Wirbelfrakturbehandlung

Vertebro- und Kyphoplastie

Die Ergebnisse der Kyphoplastie in der Behandlung osteoporotischer Wirbelkörperfrakturen zeigen in der Literatur eine einheitlich gute Bewertung [1, 2, 3, 4, 6]. Das Prinzip, die Aufrichtung des kollabierten Wirbelkörpers und die weit gehende Wiederherstellung des Wirbelkörperprofils mit Wiederherstellung tragfähiger Grund- und Deckplatten, ist sowohl biomechanisch als auch klinisch überzeugend [5, 6]. Im Gegensatz zur Vertebroplastie, bei der der Ist-Zustand der kollabierten Wirbelkörper lediglich fixiert wird, ist es das Ziel der Kyphoplastie, die frühere Wirbelsäulenphysiognomie und -schwingung durch Aufrichtung einzelner Wirbelkörper wiederherzustellen.

Bei der Vertebroplastie, bei der der zu behandelnde Wirbelkörper mit einem sehr gering viskosen Knochenzement ausgespritzt wird, liegen die Komplikationsraten deutlich höher als bei der Kyphoplastie [9, 11, 12]. Hierzu gehören v. a. die Zementaustritte. Diese können paravertebral, nach dorsal in den Spinalkanal, epidural in den Bandscheibenraum oder aber über den venösen Abfluss – bis hin zu Lungenembolien – austreten [1, 3, 11, 12].

Kyphoplastie bei Osteoporose. In mehreren klinischen Studien konnte mit Hilfe der Kyphoplastie eine Reposition der kyphotischen Fehlstellung bei osteoporotisch kollabierten oder frakturierten Wirbelkörper von bis zu 18° bzw. 50% des Höhenverlusts des Wirbelkörpers erreicht werden [1, 7]. Der sekundäre Höhenverlust bzw. kyphotische Korrekturverlust

durch weitere Sinterung der osteoporotischen Wirbelkörper liegt nach Literatur bei 5–8% [5, 6]. Da bei der Osteoporose in der Regel mehrere Wirbelkörper betroffen sind und die Grunderkrankung in der Regel fortschreitet, addieren sich die Effekte von postoperativem Korrekturverlust und fortschreitender Grunderkrankung. Deshalb ist eine begleitende Behandlung der Grunderkrankung Osteoporose dringend erforderlich.

Kyphoplastie nach Trauma. Die traumatischen Wirbelkörperfrakturen unterscheiden sich wesentlich von den osteoporotischen Wirbelkörperfrakturen hinsichtlich Entstehung, Klassifikation und Behandlung. Im Gegensatz zur Osteoporosefraktur, die meist spontan oder durch ein inadäquates Gelegenheitstrauma entsteht, liegt den traumatisch bedingten Frakturen eine echte, nachvollziehbare Gewalteinwirkung gegen die Wirbelsäule zugrunde. Die Klassifikation dieser Wirbelkörperfrakturen erfolgt ebenfalls nach Magerl [10], die Behandlungsstrategie ergibt sich aus den patienten- und frakturrelevanten Variablen.

Zu den patientenbezogenen Daten gehören Alter, Grunderkrankung, Mobilität vor dem Unfall, Schmerzcharakteristik, Injury-severity-Score (ISS) und allgemeiner Gesundheitszustand.

Zu den frakturrelevanten Daten zählen Frakturtyp, mögliche Begleitverletzungen der benachbarten Bandscheiben und der Ligamente, Anzahl der frakturierten Wirbelkörper und Knochenqualität.

Die Anwendung der Kyphoplastie in der Versorgung traumatisch bedingter Wirbelkörperfrakturen ist derzeit noch nicht als Standard etabliert. Die Ergebnisse an einem selektierten Krankengut bedürfen einer kritischen Evaluation hinsichtlich der erhobenen Messwerte der angestrebten Wiederherstellung des Profils von sowohl Wirbelkörper und Wirbelsäule als auch der Berücksichtigung subjektiver patientenbezogener Daten wie beispielsweise dem VAS-Score. In besonderer Weise sind die Daten hinsichtlich des verwendeten unterschiedlichen Zemente, wie PMMA- und Kalziumphosphatzemente, zu analysieren.

Indikationsstellung. Nicht alle Frakturformen eignen sich für das Verfahren der Kyphoplastie. Folgende Faktoren hinsichtlich bisheriger Erfahrungen mit Methode, verwendetem Zement, Frakturtyp, Bandscheibenintegrität und Alter des Patienten sind zu berücksichtigen:

Die Kyphoplastie, die zum 1. Mal 1998 Anwendung fand, ist eine junge Operationsmethode, bei der derzeit noch keine Langzeitergebnisse vorliegen. Deshalb ist die Indikation zur Versorgung von jüngeren Patienten unter 60 Jahren mit Knochenzement wie PMMA, aber auch bioresorbierbaren oder biointegrativen Zementen streng zu stellen.

Die beste denkbare Indikation für die Kyphoplastie stellt der Wirbelbruch infolge einfacher Kompression ohne Ruptur oder Zerstörung der angrenzenden Bandscheiben dar. Wirbelkörperkompressionsfrakturen mit Bandscheibenbe-

Abb. 1a-i ▲ Fall 1, a Unfallbild seitlich, b Unfallbild frontal, c Unfallbild axial BWK12, d Unfallbild axial LWK3, e postoperativ, f postoperativ axial BWK12, g postoperativ axial LWK3, h postoperativ sagittal, frontal, i postoperativ 8 Monate sagittal, frontal

teiligung eignen sich umso weniger für dieses Verfahren, je jünger und mobiler der Patient ist. Hierfür stellt nach wie vor die Spondylodese mit Ausräumung der verletzten Bandscheibe die Methode der Wahl dar.

Frakturen der Typen A1.1, A1.2 und A1.3 nach Magerl [10] lassen sich mittels perkutaner Kyphoplastie versorgen. Dabei kann die Wirbelsäulenachse bei frischen Frakturen meist vollständig wiederhergestellt werden.

Frakturen des Typs B mit einer A1.1-, A1.2- oder A1.3-Komponente der vorderen Säule können mit Fixateur interne plus offener Kyphoplastie versorgt werden.

Bei den Verletzungen der Frakturform A3.1 ist hinsichtlich der kyphotischen Fehlstellung, des Hinterkantenfragments und der Bandscheibenintegrität die Indikation zur Kyphoplastie sehr zurückhaltend zu stellen. Es liegen bisher kaum Daten zur Versorgung dieses Frakturtyps in der Literatur vor [6].

Alle anderen Frakturtypen mit Spaltanteilen – A2-, A2.3- oder A3.2-, Frakturtypen mit überwiegend ligamentären Instabilitätsanteilen oder komplette Berstungsfrakturen der Typen A, B, C – müssen als nicht für die Kyphoplastie geeignet angesehen werden [6].

Unser Vorgehen bei der Behandlung traumatisch bedingter Wirbelsäulenverletzungen mittels Kyphoplastie sei im Folgenden anhand von 4 Fallbeispielen vorgestellt.

Zusammenfassung · Abstract

Trauma Berufskrankh 2004 · 6 [Suppl 2] : S279–S285
DOI 10.1007/s10039-004-0887-4
© Springer-Verlag 2004

S. Hauck · R. Beisse · B. Bosczyk · V. Bühren

Wirbelfrakturbehandlung. Vertebro- und Kyphoplastie

Zusammenfassung

Kypho- und Vertebroplastie stellen zwischenzeitlich anerkannte Verfahren zur Behandlung der osteoporotischen Wirbelfraktur dar. In der überwiegenden Zahl der Anwendungen beim älteren Menschen wird PMMA-Zement zur Defektauffüllung und Aussteifung des Wirbelkörpers verwandt, für den jedoch keine Langzeitergebnisse hinsichtlich Einbauverhalten und Bioreaktivität im Wirbelkörper vorliegen. Die Technik der Reposition mittels druckkontrollierter Füllung eines transpedikulär in die Spongiosa des frakturierten Wirbelkörpers eingebrachten Ballons und Auffüllung der verbleibende Kaverne mit hochviskösem Augmentationsmaterial (PMMA) ist über-

zeugend. Hinsichtlich der Versorgung frischer Frakturen mittels Kyphoplastie bestehen zum derzeitigen Zeitpunkt noch unterschiedliche Erfahrungswerte. Die Indikation zum Einsatz von biologischem oder osteoinduktivem Zement ist derzeit noch – aufgrund fehlender biomechanischer Grundlagen – zurückhaltend zu stellen und sollte nur unter Studienbedingungen kontrolliert erfolgen.

Schlüsselwörter

Kyphoplastie · Vertebroplastie · Frakturbehandlung · Wirbelsäule

Treatment of vertebral fractures. Vertebro- and kyphoplasty

Abstract

Kyphoplasty and vertebroplasty are now recognized procedures for the treatment of vertebral fractures, especially in patients with osteoporosis. In most cases of osteoporotic spinal vertebral fracture in elderly patients PMMA-cement is used to fill the defect and stabilise the vertebral body. Long-term results in terms of integration of the cement and bioreactivity of the vertebral body are still lacking. The technique of realignment by means of pressure-controlled filling of a balloon introduced into the cancellous bone of the fractured vertebral body through its pedicle and filling of the persisting defect with highly viscous augmentation material (PMMA) has

yielded convincing results. The application of kyphoplasty in the management of fresh traumatic spine fractures has given differing empirical values up to now. The indications for use of biological or osteoinductive cement in spinal fracture management must still be regarded as restricted owing to the lack of basic biomechanical research data, and such cement should not be used except in clinical studies.

Keywords

Kyphoplasty · Vertebroplasty · Fracture management · Spine

Tabelle 1

Nur mit Kyphoplastie versorgte Frakturen

BWS	LWS	Typ
	1	A1.2
	1	A3.1
	1	A3.1
	1	A3.1
	1	A3.1
	1	B1.2
	12	A3.1
	14	A3.1
	2	A3.1
	2	A3.1
	2	A3.1
	2	A3.1
	2	A3.3
	23	A1.2
	3	A2.3
	3	A3.1
	3	A3.1
	345	A
	4	A3.1
	4	A1.2
	4	A1.2
	4	A3.1
11		A1.3
11		A1.3
12		A3.1
12		A1.2
12		A1.3
12		A2.3
12		A3.1
12		A3.1
12		A3.2
12	3	A3.1
7		A3.1

Tabelle 2

Fixateur interne plus Kyphoplastie bei traumatischen Wirbelfrakturen

BWS	LWS	Typ
	1	A3.1
	1	A3.2
	1	C1.3
	2	A3.1
	2	A3.1
	2	A3.3
	2	B2.3
3		B2.3
12		B1.2
6		A3.1

Abb. 2a–e ▲ Fall 2, a BWK3, Typ B2.3, präoperativ, sagittal, frontal, b Rekonstruktion BWK3 Typ B2.3, präoperativ, sagittal, Schnitt, voll, c postoperativ, a.-p., seitlich, d postoperativ, frontal, sagittal, e Füllung BWK3, postoperativ

Kasuistik

Fall 1

Der 74-jährige Patient war vom Kirschbaum 4 m heruntergefallen. Dabei hatte er sich eine Beckenverletzung, eine BWK12-Fraktur Typ A3.2 und eine LWK3-Fraktur Typ A3.2 zugezogen. Die benachbarten Bandscheiben schienen unverletzt zu sein (■ Abb. 1 a, b). Aufgrund des Alters und der Begleitverletzungen am Becken sowie kardiopulmonalen Vorerkrankungen erfolgte die reine Kyphoplastie mit PMMA der beiden Wirbelfrakturen (■ Abb. 1 a–d). Der postoperative Verlauf war durch die Einschränkung hinsichtlich der Beckenverletzung zögerlich. Die postoperativen Röntgenbilder und

CT-Schnitte zeigten eine geringe Aufrichtung der Wirbelkörper mit guter Füllung der verletzten Wirbelkörper mit PMMA (■ Abb. 1 e–h).

8 Monate nach der Verletzung zeigte sich der Patient bei der Kontrolluntersuchung von Seiten der Wirbelsäule weitgehend beschwerdefrei. Die Röntgenkontrollen in a.-p. und seitlichem Strahlengang zeigten keine Sinterung, keine zunehmende Kyphosierung und auch keine Spontanfrakturen der benachbarten Wirbelkörper (■ Abb. 1 i).

Fall 2

Die 62-jährige Patientin war mit dem Fahrrad gestürzt und hatte sich dabei eine BWK3-Distraktions-Kompressions-Ver-

letzung Typ B2.3 mit Abriss des Dorsfortsatzes zugezogen (■ Abb. 2 a, b). Aufgrund der Verletzungshöhe BWK3 und der Distraktionsverletzung mit Zerreißung der dorsalen Bandstrukturen erfolgten die Stabilisierung mittels Fixateur interne von BWK2 auf BWK4/5 und die Augmentation von BWK3 mittels Kyphoplastie mit PMMA (■ Abb. 2 c–e). Eine ventrale Spondylodese ist in dieser Verletzungshöhe sehr aufwändig, die Patientin zeigte klinisch einen unauffälligen Verlauf.

Fall 3

Die 78-jährige Patientin hatte sich bei einem Sturz bei vorbekannter Osteoporose eine LWK1-Fraktur Typ A3.1 zugezogen. Bei den Erstaufnahmen fielen die mul-

Abb. 3a–c ▲ Fall 3, a LWK1-Fraktur Typ B2.1 – multiple osteoporotische Frakturen BWK12–L5, b Kyphoplastie BWK12–LWK5, c Füllungsverteilung LWK1 – LWK2 – LWK3

tiplen stattgehabten osteoporotischen Frakturen der unteren BWS und LWS auf (■ Abb. 3 a). Da bei der Versorgung osteoporotischer Frakturen mittels Kyphoplastie oft Begleitfrakturen benachbarter Wirbelkörper entstehen und die Patientin über seit langer Zeit anhaltende Schmerzen berichtete, erfolgte die Kyphoplastie von BWK12–LWK5. Eine Aufrichtung der alten Wirbelfrakturen ist dabei kaum möglich (■ Abb. 3 b,c). Die Patientin konnte am 1. postoperativen Tag mobilisiert werden und ist seitdem relativ beschwerdefrei voll mobilisiert.

Fall 4

Der 41-jährige Patient hatte sich bei einem Sturz aus 6 m Höhe vom Gerüst Kalkaneusfrakturen beidseits, eine LWK2-Fraktur Typ B3.2 und eine LWK3-Fraktur

Typ A1.3 zugezogen (■ Abb. 4 a). Bei üblicher Versorgung hätte daraus eine trisegmentale dorsoventrale Fusion resultieren müssen, mit für den noch jüngeren Patienten nicht absehbaren Langzeitfolgen. Unter der Prämisse bei nicht zufrieden stellendem knöchernem Einbau des Kalziumphosphatzements die Option der Fusion weiterhin offen zu halten, wurde die Kyphoplastie unter Verwendung eines bioresorbierbaren Zements (Calcibon) unter dem Schutz einer dorsalen Stabilisierung mit einem Fixateur interne vorgenommen (■ Abb. 4 a–d).

Im weiteren Verlauf zeigte sich nach guter Füllung direkt postoperativ bei den Kontrolluntersuchungen nach 3 bzw. 6 Monaten im CT eine zunehmende Lyse um den nun schollenförmig einliegenden bioresorbierbaren Knochenzement (■ Abb. 4 e,f). Nach 15 Monaten erfolgte bei weit gehen-

der Beschwerdefreiheit von Seiten der Wirbelsäulenverletzung die Metallentfernung des einliegenden Fixateur interne. Die weiteren Kontrollen 18 Monate nach Kyphoplastie mit Kalziumphosphat zeigten einen zunehmenden Umbau des bioresorbierbaren Zements, die Lysezonen hatten sich verkleinert (■ Abb. 4 g–i). Die Stellung der Wirbelkörper ist unverändert, es ist zu keinem Korrekturverlust gekommen.

Ergebnisse

Von Januar 2002–Dezember 2003 wurden 43 Patienten mittels Kyphoplastie bei traumatischen Wirbelkörperfrakturen behandelt. Davon waren 34 Frauen und 9 Männer, das durchschnittliche Alter lag bei 70,2 Jahren (Median 72 Jahre).

Abb. 4a–i ▲ Fall 4, a LWK2- und -3-Fraktur, Unfallaufnahmen, b postoperativ dorsale Stabilisierung mit USS-Fixateur interne, c 3D-Rekonstruktion mit deutlichen Fragmenten LWK2 und LWK3, CT-Rekonstruktion, d 10 Tage nach Unfall Kyphoplastie mit Calceon LWK2, gute Füllung in sagittaler Rekonstruktion erkennbar, e 6 Monate postoperativ, im seitlichen Strahlengang scholliger Haufen an Calceon erkennbar, keine homogene Füllung (s. CT), f 6 Monate postoperativ: schollige Füllungsverteilung des Calceons mit Lyse des spongiosen Knochens ohne erkennbarem Knochenumbau, g 18 Monate postoperativ; ME Fixateur interne (15 Monate postoperativ) – gute Stellung, h CT 18 Monate postoperativ: weiterhin schollige Struktur des Calceons, aber verbesserter Knochenumbau im Wirbelkörper mit erkennbarem Neuaufbau, i CT sagittal LWK2 (18 Monate postoperativ): Einheilungsverhalten des Calceons deutlich besser als vergleichbare Aufnahmen nach 6 Monaten

33 Patienten erhielten eine Versorgung nur mit Kyphoplastie (Frauen:Männer=28:5; Alter: 71,4 Jahre, Median 73 Jahre). Die Fraktur- und Frakturtypverteilung sind in ■ **Tabelle 1** dargestellt.

10 Patienten erhielten eine Versorgung mittels Fixateur interne plus Kyphoplastie (Frauen:Männer=6:4; Alter: 66,3 Jahre, Median 67 Jahre). Die Fraktur- und Frakturtypverteilung sind in ■ **Tabelle 2** dargestellt.

Diskussion

Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Verbreitung und Ausweitung der Kyphoplastie sowohl hinsichtlich der Indikationsstellung als auch der unkritischen Anwendung des Verfahrens in der Behandlung von osteoporotischen, traumatisch bedingten und osteoporotisch-traumatischen Wirbelsäulenverletzungen sollte deren begrenztes Indikationsspektrum Beachtung finden [3, 6]. Die Einschränkungen gründen sich auf die für das Verfahren typische Applikation von Knochenzementprodukten mit ihren unterschiedlichen biologischen und physikalischen Eigenschaften. Kontraindikationen sind:

- alle Arten von Berstungsfrakturen oder Spaltfrakturen sowie im Vordergrund stehende diskoligamentären Verletzungen
- Integritätsverluste der benachbarten Bandscheiben
- junges Alter der Patienten insbesondere bei der Anwendung von PMMA-Zement

Der Einsatz von bioresorbierbaren Zementen ist aufgrund der eigenen Erfahrung und Literaturangaben zum derzeitigen Zeitpunkt noch sehr zurückhaltend und nur in klinischen Studien zu befürworten, da weder biomechanische Studien noch Langzeitergebnisse in ausreichender Form vorliegen. Unsere Erfahrungen mit dem Einsatz von Kalziumphosphatzement zeigen deutlich dessen Schwächen auf, die in der mangelnden Belastbarkeit gegenüber Scher- und Rotationskräften liegen. Hier kommt es nach anfänglich guter und homogener Füllung des Wirbelkörpers zum scholligen und

bröckeligen Zerfall des Zements mit der Ausbildung von Lysesäumen. In unseren Fällen mit Kalziumphosphatzement (Calcion) zeigte sich dieses Bild einheitlich, eine Konsolidierung der Fraktur war im CT nach 6 Monaten nicht sichtbar. Bei insgesamt nicht zufrieden stellender Abstützungsfunktion infolge des fehlenden oder mangelhaften knöchernen Ein- und Umbaus ist das klinische Ergebnis dennoch meist zufrieden stellend. Vor der breiten und unkritischen Anwendung sollten weitere Applikationen vorerst nur unter den Bedingungen kontrollierter Studien erfolgen.

Korrespondierender Autor

Dr. S. Hauck

BG-Unfallklinik Murnau,
Prof.-Küntschers-Straße 8, 82418 Murnau,
E-Mail: shauck@bgu-murnau.de

Interessenkonflikt: Keine Angaben

Literatur

1. Berlemann U, Heini PF (2002) Perkutane Zementierungstechniken zur Behandlung osteoporotischer Wirbelkörperfrakturen. Unfallchirurg 105: 2–8
2. Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP et al. (2002) Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. J Bone Joint Surg Br 84: 748–752
3. Berlemann U, Müller CW, Krettek C (2004) Perkutane Augmentationstechniken der Wirbelsäulen. Orthopäde 33: 6–12
4. Boszczyk BM, Bierschneider M, Robert B et al. (2002) Augmentationstechniken an der Wirbelsäule – Aktueller Stand der Techniken und der therapeutischen Möglichkeiten. Orthop Rheuma 1: 19–26
5. Boszczyk BM, Bierschneider M, Schmid K et al. (2002) Kyphoplasty – a review of current knowledge and operative techniques. Eur Spine J 11: 612
6. Boszczyk BM, Bierschneider M, Hauck S et al. (2004) Kyphoplastie im konventionellen und halboffenen Verfahren. Orthopäde 33: 13–21
7. Garfin SR, Hansen AY, Reiley MA (2001) Kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. Spine 26: 1511–1515
8. Garfin SR, Lin G, Lieberman I et al. (2001) Retrospective analysis of the outcomes of balloon kyphoplasty to treat vertebral body compression fracture refractory to medical management. Eur Spine J 10: S7–S8
9. Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK et al. (2001) Initial outcome and efficacy of kyphoplasty in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. Spine 26: 1631–1638
10. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD et al. (1994) A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J 3: 184–201
11. Scroop R, Eskridge J, Britz GW (2002) Paradoxical cerebral embolization of cement during intraoperative vertebroplasty: case report. Am J Neuroradiol 23: 868–870
12. Tozzi P, Abdelmoumene Y, Corno AF et al. (2002) Management of pulmonary embolism during acrylic vertebroplasty. Ann Thorac Surg 74: 170