

Journal für
Mineralstoffwechsel

Zeitschrift für Knochen- und Gelenkerkrankungen
Orthopädie • Osteologie • Rheumatologie

**Die Radiofrequenz-Kyphoplastie -
Eine innovative Methode zur
Behandlung von osteoporotischen
Wirbelkörperkompressionsfrakturen**

Drees P, Kafchitsas K

Mattyasovszky S, Juri S

Breijawi N

*Journal für Mineralstoffwechsel &
Muskuloskelettale Erkrankungen*

2010; 17 (Sonderheft 1), 15-19

Homepage:

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

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

Member of the



Indexed in SCOPUS/EMBASE/Excerpta Medica
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

**Erschaffen Sie sich Ihre
ertragreiche grüne Oase in
Ihrem Zuhause oder in Ihrer
Praxis**

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate,
Kräuter und auch Ihr Gemüse
ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller
Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz
ohne grünen Daumen?

Dann sind Sie hier richtig



Die Radiofrequenz-Kyphoplastie – Eine innovative Methode zur Behandlung von osteoporotischen Wirbelkörperkompressionsfrakturen

P. Drees, K. Kafchitsas, S. Mattyasovszky, S. Juri, N. Breijawi

Kurzfassung: Die Anzahl osteoporotischer Wirbelkörperfrakturen nimmt stetig zu. Die Zementaugmentationen mithilfe der Vertebro- bzw. Ballonkyphoplastie sind standardisierte etablierte Verfahren. Die optimale Zementviskosität zum Zeitpunkt der Zementapplikation ist jedoch bei beiden Methoden bisher noch nicht ausreichend gelöst, d. h., der Zeitpunkt der Zementapplikation erfolgt nach subjektiver Einschätzung des Operateurs. Wird der Zement zu früh appliziert, kann es zu Zementaustritten kommen; wird der Zeitpunkt zu spät gewählt, hat dies eine unzureichende Wirbelkörperfüllung zur Folge. Die Radiofrequenz-Kyphoplastie ist ein neu entwickeltes

Augmentationsystem, das dem Operateur die Kontrolle bei der spezifischen Hohlrumschaffung, Zementplatzierung und -applikation ermöglicht. Der Zement wird hierbei per Fernbedienung mit immer gleich bleibenden Eigenschaften appliziert. Diese neue Methode wird im Folgenden vorgestellt.

Abstract: The Radio Frequency Kyphoplasty – An Innovative Method of Treating Osteoporotic Vertebral Compression Fractures. The number of osteoporotic vertebral fractures is increasing continuously. The cement augmentations using vertebroplasty or kypho-

plasty are standardized established methods. However, reaching the optimal cement viscosity at the time of cement application has not yet been sufficiently solved, but is still up to the surgeon's subjective estimation. A rather early application may lead to cement leakage while applying the cement too late may cause incomplete cement filling. The radio frequency kyphoplasty is an innovative augmentation system that allows for a controlled and defined creation of cavity and cement application. The cement is hereby applied by a remote control under continuous conditions. This method will be described as follows. **J Miner Stoffwechs 2010; 17 (Sonderheft 1): 15–9.**

■ Einleitung

Immer mehr Patienten erleiden eine osteoporotische Wirbelkörperfraktur [1, 2]. In den USA liegt die Inzidenz bei etwa 700.000 WK-Frakturen pro Jahr, wovon nur etwa 35 % der Betroffenen [1] aufgrund starker Rückenschmerzen radiologisch diagnostiziert und ärztlich behandelt werden. In Europa sieht es ähnlich aus: Wurden im Jahr 2000 noch ca. 23.000.000 symptomatische Wirbelkörperkompressionsfrakturen registriert, werden für das Jahr 2050 schon ca. 37.300.000 prognostiziert [3]. Etwa 85 % davon gehen auf osteoporotische Frakturen zurück [4]. Die betroffenen Patienten haben eine eingeschränkte Lebensqualität, da sie sich aufgrund massiver Schmerzsymptomatik weniger bewegen können. Als Folge kommt es zu einer steigenden Anzahl von Herz-Kreislauf-Erkrankungen [5–7] und einer daraus resultierenden, 23 % über dem Vergleichskollektiv liegenden Mortalitätsrate [8, 9].

Um die Rehabilitation der häufig multimorbiden Patienten, die sich einer oft frustrierten oder deutlich prolongierten konservativen Behandlung unterziehen müssen, zu beschleunigen und gleichzeitig die Wirbelkörper zu stabilisieren, hat man minimalinvasive Verfahren zur Wirbelkörperaugmentierung mittels Zement entwickelt.

■ Entwicklung der Augmentationstechniken

1987 wurde erstmals die Vertebroplastie als ein minimalinvasives Augmentationsverfahren als Alternative zum offenen operativen Vorgehen in Frankreich beschrieben [10]. Unter sehr hohem Druck wird flüssiger Polymethylmetacrylat-(PMMA-) Zement in den frakturierten Wirbelkörper injiziert und dadurch stabilisiert. Was anfangs ausschließlich zur Be-

handlung von Wirbelkörperhämangiomen genutzt wurde, fand zunehmend auch Anwendung in der Behandlung osteoporotischer Wirbelkörperfrakturen [11, 12].

Die Kombination von sehr hohem Injektionsdruck und niedrig viskösem Zement birgt jedoch die Gefahr von Extravasaten aus dem Wirbelkörper, insbesondere an Frakturspalten. Die Komplikationsrate liegt bei 20–70 % der operierten Patienten [13, 14]. Besonders gefährlich gilt dabei der Austritt des Zements nach dorsal in den Spinalkanal oder in die Segmentgefäße mit möglicher Verletzung des Myelons bzw. konsekutiver Lungenembolie [15].

Im Jahr 1998 wurde in den USA die Ballonkyphoplastie zugelassen, die eine Weiterentwicklung in der sicheren Zementapplikation und der Wiederaufrichtung des Wirbelkörpers darstellt [16, 17]. Neben der reinen Stabilisierung der Fraktur wird bei der Ballonkyphoplastie eine Aufrichtung bzw. Wiederherstellung des alten Wirbelkörperprofils angestrebt [18, 19]. Auch andere Methoden, die sich meist bipedikulär im Wirbelkörper eingebrachter Hilfsmittel wie intravertebrale Stents, Säckchen, Plättchen und Netze bedienen, beruhen auf diesem Prinzip. Hierbei werden die noch vorhandenen Spongiosastrukturen weitgehend zerstört, verdrängt und verdichtet. Der gewonnene Hohlraum soll dadurch begrenzt und somit das Abfließen des niedrig viskösen Knochenzements verhindert werden [20, 21].

Welche Folgen die verbleibenden, meist gering verzahnten Zementplomben und die ggf. anderweitig hinterlassenen Fremdkörper im Wirbelkörper langfristig haben, wurde bislang noch nicht ausreichend untersucht. Die Kompression und die damit verursachte Zerstörung verbleibender Mikroarchitektur werden jedoch von vielen Osteologen kritisiert.

Einig sind sich die Autoren hingegen über die niedrigeren risikobehafteten Zementaustritte [21–28]. Noch nicht eindeutig geklärt ist, ob die Anschlussfrakturen bei der Ballonkyphoplastie gegenüber der Vertebroplastie niedriger ausfallen [21, 25–30].

Aus der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Universitätsmedizin Mainz, Deutschland

Korrespondenzadresse: PD Dr. med. Philipp Drees, Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Universitätsmedizin Mainz, D-55131 Mainz, Langenbeckstraße 1; E-Mail: drees@uni-mainz.de

Im Jahr 2007 wurde in den USA die Radiofrequenz-Kyphoplastie zur kontrollierten Behandlung symptomatischer Wirbelkörperkompressionsfrakturen durch die FDA kommerziell zugelassen. Im Januar 2009 folgte die Zulassung in Deutschland. Dieses neue Verfahren ist die Antwort auf die Kritik der Zerstörung der Mikroarchitektur von herkömmlichen Verfahren. Grundprinzip ist hierbei die Umwandlung des PMMA-Zements *ex vivo* mittels Radiofrequenz in eine halbfeste Masse mit ultrahoher Viskosität. Der unaktivierte Zement kann bis zu 35 min mit gleichbleibenden Eigenschaften kontrolliert appliziert werden, ohne die noch vorhandene Spongiosa zu zerstören.

Über 2300 Wirbelkörperkompressionsfrakturen konnten seit Zulassung mittlerweile versorgt werden. Aufgrund des vielversprechenden Ansatzes soll das Verfahren als Ergänzung zur konventionellen Ballonkyphoplastie näher beschrieben werden.

■ Die Radiofrequenz-Kyphoplastie

Die Radiofrequenz-Kyphoplastie ist eine Weiterentwicklung der herkömmlichen, konventionellen Kyphoplastie-Techniken mittels Ballone, Stents u. ä. Bei diesem innovativen, minimalinvasiven Verfahren wird das StabiliT® Radiofrequenz-Kyphoplastie-System der Firma DFine eingesetzt. Die Radiofrequenz-Kyphoplastie kann sowohl unter Lokalanästhesie als auch unter Vollnarkose durchgeführt werden.

Wie bei den herkömmlichen Techniken erfolgt auch die Durchführung der Radiofrequenz-Kyphoplastie in Bauchlagerung des Patienten mit Kissen unter Brust und beiden Beckenkämmen. Das Abdomen sollte dabei nicht komprimiert werden, um einen venösen Rückstau und eine Behinderung der Beatmung zu vermeiden. Eine Lordosierung der Lendenwirbelsäule ist erwünscht und kann die Aufrichtung unterstützen. So wird gerade bei Frakturen im thorakolumbalen Übergang durch diese Lagerung bereits eine gewisse Aufrichtung des Wirbelkörpers erzielt [29].

Die Möglichkeit, die Strahlenbelastung sowohl für den Patienten (durch den monopedikulären Zugang) als auch vor allem für den Operateur (durch Fernsteuerung der Applikationseinheit) zu minimieren, ist bei dieser neuen Methode nicht zu vernachlässigen.

■ Indikationen

Hass et al. 2008 [20] haben in ihren Ausführungen zu den konventionellen Augmentationstechniken mögliche Indikationen sowie Kontraindikationen hinreichend dargelegt. Da diese auch für die Radiofrequenz-Kyphoplastie gelten, werden sie hier nur kurz angeführt:

1. Schmerzhaft osteoporotische Sinterungsfraktur(en) ohne adäquates Trauma
2. Schmerzhaft traumatische, nach den AO-Kriterien stabile Kompressionsfraktur(en) bei Osteoporose
3. Schmerzhaft und/oder frakturgefährdete Osteolysen mit und ohne Sinterung bei systemischen oder disseminierten malignen Tumoren (z. B. Myelom, Wirbelkörpermetastasen)
4. Adjuvante peri-/intraoperative Radiofrequenz-Kyphoplastie im Rahmen operativ stabilisierender Maßnahmen

Kontraindikationen für die Radiofrequenz-Kyphoplastie sind das Vorliegen von Gerinnungsstörungen oder Infektionen, der partielle oder komplette Verlust der Wirbelkörperhinterkante, eine Tumorausdehnung in den Epiduralraum mit Spinalkanaleinengung sowie bekannte Allergien gegenüber einer der für die Prozedur notwendigen Komponenten.

■ Die OP-Schritte

Unter Bildwandlerkontrolle wird die gewünschte Wirbelkörperhöhe markiert und auf ca. 3 bzw. 9 Uhr auf Höhe des entsprechenden Pedikels unipedikulär eine ca. 0,5–1 cm kleine Hautinzision gesetzt. Ein so genannter VertecoR® Introducer (Arbeitskanüle mit Stilet) wird unter anteroposteriorer und lateraler Durchleuchtung in das posteriore bis mittlere Drittel des Wirbelkörpers eingebracht. Das 3,6 mm dünne Zugangsinstrumentarium bildet nach dem Entfernen des Introducer-Stiletts auch gleichzeitig den späteren Arbeitskanal. Es ist sicherzustellen, dass sich das distale Ende der Arbeitskanüle im posterioren bis mittleren Drittel des Wirbelkörpers befindet. Wenn die endgültige Positionierung erfolgt ist, wird das Introducer-Stilet entfernt und die Arbeitskanüle *in situ* belassen.

Unter Durchleuchtungskontrolle wird zunächst im Wirbelkörper gezielt und kontrolliert ein kleiner Hohlraum geschaffen. Dazu wird ein gerades hohles Osteotom zum Bohren durch die Arbeitskanüle in das anteriore Drittel des Wirbelkörpers eingeführt. Das Osteotom wird zum Bohren kontrolliert vorgeschoben, mehrmals gedreht und nach Bedarf neu positioniert. Das Knochenmaterial, das wie bei konventionellen Augmentationstechniken durch die Schaffung des kleinen Hohlraums im Wirbelkörper abgetragen wurde, kann zur Biopsie verwendet werden.

Anschließend wird ein so genanntes VertecoR® MidLine-Osteotom, bei dem es sich um ein größeres Osteotom mit einem gelenkigen Schaft am distalen Ende handelt, durch die Arbeitskanüle eingeführt. Es wird dann über die Mittellinie hinaus bzw. in die für die Hohlraumschaffung vorgesehenen Bereiche des Wirbelkörpers eingebracht. Das MidLine-Osteotom ermöglicht somit ein gezieltes Anlegen kleiner Gänge im Wirbelkörper über die Mittellinie hinaus. Dadurch ist sichergestellt, dass der ultrazähe Knochenzement am gewünschten Ort kontrolliert appliziert und eine sehr gute Verzahnung mit der umliegenden Spongiosa erreicht wird. Zusätzlich wird dadurch ein Widerlager zum Aufrichten gebildet. Mittels Drehen der flexiblen MidLine-Osteotomspitze kann gezielt ein Postament geschaffen und ggf. kontrolliert vergrößert werden. Um weitere Bahnen für den Zement auf einer anderen Ebene oder in einem anderen Bereich des Wirbelkörpers zu bilden, kann man das Instrument mehrmals in die Arbeitskanüle zurückziehen, drehen, erneut einführen und die flexible Osteotomspitze in verschiedene Richtungen biegen.

Vor der eigentlichen Zementapplikation wird der so genannte MultiPlex-Controller, ein Radiofrequenz-Generator mit Hydraulikregler, eingeschaltet. Anschließend werden Aktivierungselement, Zufuhrkabel und ein besonderes Hydraulikelement an den Controller angeschlossen. Eine Zementkartusche wird nach Befüllen mit flüssigem Monomer an das Hydraulikelement angeschlossen und mit dem Aktivierungselement verbunden. Nach dem Entfernen des Introducer-Stiletts wird der arretierbare Zementapplikator am Aktivierungs-

element befestigt und so durch die Arbeitskanüle eingeführt, dass sich das Ende des Zementapplikators in dem präparierten intravertebralen Raum befindet, der im anterioren Drittel des Wirbelkörpers geschaffen wurde. Der innen mit Teflon beschichtete Zementapplikator wird dann in der Arbeitskanüle arretiert, so dass er während der Applikation des halbfesten Zements mit ultrahoher Viskosität fixiert ist und nicht mehr verrutscht. Der Knochenzement wird mittels Radiofrequenz des Aktivierungselements *ex vivo* zu einer ultrazähen (gummiartigen) Masse aktiviert. Dieser aktivierte Zement wird dann direkt durch den arretierbaren Zementapplikator in den geschaffenen Hohlraum eingebracht. Die Masse des ultrazähen Zements nimmt pro Minute um 1,3 ml zu und verteilt sich so im Wirbelkörper weiter. Dieser Prozess kann jederzeit sofort gestoppt und wieder fortgesetzt werden. Die Zementapplikation erfolgt unter Röntgenkontrolle und kann über eine Fernsteuerung jederzeit auch außerhalb der Strahlenquelle erfolgen, um so die Strahlenexposition zu verringern. Bei Bedarf, wenn z. B. mehr Zement benötigt wird oder der Zement nicht in den gewünschten Bereich eingebracht worden ist, kann man den arretierbaren Zementapplikator auch jederzeit abnehmen, bevor die Zementapplikation fortgesetzt wird.

Dies wird durch die sehr lange Verarbeitungszeit des Zements im unaktivierten Zustand von bis zu 35 min bei gleichbleibender Zementeigenschaft ermöglicht. Die extrem hohe Zementviskosität minimiert deutlich das Potenzial von Extravasaten und das Abschwemmen vereinzelter Zementteilchen (wie bei den bekannten konventionellen Verfahren mittels Ballone, Netze etc.). Damit scheint eine der wesentlichen verfahrensspezifischen Komplikationen der konventionellen Augmentationsstechniken [24] gelöst zu sein.

Die Zementinjektion wird beendet, sobald die Zementmasse zu einer angemessenen Aufrichtung des Wirbelkörpers geführt hat bzw. der Anwender die Zementfüllung für ausreichend hält. Der arretierbare Zementapplikator wird entfernt und das Stilet wieder in die Arbeitskanüle eingesetzt. Mit einer abschließenden intraoperativen Bildgebung werden Ausrichtung und Füllung überprüft. Nach der Entfernung der Arbeitskanüle werden die Inzisionen verschlossen und mit einem sterilen Pflaster versorgt.

■ Patienten und Methodik

In der orthopädischen Abteilung der Universitätsmedizin Mainz wurden von Mai bis Dezember 2009 insgesamt 33 Patienten (23 Frauen und 10 Männer) im Durchschnittsalter von 71 Jahren (48–87 Jahre) nach einer atraumatischen Wirbelkörperfraktur oder infolge eines Minimaltraumas nach konservativem Therapieversuch mittels Radiofrequenz-Kyphoplastie versorgt.

Eine MRT-Untersuchung des entsprechenden Wirbelkörperabschnitts erbrachte den Nachweis einer frischen Fraktur. Persistierten die Beschwerden unter entsprechender Analgesie bei adäquater klinischer Symptomatik für die entsprechende Fraktur, stellten wir die Indikation für eine Radiofrequenz-Kyphoplastie unter Berücksichtigung der Kontraindikationen.

Der Schmerz-Score wurde mittels visueller Analogskala (VAS 0–10) unmittelbar präoperativ und am zweiten postoperativen

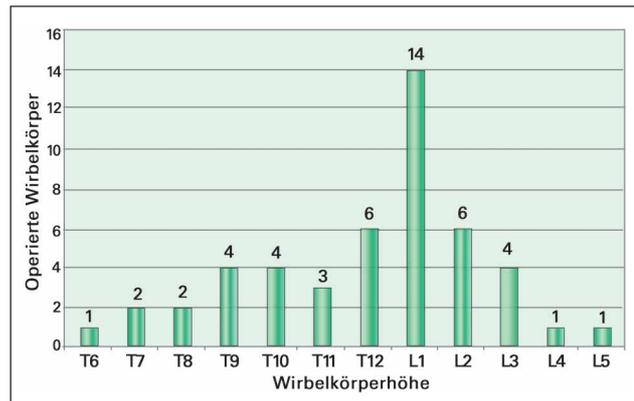


Abbildung 1: Verteilung der operierten Wirbelkörper

Tag ermittelt. Zementaustritte wurden durch die postoperativ durchgeführte Röntgendiagnostik dokumentiert und entsprechend der Beschreibung von Yeom et al. [31] eingeteilt. Hierbei werden 3 Typen unterschieden. Beim Typ B handelt es sich um Zementaustritt durch die Basisvertebralen in den Spinalkanal, Typ S bezeichnet Zementaustritt über die Segmentalvenen und Typ C durch den Frakturspalt [32]. Zusätzlich wurden die jeweiligen Operationszeiten, die im Rahmen der OP-Dokumentation erfolgten, erfasst.

■ Statistik

Die ermittelten Daten wurden mit dem SPSS-statistischen Programmpaket 16 ausgewertet. Für die Darstellung der ermittelten Werte wurden folgende statistische Maßzahlen verwendet: Anzahl (N), Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Minimum (Min) und Maximum (Max). Der Vorzeichentest als nicht-parametrischer Test für paarige Stichproben wurde zur Auswertung der Ergebnisse verwendet. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,005$ festgelegt.

■ Klinische Ergebnisse

Insgesamt wurden 48 Wirbelkörper bei 33 Patienten augmentiert. In 22 Fällen wurde ein Segment versorgt. Bei 6 Patienten wurden 2 Segmente, bei 3 Patienten 3 Segmente und bei einem Patient 4 Segmente augmentiert. Die Verteilung der Wirbelkörperhöhen ist Abbildung 1 zu entnehmen.

Die durchschnittliche Operationszeit betrug 31,7 min pro versorgtem Wirbelkörper. Unabhängig von der Anzahl der zu versorgenden Segmente betrug die OP-Zeit im Mittel 35,9 min (15–67 min). Bei einer monosegmentalen Augmentation betrug die durchschnittliche OP-Zeit 31,7 min (15–67 min). In 6 Fällen wurde eine bisegmentale Versorgung durchgeführt, hier betrug die durchschnittliche OP-Zeit 41 min (31–56 min). Bei 3 Patienten wurden 3 Segmente mit einer OP-Zeit von 50 min (24–65 min) und bei einem weiteren Patienten 4 Segmente mit einer OP-Dauer von 64 min kyphoplastiert.

Klinisch konnten 28 Patienten mit insgesamt 39 versorgten Wirbelkörpern ausgewertet werden. Der präoperativ ermittelte Schmerz-Score auf der VAS betrug 8,1 im Mittel (4–10, SD 1,5) (Abb. 2). Postoperativ konnte mit einem mittleren Score

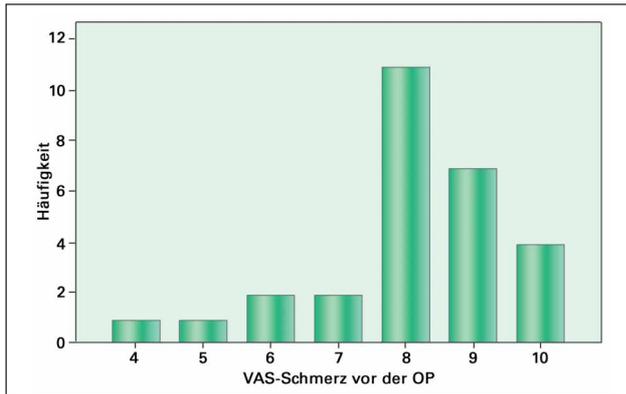


Abbildung 2: Präoperativ angegebener Schmerz, VAS 0–10. VAS = Visuelle Analogskala

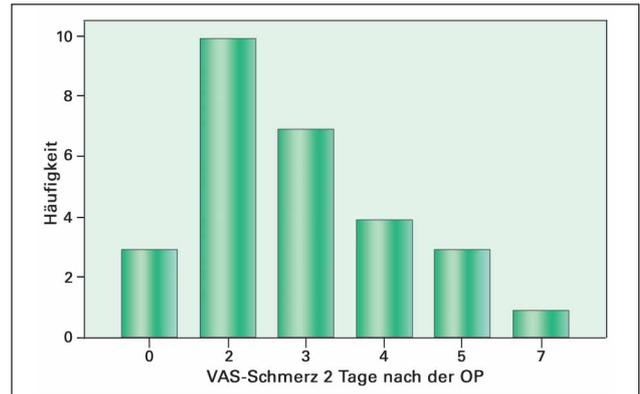


Abbildung 3: Postoperativ angegebener Schmerz, VAS 0–10. VAS = Visuelle Analogskala

von 2,8 (0–7, SD 1,6) eine signifikante Schmerzlinderung ($p < 0,005$) erreicht werden (Abb. 3).

Postoperative Komplikationen

Zementaustritte wurden bei insgesamt 13 (27,1 %) der augmentierten 48 Wirbelkörper beobachtet. Hierbei kam es in 11 Fällen zu Austritten vom Typ C und nur in 2 Fällen trat Zement über die Basisvertebrälen aus. Keiner der Zementaustritte war revisionspflichtig.

Weitere Komplikationen traten nicht auf. Eine Patientin verstarb postoperativ im Rahmen einer vorbekannten COPD, nicht im Zusammenhang mit der Intervention.

Diskussion

Die klinischen Ergebnisse nach der Radiofrequenz-Kyphoplastie mit dem StabiliT® Radiofrequenz-Kyphoplastie-System der Firma Dfine zeigen eine gute Schmerzlinderung unmittelbar postoperativ entsprechend der bekannten Ballonkyphoplastie [33–35].

Die Auswertung von 183 Studien konnte zeigen, dass durch eine Kyphoplastie eine durchschnittliche Schmerzreduktion von 7,15 auf 3,4 Punkte auf der VAS erreicht werden kann [35]. In unserer aktuellen Gruppe gaben die Patienten im Durchschnitt einen niedrigeren Score von 2,8 auf der VAS am zweiten postoperativen Tag an.

Kritisch bleibt die Anzahl der Zementaustritte zu bewerten, obwohl diese keine erneute Operation erforderten. Der große Anteil der beobachteten Leckagen war durch den Frakturspalt der Grund- und Deckplatten in den Zwischenwirbelraum entstanden. In der Literatur werden bei der Ballonkyphoplastie in 8,6–57,9 % der Fälle Zementaustritte [34, 36–38] ohne Berücksichtigung der klinischen Symptomatik oder der Revisionspflicht beschrieben. Durch die kontrollierte Zementapplikation bei der Radiofrequenz-Kyphoplastie sollen im Vergleich zur Ballonkyphoplastie weniger Zementleckagen auftreten. Mit 27,1 % in der vorliegenden Studie kann zurzeit noch nicht von der erwarteten niedrigeren Zementaustrittsrate ausgegangen werden. Allerdings verweisen die Autoren auf die kleine untersuchte Gruppe und die Lernkurve zu Beginn der Operationsmethode. So traten bei den ersten 10 Patienten

mit insgesamt 13 zu versorgenden Segmenten in 6 Fällen Zementextravasate auf.

Die Eingriffszeit kann durch den monopedikulären Zugangsweg und mithilfe des bereits vorher zubereiteten Zements deutlich verringert werden. Der lange Verarbeitungszeitraum des Zements erlaubt darüber hinaus eine problemlose Mehrsegmentversorgung. Für die Ballonkyphoplastie wird eine mittlere Eingriffszeit von 53,7 min angegeben [33]. Ohne Berücksichtigung der Lernkurve und der zu versorgenden Segmente betrug die mittlere OP-Zeit in der aktuellen Studie mit 31,7 min fast nur die Hälfte. Dies ist nicht nur für den Patienten ein Vorteil, sondern berücksichtigt auch den für die Klinik nicht unwichtigen wirtschaftlichen Aspekt.

Fazit und Ausblick

Das neue StabiliT® Radiofrequenz-Kyphoplastie-System in Kombination mit dem MidLine-Osteotom ermöglicht eine gezielt kontrollierte Applikation von ultrazähem Zement mit gleichbleibender Eigenschaft über einen Verarbeitungszeitraum von bis zu 35 min.

Zudem bietet die Radiofrequenz-Kyphoplastie neben dem primären Ziel der Frakturstabilisierung auch die Möglichkeit der Aufrichtung und somit der Wiederherstellung des ursprünglichen Wirbelprofils [32]. Zusammen führen diese beiden Faktoren ähnlich wie bei der herkömmlichen Ballonkyphoplastie zu einer signifikanten Schmerzlinderung und einer damit verbundenen Steigerung der Lebensqualität, allerdings bei vergleichsweise nahezu halbiertem Eingriffszeit.

Zur Bestätigung der hier gewonnenen Erfahrungen sind noch weitere Untersuchungen zur Radiofrequenz-Kyphoplastie notwendig. Allerdings scheint es erstmalig möglich, die vorhandene Mikroarchitektur mit kontrollierter Zementapplikation bei gleichzeitigem Potenzial zur Wirbelkörperwiederaufrichtung zu erhalten. Auch biokompatible, resorbierbare Knochenzemente werden momentan entwickelt und sollen für spezielle Indikationen in Zukunft zur Verfügung stehen.

Literatur:

1. Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, et al. Population based study of survival after osteoporotic fractures. *Am J Epidemiol* 1993; 137: 1001–5.
2. Walker-Bone K, Dennison E, Cooper C. Epidemiology of osteoporosis. *Rheum Dis Clin N Am* 2001; 27: 1–18.
3. Riggs BL, Melton LJ. Involutional osteoporosis. *New Engl J Med* 1986; 314: 1676–86.
4. EC Report on Osteoporosis in the European Community, 1998.
5. Schlaich C, Minne HW, Bruckner T, et al. Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures. *Osteoporosis Int* 1998; 8: 261–7.
6. Gold DT. The clinical impact of vertebral fractures: quality of life in women with osteoporosis. *Bone* 1996; 18: 185–9.
7. Silverman SL, Minshall ME, Shen W, Harper KD, Xie S. The relationship of health-related quality of life to prevalent and incident vertebral fractures in postmenopausal women with osteoporosis: results from the Multiple Outcomes of Raloxifene Evaluation Study. *Arthritis Rheum* 2001; 44: 2611–9.
8. Ensrud KE, Thompson DE, Cauley JA, et al. Prevalent vertebral deformities predict mortality and hospitalization in older women with lower bone mass. *J Amer Ger Soc* 2000; 48: 214–9.
9. Kado DM, Browner WS, Palermo L, et al. Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. *Arch Intern Med* 1999; 159: 1215–20.
10. Galibert P. Note préliminaire sur le traitement des angiomes vertébraux par vertébroplastie acrylique percutanée. *Neurochirurgie* 1987; 33: 166–8.
11. Deramond H, Depriester C, Galibert P. Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. *Radiol Clin North Am* 1998; 36: 533–46.
12. Garfin SR, Hansen A, Yuan HA, et al. Kyphoplasty and vertebroplasty for treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 2001; 26: 1511–5.
13. Cortet B, Cotton A, Boutry N, et al. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture. *J Rheumatol* 1999; 26: 2222–8.
14. Heini PF, Berlemann U, Kaufmann M, et al. Augmentation of mechanical properties in osteoporotic vertebral bones: a biomechanical investigation of vertebroplasty efficacy. *Eur Spine J* 2001; 10: 164–71.
15. Padovani B, Kasriel O, Brunner P, et al. Pulmonary embolism caused by acrylic cement: a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *Am J Neuroradiol* 1999; 20: 375–7.
16. Garfin SR, Hansen A, Yuan HA, et al. Kyphoplasty and vertebroplasty for treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 2001; 26: 1511–5.
17. Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, et al. Initial outcome and efficacy of kyphoplasty in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2001; 26: 1631–8.
18. Voggenreiter G. Balloon Kyphoplasty is effective in deformity correction of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2005; 30: 2806–12.
19. Shindle MK, Gardner MJ, Koob J, et al. Vertebral height restoration in osteoporotic compression fractures: kyphoplasty balloon tamp is superior to postural correction alone. *Osteoporosis Int* 2006; 17: 1815–9.
20. Haas H, Amling M, Baier M, et al. Zur Anwendung der Ballon-Kyphoplastie/Vertebroplastie. *Osteol* 2008; 17: 11–6.
21. Taylor RS, Taylor RJ, Fritzell P. Balloon kyphoplasty and vertebroplasty for vertebral compression fractures. A comparative systematic review of efficacy and safety. *Spine* 2006; 31: 2747–55.
22. Chen H, Wong CS, Ho S, et al. A lethal pulmonary embolism during percutaneous vertebroplasty. *Anesth Analg* 2002; 95: 1060–2.
23. Harrington KD. Major neurological complications following percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. *J Bone Joint Surg* 2001; 83A: 1070–3.
24. Prymka M, Pühler T, Hirt S, Ulrich HW. Extrakorporaler Zementabfluss mit Füllung des extraduralen Venenplexus bis in die V. cava nach Vertebroplastie. *Unfallchirurg* 2003; 106: 860–4.
25. Ratliff J, Nguyen T, Heiss J. Root and spinal cord compression from methylmethacrylate vertebroplasty. *Spine* 2001; 26: 300–2.
26. Pitton MB, Morgen N, Herber S, et al. Height gain of vertebral bodies and stabilization of vertebral geometry over one year after vertebroplasty of osteoporotic vertebral fractures. *Eur Radiol* 2008; 18: 608–15.
27. Pitton MB, Herber S, Bletz C, et al. CT-guided vertebroplasty in osteoporotic vertebral fractures: incidence of secondary fractures and impact of intradiscal cement leakages during follow-up. *Eur Radiol* 2008; 18: 43–50.
28. Pitton MB, Herber S, Koch U, et al. CT-guided vertebroplasty: analysis of technical results, extraosseous cement leakages, and complications in 500 procedures. *Eur Radiol* 2008; 18: 2568–78.
29. Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, Heini PF. Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. *J Bone Joint Surg* 2002; 84: 748–52.
30. Pott L, Wippermann B, Hussein S, et al. PMMA Lungenembolisierung und postinterventionelle Anschlussfrakturen nach perkutaner Vertebroplastie. *Orthopäde* 2005; 34: 698–702.
31. Yeom JS, Kim WJ, Choy WS, et al. Leakage of cement in percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures. *J Bone Joint Surg* 2003; 85: 83–9.
32. Raley T, Posern RD, Kohm AC. Comparative height restoration of three vertebral augmentation systems for treatment of vertebral compression fractures. 55th Ann. Meeting of the Orthopaedic Research Society (ORS), 2009, Las Vegas, Poster 639.
33. Schofer MD, Illian CH, Illina JB, et al. Ballonkyphoplastie frischer Wirbelkörperfrakturen bei alten Patienten. *Orthopäde* 2008; 37: 462–9.
34. Berlemann U, Franz T, Orler R, et al. Kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral fractures: a prospective non-randomized study. *Eur Spine J* 2004; 13: 496–501.
35. Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, Berlemann U. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systemic review of 69 clinical studies. *Spine* 2006; 31: 1983–2001.
36. Liebermann IH, Dudeney S, Reinhardt MK, et al. Initial outcome and efficacy of „kyphoplasty“ in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2001; 14: 1631–8.
37. Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J, Bastian L, Tillman JB, Ranstam J, Eastell R, Shabe P, Talmadge K, Boonen S. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty compared with non-surgical care for vertebral compression fracture (FREE): a randomised controlled trial. *Lancet* 2009; 373: 1016–24.
38. Weber CH, Kröt M, Hoffmann RT, Euler E, Heining S, Pfeifer KJ, Reiser M, Linsenmaier U. CT-gesteuerte Vertebro- und Kyphoplastie: Vergleichende Untersuchung zu technischem Erfolg und Komplikationen bei 101 Eingriffen. *Fortschr Röntgenstr* 2006; 178: 610–7.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)