

U. Berlemann<sup>1</sup> · P. F. Heini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unfallchirurgische Klinik, Medizinische Hochschule Hannover

<sup>2</sup> Abteilung für Orthopädische Chirurgie, Inselspital, Universität Bern

# Perkutane Zementierungstechniken zur Behandlung osteoporotischer Wirbelkörpersinterungen

## Zusammenfassung

Minimal-invasive Zementierungstechniken von Wirbelkörpern haben sich in den letzten Jahren als Verfahren zur Stabilisierung schmerzhafter Sinterungen etabliert. Mit einer Vertebroplastik wird ein Wirbelkörper lediglich mit Zement gefüllt, während mit der neueren Technik der Kyphoplastik vorgängig eine Reposition der Sinterung erreicht werden soll. Die vorliegende Arbeit beschreibt beide Techniken und fasst bisherige Erfahrungen zusammen.

## Schlüsselwörter:

Wirbelsäule · Osteoporose · Vertebroplastik ·

## Percutaneous cementing techniques for treatment of osteoporotic vertebral disturbances

## Abstract

During the last years minimal-invasive augmentation techniques of vertebral bodies have been established to stabilize painful height losses. A vertebroplasty fills the vertebral body with cement, whereas a kyphoplasty intends to achieve a reduction of kyphosis prior to cementing. The present review describes both techniques and summarizes in vivo and in vitro experiences.

## Keywords:

Spine · Osteoporosis · Vertebroplasty · Kyphoplasty

Die Osteoporose ist die häufigste chronische Erkrankung des Skeletts. Die Wirbelsäule ist dabei neben dem proximalen Femur der häufigste Manifestationsort. Es wird geschätzt, dass bei etwa 25–30% aller Frauen über 60 Jahren durch osteoporotischen Knochenabbau Wirbelkörperfrakturen und -deformationen auftreten [23]. Manche dieser Frakturen zeigen einen relativ benignen klinischen Verlauf mit einem Nachlassen der Beschwerden innerhalb einiger Wochen. Andere jedoch haben weiterreichende Konsequenzen mit einer langdauernden Schmerzhaftigkeit sowie einem Höhenverlust und insbesondere einer Kyphosierung des Wirbelkörpers mit entsprechenden Fehlhaltungen der Wirbelsäule. Diese Veränderungen sind eindeutig korreliert sowohl mit einer Verschlechterung der statischen Eigenschaften, als auch mit weitergehenden Parametern der Mobilität und Lebensqualität bis hin zu einer statistisch erhöhten Mortalität nach Wirbelfrakturen [10, 11, 29].

Neben der medikamentösen Behandlung, die v. a. in der Prophylaxe eingesetzt wird, reicht das therapeutische Spektrum bei manifesten Frakturen von konservativen Therapiemaßnahmen mit Analgesie/Bettruhe und Korsett- oder Miederbehandlung zur Mobilisation bis hin zu aufwändigen, stabilisierenden Eingriffen. Für viele Patienten sind jedoch aufgrund wesentlicher zusätzlicher Erkrankungen größere chirurgische Eingriffe nicht mehr zumutbar. Zu-

dem ist die Fixationskraft von Implantaten in osteoporotischem Knochen deutlich vermindert [9, 30].

In den letzten Jahren haben sich Verfahren etabliert, betroffene Wirbelkörper perkutan mit Knochenzement zu füllen. Ziel dieser „Vertebroplastiken“ ist es, mit einem minimalen Eingriff eine schnelle Restabilisierung des Wirbelkörpers zu erreichen und die Patienten möglichst rasch schmerzreduziert mobilisieren zu können. Eine Erweiterung dieser Technik ist mit der sog. „Kyphoplastik“ gegeben, bei der vor der definitiven Augmentierung versucht wird, mit Hilfe eines Ballons eine Reposition der kyphotischen Wirbelkörperdeckplatte zu erreichen.

Ziel der vorliegenden Übersicht ist es, bisherige Arbeiten zusammenzufassen und den aktuellen Stand der Möglichkeiten und die mit ihnen verbundenen Probleme darzustellen.

## Vertebroplastik

Die Technik der perkutanen Vertebroplastik wurde erstmals 1987 zur Behandlung vertebraler Hämangiome beschrieben [15]. Als Füllmaterial wurde

Dr. U. Berlemann

Medizinische Hochschule Hannover,  
Unfallchirurgische Klinik,  
Carl-Neuberg-Str. 1, 30625 Hannover  
E-Mail: uberlemann@hotmail.com  
www.mhh-unfallchirurgie.de

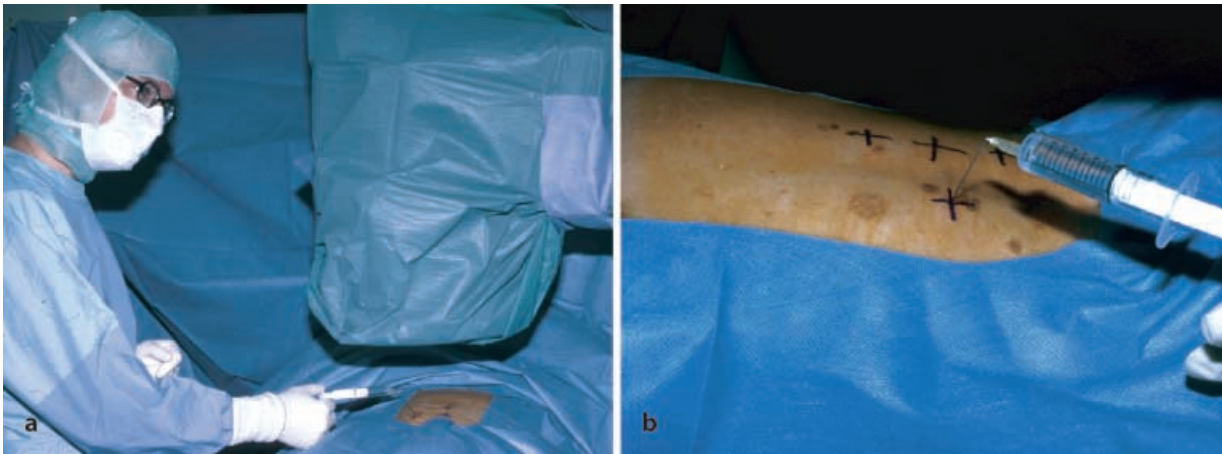


Abb. 1a,b ▲ Lokalisation und Markierung der Pedikel unter dem Bildwandler (a) sowie Infiltration mit Lokalanästhetikum (b)

Polymethylmetacrylat (PMMA) verwendet, welches bis heute das Material der Wahl geblieben ist. In den folgenden Jahren wurden die Vertebroplastik v. a. in der Palliativbehandlung von tumorösen Läsionen angewendet. Nachdem in diesen Fällen meist eine rasche und deutliche Schmerzreduktionen zu verzeichnen war, wurde Mitte der 1990er Jahre begonnen, auch osteoporotische Wirbelkörperkompressionen mit der Zementaugmentierung zu behandeln.

### Technik

Eine Vertebroplastik lässt sich meist unter lokaler Anästhesie durchführen, wobei sich die zusätzliche intravenöse Gabe von Schmerz- und Sedationsmitteln unter Überwachung durch einen Anästhesisten bewährt hat. Der Patient befindet sich in Bauchlage. Nach sterilem Abwaschen und Abdecken des Operationsfeldes wird das zu augmentierende Niveau unter dem Bildwandler identifiziert und die entsprechenden Pedikel markiert. Haut und Stichkanal werden bis auf das Periost der posterioren Elemente mit Lokalanästhetikum infiltriert (Abb. 1). Über Stichinzisionen werden 2 mm K-Drähte transpedikulär eingebracht, was mono- oder bipedikulär durchgeführt werden kann (Abb. 2). Der Bildwandler wird in den seitlichen Strahlengang umgeschwenkt und die Eindringtiefe kontrolliert. Nach korrekter Platzierung werden die K-Drähte mit Knochenbiopsienadel überbohrt und die K-Drähte entfernt (Abb. 3).

Die eigentliche Zementfüllung geschieht unter genauer Bildverstärkerkontrolle der Zementverteilung im Wirbelkörper, wobei besonderes Augenmerk der Wirbelkörperhinterkante sowie potenziellen Zementextrusionen nach anterior gilt. Im Idealfalle vergrößert sich die Zementwolke ausgehend von der Nadelspitze kontinuierlich unter Respektierung des Wirbelkörperrahmens (Abb. 4). Die Füllung muss bei sichtbaren Zementextrusionen abgebrochen werden und ist spätestens durch die zunehmende Viskosität des Materials limitiert. Nach Aushärten des Zements werden die Nadeln entfernt und die Stichinzisionen verschlossen. Der Patient kann sofort mobilisiert werden.

### Biomechanik

Die meisten Studien vergleichen die biomechanischen Eigenschaften eines einzelnen Wirbelkörpers nach Zementfüllung mit denen eines nichtaugmentierten Nachbarwirbels. Es gibt dabei keinen Zweifel, dass sich mit einer Augmentierung sowohl die Festigkeit („failure strength“) als auch die Steifigkeit eines Wirbelkörpers signifikant erhöhen lassen [4, 31]. Dies gilt insbesondere für PMMA und zu etwas geringerem Ausmaß für Alternativmaterialien, wie z. B. Kalziumphosphatzemente [1, 20, 21].

Eine neuere Studie untersucht die Auswirkungen der Zementierung auf die Stabilität des nichtaugmentierten Nachbarwirbels, indem nicht wie bisher einzelne Wirbelkörper im Vergleich getestet werden, sondern ein Bewe-

gungssegment als Ganzes [7]. Es bestätigt sich dabei der Verdacht, dass durch eine PMMA-Zementierung eine Fraktur des benachbarten, nichtzementierten Wirbels provoziert werden kann. Dieser Eindruck wurde auch in einigen klinischen Studien geäußert [17] (Abb. 5), wobei ebenfalls bekannt ist, dass mit einer bereits vorhandenen Fraktur das Risiko einer erneuten Fraktur statistisch erhöht ist [32]. Im Falle einer möglichen Frakturprovokation stellt sich jedoch die Frage, ob die Zementierung ein bestimmtes Wirbelkörpervolumen nicht überschreiten sollte (optimales Augmentierungsvolumen), oder ob sich zur Vermeidung dieses Effektes alternative, weniger rigide Materialien anbieten. Finite-Ele-

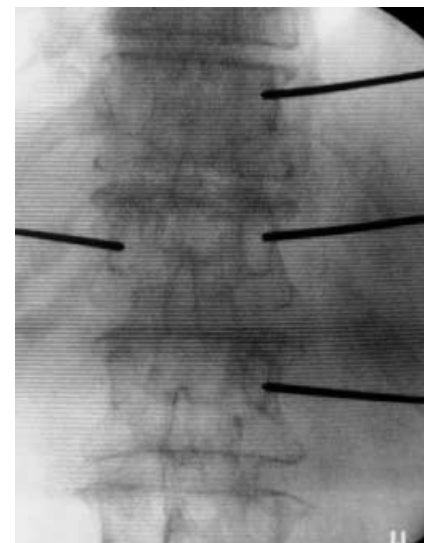


Abb. 2 ▲ Setzen von transpedikulären K-Drähten in der a.-p.-Bildwandleransicht

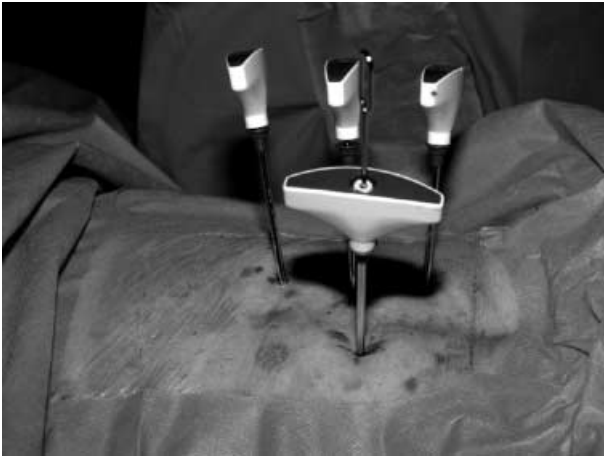


Abb. 3 ◀ Überbohren mit Yamshidi-Nadeln

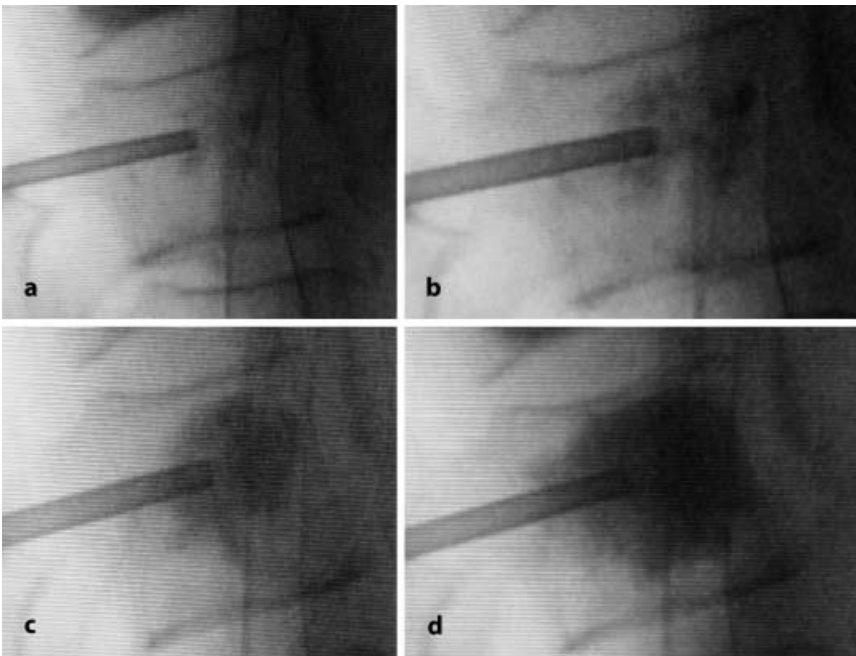


Abb. 4a–d ▲ Kontinuierliche Bildwandlerkontrolle der Zementfüllung des Wirbelkörpers im seitlichen Strahlengang. a Beginn der Füllung direkt vor und um die Punktionsnadel, b, c wolkenförmige Ausbreitung des Zementes und d Füllung des Wirbelkörpers unter Respektierung des kortikalen Rahmens

ment-Studien weisen jedenfalls darauf hin, dass lediglich 3–4 ml Knochenzement erforderlich sind, um die Steifigkeit eines komprimierten Wirbelkörpers wieder auf normale Werte zu erhöhen [25].

### Klinische Resultate

Die bisher veröffentlichten Resultate der Vertebroplastik sind durchwegs positiv und haben zu großem Enthusiasmus gegenüber dieser Technik in der Osteoporosebehandlung geführt [14]. Eine deutliche Schmerzreduktion ist bei 80–90% der behandelten Patienten zu erwarten (Tabelle 1 [2, 17, 19, 22, 26]). Bemerkenswert erscheint ebenfalls, dass die Schmerzlinderung bereits direkt postoperativ zu verzeichnen ist und die Patienten teilweise ambulant behandelt werden können.

Offen ist die Frage nach dem genauen Mechanismus der Schmerzreduktion. Möglich erscheint einerseits die mechanische Stabilisierung von Frakturen durch den Zement [3]. Gegen diesen Mechanismus als alleinige Erklärung spricht die Tatsache, dass das Ausmaß der Schmerzreduktion nicht notwendigerweise mit der Zementmenge korreliert. Außerdem ist es möglich, auch bei älteren Frakturen durch eine Zementierung noch eine Verbesserung zu erreichen, obwohl diese knöchern bereits konsolidiert sein müssten. Eine andere Theorie geht davon aus, dass es durch die Erhitzung während der Polymerisation des Zements zu einer Koagulation an Nozizeptoren kommt, was in einer Schmerzreduktion resultiert [8]. Dagegen spricht jedoch die nur geringe Temperaturerhöhung, die in vitro an der Wirbelkörperoberfläche gemessen werden kann [20].

Die Komplikationsrate der Vertebroplastik ist gering und betrifft hauptsächlich Zementextrusionen, deren Gefahr bei Applikation eines zu flüssigen Zementes erhöht ist, ebenso wie bei einer Vertebroplastik für tumoröse Läsionen mit Läsionen der Wirbelkörperhinterwand. Zementextrusionen in den Spinalkanal können schwerwiegende neurologische Konsequenzen bis hin zur Paraplegie haben [18, 28] und sofortige Dekompressionen erforderlich machen. Weiterhin sind pulmonale Embolien nach Zementaustritt in Wirbelkörpergefäße beschrieben worden [27].

Tabelle 1  
Publizierte Vertebroplastik-Studien mit mehr als 10 Patienten

Autor	Fallzahl	Follow-up	Besserung	Komplikationen
Jensen 1997 [22]	29	Max. 3 Jahre	90%	2 Rippenfrakturen
Martin 1999 [24]	11	Keine Angabe	78%	Keine Angabe
Cortet 1999 [12]	16	6 Monate	88%	Bei 11 Patienten Zementextrusionen ohne Konsequenzen
Cyteval 1999 [13]	20	6 Monate	90%	Bei 1 Patient Zement in Psoas
Barr 2000 [2]	38	Max. 3,5 Jahre	95%	1 Radikulopathie
Heini 2000 [19]	17	1 Jahr	76%	20% Zementextrusionen ohne Konsequenz
Grados 2000 [17]	25	Max. 7 Jahre	90%	2 Radikulopathien



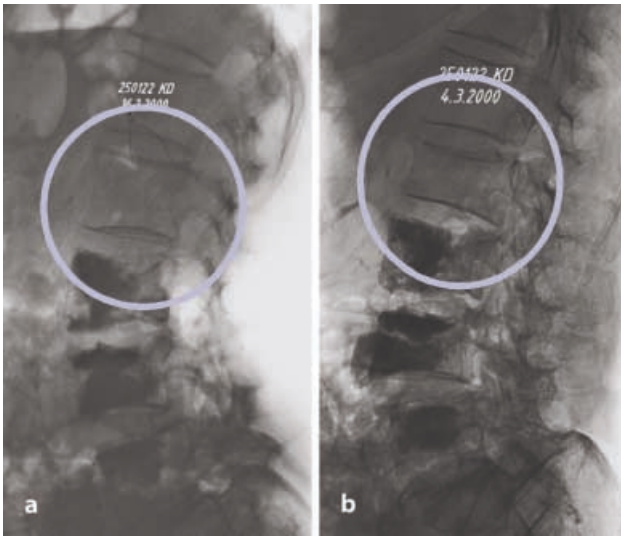


Abb. 5 ◀ **Vertebroplastik L3–L5. a Postoperativ reguläre Verhältnisse bei L2, b 2 Wochen später deutliche Sinterung ohne adäquates Trauma**

## Kyphoplastik

### Technik

Die ersten Schritte entsprechen dem oben beschriebenen Ablauf der Vertebroplastik. Nach korrekter Platzierung der K-Drähte werden diese jetzt mit einer Arbeitskanüle überbohrt (Abb. 6). Der Ausgang der Kanüle sollte am Übergang des Pedikels in den Wirbelkörper liegen. Mit einem Stößel wird der Kanal

für den zu verwendenden Ballon vorbereitet. Dieser Kanal liegt im unteren 1/3 des Wirbelkörpers und reicht bis zum anterioren Kortex. Durch die Arbeitskanüle werden dann die Ballons in den vorbereiteten Knochenkanal geschoben (Abb. 7). Es erfolgt ein stufenweises Auffüllen der Ballons mit Kochsalzlösung, der ein röntgendichtes Kontrastmittel beigemischt ist (Abb. 8). Dies geschieht unter Monitorüberwachung des Druckaufbaus und -verlaufs (Abb. 9).

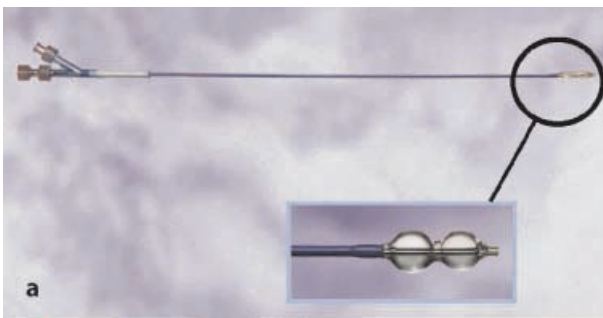


Abb. 7a,b ◀ **Kyphoplastikballon, a Ansicht, b der beidseits über die Arbeitskanüle in den Wirbelkörper eingebracht wird**

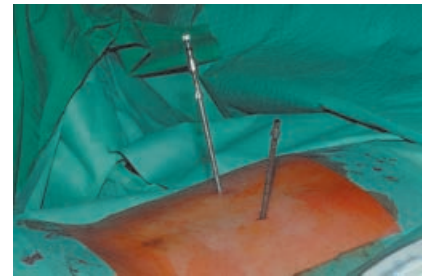


Abb. 6 ▲ **Perkutane Platzierung der Arbeitskanülen zur Kyphoplastik**

Nach erfolgter Reposition der Deckplatte wird die entstandene Höhle nach Entfernung des Ballons mit PMMA-Zement gefüllt (Abb. 10). Erneut wird die Zementfüllung im seitlichen Strahlengang des Bildwandlers beobachtet. Die Füllung der präformierten Höhle hat theoretisch den Vorteil eines geringeren Risikos der Zementextrusion.

### Erfahrungen

Sowohl im biomechanischen als auch im klinischen Bereich sind die Erfahrungen mit der Kyphoplastik deutlich spärlicher als mit der Vertebroplastik. Im Labor lassen sich experimentelle Kompressionsfrakturen bis auf 97% der ursprünglichen Höhe mit der Ballontechnik wieder aufrichten [5]. Die durch die Zementierung erreichte Augmentierung ist vergleichbar mit dem Effekt der Vertebroplastik. Auch die ersten publizierten klinischen Resultate sind vielversprechend. Lieberman et al. [24] konnten in 70% ihrer Fälle die Wirbelkörperhöhe um durchschnittlich 47% verbessern, verbunden mit einer signifikanten Schmerzerleichterung.

In einer ersten Analyse des eigenen Krankenguts von 20 Patienten zeigte sich, dass eine Aufrichtung von Wirbelkörperinsinterungen um bis zu 18° möglich war, was einer Erweiterung der anterioren Wirbelkörperhöhe um 90% entsprach. Die Aufrichtung gelang umso besser, je jünger die Sinterung war [6], sodass sich Frakturen jünger als 4 Wochen um durchschnittlich 43% aufrichten ließen. Bei Veränderungen älter als 8–10 Wochen gelang eine wesentliche Aufrichtung nur noch in Einzelfällen. Auch Garfin et al. [16] beschrieben eine altersabhängige Reponierbarkeit der Frakturen, wobei in Fällen jünger als 3 Monate die Kyphose um durchschnittlich 50% gebessert werden konnte.

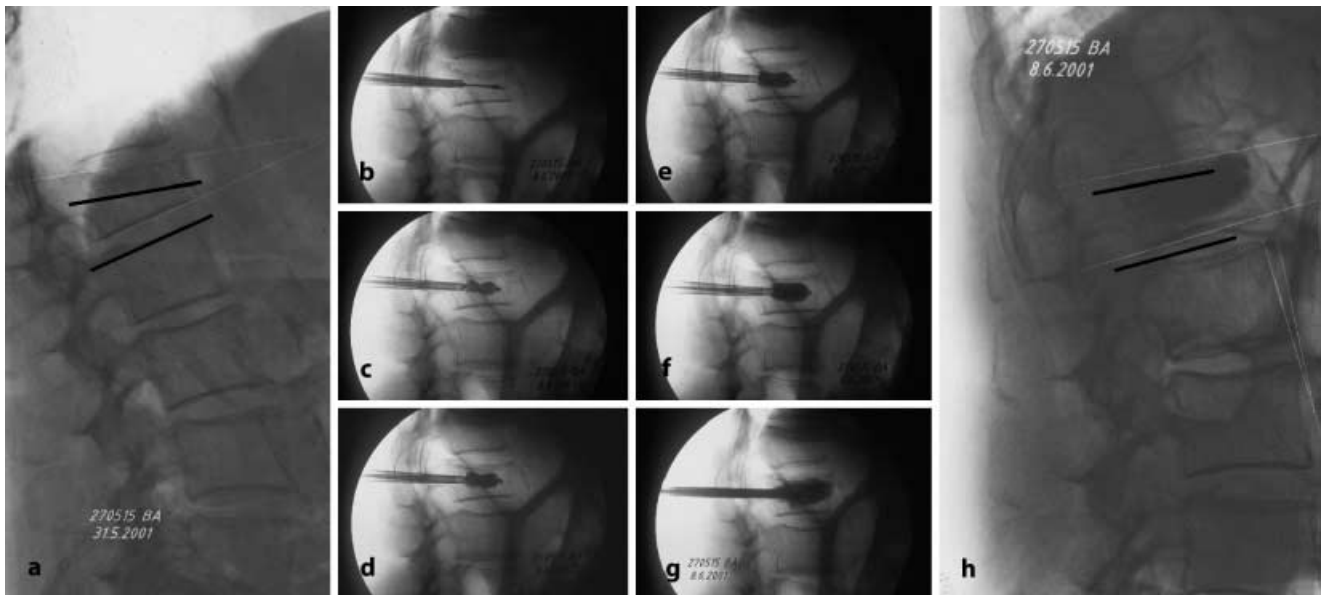


Abb. 8a–h ▲ L1-Kompressionsfraktur bei einer 86-jährigen Patientin nach häuslichem Sturz. a Kyphosierung des Wirbelkörpers von 16°. b–f Intraoperative Bildwandlerkontrolle der stufenweisen Aufrichtung mittels Kyphoplastikballon sowie g Zementfüllung des Wirbelkörpers. h Die stehende postoperative Kontrolle ergibt eine Aufrichtung um 11°.

### Diskussion

Die Vertebroplastik stellt ein minimalinvasives Verfahren dar, mit dem bei zahlreichen Patienten, die unter schmerzhaften osteoporotischen Wirbelkörperfrakturen leiden, eine Reduktion der Beschwerden möglich ist. Ein weiteres Zusammensintern des Wirbelkörpers wird verhindert. Eine Reposition schon bestehender Fehlstellung ist dagegen nicht möglich [Abb. 11]. Unter Beachtung einiger technischer Prinzipien und v. a. sorgfältiger Beobachtung des Zementflusses hat die Vertebroplastik eine geringe Komplikationsrate und Morbidität, sodass auch bei älteren Patienten nur kurze Hospitalisationen erforderlich sind.

Offene Fragen betreffen die Langzeitreaktion des Knochens auf den injizierten Zement, was neben dem augmentierten Wirbel v. a. für den nichtaugmentierten Nachbarwirbel gilt. Zu diskutieren sind auch prophylaktische Augmentierungen gefährdeter Wirbelkörper vor einer Sinterung, wobei sich hier wiederum die Frage der Selektion und Indikation stellt. In jedem Falle sollte eine Vertebroplastik lediglich als ein Baustein der Osteoporosetherapie verstanden werden, die individuell in Zusammenarbeit mit den einschlägigen Fachkollegen festzulegen ist.

In den nächsten Jahren werden die größten Fortschritte auf dem Gebiet der verwendeten Augmentationsmate-

rialien zu verzeichnen sein. Das ideale Material ist einfach und perkutan applizierbar, zeigt eine sofortige und lang andauernde mechanische Wirkung und ist biologisch inert, indem es über die Zeit entweder abbaubar oder knöchern integrierbar ist. Die PMMA-Zemente werden v. a. wegen ihrer guten Applizierbarkeit und Mechanik am häufigsten verwendet, wobei wir wenig über die biologische Reaktion des osteoporotischen Wirbelkörpers auf dieses Material wissen. Von Alternativmaterialien, wie Kalziumphosphatzementen,



Abb. 9 ▲ Pumpe zum stufenlosen Druckaufbau. Das Display zeigt den aktuellen Druckwert (hier in atm/bar) sowie die Zeit seit Beginn des Druckaufbaus



Abb. 10 ▲ Füllen des Wirbelkörpers nach Aufrichtung mit Zement

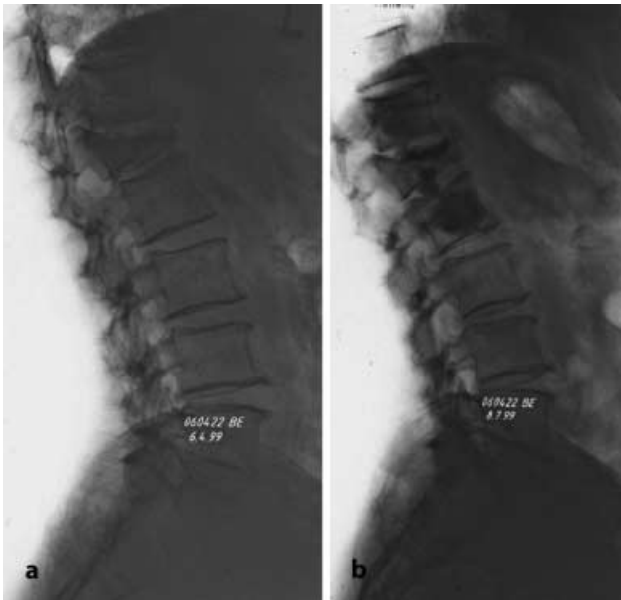


Abb. 11 ▲ **Vertebroplastik des thorakolumbalen Übergangs bei Kompressionsfraktur L1. Eine Reposition der Kyphosierung wurde nicht erreicht. Man beachte die ungleichmäßige Zementverteilung unterhalb der Endplatte sowie die deutliche Zementextrusion in die kaudale Bandscheibe. Trotzdem war die 77-jährige Patientin postoperativ beschwerdeärmer (VAS-Wert präoperativ 7, postoperativ 4)**

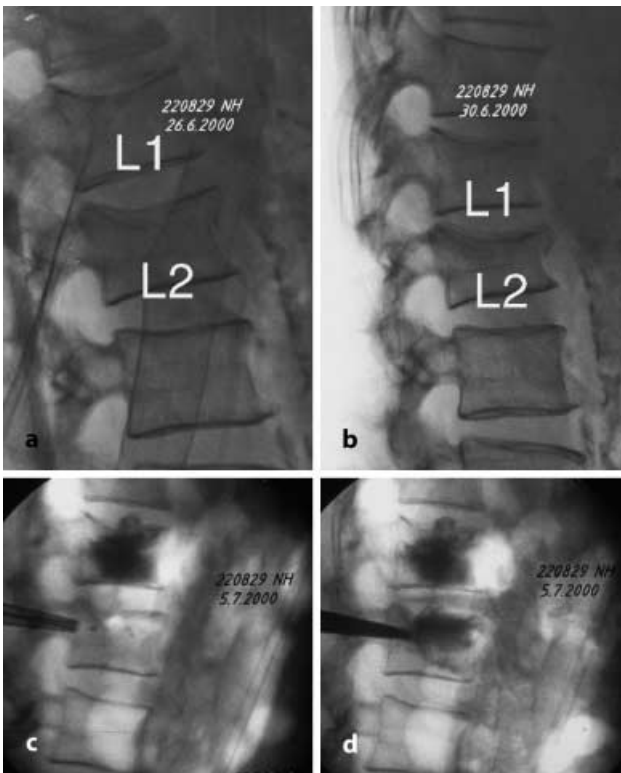


Abb. 12a–d ▲ **70-jähriger Patient mit a Kompressionsfrakturen L1 (AO-Typ: A1.1) und L2 (Typ: A1.2) nach Sturz. b Unter Mobilisation unveränderte Verhältnisse bei L1, L2 jedoch mit deutlicher Sinterung. c Vertebroplastik L1, Kyphoplastik mit guter Aufrichtung L2. d Auf beiden Etagen kleinere Zementextrusionen in die kranialen Bandscheiben**

verspricht man sich eine höhere biologische Potenz, ein wesentliches Problem stellt hier aber die Applizierbarkeit der häufig zu hochviskösen Materialien dar.

Die Kyphoplastik stellt eine sinnvolle Erweiterung der Zementierungstechniken dar, mit der bereits gesinterte Wirbelkörper zumindest partiell wieder aufgerichtet werden können (Abb. 12). Erste klinische Erfahrungen sind positiv, insgesamt aber noch spärlich. Ob die Patienten tatsächlich durch die Reposition in einem Maße profitieren, welches über die reine Schmerzreduktion hinausgeht, wird sich erst in größer angelegten Langzeitstudien zeigen.

## Literatur

1. Bai B, Jazrawi LM, Kummer FJ, Spivak JM (1999) The use of an injectable, biodegradable calcium phosphate bone substitute for the prophylactic augmentation of osteoporotic vertebrae and the management of vertebral compression fractures. *Spine* 24: 1521–1526
2. Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, McCann RM (2000) Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilisation. *Spine* 25: 923–928
3. Belkoff SM, Maroney M, Fenton DC, Mathis JM (1999) An in vitro biomechanical evaluation of bone cements used in percutaneous vertebroplasty. *Bone* 25: 235–265
4. Belkoff SM, Mathis JM, Erbe EM, Fenton DC (2000) Biomechanical evaluation of a new bone cement for use in vertebroplasty. *Spine* 25: 1061–1064
5. Belkoff SM, Mathis JM, Fenton DC et al. (2001) An *ex vivo* biomechanical evaluation of an inflatable bone tamp used in the treatment of compression fracture. *Spine* 26: 151–156
6. Berlemann U, Franz T, Heini PF, Krettek C (2001) Die perkutane Aufrichtung und Zementierung kyphotischer Osteoporosewirbelkörper mittels einer neuen Ballontechnik (Kyphoplastik). Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, 65. Jahrestagung, Berlin
7. Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, Heini PF (2001) Adjacent vertebral failure following vertebroplasty: a biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg (Br)*: in press
8. Bostrom MP, Lane JM (1997) Future directions: augmentation of osteoporotic vertebral bodies. *Spine* 22: 395–425
9. Coe JD, Warden KE, Herzig MA, McAfee PC (1990) Influence of bone mineral density on the fixation of thoracolumbar implants: a comparative study of transpedicular screws, laminar hooks, and spinous process wires. *Spine* 15: 902–907



10. Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, O'Fallon M, Melton LJ (1993) Population-based study of survival after osteoporotic fractures. *Am J Epidemiology* 137: 1001–1005
11. Cortet B, Houvenagel E, Puisieux F et al. (1999a) Spinal curvatures and quality of life in women with vertebral fractures secondary to osteoporosis. *Spine* 24: 1921–1925
12. Cortet B, Cotten A, Boutry N et al. (1999b) Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: an open prospective study. *J Rheumatol* 26: 2222–2228
13. Cyteval C, Sarrabere MP, Roux JO et al. (1999) Acute osteoporotic vertebral collapse: open study on percutaneous injection of acrylic surgical cement in 20 patients. *AJR Am J Roentgenol* 173: 1685–1690
14. Einhorn TA (2000) Vertebroplasty: an opportunity to do something really good for patients. *Spine* 25: 1051–1052
15. Galibert P, Deramont H, Rosat P, Le Gars D (1987) Note préliminaire sur le traitement des angiomes vertébraux par vertébroplastie acrylique percutanée. *Neurochirurgie* 33: 166–168
16. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA (2001) Kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 26: 1511–1515
17. Grados F, Depriester C, Cayrolle G et al. (2000) Long-term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatology* 39: 1410–1414
18. Harrington KD (2001) Major neurological complications following percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate: a case report. *J Bone Joint Surg* 83-A: 1070–1073
19. Heini PF, Wälchli B, Berlemann U (2000) Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: a prospective study for the treatment of osteoporotic compression fractures. *Eur Spine J* 9: 445–450
20. Heini PF, Berlemann U, Kaufmann M et al. (2001) Augmentation of mechanical properties in osteoporotic vertebral bones: a biomechanical investigation of vertebroplasty efficacy with different bone cements. *Eur Spine J* 10: 164–171
21. Ikeuchi M, Yamamoto H, Shibata T, Otani M (2001) Mechanical augmentation of the vertebral body by calcium phosphate cement injection. *J Orthop Sci* 6: 39–45
22. Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM et al. (1997) Percutaneous polymethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *Am J Neuroradiol* 18: 1897–1904
23. Klöckner C, Weber U (2001) Operative Möglichkeiten zur Behandlung von Erkrankungen und Verletzungen der Wirbelsäule bei Patienten mit manifester Osteoporose. *Orthopäde* 30: 473–478
24. Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, Bell G (2001) Initial outcome and efficacy of „kyphoplasty“ in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 26: 1631–1638
25. Liebschner MAK, Rosenberg WS, Keaveny TM (2001) Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty. *Spine* 26: 1547–1554
26. Martin JB, Jean B, Sugiu K et al. (1999) Vertebroplasty: clinical experience and follow-up results. *Bone* 25: 115–155
27. Padovani B, Kasriel O, Brunner P, Peretti-Viton P (1999) Pulmonary embolism caused by acrylic cement: a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *Am J Neuroradiol* 20: 375–377
28. Ratliff J, Nguyen T, Heiss J (2001) Root and spinal cord compression from methylmethacrylate vertebroplasty. *Spine* 26: e300–e302
29. Silverman SL (1992) The clinical consequence of vertebral compression fractures. *Bone* 13: S27–31
30. von Strempele A, Kühle J, Plitz W (1994) Stabilität von Pedikelschrauben. Teil 2: Maximale Auszugskräfte unter Berücksichtigung der Knochendichte. *Z Orthop* 132: 82–86
31. Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, Levine AM, Belkoff SM (1999) Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures. *Spine* 24: 1772–1776
32. Wasnich RD (1996) Vertebral fracture epidemiology. *Bone* 18: 1795–1835

## Fachnachrichten

### Das Jahrzehnt der Knochen und Gelenke

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat von 2000–2010 das „Jahrzehnt der Knochen und Gelenke“ ausgerufen. Die „Bone and Joint Decade“ soll aufmerksam machen auf die gesundheitlichen und ökonomischen Folgen der wachsenden Motorisierung – und die Forschung auf diesem Gebiet stärken. In die gleiche Richtung zielt das Bundesgesundheitsministerium mit der Ausschreibung eines „Sonderreports zu muskuloskelettalen Erkrankungen“.

In Deutschland werden im Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU e. V.) seit 1992 Informationen zur Traumabehandlung gesammelt und analysiert. Einige Ergebnisse sind alarmierend. Als Grund für eine Arbeitsunfähigkeit stehen Erkrankungen des Skeletts, der Muskeln und des Bindegewebes mit großem Abstand an erster Stelle. Erst dann folgen

Verletzungen und Erkrankungen der Atmungsorgane und des Herz-Kreislauf-Systems.

### Autos sicherer

Bei Verkehrsunfällen sinkt in den letzten Jahren die Zahl der Schwerverletzten bei Unfällen mit niedrigen Geschwindigkeiten (<70 km/h). Diese Tatsache wird auf die verbesserte Sicherheitstechnik der Fahrzeuge zurückgeführt. Für höhere Geschwindigkeiten (>70 km/h) stagniert die Verletztanzahl dagegen seit Jahren.

Verstarben in den 1970er Jahren im Mittel 37% der Patienten, waren es 2001 nur noch 14,5%. Durch die bessere medizinische Behandlung (medizinische Versorgung, Rehabilitation, Arbeitsfähigkeit) haben sich allerdings die Folgekosten seit 1988 versechsfacht.

(Quelle: AOK, Medizinische Hochschule Hannover [MHH], Hannover Rück)

### Sonderreport muskuloskelettale Erkrankungen

Für das Kapitel „Unfälle und Verletzungen“ beteiligt sich die Unfallchirurgische Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) an dem Projekt. Zunächst ist ein Überblick über die derzeitige Situation in Deutschland geplant:

- Wie viele Menschen sind von Unfällen und Verletzungen betroffen?
- Welche Folgekosten entstehen durch Rehabilitation und Arbeitsunfähigkeit?

Es soll dabei auf mehrere Quellen zurückgegriffen werden, um die hohe Qualität der Untersuchung zu gewährleisten.

### Weitere Informationen erhalten Sie bei

Prof. Pape, Telefon: 0511 532-2050  
E-Mail: Pape.Hans-Christoph@mh-hannover.de

(Quelle: Medizinische Hochschule Hannover [MHH])