

Journal für  
**Mineralstoffwechsel**  
Zeitschrift für Knochen- und Gelenkerkrankungen  
Orthopädie • Osteologie • Rheumatologie

**Vertebroplastie &#8211; eine neue  
Therapieform zur Schmerzbehandlung  
von Wirbelkörperfrakturen**

Gschwendtner M, Habelsberger W

Lettner F, Mieß F, Muhrhammer E

*Journal für Mineralstoffwechsel*

*2003; 10 (4), 13-16*

**Homepage:**

**[www.kup.at/  
mineralstoffwechsel](http://www.kup.at/mineralstoffwechsel)**

**Online-Datenbank mit  
Autoren- und Stichwortsuche**

Indexed in SCOPUS/EMBASE/Excerpta Medica  
[www.kup.at/mineralstoffwechsel](http://www.kup.at/mineralstoffwechsel)



Offizielles Organ der  
Österreichischen Gesellschaft  
zur Erforschung des Knochens  
und Mineralstoffwechsels



Österreichische Gesellschaft  
für Orthopädie und  
Orthopädische Chirurgie



Österreichische  
Gesellschaft  
für Rheumatologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P. b. b. GZ02Z031108M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

# Vertebroplastie – eine neue Therapieform zur Schmerzbehandlung von Wirbelkörperfrakturen

M. Gschwendtner, W. Habelsberger\*, E. Muhrhammer\*, F. Lettner\*, F. Mieß

Wirbelkörperfrakturen sind meist sehr schmerzhaft, schränken die Leistungsfähigkeit ein, vermindern stark die Lebensqualität und dadurch das Selbstwertgefühl. Ursachen für diese schmerzhaften Wirbelkörperfrakturen können Osteoporose, Myelome, Metastasen und Wirbelkörperhämangiome sein. Die herkömmliche Therapie ist konservativ (Analgetika, Bettruhe, Mieder), chirurgische Maßnahmen erfolgen nur bei Instabilität und Kompressions-symptomen. Die perkutane Vertebroplastie unter Röntgenkontrolle (Durchleuchtung und Computertomographie) stellt eine alternative Therapieform zur raschen Schmerztherapie dar. Im folgenden wird ein Überblick über die Entwicklung der Methode, Patientenselektion, Technik, Ergebnisse und Komplikationen der perkutanen Vertebroplastie gegeben.

Vertebral compression fractures are a common cause of pain, disability, diminished quality of life, and loss of self esteem. Many clinical entities can cause such painful vertebral collapse, including osteoporosis, multiple myeloma, metastatic disease and vertebral hemangiomas. Treatment has traditionally been medical (analgesics, bedrest, external bracing) with surgery reserved for those with spinal instability or nerve compression. Percutaneous vertebroplasty, an image guided method (Fluoroscopy and CT) of percutaneous bone augmentation, has provided an alternative therapy that offers rapid pain relief and return to routine activity. This paper describes history, patient selection, technique, results and complications of percutaneous vertebroplasty. *J Miner Stoffwechs* 2003; 10 (4): 13–16.

Die Vertebroplastie ist ein effektives, neues, interventionell-radiologisches Verfahren zur Augmentation von benignen und malignen Knochenläsionen mittels Knochenzement unter computertomographischer und/oder DL-Kontrolle.

Wirbelkörperfrakturen verursachen meist heftigste Schmerzen und vermindern die Lebensqualität der vorwiegend älteren Patienten [1]. Gegen diese vornehmlich durch Osteoporose verursachten Wirbelkörperbrüche gibt es ein minimal-invasives Verfahren: die Vertebroplastie, auch Zementoplastie oder Knochenzementeinspritzung genannt, bei der Knochenzement (PMMA = Polymethylmethacrylat) in den brüchig gewordenen Wirbelkörper eingebracht wird. Dies vermindert den Druck auf die Wirbelkörper und erleichtert die Schmerzen der Patienten. Polymethylmethacrylat wird als Knochenfüller bereits seit den 1960er Jahren verwendet. So berichtete Vidal [2] 1969 über den Gebrauch von Acrylzement zur Fixierung von pathologischen Frakturen. 1970 wurde durch Charnley [3] in den USA PMMA in der orthopädischen Chirurgie beim Hüftersatz eingeführt.

Der erste Bericht über die perkutane Knochenaugmentation mittels PMMA stammt von Galibert und Deramond [4] aus dem Jahre 1984. Einem 50jährigen Patienten mit langdauernder Symptomatik eines Hämangiomwirbels wurde erfolgreich PMMA unter DL appliziert. Der Patient wurde komplett beschwerdefrei. Seither wird diese Therapie **Vertebroplastie** genannt.

Bascaouergue und Duquesnel [5] führten im Jahre 1988 die perkutane Vertebroplastie erstmals bei osteoporotischen Wirbelkörperfrakturen und bei Malignomwirbeln durch. 1994 berichtete Gangi [6] über die Durchführung der Vertebroplastie mittels Computertomographie (CT) und Durchleuchtung (DL) und bezeichnete dies als „Dual Guidance“.

Aus dem Zentralröntgen und dem \* PMR-Institut, KH Elisabethinen Linz

Korrespondenzadresse: OA Dr. Manfred Gschwendtner, KH Elisabethinen Linz, Zentralröntgen, A-4010 Linz, Fadingerstraße 1; E-mail: manfred.gschwendtner@elisabethinen.or.at

## Patientenselektion

Die perkutane Vertebroplastie dient zur Behandlung von Schmerzen, die durch eine Wirbelkörperkompression verursacht werden (Osteoporose, Tumorinvasion des Wirbelkörpers, Wirbelkörperhämangiom) [7–10]. Die Indikation zur Durchführung der Vertebroplastie erfolgt frühestens 3 Wochen nach dem Frakturereignis [11], sofern bis dahin keine befriedigende Linderung der Schmerzen erzielt werden konnte.

Eine Prophylaxe bei Wirbelkörpern „at risk“ stellt derzeit noch keine Indikation zur perkutanen Vertebroplastie dar. Die Prävalenz eines Wirbelkörperbruchs [12, 13] ist sehr hoch und wird nach Literaturangaben mit 26% bei Frauen über 50 Jahren angegeben. Einige dieser radiologisch diagnostizierten Wirbelkörperbrüche sind jedoch asymptomatisch und chronisch. Der durch den Wirbelkörperbruch verursachte Schmerz muß genau lokalisiert werden und darf keine radikuläre Qualität aufweisen, welche auf eine Koexistenz mit einer Nervenwurzelreizung oder Duralsackkompression hinweisen würde.

Die Ursache von Schmerzen als Folge einer Kompressionsfraktur zu diagnostizieren, gelingt leicht, wenn nur ein Wirbelkörper betroffen ist. Liegt jedoch eine größere Anzahl von Wirbelkörperfrakturen vor, so ist die Unterscheidung zwischen akuten und chronischen Frakturen sehr schwierig.

Vor einer geplanten Vertebroplastie muß neben der klinischen Untersuchung eine konventionelle Röntgenaufnahme der Wirbelsäule in zwei Ebenen durchgeführt werden. Als weitere diagnostische Hilfsmittel sind eine Magnetresonanztomographie (MRT) oder eine nuklearmedizinische Untersuchung zur Aktivitätsfeststellung des betroffenen Wirbelkörpers bzw. der betroffenen Wirbelkörper erforderlich. Neben der geplanten Vertebroplastie sollten naturgemäß auch additive Therapiemaßnahmen (z.B. Physiotherapie, Analgetika, Osteoporose-Medikation etc.) begonnen werden.

## Technik

Die zu behandelnden Wirbelkörperniveaus werden bei uns mit Hilfe der klinischen Untersuchung (vom Facharzt für physikalische Medizin, Orthopädie oder Neurologie) und

den präinterventionell durchgeführten bildgebenden Verfahren festgelegt. Der Eingriff selbst erfolgt unter sterilen Kautelen in total intravenöser Anästhesie (TIVA). Zudem wird von der Punktionsstelle aus bis an das Periost eine tiefe Lokalinfiltration gesetzt. Als Zugangswege für die Wirbelkörperpunktion dient im HWS-Bereich der anterolaterale, im BWS-Bereich der interkostovertebrale (Abb. 1) oder transpedikuläre und im LWS-Bereich der transpedikuläre (Abb. 2) oder posterolaterale (Abb. 3) Zugangsweg.

Für die Punktion selbst wie auch für die sichere Applikation des semiliquiden Knochenzements in den Wirbelkörper ist eine hohe Bildqualität der Röntgenanlagen notwendig. Wir führen die Vertebroplastie unter „dualer Führung“ [6, 14] mittels CT und Durchleuchtung durch. Andere Arbeitsgruppen verwenden für die perkutane Vertebroplastie als Röntgeneinrichtung einen C-Bogen oder eine biplanare Durchleuchtungseinheit [15–17].

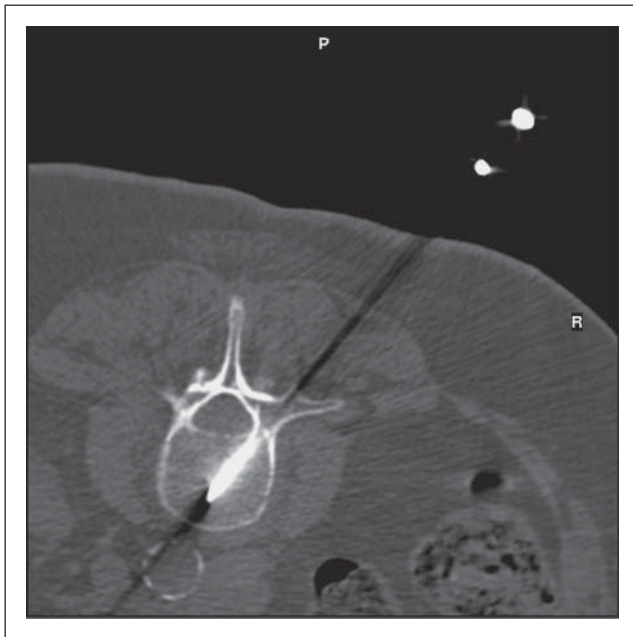


Abbildung 1: Transpedikulärer Punktionsweg

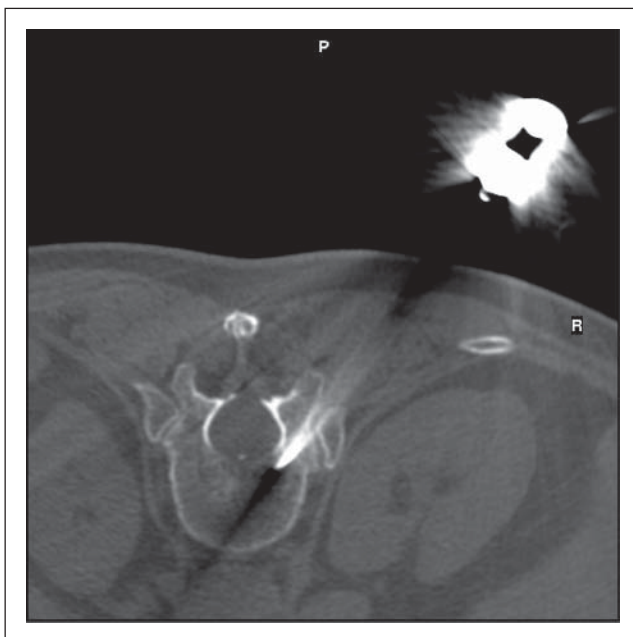


Abbildung 2: Interkostovertebraler Zugangsweg

Wir verwenden eine 10 oder 15 cm lange Punktionsnadel mit einem Durchmesser von 10 G (für HWS-Bereich 15 G). Die Nadel selbst weist einen Schrägschliff auf und ist dadurch gut steuerbar. Die Vertebroplastienadel wird mit Hilfe eines chirurgischen Hammers bis in das vordere Drittel des betroffenen Wirbelkörpers mit leichten Hammerschlägen vorgetrieben. Dieses Einbringen wird laufend mittels CT und DL kontrolliert. Das Einbringen des Knochenzementes erfolgt mit einer Zementpistole (Abb. 4), damit läßt sich einerseits ein rascher Druckaufbau erreichen, andererseits durch einen Druckentlastungshebel – bei Vorliegen einer Leckage – der Druck sofort vermindern.

Als Knochenzement verwenden wir Osteopal G mit Gentamycinzusatz (Tantalpulver als Kontrastmittel wird beigemischt) oder Osteopal V (inklusive Zirkonium als Kontrastmittel). Die Polymerisationszeit ist stark temperaturabhängig und beträgt zwischen 6 und 9 Minuten. Der Knochenzement selbst wird langsam unter exakter lateraler DL injiziert. Bei Abfließen des Knochenzements in den Epiduralraum, in Venen oder in das Foramen intervertebrale muß die Knochenzementapplikation sofort gestoppt werden, um eine Duralsackkompression zu verhindern. Eine Knochenzementapplikation in das paravertebrale Weichteilgewebe oder in den Bandscheibenraum verläuft meist klinisch asymptomatisch. Die applizierte Knochenzementmenge beträgt zwischen 1,5 und 6 ml [14].

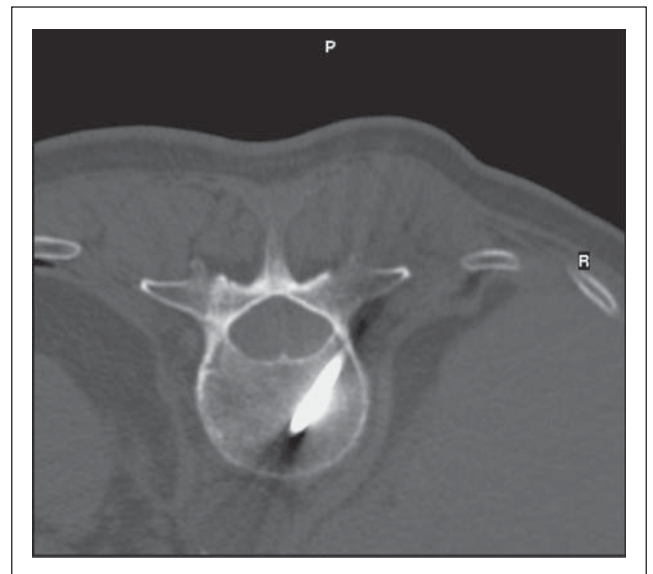


Abbildung 3: Posterolateraler Zugangsweg



Abbildung 4: Zementpistole nach Gangi [6] mit Druckentlastungshebel und großem Luer-Lock-Anschluss

Nach der Prozedur sollte der Patient für einige Stunden weiter intensivmedizinisch betreut werden. Als Kontraindikationen gelten Allergie auf Methacrylat, das Vorliegen eines Frakturfragments im Wirbelkanal mit dadurch bedingter Wurzelkompression, eine hämorrhagische Diathese, eine moderate WK-Stenose mit radikulärer Symptomatik, Tumorextension in den Spinalkanal sowie eine floride Spondylodiscitis.

Für eine sichere intraossäre Nadellage ist bei Planwirbeln eine Mindesthöhe von 3–4 mm erforderlich [15–17]. In der gleichen Sitzung sind Mehretagenbehandlungen möglich und nicht selten auch erforderlich (Abb. 5).

## Ergebnisse, Komplikationen

Im Zeitraum 01.02.2001 bis 30.04.2003 wurden mit Hilfe der perkutanen Vertebroplastie 245 Knochenläsionen bei 170 Patienten behandelt. 97% waren osteoporotische Frakturen (233 Wirbelkörper bei 162 Patienten). Der Frauenanteil betrug 88%, das Durchschnittsalter war 74,4 Jahre (40–90 a).

Die Patienten wurden vor der Intervention zu ihrer Schmerzsituation ausführlich befragt, es folgte eine genaue Bewertung der Schmerzintensität nach der Visual-Analog-Scale (VAS-Score) [18] (Tab. 1). Die gleiche Bewertung der Symptome erfolgte vor der Entlassung. Der überwiegende Anteil der Patienten zeigte beim VAS-Score Werte zwischen 7 und 9. Postinterventionell blieben lediglich 1,1% der Patienten (n = 2) hinsichtlich ihrer Schmerz-situation völlig unverändert. Bei 8,8% (n = 15) der behandelten Patienten fiel der VAS-Score lediglich um 2 Punkte. Der überwiegende Anteil der Patienten, nämlich 90,1%, zeigte einen signifikanten Abfall im VAS-Score (Endpoint VAS 0–2) (Abb. 6 und 7).

Diese Ergebnisse decken sich weitgehend mit jenen anderer Arbeitsgruppen [14, 19–24]. Bei Malignom- oder Hämangiomwirbel liegen die Ergebnisse zwischen 75% und 90% [14, 25–28]. Schwere Komplikationen, die einen verlängerten stationären Aufenthalt nach sich ziehen, sind nach Literaturangaben [14, 29, 30] und eigenen Erfahrungen sehr selten. Bei osteoporotischen Frakturen liegt die Rate schwerer Komplikationen unter 1%, bei malignombedingten Frakturen liegt sie bei 5%.

Wir hatten eine schwere Komplikation. Bei einer 76jährigen Patientin kam es zu einer Embolisierung von Zementpartikeln in die Lunge, sie zeigte Symptome einer Lungenembolie mit Infarktpneumonie. Die Patientin konnte 14 Tage nach der Intervention das KH wieder in gutem Allgemeinzustand verlassen.

Allerdings gibt es auch eine Reihe von „Unzulänglichkeiten“ der Methode [14]; so etwa den in 20–30% (eigene Ergebnisse: 24%) zu erwartenden Zementaustritt in Form von Leckagen, discal, paravertebral, epidural oder venös ohne klinisch apparente bzw. behandlungswürdige Symptome. Bei jedem Verdacht auf eine Leckage beim Applizieren des Zementes ist die weitere Injektion sofort zu stoppen und der vermeintliche Zementaustritt zu dokumentieren. Durch das gewonnene Zeitfenster ist meist die weitere und leckagefreie Zementapplikation möglich. Eine weitere Unzulänglichkeit der Methode liegt darin, daß die Wirbelsäulenverkrümmung bleibt. Versuche, die Wirbelkörperhöhe mittels Vertebroplastie wiederherzustellen, gelingen nicht.

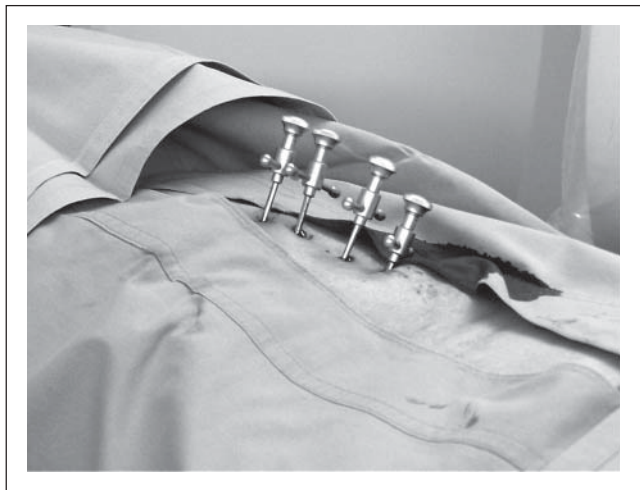


Abbildung 5: Mehretagenbehandlung von 4 frakturierten Wirbelkörpern in einer Sitzung

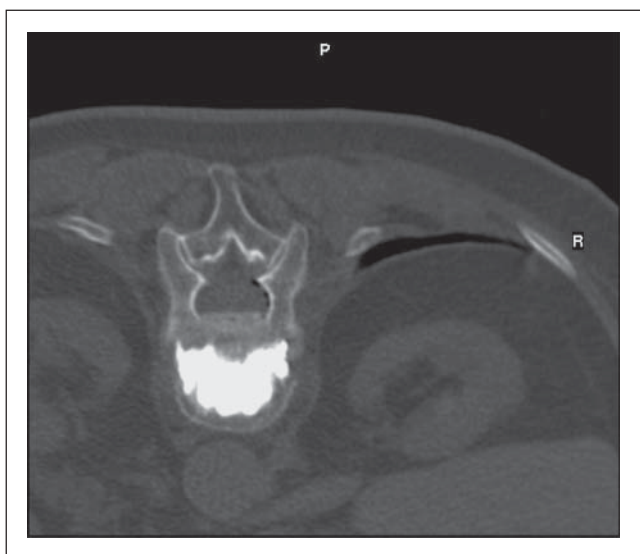


Abbildung 6: Zustand nach Vertebroplastie des 1. LWK einer 79jährigen Patientin (VAS-Score: prä 8, post 1)

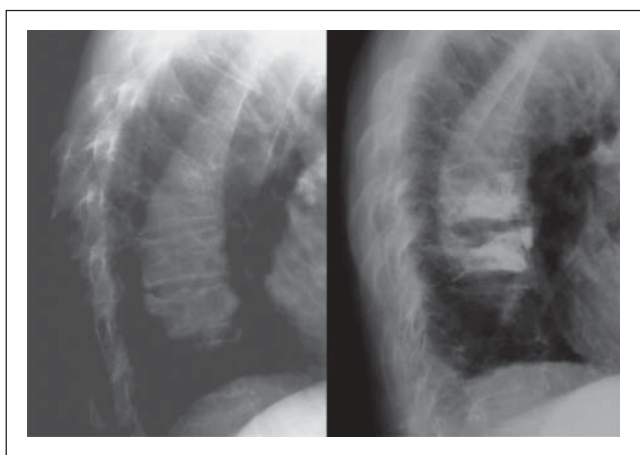


Abbildung 7: Frische Frakturen des 9. und 10. BWK vor und nach Vertebroplastie (VAS prä 8, post 0)

Tabelle 1: VAS-Score nach Scott

0	kein Schmerz	5–6	erheblich, peinigend
1–2	gering	7–8	massiv, quälend
3–4	unbehaglich	9–10	maximal, vernichtend

Um die beschriebenen Komplikationen und Unzulänglichkeiten zu verhindern bzw. zu minimieren, ist eine ideale Nadellage für die Zementapplikation notwendig, welche sich mit der dualen Führung erreichen läßt. Für die Zementinjektion erweist sich die kontinuierliche Durchleuchtung im seitlichen Strahlengang als sinnvoll. Die Opazität des Zements spielt ebenfalls eine große Rolle. Bei hypervaskularisierten Läsionen sollte präinterventionell eine Phlebographie durchgeführt werden, der Zement sollte in der visköseren Phase appliziert werden.

Im Follow-up sahen wir bei unseren Patienten keine Folgebrüche von bereits therapierten Wirbelkörpern, es kam jedoch zu „Anschlußfrakturen“ kranial und kaudal der therapierten Wirbelkörper bei 9 Patienten (5%). Die mittelfristige Beobachtung [22, 31] von Patienten mit einem Intervall von 12 Monaten post interventionem zeigte keine Schmerzzunahme im Bereich der therapierten Wirbelkörper.

## Diskussion

Die perkutane Vertebroplastie ist ein interventionelles Verfahren, das bei der Behandlung von schmerzhaften Wirbelkörperbrüchen zunehmend Anwendung findet. Primäre Indikation ist der Knochenschmerz, welcher durch osteoporotische oder tumoröse Prozesse verursacht wird. Eine seltene Indikation stellen Hämangiomwirbel dar. Die Voraussetzung für den Erfolg der Methode ist neben der radiologischen Diagnostik vor allem die klinische Untersuchung des Patienten. Die Intervention selbst sollte nach entsprechender Aufklärung des Patienten mit bester Bildgebung (CT und/oder DL) erfolgen. Durch den Einsatz von CT und DL wird der betroffene Wirbelkörper lediglich von unilateral vertebroplastiert. Durch die Vertebroplastienadel ist zur Gewebesenahme eine Knochenbiopsie in Koaxialtechnik möglich [32]. Für die Sichtbarkeit des Zementes muß ein Kontrastmittel (Tantalpulver, Barium, Wolfram) beigemischt werden, neuerdings ist das Kontrastmittel vom Hersteller bereits beigemischt. Die Menge des injizierten Zements korreliert nicht mit dem klinischen Erfolg der Methode [10].

Die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse und Erfahrungen stimmen mit denen anderer Arbeitsgruppen überein [14, 23]. Die Methode ist in der Hand des erfahrenen Interventionalisten komplikationsarm, rasch und einfach durchführbar, kostengünstig und effektiv in der Schmerzbehandlung. Wir glauben, daß bei Wirbelkörperfrakturen (osteoporotisch bzw. metastatisch) und Hämangiomwirbeln die Vertebroplastie eine für den betroffenen Patienten hilfreiche Therapiealternative darstellt und ihm eine oft langdauernde und meist mit zahlreichen Nebenwirkungen behaftete Schmerztherapie und Medikation ersparen kann.

### Literatur:

1. Silverman SL. The clinical consequences of vertebral compression fracture. *Bone* 1992; 13: 27–31.
2. Vidal J, Mimran R, Allieu Y, Jamme M, Goarlard G. Plastie de comblement par methacrylate de methyl traitement de certains tumeurs osseuses benignes. *Montpellier Chir* 1969; 15: 389–97.
3. Charnley J. Anchorage of the femoral head prosthesis to the shaft of the femur. *J Bone Joint Surg* 1960; 42: 28.
4. Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. Note preliminaire sur le traitement des angiomes vertebraux par vertebroplastie acrylic percutanee. *Neurochir* 1987; 233: 166–8.
5. Bascoulergue Y, Duquesnel J, Leclercq R. Percutaneous injection of methacrylate in the vertebral body for the treatment of various diseases (Abstract). *Radiol* 1988; 169: 372.

6. Gangi A, Kasstler BA, Diemann JL. Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy. *Am J Neuroradiol* 1994; 15: 83–6.
7. Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, McCann RM. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 2000; 25: 923–8.
8. Cortet B, Cotten A, Boutry N, et al. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: an open prospective study. *J Rheumatol* 1999; 26: 2222–8.
9. Gangi A, Diemann JL, Mortazavi R, Pflieger D, Kaff C, Roy C. CT-guided interventional procedures for pain management in the lumbosacral spine. *Radiograph* 1998; 18: 621–3.
10. Mathis JM, Petri M, Naff N. Percutaneous vertebroplasty treatment of steroid-induced osteoporotic compression fractures. *Arthritis Rheum* 1998; 41: 171–5.
11. Kaufmann TJ, Jensen ME, Schweickert PA, Marx WF, Kallmes DF. Age of fracture and clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty. *Am J Neuroradiol* 2001; 22: 1860–3.
12. Cooper C, Atkinson ES, O'Fallon WM, Melton LJ. The incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population based study in Rochester, Minnesota, 1985–1989. *J Bone Min Res* 1992; 7: 221–8.
13. Melton LJ, Kann SH, Frye MA, Wahjner HW, O'Fallon WM, Riggs BL. Epidemiology of vertebral fractures in women. *Am J Epidemiol* 1989; 129: 100–11.
14. Gangi A, Diemann JL, Guth S, Steib JP, Roy C. Computed Tomography (CT) and Fluoroscopy-guided Vertebroplasty: Results and Complications in 187 Patients. *Semin Intervent Radiol* 1999; 16: 137–42.
15. Peh WCG, Gilula LA, Peck DD. Percutaneous vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral body compression fractures. *Radiology* 2002; 223: 121–6.
16. Peh WCG, Gelbart MS, Gilula LA, Peck DD. Percutaneous vertebroplasty: Treatment of painful vertebral compression fractures with intraosseous vacuum phenomena. *AJR* 2003; 180: 1411–7.
17. O'Brien JP, Sims JT, Evans AJ. Vertebroplasty in patients with severe vertebral compression fractures: a technical report. *Am J Neuroradiol* 2000; 21: 1555–8.
18. Scott J, Huskisson EC. Graphic representation of pain. *Pain* 1976; 2: 175–84.
19. Jensen ME, Evans A, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft HJ, Dion J. Percutaneous polymethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *Am J Neuroradiol* 1997; 18: 1897–904.
20. Hierholzer J, Depriester C, Fuchs H, Venz S, Maier-Hauff K, Schulz R, Koch K. Perkutane Vertebroplastie. *Fortschr Röntgenstr* 2002; 174: 328–34.
21. Martin JB, Jean B, Sugio K, et al. Vertebroplasty: Clinical experience and follow-up results. *Bone* 1999; 25 (2S): 11S–15S.
22. Zoarski GH, Snow P, Olan WJ, Stallmeyer B, Dick BW, Hebel JR, De Deyne M. Percutaneous Vertebroplasty for Osteoporotic Compression Fractures: Quantitative Prospective Evaluation of Long-term Outcomes. *J Vasc Interv Radiol* 2002; 13: 139–48.
23. Cotton A, Boutry N, Cortet B, Assaker R, Demond X, Leblond D, Chastanet P, Duquesnoy B, Deramond H. Percutaneous Vertebroplasty: State of the Art. *Radiograph* 1998; 18: 311–20.
24. Jensen ME, Dion JE. Vertebroplasty relieves osteoporoses pain. *Diagn Imaging* 1997; 19: 68, 71–2.
25. Cotton A, Dewatre F, Cortet B, Assaker R, Leblond D, Duquesnoy B, Chastanet P, Clarisse J. Percutaneous Vertebroplasty for osteolytic metastases and Myeloma. *Radiol* 1996; 200: 525–30.
26. Weill A, Chiras J, Simon JM, Rose M, Sola-Martinez T, Enkaoua E. Spinal metastases: Indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. *Radiol* 1996; 199: 241–7.
27. Kaemmerlen P, Thiesse P, Jonas P, et al. Percutaneous injection of orthopedic cement in metastatic vertebral lesions. *N Engl J Med* 1989; 321: 121.
28. Deramond H, Darrason R, Galibert P. Percutaneous vertebroplasty with acrylic cement in the treatment of aggressive spinal angiomas. *Rachis* 1989; 1: 143–53.
29. Padovani B, Kasriel O, Brunner P, Peretti-Viton P. Pulmonary embolism caused by acrylic cement: a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *Am J Neuroradiol* 1999; 20: 375–7.
30. Deramond H, Depriester C, Toussaint P. Percutaneous Vertebroplasty. *Semin Musculoskelet Radiol* 1997; 1: 285–95.
31. Grados F, Depriester C, Cayrolle G, Hardy N, Deramond H, Fardellone P. Long-term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatol* 2000; 39: 1410–4.
32. Minart D, Vallee JN, Cormier E, Chiras J. Percutaneous coaxial transpedicular biopsy of vertebral body lesions during vertebroplasty. *Neuroradiol* 2001; 43: 409–12.

ANTWORTFAX

# JOURNAL FÜR MINERALSTOFFWECHSEL

Hiermit bestelle ich

ein Jahresabonnement  
(mindestens 4 Ausgaben) zum  
Preis von € 36,- (Stand 1.1.2011)  
(im Ausland zzgl. Versandkosten)

Name

Anschrift

Datum, Unterschrift

## Einsenden oder per Fax an:

Krause & Pachernegg GmbH, Verlag für Medizin und Wirtschaft,  
A-3003 Gablitz, Mozartgasse 10, **FAX: +43 (0) 2231 / 612 58-10**

---

**Bücher & CDs**  
**Homepage: [www.kup.at/buch\\_cd.htm](http://www.kup.at/buch_cd.htm)**

---