

Thorakolumbale Frakturen – Operative Versorgung

Die Therapieempfehlungen bei den Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule unterliegen in den letzten Jahrzehnten einem zunehmenden Wandel.

Die von Böhler empfohlenen konservativen Therapieregimes mit geschlossener Reposition, Gipsmieder und Stützkorsagen wurden um operative Verfahren erweitert. Mit dem transpedikulären Fixateur interne wurde von Roy-Camille et al. [13] ein effektives System zur Reposition und Retention an der Wirbelsäule etabliert. Bis zur Mitte der 1990er Jahre galt die alleinige dorsale Stabilisierung einer instabilen Fraktur als ausreichendes Standardverfahren [6].

Ergebnisse neuerer Studien führten zu einer Änderung in den Therapieempfehlungen. Biomechanische Untersuchungen zeigten unter physiologischen Bedingungen eine Lastverteilung von 80% auf der ventralen und von nur 20% auf der dorsalen Säule, der eher eine Zuggurtungsfunktion zugeordnet wurde. Eine Multizenterstudie der AO [10] 2001 konnte belegen, dass die Frakturreposition durch den dorsalen Fixateur die beste Ergebnisse bringt, die alleinige dorsale Stabilisierung, ob mit oder ohne transpedikuläre intrakorporelle Spongiosaplastik nach Daniaux [4], aber nicht aus-

reicht. Durch die unterbliebene Versorgung der ventralen Säule kommt es nach Entfernung des Fixateurs durch die persistierende Instabilität der ventralen Säule zu erheblichen Korrekturverlusten der initial guten Repositionsergebnisse. Die alleinige ventrale Spondylodese ist mit der Gefahr segmentaler Fehlstellungen im fusionierten Gebiet belastet, was sich durch die begrenzten Repositionsmöglichkeiten bei isoliertem ventralem Zugang erklären lässt. Die geringsten Korrekturverlusten bei den Nachuntersuchungen zeigten die Patienten, die mittels kombinierter dorsoventraler Fusion stabilisiert wurden [10].

Ein weiterer Grund für die Indikationsausweitung der operativen Therapie, z. B. auf die Frakturen der Gruppe A3.1, ist die Etablierung schonender und minimalinvasiver Operationsverfahren an der thorakolumbalen Wirbelsäule [9, 12].

Klassifikation

Denis [5] unterschied nach biomechanischen Gesichtspunkten 3 Wirbelsäulenabschnitte:

- vordere Säule (vordere Hälfte Wirbelkörper/Bandscheibe)
- mittlere Säule (hintere Hälfte Wirbelkörper/Bandscheibe)
- hintere Säule (Facettengelenke, dorsaler Bandkomplex, Wirbelbögen, Fortsätze)

Die Unversehrtheit der mittleren Säule ist für die mechanische Stabilität entscheidend. Mit der Summe der verletzten Säulen steigt der Grad der Instabilität.

Die heute gängige Klassifikation wurde von Magerl et al. [11] erstellt und von der AO übernommen. Es werden unterschieden:

- Kompressionsverletzungen (Typ A),
- Flexions-Distraktions-Verletzungen (Typ B) und
- Rotationsverletzungen (Typ C).

Zur weiteren Differenzierung erfolgt eine Unterteilung in Subtypen 1. und 2. Ordnung.

Typ-A-Verletzung. Bei den Kompressionsverletzungen Typ A ist die ventrale Säule verletzt, die dorsale Säule intakt.

- A1-Frakturen (Deck-, Bodenplattenimpression, Keilbruch, Impaktion) sind stabile Brüche mit in der Regel unverletzten Bandscheiben.
- A2-Frakturen sind Spaltbrüche. Die frontalen Frakturen sind in aller Regel stabil, die sagittalen Spaltbrüche, insbesondere die Kneifzangenfraktur, instabil.
- A3-Frakturen sind Berstungsbrüche mit Beteiligung der Hinterkante und der Gefahr einer Rückenmarkverletzung. Bereits die inkompletten Berstungsbrüche sind als mechanisch instabil anzusehen.

Typ-B-Verletzung. Sie können als rein diskoligamentäre oder als kombinierte osär-diskoligamentäre quere Zerreißen auftreten. Es besteht eine hochgradige Instabilität gegenüber Flexionsbeanspruchungen.

Typ-C-Verletzung. Sie beinhalten ebenfalls immer die Beteiligung beider Säulen.

Abkürzungen	
BWK	Brustwirbelkörper
BWS	Brustwirbelsäule
CT	Computertomographie
LWK	Lendenwirbelkörper
LWS	Lendenwirbelsäule
MRT	Magnetresonanztomographie
WS	Wirbelsäule

Tab. 1 Operationsindikationen in ansteigender Wichtigkeit

>20° Fehlstellung 1 Ebene
Gesamtfehlstellung >25°
Höhenverlust 50%
Spinalkanaleinengung
Frakturen Typ B und Typ C
Offene Frakturen
Neurologisches Defizit

Durch den Rotationsmechanismus sind die längs verlaufenden Bänder gerissen. Es handelt sich um die instabilsten Frakturen mit der höchsten Rate an neurologischen Ausfallserscheinungen.

Diagnostik

Die Nativaufnahmen der Brust- und Lendenwirbelsäule in 2 Ebenen sind bei Verdacht auf Wirbelsäulenverletzung die initiale Standarddiagnostik. Bei Frakturen im thorakolumbalen Übergang sind ggf. Zielaufnahmen dieses Abschnitts sinnvoll, um ihn vom Bildrand in das Bildzentrum zu rücken.

Eine genaue Klassifikation und Beurteilung der Fraktur ist nur durch eine Computertomographie in Dünnschichttechnik möglich. Die axialen Standardschichten und v. a. die sagittalen Rekonstruktionen erlauben die genaue Beurteilung der knöchernen Verletzungen, der Spinalkanalweite und der Neuroforamina.

Die Magnetresonanztomographie schließt sich an, wenn es um die Abklärung diskoligamentärer und neurologischer Verletzungen geht. Eine rein diskoligamentäre B-Verletzung kann nur durch ein MRT sicher diagnostiziert oder ausgeschlossen werden. Bei neurologischen Defiziten nach Unfällen ohne röntgen- und CT-morphologische Verletzungen sollte immer eine weitere Abklärung durch Magnetresonanztomographie erfolgen. Ebenfalls eine Indikation für ein MRT stellt die pathologische Fraktur dar.

Operation

Indikation

Zur Überprüfung der Notwendigkeit einer operativen Stabilisierung der Wir-

Zusammenfassung · Abstract

Trauma Berufskrankh 2008 · 10[Suppl 2]:182–186 DOI 10.1007/s10039-008-1397-6
© Springer Medizin Verlag 2008

M. Beck · T. Mittlmeier

Thorakolumbale Frakturen – Operative Versorgung

Zusammenfassung

Wirbelsäulenverletzungen werden eingeteilt in Kompressions- (Typ A), Flexions-Distraktions- (Typ B) und Rotationsverletzungen (Typ C), die weiter in Subtypen differenziert werden können. Die Nativaufnahmen der Brust- und Lendenwirbelsäule in 2 Ebenen sind die initiale Standarddiagnostik. Zur genauen Klassifikation und Beurteilung sind eine Computertomographie, in wenigen Fällen auch eine Magnetresonanztomographie notwendig. Wirbelsäulenverletzungen mit neurologischem Defizit und offene Frakturen sind Indikationen zur sofortigen operativen Intervention. B- und C-Verletzungen bedürfen einer zügigen operativen Stabilisierung. Bei

den A-Verletzungen gelten Höhenverlust um $\geq 50\%$, Gesamtfehlstellung $>25^\circ$ oder $>20^\circ$ Fehlstellung in einer Ebene sowie Spinalkanaleinengungen als Operationskriterien. Bei einer operativen Behandlung ist in aller Regel die kombinierte dorsoventrale Fusion das anzustrebende Verfahren der Wahl. Bei thorakolumbalen Frakturen sind thorakoskopische und sonstige minimalinvasive Operationsverfahren als Standard anzusehen.

Schlüsselwörter

Thorakolumbale Wirbelfrakturen · Klassifikation · Instabilität · Dorsoventrale Stabilisierung · Minimalinvasiv

Surgical treatment of thoracolumbar fractures

Abstract

Spinal injuries are categorized into compression (type A), flexion-distraction (type B) and rotation (type C) injuries, which can be further divided into subtypes. Unenhanced images of the chest and lumbar spine in two planes are the initial standard diagnostic work-up. For more exact classification and evaluation computer tomography, and in some cases also magnetic resonance imaging, are required. Spinal injuries with neurological deficit and an open fracture are mandatory indications for immediate surgical intervention. All B and C injuries require prompt surgical stabilization. Spinal ca-

nal narrowing height loss of $\geq 50\%$, an overall malalignment of $>25^\circ$ or $>20^\circ$ malalignment in one plane are indications for surgery. Dorsoventral fusion is generally the desired method of choice for surgical treatment. Thoracoscopic as well as other minimally invasive surgical procedures are considered standard in thoracolumbar fractures.

Keywords

Thoracolumbar spine fractures · Classification · Instability · Dorsoventral instrumentation · Minimally invasive

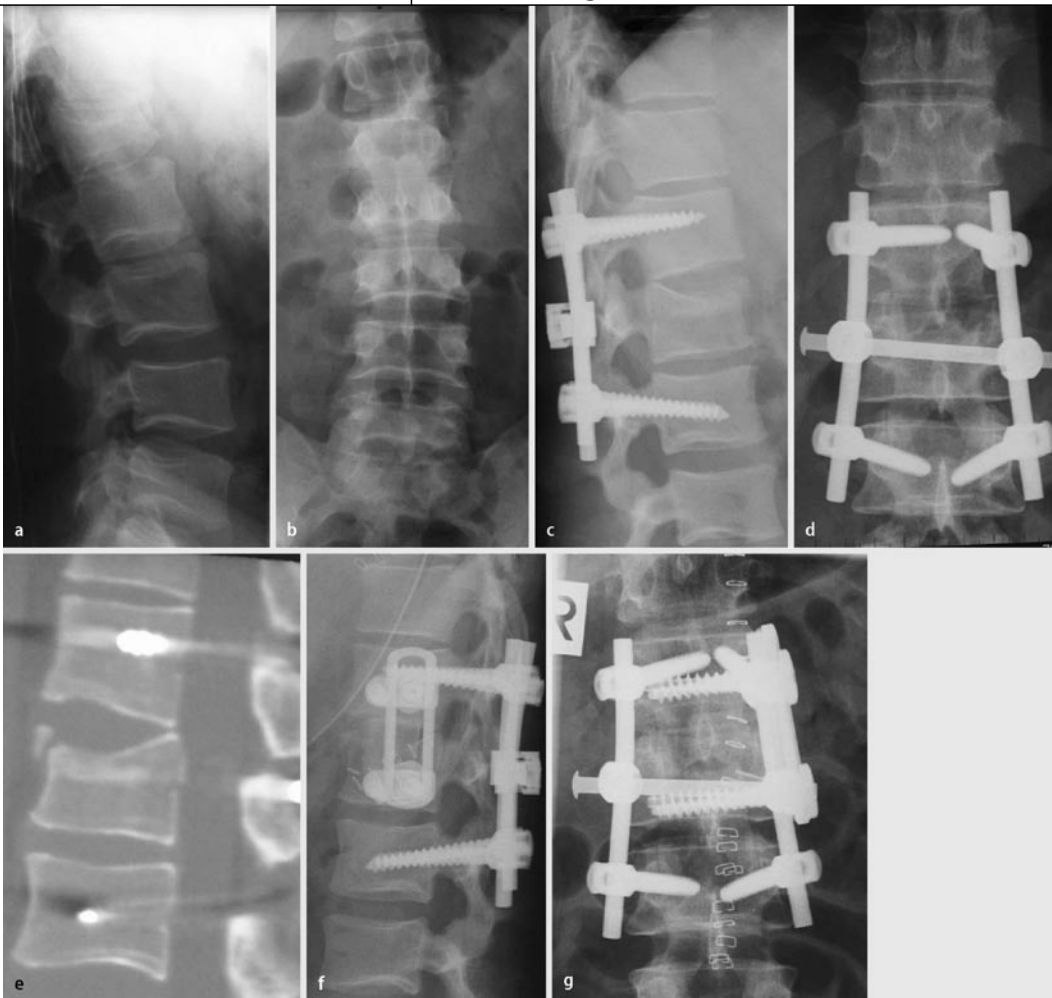


Abb. 1 ◀ **a,b** Inkompletter kranialer Berstungsbruch LWK1 (A3.11) mit keilförmiger Deformierung und lokaler Kyphose und Skoliose, Gesamtfehlstellung >25°, **c,d** Röntgen- und **e** CT-Kontrolle nach dorsaler Reposition mit guter Wiederaufrichtung des Wirbelkörpers und vollständiger Beseitigung der Fehlstellung, **f,g** in 2. Sitzung thorakoskopisch assistierte monosegmentale Spondyloktomie, BWK12/LWK1 mit trikortikalem Beckenkammspan und ventralem winkelstabilem Plattensystem (MACS, Fa. Aesculap)

belkörperfraktur müssen die 3 Kriterien Neurologie, Instabilität und Fehlstellung in der genannten Reihenfolge analysiert und eingestuft werden.

Die Wirbelsäulenverletzung mit neurologischem Defizit und die offene Fraktur sind zwingende Indikationen zur sofortigen Intervention. Die sofortige dorsale Dekompression des Spinalkanals durch Hemi- oder Laminektomie, ggf. Zurückstoßen eines den Spinalkanal einengenden Hinterkantenfragments mit anschließender Stabilisierung durch einen Fixateur ist die durchzuführende Notfallmaßnahme. Ziele sind, sowohl die neurologische Symptomatik durch Dekompression der geschädigten Strukturen therapeutisch anzugehen als auch sekundäre neurologische Beeinträchtigungen zu vermeiden. Die suffiziente Stabilisierung des instabilen Wirbelsäulenabschnitts ermöglicht zudem eine rasche Mobilisierung auch bei kompletter Querschnittslähmung [3].

Es besteht allgemeiner Konsens, dass alle B- und C-Verletzungen aufgrund der hochgradigen Instabilitäten einer zügigen operativen Stabilisierung bedürfen. Unterbleibt diese, ist mit sekundären neurologischen Defiziten, komplexen Fehlstellungen, persistierenden Instabilitäten und dadurch bedingten Problemen im Sinne einer chronischen Myelopathie zu rechnen.

Fehlstellungen betreffen in aller Regel die A-Frakturen. Auch wenn bisher keine Studie mit hohem Evidenzlevel signifikante Vorteile einer operativen Versorgung von Frakturen ohne neurologische Symptomatik nachweisen konnte, besteht Konsens dahingehend, dass ab einer Kyphosefehlstellung von 20° in einer Ebene bzw. einer Gesamtfehlstellung von 25° in 2 Ebenen und einer Kompression der Wirbelkörperhöhe um mehr als 1/3 beim arbeitsfähigen Patienten die Indikation zur operativen Stabilisierung beginnt, um durch Wiederherstellung der Wirbelsäulengeometrie Spätfolgen durch chronische

Fehlbelastungen und eine Myelopathie zu verhindern.

Unstrittig ist die Indikation bei den kompletten Berstungsbrüchen A3.3, kombinierten Berstungsspaltbrüchen A3.2 und Kneifzangenbrüchen A2.3. Aber auch die inkompletten Berstungsbrüche A3.1 und einige Spaltbrüche A2.1/A2.2 erfüllen die Kriterien einer instabilen behandlungsbedürftigen Verletzung [7].

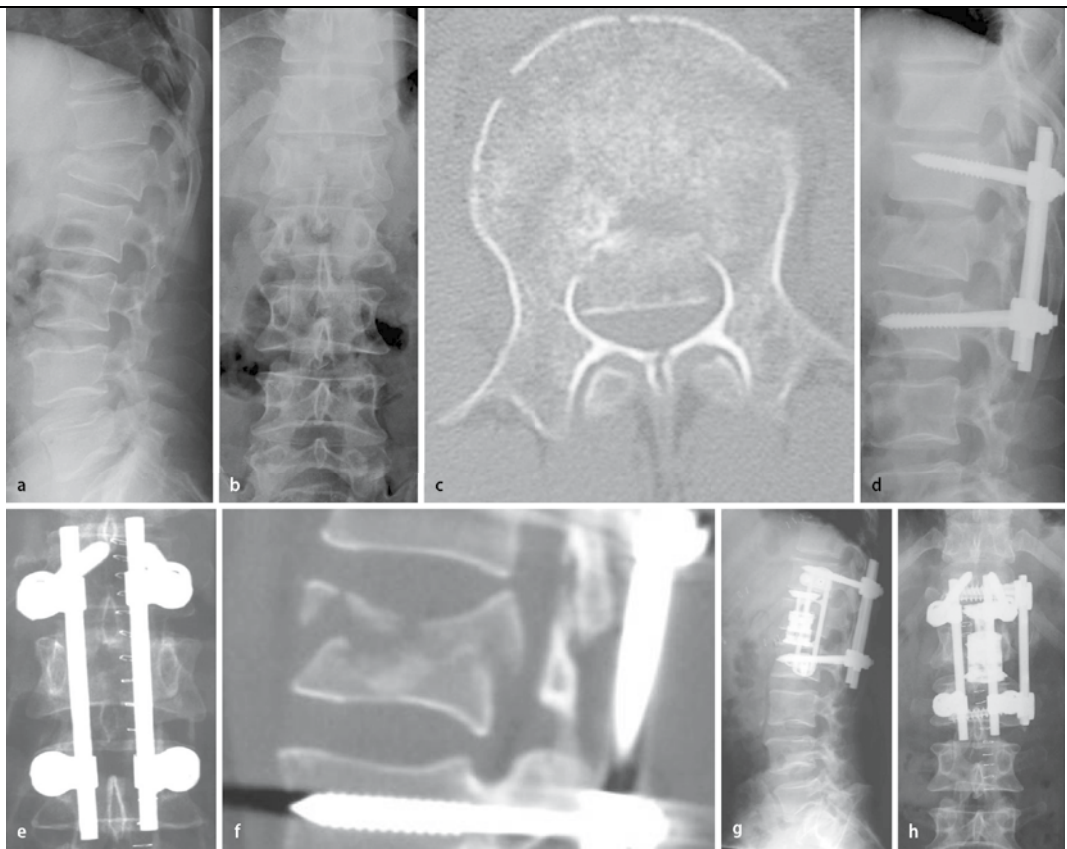
Eine Zusammenfassung der Operationsindikationen mit zunehmender Indikationshäufigkeit findet sich in **Tab. 1**.

Operative Therapie

Die Strategie der operativen Versorgung orientiert sich am neurologischen Befund, dem Ausmaß der Fehlstellung und der Verletzungsausdehnung in Bereich der vorderen, mittleren und hinteren Säule.

Zuerst müssen eine relevante Fehlstellung und hochgradige Instabilitäten beseitigt werden. Das klassische Arbeitsinstrument hierfür ist der winkelstabile dor-

Abb. 2 ▶ **a–c** Kompletter Berstungsbruch LWK1 (A3.31) mit signifikanter Spinalkanaleinengung ohne neurologische Ausfälle, **d–f** primäre Reposition und Stabilisierung mit Fixateur interne, Beseitigung der segmentalen Fehlstellung, keine vollständige Reposition des großen Hinterkantenfragments, **g,h** sekundäre thorakoskopisch assistierte bisegmentale Spondylodese BWK12/LWK2 nach subtotaler Korporektomie und Hinterkantenresektion LWK1 mit expandierbarem Cage (Obelisc, Fa. Ulrich) und winkelstabilem ventralem Plattensystem (MACS, Fa. Aesculap)



sale Fixateur interne. Zunächst erfolgt im OP in Bauchlage mittels Durchhang und Kissenunterpolsterung die Grobposition der Verletzung. Die Feinreposition wird durch den dorsal transpedikulär in die benachbarten Wirbelkörper eingebrachten Fixateur interne im Sinne der Lordosierung und Distraction bewerkstelligt. Wenn notwendig, schließt sich die Dekompression des Spinalkanals an. Mit dieser Versorgung ist eine temporär stabile Situation hergestellt.

In aller Regel muss sich aber die Rekonstruktion der ventralen Säule anschließen. Grundsätzlich sind eine einzeitige dorsoventrale Versorgung oder ein gesplittetes zweizeitiges Vorgehen mit ventraler Spondylodese im Intervall möglich. Wir bevorzugen aus mehreren Gründen das zweizeitige ventrale Vorgehen nach einigen Tagen. Nach der dorsalen Instrumentierung führen wir eine Computertomographie der verletzten Region durch (■ **Abb. 1e**, ■ **Abb. 2f**). Es wird die Lage der Pedikelschrauben kontrolliert, und nach Aufrichtung des Wirbelkörpers zeigt sich die Frakturausdehnung im Corpus noch genauer. Die Stellung der Hinterkantenfragmenten wird beur-

teilt, um zu entscheiden, ob eine Resektion der Hinterkante und eine Dekompression des Spinalkanals von ventral notwendig sind (■ **Abb. 2c**). Die ventrale Stabilisierung erfordert weiterhin eine aufwendigere Logistik mit Doppellumenbeatmung bei transthorakalem Vorgehen, erhöhtem Bedarf an Blutkonserven und einen erfahrenen Operateur.

Unter Berücksichtigung der genannten biomechanischen Lastverteilungen im Bereich der thorakalen und lumbalen Wirbelsäule ist bei nahezu allen operationspflichtigen Frakturen eine Rekonstruktion der ventralen Säule erforderlich. Ausnahmen stellen nur die B-Verletzungen vom Typ B2.1 (horizontaler Frakturverlauf, Chance-Fraktur) und die vorwiegend diskoligamentären Verletzungen der Typen B1.1 und B1.2 dar, die durch alleinige dorsale Stabilisierung suffizient zu behandelt sind.

Das Auffüllen des Wirbelkörpers transpedikulär von dorsal mit autologer Spongiosa nach Daniaux [4] hat sich als unzureichend erwiesen. Nach Entfernung oder Bruch des dorsalen Fixateurs wiesen die auf diese Weise versorgten Patienten hohe Rekyphosierungsraten auf [4, 10]. Ur-

sache ist die Schädigung der beteiligten Bandscheiben. Durch primäre Impression von Anteilen des Nucleus pulposus in den frakturierten Corpus unterbleibt zum einen die knöcherne Heilung, zum anderen ist die Bandscheibe irreparabel geschädigt und verheilt unter Höhenverlust und Ausbildung einer segmentalen Instabilität. Somit erfordert eine suffiziente ventrale Stabilisierung die Ausräumung der verletzten Bandscheibenfächer und die Resektion der frakturierten Wirbelkörperanteile.

Als Wirbelkörperersatz kommen autologe Knochen in Form des trikortikalen Beckenkammspanns oder Rippenanteile zum Einsatz. Sie haben den Vorteil der Osteointegration. Nachteile sind neben der Entnahmemorbidität das Risiko der Spanfraktur und -sinterung sowie eine ausbleibende Einheilung von bis zu 30% [2]. Bisegmentale Fusionen erfordern weiterhin im LWS-Bereich Spanlängen von mehr als 5 cm. Durch die gekrümmte Spangeometrie bei dieser Länge weisen die Späne oft eine ungenügende Dicke und Stabilität auf. Alternativ können Cages zur ventralen Spondylodese eingesetzt werden. Sie stehen in unterschiedlichen Materialien, Formen und Designs zur Verfügung, als

starre oder expandierbare Formkörper [8]. Welcher ventrale Ersatz die besseren Ergebnisse liefert, ist noch nicht ausreichend geklärt. Ebenso ungeklärt ist die Notwendigkeit additiver ventraler Plattensysteme. Im eigenen Vorgehen wird bei einer monosegmentalen ventralen Fusion der autologe Beckenkammspan bevorzugt (■ **Abb. 1**). Bei bi- und mehrsegmentaler ventraler Fusion kommen immer expandierbare Cages zur Anwendung (■ **Abb. 2**).

Grundsätzlich sollte die Versteifung möglichst wenige Bewegungssegmente umfassen.

Eine alleinige ventrale Versorgung ist theoretisch möglich bei reinen Kompressionsfrakturen. Problematisch sind die Reposition, die bei alleinigem ventralem Vorgehen schlechte Studienergebnisse zeigte, und das Übersehen einer zusätzlichen B-Komponente [10]. Daher sollte eine alleinige ventrale Versorgung nur bei inkompletten Berstungsfrakturen A3.1 als Alternative erwogen werden.

Zugänge

Die Frakturen der thorakalen Wirbelsäule und der 1. und 2. Lendenwirbelkörper sind transthorakal zu erreichen [1]. Wegen des Verlaufs der thorakalen Aorta wird die obere BWS in aller Regel über einen rechtsseitigen Zugang angegangen, die untere BWS und die oberen Lendenwirbelkörper über einen linksthorakalen Zugang. Hilfreich ist die präoperative CT zur Beurteilung des Lageverlaufs der thorakalen Aorta. Die lumbale ventrale Wirbelsäule wird in aller Regel über retroperitoneale Zugänge in Linksseiten- oder Rückenlage erreicht, selten sind transperitoneale Zugänge im lumbosakralen Übergangsbereich notwendig. Die ausgedehnten transthorakalen Zugänge sind in den letzten Jahren zugunsten thorakoskopisch assistierter minimalinvasiver Operationsverfahren verlassen worden [1, 9].

Hierdurch konnten das iatrogene Zugangstrauma erheblich reduziert, die postoperative Morbidität, insbesondere pulmonologische Komplikationen, gesenkt und die Verweildauer der Patienten verkürzt werden. Auch bei retroperitonealem Vorgehen setzen sich zunehmend Zugänge unter Einsatz von Retraktorsystemen im Sinne einer Minilumbo-

tomie und lumboskopische Operationstechniken durch [12].

Nachbehandlung

Postoperativ ist eine zügige alltägliche Belastbarkeit anzustreben. Additive Stützkorsetts sind gänzlich überflüssig. Rücken belastende Tätigkeiten sollten etwa 1/2 Jahr vermieden werden.

Eine Entfernung von ventralen Implantaten ist nicht anzustreben, ein bissegmental übergreifender dorsaler Fixateur sollte bei monosegmentaler ventraler Fusion nach 9–12 Monaten entfernt werden, um das 2., von ventral nicht fusionierte Bewegungssegment freizugeben und einem Implantatbruch vorzubeugen. Bei dorsoventraler bisegmentaler Spondylodese ist eine Fixateurentfernung nur bei lokalen Problemen indiziert.

Fazit

Um die Indikation zur operativen Versorgung einer traumatischen Fraktur der thorakolumbalen Wirbelsäule zu stellen, bedarf es einer exakten initialen Diagnostik inklusive Computertomographie. Nur so gelingt eine korrekte Klassifikation der Verletzung, welche für die Einleitung der stadiengerechten Therapie Voraussetzung ist.

Insbesondere bei den Grenzindikationen der Verletzungen der Gruppe A3.1 (incomplete Berstungsfrakturen) müssen Alter und Anspruch des Verletzten mit berücksichtigt werden.

Wenn die Indikation zur operativen Therapie gestellt wurde, ist in aller Regel die kombinierte dorsoventrale Fusion das anzustrebende Verfahren der Wahl. Die Anwendung thorakoskopischer und sonstiger minimalinvasiver Operationsverfahren etabliert sich als Standard bei der Versorgung thorakolumbalen Frakturen.

Korrespondenzadresse

Dr. M. Beck

Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Klinik und Poliklinik für Chirurgie, Universität Rostock, Schillingallee 35, 18057 Rostock
markus.beck@med.uni-rostock.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Beisse R, Potulski M, Temme C et al. (1998) Das endoskopisch kontrollierte Zwerchfellsplitting. Unfallchirurg 101: 619–627
2. Briem D, Rueger JM, Linhart W (2003) Einheilung autogener Transplantate nach dorsoventraler Instrumentierung instabiler Frakturen der thorakolumbalen Wirbelsäule. Unfallchirurg 106: 195–203
3. Bühren V (2003) Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Unfallchirurg 106: 55–69
4. Daniaux H (1986) Transpediculäre Reposition und Spongiosaplastik bei Wirbelkörperbrüchen der unteren Brust- und Lendenwirbelsäule. Unfallchirurg 89: 197–213
5. Denis F (1983) The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine 8: 817–831
6. Eggers C, Stahlenbrecher A (1998) Verletzungen der BWS und LWS. Unfallchirurg 101: 779–790
7. Josten C, Katscher S, Gonschorek O (2005) Therapiekonzepte bei Frakturen des thorakolumbalen Überganges und der Lendenwirbelsäule. Orthopäde 34: 1021–1032
8. Kandziara F, Schnake KJ, Klostermann CK et al. (2004) Wirbelkörperersatz in der Wirbelsäulenchirurgie. Unfallchirurg 107: 354–371
9. Khoo LT, Beisse R, Potulski M (2002) Thoracoscopy-assisted treatment of thoracic and lumbar fractures: a series of 371 consecutive cases. Neurosurgery [Suppl 2] 51: 104–117
10. Knop C, Blauth M, Bühren V et al. (1999) Operative Behandlung von Verletzungen des thorakolumbalen Übergangs. Teil 3: Nachuntersuchung. Unfallchirurg 102: 924–935
11. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD et al. (1994) A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J 3: 184–201
12. Olinger A, Hildebrandt U, Mutschler W et al. (1999) First clinical experience with an endoscopic retroperitoneal approach for anterior fusion of lumbar spine fractures from levels T12 to L5. Surg Endosc 13: 1215–1219
13. Roy-Camille R, Saillant G, Berteaux D et al. (1976) Osteosynthesis of thoraco-lumbar spine fractures with metal plates screwed through the vertebral pedicles. Reconstr Surg Traumatol 15: 2–16
14. Stoltze D, Harms J (1999) Correction of posttraumatic deformities. Principles and methods. Orthopäde 28: 731–745