit einem Harrington-Instrumentarium nach einer initialen Aufrichtung von 14° einen Korrekturverlust von 7° nach durchschnittlich 41 Monaten. Esses et al. [8] sahen in einer prospektiv randomisierten Studie keinen signifikanten Unterschied zwischen dorsaler Instrumentation mit dem AO-Fixateur in Kombination mit posterolateraler Fusion und anteriorer Instrumentation nach Kostuik-Harrington mit trikortikalem autologem Beckenkammspan. Kaneda et al. [12] konnten bei

Berstungsfrakturen von 150 Patienten mit neurologischem Defizit und ausschließlich ventralem Vorgehen mit autologem Beckenkammspan und Instrumentation nach durchschnittlich 8 Jahren 93% Fusionen erzielen. Die lokale Kyphose betrug initial 19° und wurde durch die Operation auf 7° verbessert. Der Korrekturverlust betrug lediglich 1°.

Diese sehr guten Ergebnisse lassen sich nicht von allen Anwendern des Kaneda-Systems bestätigen. So beobachteten Kirkpatrick et al. [13] bei 20 thorakolumbalen Berstungsfrakturen, die von ventral mit autologem Beckenkammspan und Kaneda-Instrumentarium versorgt worden waren, bei einer präoperativen Kyphose von 17° zwar eine durchschnittliche Korrektur von 8°. Nach mehr als 6 Monaten war aber bereits ein Korrekturverlust von 4,5° eingetreten. Bei 3 von 11 Patienten wurde eine Skoliose von

mehr als 3° festgestellt, wobei der Kollaps des Wirbelkörpers immer auf der dem Implantat abgewandten Seite auftrat. Gumpenberg et al. [24] verglichen 46 Patienten, die dorsal mit Fixateur interne versorgt wurden, mit 73 Patienten, die konservativ nach L. Böhler durch Reposition im Durchhang und anschließend Gipsmieder für durchschnittlich 16,3 Wochen ruhiggestellt wurden, sowie mit 85 kombiniert dorsoventral nach Harms instrumentierten Patienten. Sie fanden, dass kombiniert dorsoventral instrumentierte thorakolumbale Wirbelfrakturen mit 0,5° die geringsten Korrekturverluste aufwiesen, gegenüber 9,4° nach dorsaler Stabilisierung und 10,2° bei konservativer Behandlung.

### Schlussfolgerung

Als Konsequenz der eigenen Ergebnisse und des Literaturvergleiches orientiert sich unser derzeitiges Konzept in der Behandlung thorakolumbalen Verletzungen einerseits an der Frakturklassifikation und andererseits an der Höhenlokalisierung der Fraktur. Grundsätzlich werden stabile Frakturen ohne wesentliche Fehlstellung frühfunktionell behandelt. Im Brustwirbelbereich jedoch werden auch sog. „stabile“ Frakturen (A1.1–A2.2) ab 15° Kyphose operativ von ventral minimal invasiv thorakoskopisch assistiert versorgt, um der sekundären intrakorporalen Sinterung entgegenzuwirken. Die zur Pseudarthrose neigenden Kneifzangenbrüche und alle A3-Frakturen erfor-

Tabelle 1  
Resultate nach dorsaler Instrumentation

Autor	Fallzahl (n)	Op.-Methode	Follow-up	Korrekturverlust (in Grad)
Eysel et al. [9]	135	Verschiedene	5 Jahre	10–15; ca. <sup>2</sup> / <sub>3</sub> davon im ZWR
Lindsey/Dick [18]	76	Fixateur interne	2 Jahre	8,5
Daniaux [5]	44	Fixateur interne + Spongiosa	26 Monate	10,4; ca. <sup>2</sup> / <sub>3</sub> davon im ZWR
Knop et al. [14]	56	Fixateur interne + z. T. Spongiosa	3 Jahre	10,1
Liljenqvist/Mommsen [17]	30	Fixateur interne + z. T. Spongiosa	2–5 Jahre	4 im oberen, 3 im unteren ZWR
Resch et al. [21]	56	Fixateur interne + z. T. Spongiosa	1–8 Jahre	12,5; ca. <sup>3</sup> / <sub>4</sub> davon im ZWR

ZWR Zwischenwirbelraum

dern eine ventrale Fusionierung und möglichst kurzstreckige Stabilisierung mit winkelstabilem Implantat.

Im Bereich der unteren Lendenwirbelsäule lässt sich eher auf einen ventralen Eingriff verzichten; hier reicht die alleinige dorsale Instrumentierung meist aus. Bei B-Frakturen ist aufgrund der zerstörten hinteren Zuggurtung vor allem die dorsale Stabilisierung erforderlich; bei gleichzeitigem ventralem Substanzverlust sollte ein kombiniertes Verfahren mit Spondylodese und Instrumentation angestrebt werden. Die hochgradig instabilen C-Verletzungen erfordern generell eine kombinierte Fusion und Instrumentierung.

Beim alten Menschen mit osteoporotischer Wirbelsäule ist der ventrale Zugang aufgrund der individuellen Morbidität (ASA > 2) nicht immer möglich. Wenn in diesen Fällen die segmentale Kyphose mehr als 20° beträgt oder der Wirbelkörper um mehr als die Hälfte komprimiert ist und somit die Gefahr einer radikulären Symptomatik besteht, sollte die dorsale Stabilisierung längerstreckig [3] erfolgen. Allerdings ist eine vollständige Korrektur der Kyphose nicht anzustreben.

## Literatur

- Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Ozgur A, Surat A (2001) Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure? *Spine* 26(2): 213–217
- Blauth M, Knop C, Bastian L (1998) Brust- und Lendenwirbelsäule. In: Tscherner H, Blauth M (Hrsg) *Tscherner Unfallchirurgie Wirbelsäule*. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 241–371
- Blauth M, Lange UF, Knop C, Bastian L (2000) Wirbelsäulenfrakturen im Alter und ihre Behandlung. *Orthopäde* 29(4): 302–317
- Böhler L (1938) Wirbelbrüche und Wirbelverrenkungen. In: Böhler L (Hrsg) *Technik der Knochenbruchbehandlung*, Bd 1. Wilhelm Maurich, Wien, S 249–3691
- Daniaux H (1982) Technik und erste Ergebnisse der transpedikulären Spongiosaplastik bei Kompressionsbrüchen im Lendenwirbelbereich. *Acta Chir Austr (Suppl)* 43: 79
- Danisa OA, Shaffrey CI, Jane JA, Whitehill R, Wang GJ, Szabo TA, Hansen CA, Shaffrey ME, Chan DPK (1995) Surgical approaches for the correction of unstable thoracolumbar burst fractures: a retrospective analysis of treatment outcomes. *J Neurosurg* 83: 977–983
- Dimar JR, Wilde PH, Glassman SD, Puno RM, Johnson JR (1996) Thoracolumbar burst fractures treated with combined anterior and posterior surgery. *Am J Orthop* 25: 159–165
- Esses SI, Botsford DJ, Wright T, Bednar D, Bailey S (1991) Operative treatment of spinal fractures with AO internal fixator. *Spine* 16: 146–150
- Eysel P, Rompe JD, Hopf C, Meinig G (1994) Die Bedeutung der Bandscheibe für den Repositionsverlust operativ stabilisierter Frakturen der Rumpfwirbelsäule. *Unfallchirurg* 97: 451–457
- Frankel JL, Hancock DO, Hyslop G, Melzak J, Michaelis LS, Ungar GH, Vernon JDS, Walsh JJ (1969) The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia* 7: 179–192
- Gertzbein SD (1992) Scoliosis Research Society. Multicenter spine fracture study. *Spine* 17: 258–540
- Kaneda K, Taneichi H, Abumi K, Hashimoto T, Satoh S, Fujiya M (1997) Anterior decompression and stabilisation with the Kaneda Device for thoracolumbar burst fractures associated with neurological deficits. *J Bone Joint Surg (Am)* 79: 69–83
- Kirkpatrick JS, Wilber RG, Likavec M, Emery SE, Ghanayem A (1995) Anterior stabilization of thoracolumbar burst fractures using the Kaneda Device: A preliminary report. *Orthopedics* 18: 673–678
- Knop C, Fabian HF, Bastian L, Blauth M (2001) Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and bone grafting. *Spine* 26(1): 88–99
- Kramer M, Katzmaier P, Kinzl L, Hartwig E (1998) Muskulärer Schaden durch Spondylodese. In: Kinzl L, Rehm KE (Hrsg) *Hefte zu der Unfallchirurg – Abstractband der 62. Jahrestagung der DGU*, Springer, Berlin Heidelberg New York: 705–706
- Kürschner J, Schauwecker F, Nieder P (1980) Vorteile der frühfunktionellen Behandlung von Wirbelfrakturen am thorakolumbalen Übergang mit dem Drei-Punkte-Korsett. *Hefte Unfallheilkd* 149: 153
- Liljenqvist U, Mommsen U (1995) Die operative Behandlung thoracolumbalen Wirbelsäulenverletzungen mit dem Fixateur interne und transpedikulärer Spongiosaplastik. *Unfallchirurg* 21: 30–39
- Lindsey RW, Dick W (1991) The fixateur interne in the reduction and stabilization of thoracolumbar spine fractures inpatients with neurological deficit. *Spine* 16: 140–145
- Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S (1994) A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 3: 184–201
- Ohana N, Sheinin D, Rath E, Sasson A, Atar D (2000) Is there a need for lumbar orthosis in mild compression fractures of the thoracolumbar spine? A retrospective study comparing the radiographic results between early ambulation with and without lumbar orthosis. *J Spinal Disord* 13(4): 305–308
- Resch H, Rabl M, Klampfer H, Ritter E, Povacz P (2000) Operative vs. konservative Behandlung von Frakturen des thorakolumbalen Übergangs. *Unfallchirurg* 103: 281–288
- Seybold EA, Sweeney CA, Fredrickson BE, Warhold LG, Bernini PM (1999) Functional outcome of low lumbar burst fractures. A multicenter review of operative and nonoperative treatment of L3-L5. *Spine* 24(20): 2154–2161
- Trojan E (1972) Langfristige Ergebnisse von 200 Wirbelbrüchen der Brust- und Lendenwirbelsäule ohne Lähmungen. *Unfallmed Berufskrankh* 66: 122–134
- Von Gumpffenberg S, Vieweg J, Claudi B, Harms J (1991) Die primäre Versorgung der frischen Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. *Akt Traumatol* 21: 265–273
- Weinstein JN, Collalto P, Lehman TR (1988) Thoracolumbar „burst“ fractures treated conservatively: a long term follow up. *Spine* 13: 33–38