



Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

www.elsevier.es/rot



ORIGINAL

Seguridad y eficacia de la cifoplastia en el tratamiento de la enfermedad tumoral de la columna vertebral



R. García-Maroto*, J. García-Coiradas, G. Milano, J.L. Cebrián, F. Marco y L. López-Durán

Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

Recibido el 27 de septiembre de 2014; aceptado el 2 de mayo de 2015

Disponible en Internet el 20 de junio de 2015

PALABRAS CLAVE

Cifoplastia;
Fractura vertebral;
Metástasis vertebral;
Mieloma

Resumen Las fracturas vertebrales en pacientes oncológicos generan dolor e incapacidad, con limitación funcional y disminución de la calidad de vida. El objetivo del estudio es valorar la eficacia y seguridad de la cifoplastia en este tipo de fracturas vertebrales en el momento agudo.

Material y métodos: Estudio descriptivo retrospectivo de 75 pacientes oncológicos consecutivos con 122 fracturas vertebrales agudas, que fueron tratados mediante cifoplastia percutánea bilateral con balón, con un seguimiento medio de 11 meses.

Resultados: Se produjo mejoría del dolor en el 91% de los pacientes. La mejoría media en la Escala Visual Analógica (EVA) fue de 4,28 puntos (valor preoperatorio 7,49 [DE 1,19], postoperatorio 3,21 [DE 0,95]). Antes de la intervención necesitaban opioides mayores un 53% de los pacientes (40 casos) y al mes de la cirugía solo un 12% (9 pacientes).

La calidad de vida determinada por el índice de Karnofsky mejoró de 60,2 (DE 10) a 80,7 (DE 12,1). En un 5,7% de las cifoplastias (7 casos) se encontraron fugas de cemento, todas ellas sin repercusión neurológica. Aparecieron nuevas fracturas en un 14% de las cifoplastias (11 casos). Este subgrupo presentó un empeoramiento discreto de la mejoría clínica adquirida inicialmente. No encontramos ninguna complicación neurológica ni pulmonar relacionada con la técnica quirúrgica que no estuviera justificada por la evolución de la enfermedad.

Conclusiones: La cifoplastia constituye un procedimiento eficaz y seguro para el tratamiento de las fracturas vertebrales en pacientes con cáncer.

Nivel de evidencia: Nivel IV.

© 2014 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Kyphoplasty;
Vertebral fracture;
Metastatic;
Myeloma

Safety and efficacy of kyphoplasty in the treatment of tumoral disease of the spine

Abstract Vertebral fractures in oncology patients cause significant pain and disability, with decreased quality of life. The aim of the study is to assess the efficacy and safety of kyphoplasty in this type of vertebral fracture in the acute phase.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: maroto_cot@yahoo.es, marotocot@gmail.com (R. García-Maroto).

Materials and methods: A retrospective study was conducted on 75 consecutive oncology patients with 122 acute vertebral fractures, who underwent bilateral balloon kyphoplasty, with a mean follow up of 11 months.

Results: Almost all (91%) of the patients improved their pain level. The mean improvement in the Visual Analogue Scale (VAS) was 4.28 points (preoperative value 7.49 [SD 1.19], postoperative 3.21 [SD 0.95]). Before surgery, 53% of patients needed major opioids (40 cases), and one month after surgery only 12% (9 patients) required them.

Quality of life determined by the Karnofsky index improved from 60.2 (SD 10) to 80.7 (SD 12.1). Cement leaks were found in 5.7% (7 cases), all without neurological repercussions. New fractures appeared in 11 patients. This subgroup showed a slight worsening of the initially acquired clinical improvement. No neurological or pulmonary complications related to surgical technique were found.

Conclusions: Kyphoplasty is an effective and safe for treating vertebral fractures in patients with cancer.

Level of evidence: Level IV

© 2014 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El sistema esquelético es el tercer órgano más frecuentemente afectado por las metástasis, después del pulmón y el hígado¹. Los estudios realizados en pacientes oncológicos reflejan que hasta el 70% de los pacientes con cáncer sufren metástasis vertebrales a lo largo de su enfermedad, de las que son sintomáticas alrededor del 14%²⁻⁴.

El incremento de la prevalencia de cáncer a nivel mundial y la mayor esperanza de vida de estos pacientes ha supuesto un aumento en la incidencia de metástasis óseas^{5,6}. Las metástasis vertebrales aparecen preferentemente entre los 40 y 65 años⁷, siendo su localización más frecuente la columna torácica (60 a 80%)^{8,9}. Aproximadamente el 60% de las lesiones tumorales vertebrales son secundarias a cánceres de mama, pulmón, próstata y mieloma^{10,11}. Por otro lado, la incidencia de fracturas vertebrales por compresión se estima en el 24% de los pacientes con mieloma múltiple, 14% en cáncer de mama, 6% en próstata y 8% en pulmón¹². Así, hasta el 50% de los pacientes con mieloma presentan lesiones vertebrales, sea por afectación directa sea por fracturas debidas a fragilidad^{13,14}.

El tratamiento tradicional de la fractura vertebral por compresión, basado en el reposo y disminución de la actividad, supone con frecuencia una situación clínica y mecánica desfavorable, dolor persistente y merma en la calidad de vida¹⁵. En las fracturas patológicas relacionadas con metástasis vertebrales, la radioterapia no protege del colapso progresivo, no consigue la restauración en altura, ni trata la inestabilidad asociada¹⁶. En estos casos, la cifoplastia con balón logra reducir el dolor, restaurar la altura del cuerpo vertebral y estabilizar la columna, permitiendo mejorar el nivel de actividad del paciente¹⁷⁻¹⁹.

El objetivo de nuestro estudio es describir la eficacia y seguridad de la cifoplastia en fracturas vertebrales en pacientes con cáncer en nuestra experiencia (figs. 1 y 2).

Material y métodos

Realizamos un estudio descriptivo retrospectivo en 75 pacientes consecutivos con metástasis o mieloma múltiple con afectación raquídea que presentaron 122 fracturas vertebrales agudas tratadas mediante cifoplastia entre los años 2006 y 2012 en nuestro hospital. Las fracturas en los pacientes con mieloma múltiple se asumieron como relacionadas de alguna manera con la enfermedad tumoral^{4,5}. El diagnóstico de fractura vertebral por compresión aguda se estableció por la presencia de edema óseo en RM. Se excluyeron del estudio las fracturas crónicas y las no subsidiarias de tratamiento mediante cifoplastia con balón por afectación del muro posterior o por asociar criterios de inestabilidad vertebral²⁰. La cifoplastia en los pacientes con metástasis vertebrales se indicó en las fracturas de tipo I, II y IV de la clasificación de Harrington²⁰, excluyendo las que cursaron con afectación neurológica. También en los pacientes con puntuaciones intermedias (4 a 7 puntos) de la escala de Tomita²¹. En todos los casos se realizaron preoperatoriamente radiografías simples en 2 proyecciones (anteroposterior y lateral) centradas en el nivel vertebral afectado y RM para precisar el nivel lesional de la fractura, su carácter agudo y el estado de los pedículos para el abordaje^{5,22}. La cifoplastia se realizó con el paciente en decúbito prono con anestesia local (cuando se trataban uno o 2 niveles) o general (cuando se trataban más de 2 niveles). Los niveles se abordaron por vía percutánea y acceso transpedicular bilateral. La sedestación y deambulación se autorizó en las primeras 24 h, siendo dados de alta hospitalaria en las siguientes 24-48 h. El seguimiento medio de los pacientes fue de 11 meses (3-36 meses) (tabla 1).

La eficacia de la cifoplastia se evaluó a través de la reducción de la intensidad del dolor, escalas de calidad de vida y la corrección de la altura del cuerpo vertebral. El resultado en la mejoría del dolor fue evaluado según la Escala Visual Analógica (EVA) y la disminución del empleo de opioides mayores



Figura 1 A) Primera a la izquierda: paciente con mieloma múltiple y diversas fracturas vertebrales. B) En el centro: imagen de resonancia magnética confirma el origen agudo de las fracturas (edema). C) Tercera a la derecha: cifoplastia bilateral percutánea, con un resultado radiológico satisfactorio, sin complicaciones asociadas.

tras la cirugía. La calidad de vida fue evaluada según el índice de Karnofsky. Todos los resultados clínicos mencionados fueron recogidos antes de la cirugía, al alta hospitalaria y a los 9 o 12 meses de la cirugía. La altura del cuerpo vertebral fue determinada como porcentaje del restablecimiento de dicha altura mediante estudio de radiología lateral del segmento de columna afectado, a los 9 o 12 meses de la cirugía. Utilizamos para ello la técnica descrita por la mayor parte de estudios existentes^{5,22,23}, estableciendo la relación

entre la medida preoperatoria y la postoperatoria, así como la relativa a las vértebras adyacentes.

En cuanto a la seguridad, se registraron todas las fugas de cemento, aunque no fueran asociadas a complicaciones neurológicas, la aparición de nuevas fracturas vertebrales y las complicaciones médicas acaecidas en el postoperatorio inmediato. Las fugas de cemento y la aparición de nuevas fracturas fueron valoradas por estudio de radiología convencional el primer día postoperatorio, en consultas externas

Tabla 1 Resultados de las complicaciones encontradas según el tipo de tumor primario

	N.º de pacientes	N.º de fugas de cemento	Incidencia de nuevas fracturas
Mieloma múltiple	30	3	7
Ca. mama	14	2	2
Ca. pulmón	8	1	0
Ca. colon	8	1	2
Ca. próstata	3	0	0
Otros tumores	12	0	0
Total n (%)	75 pacientes	7 casos (5,7)	11 casos (14)



Figura 2 Complicaciones en la técnica quirúrgica. Fuga anterior y fuga en el trayecto de la cánula (cola) sin repercusión neurológica.

al mes de la cirugía y posteriormente cada 3 meses, hasta completar el seguimiento.

Toda la recogida de datos la hizo un observador independiente que no realizó ninguna de las intervenciones, a partir de las historias clínicas y los protocolos quirúrgicos de cada paciente.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 15.0. Las variables cualitativas se describen con su distribución de frecuencias y las variables cuantitativas en su media y desviación estándar (DE). Para comparar las variables cualitativas y cuantitativas pre- y postoperatorias utilizamos técnicas de Anova, U de Mann-Whitney en condiciones no normales, y t de Student para muestras pareadas en condiciones normales. Una $p < 0,05$ será considerada como significativa en todos los casos.

Resultados

Entre los 75 pacientes hubo 50 mujeres (66,6%) y 25 hombres (33,3%), con una edad media de 68 años (rango 42-86). Los diagnósticos tumorales fueron los siguientes: 30 mielomas múltiples (40%), 14 cánceres de mama (18,6%), 8 de cánceres de pulmón (10,6%), 8 cánceres de colon (10,6%), 3 cánceres de próstata (4%) y los 12 restantes (16%), otros tumores sólidos.

De las 122 fracturas, el tramo de columna vertebral más frecuentemente afectado fue la región lumbar (63,1%; 77

pacientes) seguido de la región dorsal (36,9%; 45 pacientes). Al 54,6% de los pacientes se les realizó una cifoplastia a un solo nivel, al 33,3% a 2 niveles, al 8% a 3 niveles y al 3,9% a 4 o más niveles.

Se produjo mejoría del dolor en el 91% de los pacientes, con una mejoría media de 4,28 puntos al final del seguimiento, pasando de 7,49 (DE 1,19) a 3,21 (DE 0,95). Antes de la intervención necesitaban opioides mayores un 53% de los pacientes (40 casos), opioides menores un 36% (20 casos) y un 20% (15 casos) tomaban antiinflamatorios no esteroides. A los 12 meses solo necesitaban opioides mayores un 12% de los pacientes (9 casos) y un 42% (32 pacientes) no usaban analgesia o lo hacían de manera ocasional.

La calidad de vida determinada por el índice de Karnofsky pasó de 60,2 (DE 10,) a 80,7 (DE 12,1). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p = 0,03$).

Cuanto mayor fue el número de vértebras fracturadas, mayor fue el dolor y la limitación preoperatoria, y menor la mejoría tras la cifoplastia. No se observaron diferencias significativas entre los estratos.

Un total de 31 (25,4%) fracturas presentaron mejoría radiológica, con un restablecimiento de un 19,7% de la altura total esperada del cuerpo vertebral. En el resto de los casos no encontramos diferencias radiológicas objetivables. Estos hallazgos no alcanzaron significación estadística ($p = 0,07$).

No hubo ninguna complicación neurológica ni pulmonar relacionada con la técnica. En 7 fracturas (5,7%) hubo fugas de cemento y ninguna de ellas tuvo repercusión neurológica.

En 5 ocasiones la fuga fue al disco adyacente y 2 fueron anteriores. Tres ocurrieron en pacientes con mieloma múltiple y 4 en pacientes metastásicos. En relación con la enfermedad de base, un paciente falleció a los 3 meses del seguimiento, y 6 entre los 6 y los 9 meses. Al cabo de los 9-12 meses de la cifoplastia, 11 pacientes presentaron nuevas fracturas, 7 en el contexto de un mieloma múltiple con un empeoramiento discreto de la mejoría clínica inicial.

Discusión

La cifoplastia percutánea con balón es hoy en día una técnica estandarizada en el tratamiento de fracturas vertebrales osteoporóticas y agudas. Bouza et al.²⁴ reflejan esta tendencia creciente en Europa, con resultados de eficacia y seguridad que justifican su uso. La revisión sistemática de Robinson y Olerud²⁵ concluye que no se pueden considerar patrón oro en el tratamiento de fracturas osteoporóticas vertebrales ni la cifoplastia ni la vertebroplastia, ya que, pese a ofrecer mejorías iniciales, a la larga los resultados clínicos se acercan a aquellas fracturas tratadas de manera no quirúrgica. Svedbom et al.²⁶ demostraron que, pese a que el tratamiento conservador es más coste efectivo y más seguro, en pacientes hospitalizados con fracturas agudas está indicado el tratamiento percutáneo por la mejoría sintomática que aporta y la disminución en tiempo de hospitalización.

Sin embargo, son menos los estudios que se centran en las fracturas vertebrales agudas en pacientes oncológicos, sean metastásicas o relacionadas con el mieloma múltiple. Incluimos estas ya que, además de las lesiones vertebrales directamente relacionadas con el mieloma, pueden aparecer fracturas vertebrales por la osteopenia que produce²³.

En nuestro estudio encontramos que el tratamiento con cifoplastia en las fracturas vertebrales en pacientes oncológicos constituye un procedimiento eficaz y seguro. Todas eran fracturas agudas, diagnosticadas por RM y en pacientes hospitalizados^{23,26}.

Se trata de una serie de casos con un número considerable de pacientes, intervenidos por un mismo cirujano, pero con limitaciones metodológicas (diseño retrospectivo, ausencia de grupo control) que nos llevan a ser cautos a la hora de plantear conclusiones.

Los pacientes presentan una *reducción de la intensidad del dolor* con disminución en el consumo de analgésicos mayores y mejora en la EVA (reducción de 4,28 puntos). Hay una *mejoría en la calidad de vida* valorada por el índice de Karnofsky que pasa de 60,2 a 80,7 ($p < 0,05$). Pflugmacher et al.²⁷ llegaron a resultados similares, aunque utilizaron cuestionarios rápidos para calidad de vida. Berenson et al.¹⁹ publicaron un estudio retrospectivo con grupo control, donde comparaban los beneficios de la cifoplastia frente al tratamiento no quirúrgico de estas fracturas, y concluyeron que los primeros experimentan una mejoría significativa en la calidad de vida.

La reducción del dolor se mantiene a lo largo del seguimiento, como coinciden otros autores²⁷⁻²⁹. La aparición de nuevas fracturas vertebrales provocó un empeoramiento de la calidad de vida conseguida tras la cirugía, pero en todos los casos continuó siendo mejor que la inicial. El riesgo de nueva fractura es mayor en pacientes con mieloma múltiple, por la fisiopatología de la enfermedad²³.

El grado de *restablecimiento de la altura del cuerpo vertebral* es poco relevante (excepto casos aislados), tanto en número (25,4% de las vértebras tratadas), como en altura (19,7%). Teóricamente, una restitución anatómica nos permitiría recuperar unas condiciones biomecánicas favorables, aunque con frecuencia solo se consiguen unos pocos milímetros²⁷⁻²⁹. Esta mejoría no se mantiene en el tiempo y presenta una gran variabilidad interobservador⁵. Existen múltiples estudios sobre las cifoplastias en fracturas osteoporóticas en los que se ha demostrado que se restablece la altura del cuerpo vertebral³⁰, pero no existen en relación con fracturas vertebrales por compresión en pacientes oncológicos, en los que cabe esperar una mejoría clínica similar o superior, con una restitución menor por la propia etiopatología. Berenson et al.¹⁹ obtuvieron mejoras en el restablecimiento de la altura vertebral en pacientes con cáncer, valorada al mes de la cirugía. Esta mejoría fue significativa en la columna torácica y en la charnela dorso-lumbar y no significativa a nivel lumbar. En nuestro estudio, no conseguimos niveles de significación a ningún nivel vertebral.

La escasa *tasa de complicaciones médicas*, neurológicas o pulmonares reflejan que la cifoplastia es un procedimiento seguro. No encontramos complicaciones médicas que estuvieran directamente relacionadas con la técnica. Wardlaw et al.³¹ publicaron una tasa de complicaciones médicas en pacientes no operados muy similar a la de los pacientes intervenidos. La revisión de Robinson y Olerud²⁵, en fracturas osteoporóticas, expone más complicaciones en los pacientes tratados mediante tratamiento conservador, debido a un mayor tiempo de encamamiento.

Hubo 7 casos (5,7%) de *fugas de cemento*, y ninguna fue sintomática. En 2 estudios de 2007 y 2008, Pflugmacher et al. publicaron datos similares en el tratamiento de fracturas metastásicas²⁷ y en el de fracturas relacionadas con mieloma múltiple²⁹. La correcta selección preoperatoria de los pacientes, que tienen que cumplir criterios de estabilidad y de integridad del muro posterior, es indispensable para minimizar estas complicaciones, así como la precaución a la hora de introducir volúmenes de cemento superiores a 5 ml⁵. Dados los buenos resultados clínicos de reducción del dolor y mejoría de la calidad de vida, no parece justificado intentar correcciones más ambiciosas.

La aparición de nuevas fracturas provoca un empeoramiento clínico. Los pacientes con mieloma múltiple presentaron una mayor incidencia de nuevas fracturas (23%). Estos datos muestran que la incidencia de *aparición de nuevas fracturas* tras realizarse la cifoplastia no es mayor que la incidencia de aparición de nuevas fracturas de forma espontánea (entre 19 y 24%)³². Berenson et al.¹⁹ y Wardlaw et al.³¹ publican una incidencia de nuevas fracturas similar en ambos grupos.

Las fracturas vertebrales en pacientes oncológicos están muy presentes en la práctica clínica. Los tratamientos basados en analgésicos mayores, quimioterapia, radioterapia u ortesis no siempre son efectivos^{1,6,9,10}. Existen ensayos clínicos^{25,29} que objetivan tasas de complicaciones similares en cualquier rama terapéutica. Estos mismos estudios expresan una mejoría rápida del dolor y la capacidad para bipedestarse, si bien a lo largo del tiempo los datos tienden a igualarse. En pacientes con enfermedades tumorales este tiempo corre en su contra, comprometiendo su pronóstico de vida. Sumado a ello, existen estudios de coste

efectividad que abogan por el tratamiento de las fracturas agudas en pacientes hospitalizados²⁶.

Por todo lo anteriormente expuesto, concluimos que la cifoplastia con balón constituye una técnica eficaz para reducir el dolor asociado a las fracturas vertebrales en el paciente oncológico, permite una reducción en el consumo de fármacos y una pronta recuperación de su calidad de vida previa. Además, se trata de una técnica segura, con una incidencia de complicaciones médicas similar al manejo ortopédico no quirúrgico de estas fracturas.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Witham TF, Khavkin YA, Gallia GL, Wolinsky JP, Gokaslan ZL. Surgery insight: Current management of epidural spinal cord compression from metastatic spine disease. *Nat Clin Pract Neurol.* 2006;2:87-94.
- Ono K, Galasko CS. Skeletal metastases. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;312:2-3.
- Perrin RG. Metastatic tumors of the axial spine. *Curr Opin Oncol.* 1992;4:525-32.
- Posner JB. Spinal metastases. En: Posner JB, editor. *Neurologic Complications of cancer.* Philadelphia, PA: FA Davis Co; 1995. p. 111-42.
- Papanastassiou ID, Eleraky M, Murtagh R, Kokkalis ZT, Gerochristou M, Vronis FD. Comparison of unilateral versus bilateral kyphoplasty in multiple myeloma patients and the importance of preoperative planning. *Asian Spine J.* 2014;8:244-52.
- Loblaw DA, Perry J, Chambers A, Laperriere NJ. Systematic review of the diagnosis and management of malignant extradural spinal cord compression: The Cancer Care Ontario Practice Guidelines Initiative's Neuro-Oncology Disease Site Group. *J Clin Oncol.* 2005;23:2028-37.
- Perrin RG, Laxton AW. Metastatic spine disease: Epidemiology, pathophysiology, and evaluation of patients. *Neurosurg Clin N Am.* 2004;15:365-73.
- Cai B, Nickman NA, Gaffney DK. The role of palliative external beam radiation therapy in bony metastases pain management. *J Pain Palliat Care Pharmacother.* 2013;27:28-34.
- Lewandowski KU, Bell GR, McLain RF. Cancer of the spine: How big is the problem? En: McLain RF, editor. *Cancer in the Spine: Comprehensive Care.* Totowa, NJ: Humana Press; 2006. p. 1-5.
- McLain RF, Weintein JN. Tumors of the spine. *Semin Spine Surg.* 1990;2:157-80.
- Coleman RE. Clinical features of metastatic bone disease and risk of skeletal morbidity. *Clin Cancer Res.* 2006;12:6243-9.
- Saad F, Lipton A, Cook R, Chen YM, Smith M, Coleman R. Pathologic fractures correlate with reduced survival in patients with malignant bone disease. *Cancer.* 2007;110:1860-7.
- Coleman RE. Skeletal complications of malignancy. *Cancer.* 1997;80:1588-94.
- Rose PS, Laufer I, Boland PJ, Hanover A, Bilsky MH, Yamada J, et al. Risk of fracture after single fraction image-guided intensity-modulated radiation therapy to spinal metastases. *J Clin Oncol.* 2009;27:5075-9.
- De Lamo-Rovira J, Cebrián-Parra JL, Francés A, Marco-Martínez F, León-Serrano C, López-Durán L. Treatment of vertebral fractures by kyphoplasty. *Rev Ortop Traumatol.* 2008;52:15-20.
- Halpin RJ, Bendok BR, Liu JC. Minimally invasive treatments for spinal metastases vertebroplasty, kyphoplasty, and radio-frequency ablation. *J Support Oncol.* 2004;2:339-51.
- Bouza C, López T, Magro A, Navalpotro L, Amate JM. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty in the treatment of vertebral compression fractures: A systematic review. *Eur Spine J.* 2006;15:1050-67.
- Taylor RS, Fritzell P, Taylor RJ. Balloon kyphoplasty in the management of vertebral compression fractures: An updated systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2007;16:1085-100.
- Berenson J, Pflugmacher R, Jarzem P, Zonder J, Schechtman K, Tillman JB, et al. Balloon kyphoplasty versus non-surgical fracture management for treatment of painful vertebral body compression fractures in patients with cancer: A multicentre, randomised controlled trial. *Lancet Oncol.* 2011;12:225-35.
- Harrington KD. Metastatic disease of the spine. *J Bone Joint Surg.* 1986;68A:1110-5.
- Tomita K, Kawahara N, Kobayashi T, Yoshida A, Murakami H, Akamaru T. Surgical strategy for spinal metastases. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26:298-306.
- Robinson Y, Heyde CE, Först P, Olerud C. Kyphoplasty in osteoporotic vertebral compression fractures - Guidelines and technical considerations. *J Orthop Surg Res.* 2011;6:43.
- Tosi P. Diagnosis and treatment of bone disease in multiple myeloma: Spotlight on spinal involvement. *Scientifica (Cairo).* 2013;104546.
- Bouza C, López-Cuadrado T, Almendro N, Amate JM. Safety of balloon kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures in Europe: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Spine J.* 2015;24:715-23.
- Robinson Y, Olerud C. Vertebroplasty and kyphoplasty-a systematic review of cement augmentation techniques for osteoporotic vertebral compression fractures compared to standard medical therapy. *Maturitas.* 2012;72:42-9.
- Svedbom A, Alvares L, Cooper C, Marsh D, Ström O. Balloon kyphoplasty compared to vertebroplasty and nonsurgical management in patients hospitalised with acute osteoporotic vertebral compression fracture: A UK cost-effectiveness analysis. *Osteoporos Int.* 2013;24:355-67.
- Pflugmacher R, Taylor R, Agarwal A, Melcher I, Dish A, Haas NP, et al. Balloon kyphoplasty in the treatment of metastatic disease of the spine: A 2-year prospective evaluation. *Eur Spine J.* 2008;17:1042-8.
- Kose KC, Cebesoy O, Akan B, Altinel I, Dincer D, Yazar T. Functional results of vertebral augmentation techniques in pathological vertebral fractures of myelomatous patients. *J Natl Med Assoc.* 2006;98:1654-8.
- Pflugmacher R, Schulz A, Schroeder RJ, Schaser KD, Klostermann CK, Melcher A prospective two-year follow-up of thoracic and lumbar osteolytic vertebral fractures caused by multiple myeloma treated with balloon kyphoplasty. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2007;145:39-47.

30. Voggenreiter G. Balloon kyphoplasty is effective in deformity correction of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine*. 2005;30:2806–12.
31. Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J, Bastian L, Tillman JB, Ranstam J, et al. 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.
32. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA*. 2001;285:320–3.