Fehllage und Implantatversagen bei dorsaler Instrumentierung

Die dorsalen Instrumentierungsverfahren gehören zu den Standardverfahren der modernen Wirbelsäulenchirurgie. Trotz der relativ langen Erfahrung sind sie immer noch mit einer nicht unwesentlichen Komplikationsrate behaftet [1, 3, 4, 5, 8, 9].

Knop et al. [8, 9] unterschieden im Rahmen der chirurgischen Behandlung thorakolumbalen Frakturen folgende Untergruppen von Komplikationen:

- Komplikationen aufgrund der Lagerung und der geschlossenen Reposition der Fraktur
- Zugangsassozierte Komplikationen
- Komplikationen im Zusammenhang mit der Instrumentierung bzw. Stabilisierung
- Komplikation im Zusammenhang mit der intervertebralen Fusion

Im Rahmen der dorsalen Stabilisierung sind primär auftretende, intraoperative Komplikationen wie Schraubenfehllagen, unzureichende intraoperative Reposition und Implantatverankerung von sekundären, im Verlauf auftretenden Komplikationen, wie Implantatversagen in Form von Schraubenbruch, -lockerung, -wanderung sowie sekundärer Repositionsverlust zu nennen.

Ausgewählte Komplikationen mit Fallbeispielen

Schraubenfehllage

Die Schraubenfehllage stellt immer noch eine häufige Komplikation im Rahmen

der dorsalen Instrumentierung dar. Insbesondere im Bereich der oberen und mittleren Brustwirbelsäule ergibt sich aufgrund des häufig nur geringen Pedikeldurchmessers verbunden mit einer meist sehr eingeschränkten radiologischen Durchleuchtungsfähigkeit eine erhebliche Komplikationsrate, die in der Literatur mit zwischen 10 und 40% angegeben wird [2, 6, 10].

Als gefürchtete Schwierigkeiten werden neurologische Defizite aufgrund der Schraubenfehllage angegeben. West et al. [12] fanden in 7% ein neurologisches De-

fizit nach transpedikulärer Instrumentierung bei 61 Patienten.

Neben der Schraubenperforation nach medial mit der Verletzung intraspinaler Strukturen stellt auch die Perforation nach lateral eine Gefahr dar. Hierbei kann ein ungenügender Schraubenhalt resultieren, und Lunge, Gefäße, Grenzstrang, Ösophagus und Ductus thoracicus können verletzt werden [8, 9].

Insbesondere anatomische Varianten wie Pedikeldysplasie, schwere degenerative Veränderungen im Bereich der Fa-

Tabelle 1

Demografische Daten der Patienten im Rahmen der Studie

	Navigation	Konventionell
Patienten	35	27
Geschlecht		
• Männlich	14	19
• Weiblich	21	8
Alter (Durchschnitt) [Jahre]	48,5 (19–72)	43,3 (22–79)
Anzahl der Wirbelkörper	80	38
Anzahl der Pedikelschrauben	160	76

Tabelle 2

Schraubenfehllage navigiert vs. konventionell im Rahmen der Studie

Position	Navigation	Konventionell
Optimal	134 (83,75%)	46 (60,5%)
0–2 mm	22 (13,75%)	16 (21%)
2–4 mm	3 (1,9%)	11 (14,5%)
4–6 mm	1 (0,6%)	3 (4%)
Perforation >2 mm	4 (2,5%)	14 (18,5%), $p < 0,001$

Abb. 1 ◀ Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen, in Fehlstellung mittels dorsaler Instrumentierung fixierte BWK7/8-Fraktur

Abb. 2 ◀ CT, a, b 2D-Rekonstruktion: Fehlstellung, c, d axial: suboptimale Schraubenlage

Abb. 3 ▲ Konventionelle Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen a, b und 2D-Rekonstruktion c, d: deutliche Verbesserung des sagittalen Profils nach dorsaler Revision und Schraubenneuplatzierung

cettengelenke oder Spondylolisthesen mit nach ventral abgeglittenen Wirbelkörpern können die dorsale Instrumentierung komplizieren und die Rate der Fehllagen erhöhen. Hierbei hat sich die intensive Analyse der präoperativen axia-

len CT-Bilder als hilfreich in der Vermeidung erwiesen.

Einfluss der Navigation

Inwieweit die Navigation im Rahmen der dorsalen Instrumentierung die Komplika-

tionsrate reduzieren kann, wurde im Rahmen einer prospektiven Studie in unserer Klinik untersucht. Die prospektive Evaluation der Pedikelschraubenfehllage an der BWS wurde mit einem CT-basierten optoelektronischen Navigationssystem (Medi-

Abb. 4 ▲ a Konventionelle seitliche Röntgenaufnahme, BWK12-Fraktur, b, c entsprechende primäre postoperative Bilder mit nur unzureichender Verbesserung der Fehlstellung

vision) vorgenommen. Postoperativ wurde die Schraubenlage durch einen unabhängigen Radiologen im CT befundet, wobei 3 verschiedene Abstufungen getroffen wurden (0–2 mm, 2–4 mm sowie 4–6 mm Pedikelperforation). Insgesamt wurden im Rahmen der Studie im Zeitraum von Mai 2000–April 2001 35 Patienten navigiert und 27 konventionell dorsal instrumentiert. Die Anzahl der navigiert instrumentierten Wirbelkörper war 80, die der konventionell instrumentierten 38, wobei jeweils die doppelte Anzahl an Pedikelschrauben implantiert wurde (■ **Tabelle 1**).

Es zeigte sich eine niedrigere Anzahl grober Pedikelschraubenfehlagen (4–6 mm) in der navigationsgestützten Gruppe (0,6% vs. 4%). Auch die moderaten Fehllagen waren in dieser Gruppe mit 1,9% vs. 14,5% geringer. Bei beiden Gruppen ergab sich bezüglich der Pedikelperforation >2 mm ein signifikanter Unterschied (2,5% vs. 18,5%) (■ **Tabelle 2**).

Zusammenfassend war die Fehlplatzierungsrate bei der CT-basierten Navigation niedriger. Insbesondere im Bereich der oberen und mittleren BWS war die Navigation von Vorteil. Es ist aber anzumerken, dass sie mit einem erheblichen logistischen Aufwand verbunden ist und auch in der Navigationsgruppe erhebliche Fehllagen nicht vollständig vermieden werden konnten. Somit sind weiterhin die radiologische intraoperative BV-Kontrolle, das exakte Austasten der Schraubenkanäle und auch der erfahrene Operateur unverzichtbar.

Unzureichende Reposition

Sie stellt eine weitere primäre Problematik im Rahmen der Wirbelsäulenfrakturversorgung von dorsal dar.

Von entscheidender Bedeutung für die Durchführung der geschlossenen Reposition ist die präoperative suffiziente Analyse der Verletzung und des Ausmaßes der Instabilität. Im Rahmen der operativen Versorgung einer Wirbelsäulenverletzung ist es wichtig, die kyphotische, skoliotische, translatorische und rotatorische Fehlstellung zu korrigieren.

Wesentliche Ursachen für eine insuffiziente Reposition sind:

1. Schlechte geschlossene Reposition durch Lagerung sowie limitierte Repositionsoptionen über das Implantatsystem (Fallbeispiel 1)
2. Limitierter Implantathalt bei Osteoporose (Fallbeispiel 5)
3. Vorliegen einer massiven Impaktierung der vorderen Säule (Fallbeispiel 2)
4. Kurzstreckige monosegmentale Versorgungen mit limitierter Repositionsoption (Fallbeispiel 2).

Fallbeispiel 1

Die BWK7/8-Luxationsfraktur des 70-jährigen männlichen Patienten wurde initial insuffizient reponiert (■ **Abb. 1**). Es bestanden multiple Schraubenfehlagen (■ **Abb. 2**). Es wurde eine sekundäre dorsale Revisionsoperation erforderlich, die zu einer deutlichen Verbesserung des sagittalen Profils führte (■ **Abb. 3**).

Trauma Berufskrankh
2005 · 7 [Suppl 2]: S299–S306
DOI 10.1007/s10039-004-0983-5
© Springer Medizin Verlag 2004

C. Khodadadyan-Klostermann

Fehllage und Implantatversagen bei dorsaler Instrumentierung

Zusammenfassung

Die dorsalen Stabilisierungsverfahren sind mit einer nicht unerheblichen Komplikationsrate behaftet. Hierbei sind im Wesentlichen primäre Komplikationen wie Schraubenfehlage, unzureichende Reposition und Retention von sekundären Komplikationen wie Repositionsverlusten sowie sekundären Implantatkomplikationen wie Schraubenlockerung, -wanderung und -bruch zu unterscheiden. Die wesentlichen Komplikationen der dorsalen Fixation werden geschildert und hinsichtlich Ätiologie und Prävention analysiert.

Schlüsselwörter

Dorsale Wirbelsäulenstabilisierung · Komplikationen · Fehllage · Implantatversagen · Prävention

Faulty placement and implant failure following dorsal instrumentation

Abstract

Dorsal fixation is still associated with a high complication rate. A differentiation should be made between primary complications, such as faulty screw placement, insufficient reduction and fixation, secondary complications, which can include loss of reduction and secondary implant failure, such as loosening, migration and breakage of screws. The main complications are presented and analysed with reference to aetiology and prevention.

Keywords

Spinal fixation from a dorsal approach · Complications · Faulty placement · Implant failure · Prevention

Abb. 5 ▲ Posttraumatischer Folgezustand 2 Jahre nach Trauma im MRT a, CT b und konventionellen Röntgen c, d

Abb. 6 ◀ Konventionelle Röntgenaufnahme a, b und klinisches Bild c nach dorso-ventraler thorakoskopischer Korrekturspondylodese

Abb. 7 ▲ Konventionelle Röntgenaufnahmen der LWS in 2 Ebenen, a, b initial früh postoperativ, c, d früh sekundärer Schraubenbruch mit Repositionsverlust

Abb. 8 ▲ Radiologischer Verlauf einer BWK7/8-Fraktur, a initiales CT mit sagittaler Rekonstruktion, b seitliches Röntgenbild, c frühpostoperative Kontrolle mit initial gutem Repositionsergebnis, d deutlicher sekundärer Repositionsverlust mit Verbiegen der dorsalen Längsstangen bzw. Pedikelschrauben

Abb. 9 ◀ Ventrale thorakoskopische Korrekturspondylodese unter Interposition eines ObeliscCages (Fa. Ulrich, Ulm) und zusätzlicher ventraler Plattenspondylodese mit MACS-TL (Fa. Braun Aesculap, Tuttlingen)

Abb. 10 ◀ Implantatkomplikationen bei Osteoporose

Abb. 11 ◀ Konventionelle Röntgenaufnahme, massive posttraumatische Deformität nach BWK12-Fraktur und 4-maligen Voroperationen

Abb. 12 ◀ Myelographie mit Kontrastmittelstopp, CT-Rekonstruktion verdeutlicht Ausmaß der Deformität

Fallbeispiel 2

Die BWK12-Fraktur des 23 Jahre alten männlichen Patienten wurde initial dorsal stabilisiert, wobei nur eine insuffiziente Reposition erreicht wurde (■ Abb. 4), die sich im Verlauf bzw. nach Implantatentfernung weiter verschlechterte (■ Abb. 5). Sekundär wurde eine thorakoskopische dorso-ventrale Korrekturspondylodese vorgenommen (■ Abb. 6).

Sekundärer Repositionsverlust/ Implantatversagen

Neben dem primären Nichterreichen einer adäquaten Korrektur der posttraumatischen

Fehlstellung stellt der sekundäre Repositionsverlust einen weiteren wichtigen Faktor in der Entstehung einer posttraumatischen Wirbelsäulendeformität dar.

Ein wesentlicher Punkt für sekundäre Komplikationen wird im fehlenden ventralen Support bzw. dem Ausbleiben einer entsprechenden ventralen Fusion bzw. Konsolidierung gesehen. So wurde die Rate von Implantatversagen bei operativ versorgten Spondylolisthesen durch das ventrale Vorgehen deutlich reduziert [7]. In einer retrospektiven Studie von Jutte et al. [7] an 105 Wirbelsäulenoperationen, bei denen lumbale bzw. lumbosakrale Fusionen durchgeführt wurden, zeigte sich

eine Komplikationsrate von 54%. Schraubenbrüche kamen bei 12,4% der Fälle vor. Es ergab sich ein klarer Trend hinsichtlich der Inzidenz der Schraubenbrüche dahingehend, ob das Os sacrum in die Fixation mit einbezogen wurde oder nicht. Schraubenbrüche waren bei 12 von 75 Patienten (16%) mit Sakruminstrumentierung anzutreffen, dagegen nur bei 1 von 30 Patienten (3%) ohne Sakruminstrumentierung (siehe auch Fallbeispiel 3). Weiterhin wurde in dieser Studie ein Trend hinsichtlich des Auftretens von Schraubenbrüchen bei Patienten mit Spondylolisthesis festgestellt. Bei 8 von den 13 Patienten mit Schraubenbrüchen handelte es sich um symptoma-

Abb. 13 ◀ Postoperative Kontrolle 1 Jahr nach dorso-ventraler Korrekturspondylodese

Abb. 14 ◀ BWK12-Fraktur mit Hinterkantenbeteiligung und spinaler Einengung, konventionelle Röntgenaufnahme und CT-Rekonstruktion

tische Spondylolisthesen, bei denen keine zusätzliche ventrale Fusion erfolgte. Bei den 21 übrigen Patienten mit symptomatischer Spondylolisthesis, bei denen zusätzlich ein PLIF („posterior lumbar interbody fusion“) erfolgte, zeigten sich keine Schraubenbrüche. Dies wurde auch in anderen Studien wie der von Okuyama et al. [11] bestätigt, die nur 1 Schraubenbruch in 148 PLIF-Fällen berichteten (siehe auch eigenes Fallbeispiel 3).

Als Konsequenz wird bei uns die Indikation zum ventralen Vorgehen zur direkten Rekonstruktion der ventralen Säule entsprechend breit gestellt. Bei entsprechenden Trümmerzonen bzw. ventralen Defekt-

zonen erfolgt die Rekonstruktion der vorderen Säulen unter Implantation von Knochenspan oder Cages (Fallbeispiel 4).

Fallbeispiel 3

Bei der 14 Jahre alten weiblichen Patientin mit Spondylolisthesis Typ Meyerding 2 kam es beim Versuch der dorsalen Korrekturspondylodese zum frühzeitigen Schraubenbruch (■ Abb. 7).

Fallbeispiel 4

Bei dem 34-jährigen männlichen Patienten mit BWK7/8-Fraktur kam es nach dorsaler Stabilisierung zu einem sekundären Repositionsverlust (■ Abb. 8). Dieser wur-

de ventral thorakoskopisch mittels expandierbarem Cage und winkelstabilem Plattensystem korrigiert (■ Abb. 9).

Komplikationen bei Osteoporose

Obiges Behandlungskonzept erreicht insbesondere bei massiver Osteoporose seine Grenzen. Hier ist häufig die ventrale Säule nicht stabil rekonstruierbar und der Span bzw. Cage brechen ein, sodass häufig sekundäre Repositionsverluste und Implantatkomplikationen die Folge sind (Fallbeispiele 5, 6).

Einen neuen Ansatz stellt die Rekonstruktion der vorderen Säule mit mini-

Abb. 15 ◀ a Intraoperative BV-Aufnahme, Ballonkatheter im Rahmen der Kyphoplastie zur Aufrichtung der Fraktursituation, b, c BV-Aufnahme in 2 Ebenen nach Kyphoplastie und dorsaler Stabilisierung des BWK12 und Zementaugmentation der Pedikelschraubenkanäle der angrenzenden Wirbelkörper

malinvasiven Zementierungstechniken wie Kyphoplastie zur Verbesserung des ventralen Supports dar. Weiterhin hat sich zur Erhöhung des Pedikelschraubenhalts die Zementierung der Pedikelkanäle als vorteilhaft erwiesen (Fallbeispiel 7). Insgesamt müssen aber auch hier die Langzeitverläufe und die sich ergebenden Folgeprobleme abgewartet werden.

Fallbeispiel 5

In **Abb. 10** ist ein Beispiel für Implantatkomplikationen bei Osteoporose dargestellt.

Fallbeispiel 6

Der 54-jährige männliche Patient zeigte eine schwere posttraumatische kyphotische Deformität mit inkomplettem Querschnittssyndrom nach 4-maliger Voroperation (**Abb. 11, 12**). Es wurde eine dorso-ventrale Korrekturspondylodese vorgenommen (**Abb. 13**).

Fallbeispiel 7

Die 74-jährige weibliche Patientin mit BWK12-Fraktur und inkomplettem Querschnittssyndrom (**Abb. 14**) wurde kombiniert mit offener dorsaler Dekompression, Stabilisierung mit Fixateur interne, Kyphoplastie des BWK12 sowie Zementaugmentation der Pedikelschrauben versorgt (**Abb. 15**).

Schlussfolgerung

Trotz der umfangreichen Erfahrung und der Fortschritte sowohl hinsichtlich der Implantattechnologie als auch der Operationstechnik (Navigation und Robotik) stellen die dorsalen Implantationsverfahren

operativ anspruchsvolle Methoden dar, die nicht unproblematisch und mit den verschiedensten Komplikationen behaftet sind.

Trotz aller Neuerungen in Diagnostik, Operationstechnik, Implantattechnologie und Nachbehandlung bleibt der erfahrene Operateur unverzichtbar.

Korrespondierender Autor

PD Dr. C. Khodadadyan-Klostermann

Sektion Wirbelsäulenchirurgie,
Zentrum für muskuloskelettale Chirurgie,
Charite, Campus Virchow Klinikum,
Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin
E-Mail: cyrus.khodadadyan@charite.de

Interessenkonflikt: Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen.

Literatur

1. Been HD, Bouma GJ (1999) Comparison of two types of surgery for thoraco-lumbar burst fractures: combined anterior and posterior stabilisation vs posterior instrumentation only. *Acta Neurochir (Wien)* 141: 349–357
2. Castro WH, Halm H, Jerosch J et al. (1996) Accuracy of pedicle screw placement in lumbar vertebrae. *Spine* 21: 1320–1324
3. Daniaux H, Seykora P, Genelin A et al. (1991) Application of posterior plating and modifications in thoracolumbar spine injuries. Indication, techniques and results. *Spine [Suppl 3]* 16: 125–133
4. Dick W (1987) The „fixateur interne“ as a versatile implant in spine surgery. *Spine* 12: 882–900
5. Fritzell P, Hägg O, Nordwall A (2003) Complications in lumbar fusion surgery for chronic low back pain: comparison of three surgical techniques used in a prospective study. A report from the Swedish Lumbar Spine Study Group. *Eur Spine J* 12: 178–189
6. Gertzbein SD, Robbins SE (1990) Accuracy of pedicular screw placement in vivo. *Spine* 15: 11–14

7. Jutte PC, Castelein RM (2002) Complications of pedicle screws in lumbar and lumbosacral fusions in 105 consecutive primary operations. *Eur Spine J* 11: 594–598
8. Knop C, Fabian HF, Bastian L et al. (2001) Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting. *Spine* 26: 88–99
9. Knop C, Bastian L, Lange U et al. (2002) Complications in surgical treatment of thoracolumbar injuries. *Eur Spine J* 11: 214–226
10. Laine T, Lund T, Ylikoski M et al. (2000) Accuracy of pedicle screw insertion with and without computer assistance: a randomised controlled clinical study in 100 consecutive patients. *Eur Spine J* 3: 235–240
11. Okuyama K, Abe E, Suzuki T et al. (1999) Posterior lumbar interbody fusion. A retrospective study of complications after facet joint excision and pedicle screw fixation in 148 cases. *Acta Orthop Scand* 70: 329–334
12. West JL, Bradford DS, Ogilvie JW (1991) Results of spinal arthrodesis with pedicle screw-plate fixation. *J Bone Joint Surg Am* 73: 1197–1184