

# VERTEBROPLASTIA PERCUTÁNEA

## Experiencia preliminar en cadáveres

Juan Carlos Lara Prieto MD\*, Roy Riascos Castañeda MD\*, John Jairo Hernández Castro MD\*\*, Leonidas Borrero Borrero MD\*\*

### Introducción

La vertebroplastia es un procedimiento radiológico de reciente introducción; consiste en la inyección percutánea de un biomaterial, por lo regular polimetilmetacrilato o cemento óseo, dentro de una lesión de un cuerpo vertebral. Las principales indicaciones son el colapso vertebral por osteoporosis, metástasis osteolíticas, mieloma con dolor debilitante que no cede a pesar del adecuado tratamiento médico, y hemangioma amplio y doloroso.

Esta técnica reduce o alivia por completo el dolor, y permite una mejor recuperación, favoreciendo el fortalecimiento óseo de los cuerpos vertebrales fracturados.

La introducción del biomaterial en hueso se inició en 1970 con Charley (Estados Unidos) en pacientes con fractura de cadera. En 1984, Deramond (Francia) lo implementó en lesiones de la segunda vértebra cervical; en 1988, Duquesne lo utilizó en fracturas por compresión y Dion 1993, (Estados Unidos), estandarizó la técnica para pacientes con fracturas de cuerpos vertebrales por compresión y dolor asociado. El procedimiento se realiza mediante guía fluoroscópica y tomografía axial computarizada (TAC), que permitan la adecuada localización y visualización de la inyección. Sin embargo, en Colombia aún no se ha implementado.

Debido a la elevada incidencia de osteoporosis, que en países como Estados Unidos alcanza la cifra de 500.000 nuevos casos anuales (afecta a 15% de las mujeres y 5,4% de los hombres mayores de 50 años), el Servicio de Neurorradiología, la Clínica del Dolor

del Hospital de San José y el Departamento de Morfología Humana de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, plantearon la necesidad de contar con experiencia preliminar en cadáveres que permitiera estandarizar la técnica de vertebroplastia percutánea, con el propósito de tratar en el futuro a los pacientes con dolor crónico secundario a fracturas por compresión.

Con el objeto de evaluar la extensión y localización del colapso vertebral y de los procesos líticos, se realizan radiografía y tomografía computarizada en los días anteriores al procedimiento, las cuales también permiten visualizar los pedículos, establecer el grado de compromiso de los mismos y la presencia de destrucción cortical o fractura. Igualmente es posible evaluar si hay estenosis foraminal o epidural causada por extensión del tumor o por retropulsión de fragmentos óseos

En nuestro caso, la vertebroplastia demostró ser útil en fracturas vertebrales con colapso y disminución de la altura original de la misma del 23% (rango 4,5%-33%), en niveles comprometidos que van desde T5 a L5 y modelos de fractura como acuñaamiento, fractura plana y en forma de H, casos en los cuales se obtienen resultados satisfactorios en el 90%.

El escape de polimetilmetacrilato durante la práctica del procedimiento puede causar compresión de estructuras adyacentes y necesitar descompresión quirúrgica de urgencia, razón por la cual se debe realizar en un centro especializado.

Según la información seleccionada, el alivio del dolor es del 90% y el tiempo de regreso completo a actividades cotidianas reportadas es de seis meses en el 90% de los casos, con deambulacion entre las primeras 24 a 48 horas y mejores resultados en osteoporosis que en otras enfermedades.

\* Residentes IV año de Radiología

\*\* Instructores Neurorradiología

Hospital de San José, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Departamento de Radiología e Imágenes Diagnósticas, Departamento de Morfología Humana



La decisión de realizar la vertebroplastia debe ser hecha por un grupo multidisciplinario, pues es necesario escoger entre este procedimiento y cirugía, radioterapia, tratamiento médico o la combinación de varios, dependiendo de diversos factores

El presente trabajo busca:

- Estandarizar la técnica de la vertebroplastia percutánea y adquirir la destreza en cadáveres para su posterior realización en pacientes con dolor lumbar severo por colapso vertebral asociado a osteoporosis, tumores metastásicos líticos, mieloma y tumores benignos y sintomáticos de columna.
- Seleccionar la ayuda diagnóstica idónea para guiar el procedimiento: radiología/fluoroscopia *versus* TAC, y utilidad de cada una.
- Lograr un adecuado manejo del metilmetacrilato.
- Calcular la relación polímero-isómero óptima y determinar el tiempo de polimerización.
- A través de la aplicación de los resultados, mejorar en un futuro la calidad de vida de pacientes con dolor crónico, y disminuir los costos en estancia hospitalaria, cirugía, anestesia, analgésicos, antibióticos y rehabilitación.
- Dar a conocer el nuevo método al personal médico.
- Evaluar y enumerar las posibles complicaciones para así mejorar la técnica, incrementar la habilidad y lograr un manejo adecuado del instrumental de vertebroplastia.
- Publicar los resultados para darlos a conocer a la comunidad médica y su aplicación en pacientes con dolor lumbar crónico.

## Indicaciones

La principal indicación de la vertebroplastia es el dolor crónico o incapacitante secundario a fracturas por compresión causadas por osteoporosis, que no comprometen más de un tercio de la altura del cuerpo vertebral original, que generan dolor y el cual no cede a pesar del adecuado tratamiento farmacológico con

bifosfonatos, calcitonina, estrógenos, analgésicos, reposo, medidas físicas y soportes externos.

Otras indicaciones son el colapso vertebral en pacientes con dolor secundario a metástasis osteolíticas y en casos de mieloma; se usa en conjunto con radioterapia para lograr una adecuada estabilidad espinal. También se aconseja en hemangiomas vertebrales; estas lesiones benignas, por lo regular asintomáticas, a menudo son un hallazgo incidental, y rara vez se presentan como un hemangioma amplio o doloroso, casos en los cuales también se han obtenido buenos resultados clínicos. Otras indicaciones reportadas son el tratamiento de pacientes con granuloma eosinófilo y en linfoma vertebral con inestabilidad y dolor.

La decisión para realizar esta técnica es tomada por un grupo multidisciplinario (clínica del dolor) conformado por algesiólogo, cirujano de columna, neurocirujano, oncólogo, anesthesiólogo y neurorradiólogo, los cuales deben escoger entre vertebroplastia, cirugía, radioterapia, tratamiento médico o una combinación de varios de estos.

Otros factores que influyen en la elección del método son la extensión local o general de la lesión, el nivel de la columna comprometida, la condición neurológica del paciente, su estado de salud y expectativa de vida, y el umbral de dolor de cada paciente.

## Efectos secundarios y complicaciones

En las horas siguientes a la inyección se presentan dolor y fiebre, generados por el proceso inflamatorio originado por la reacción exotérmica del polimetilmetacrilato en su proceso de polimerización. Sin embargo, cuando se usa cemento óseo no ocurre esta reacción.

El escape del polimetilmetacrilato al espacio epidural o foraminal es la principal complicación, riesgo que se incrementa cuando hay fractura o destrucción cortical. También se ha reportado paso al sistema venoso (tromboembolismo pulmonar y compresión medular), infiltración discal, síntomas neurológicos transitorios y daño de la raíz nerviosa y de la médula espinal, fractura de la lámina y del pedículo, diseminación del cemento



por vía intravascular, compresión medular radicular, extravasación prevertebral, neuropatía, extravasación de aguja, dolor transitorio y fracturas costales.

## Contraindicaciones

La vertebroplastia está contraindicada en personas con alteraciones de la coagulación, debido al gran diámetro de las agujas usadas para la inyección. Son contraindicaciones relativas la destrucción vertebral extensa y el colapso significativo (vértebra reducida en más de un tercio de su altura original).

Los síntomas neurológicos por compresión pueden aparecer ante el escape de metilmetacrilato a estructuras adyacentes durante el procedimiento, y requiere descompresión quirúrgica de urgencia, razón por la cual la vertebroplastia debe realizarse en un centro de complejidad alta con apoyo de un equipo multidisciplinario.

## Materiales

Para esta experiencia preliminar se emplearon vértebras lumbares aisladas, seis cadáveres (tres hombres y tres mujeres con edades comprendidas entre 56 y 80 años del Departamento de Morfología de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud), cámara de fluoroscopia con sustracción digital, TAC CT MAX (General Electric), juego de agujas para vertebroplastia, de calibre 10 a 15, metacrilato de metilo, polímero, medio de contraste no iónico, jeringas de 10 ml y sulfato de bario (**Figura 1**).



**Figura 1.** Materiales empleados en la vertebroplastia (experiencia preliminar).

## Técnica

En un principio, la vertebroplastia se realizó por aproximación bipedicular; sin embargo, nosotros preferimos la vía unipedicular, pues estudios de otros autores que comparaban las dos técnicas demostraron que la aproximación unilateral permite un adecuado llenado de las dos mitades de las vértebras, sin diferencia estadística significativa en cuanto a los resultados clínicos, disminuyendo de manera importante el riesgo del procedimiento, ya que solo se realiza una punción.

La vía transpedicular disminuye el riesgo de salida del metacrilato en los tejidos paravertebrales. El abordaje posterolateral, aunque es ideal en la columna lumbar, es más difícil en la torácica y tiene un elevado riesgo de neumotórax.

El procedimiento se realiza mediante guía fluoroscópica, TAC para evaluar las características de las lesiones vertebrales. Las agujas (calibre 10 a 15) se usan con base en el nivel de la columna. La posición del cadáver es decúbito ventral. Es importante la adecuada calibración del equipo de fluoroscopia.

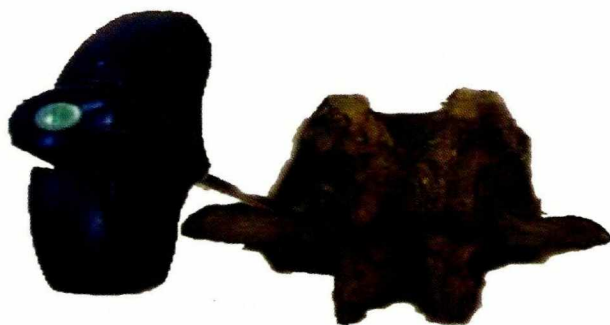
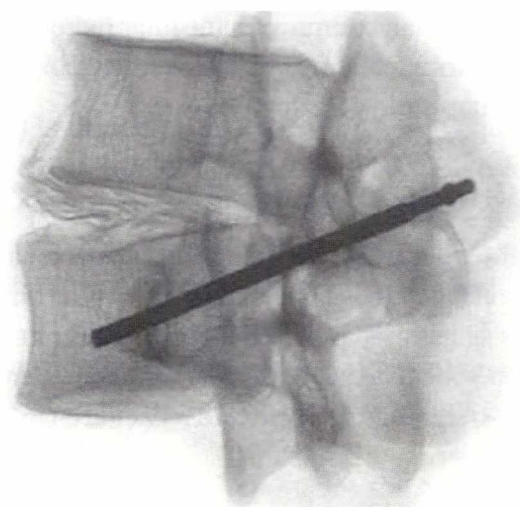
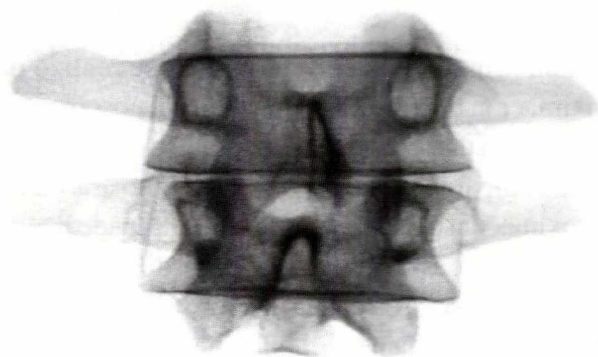
La aproximación elegida fue la transpedicular unilateral; se procedió a identificar el nivel adecuado y fue posible observar la apariencia oval del pedículo, tras lo cual se localizaron los cuadrantes superior y lateral (**Figura 2**).

Se continuó con la marcación e incisión de la piel. Mediante una aguja de vertebroplastia (calibre 11) se avanzó por vista oblicua con fluoroscopia hasta hacer contacto con el pedículo y luego avanzar hasta la unión del tercio medio y anterior del cuerpo vertebral (**Figura 3**).

Preparación de la mezcla de cemento:

- 8 cc de polimetilmetacrilato.
- 13 cc de polímero.
- 6 g de sulfato de bario estéril o medio de contraste no iónico

La mezcla y la viscosidad depende de la cantidad de material radiopaco, así como de la temperatura y cantidad del solvente. Se prefiere la inyección de polímero



**Figura 2.** Aproximación transpedicular unilateral.

de consistencia pastosa, para evitar su extensión a estructuras adyacentes o vasculares.

En cuanto a la mezcla de monómero y polímero, se realiza una inyección inicial de 1 cc para comprobación; luego se hace la inyección completa dirigida hasta visualizar el tercio posterior del cuerpo vertebral (**Figura 4**).

La literatura señala una media de volumen de biomaterial inyectado de 6,0 ml (rango 1,5-12,5 ml) y el retiro de la aguja con polimerización- fijación del 90% en una hora. Es necesario el control radiológico después del procedimiento.

## Métodos

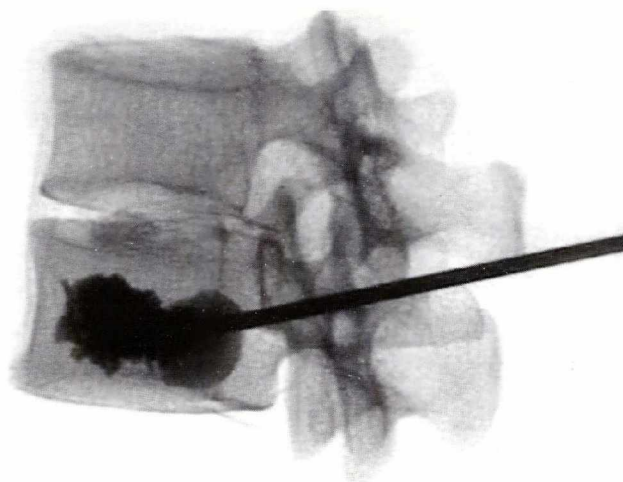
### Con anterioridad al procedimiento

El periodo preprocedimiento comprende el estudio imagiológico y la preparación del cadáver para la vertebroplastia (elección y traslado del cadáver), el es-

**Figura 3.** Localización de la aguja (vista radiológica lateral).

tudio imagiológico previo (TAC-fluoroscopia), preparación del equipo de vertebroplastia (materiales y accesorios necesarios para el procedimiento, protección de los equipos con plásticos y sábanas) y por último colocar el cadáver en la mesa de fluoroscopia.

La TAC preliminar permite obtener una vista preliminar e identificar los niveles que se van a inyectar, determinar la extensión del colapso vertebral, localizar el proceso lítico y su extensión, valorar el grado de compromiso de los pedículos, la presencia de destrucción cortical o fracturas (especialmente de la pared posterior), la evidencia de estenosis epidural o foraminal y establecer la vía de acceso.



**Figura 4.** Inyección del biomaterial en el cuerpo vertebral.



Estas actividades las realiza el residente y las supervisa el instructor de radiología de la institución.

### Método del procedimiento

Es el periodo que comprende la ejecución de la vertebroplastia, lo más aproximado a como se realizaría *in vivo*. Se efectuó en dos fases: la primera en doce vértebras lumbares aisladas y la segunda en seis cadáveres (Figuras 5 y 6).



Figura 5. Ubicación de la aguja en la vértebra aislada.



Figura 6. Ubicación de la aguja en el cadáver.

**Primera fase:** con el propósito de adquirir práctica y estandarizar la técnica con inyección de 10 ml de polimetilmetacrilato en promedio, se utilizaron doce vértebras lumbares aisladas en las cuales se realizaron 24 punciones transpediculares. Se presentaron dos fractu-

ras de los pedículos y paso al canal medular de la aguja (Figuras 7 a 11).



Figura 7. Vértebras aisladas.

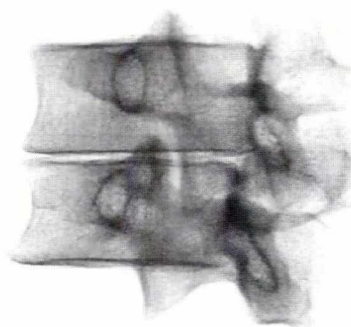


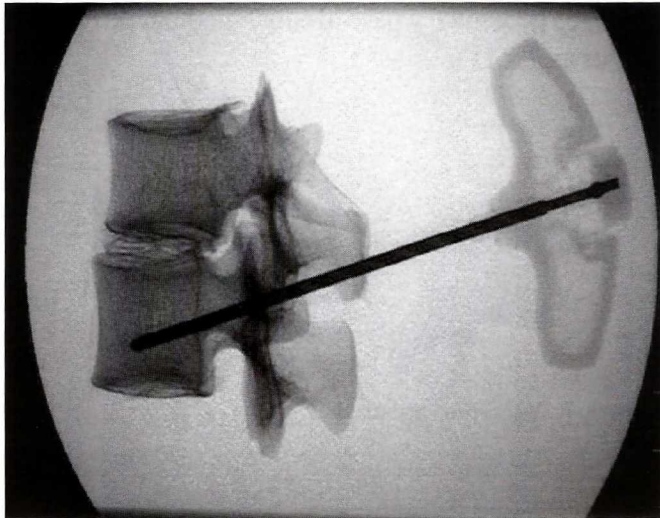
Figura 8. Visualización de pedículos y ubicación de aguja (vista radiológica).



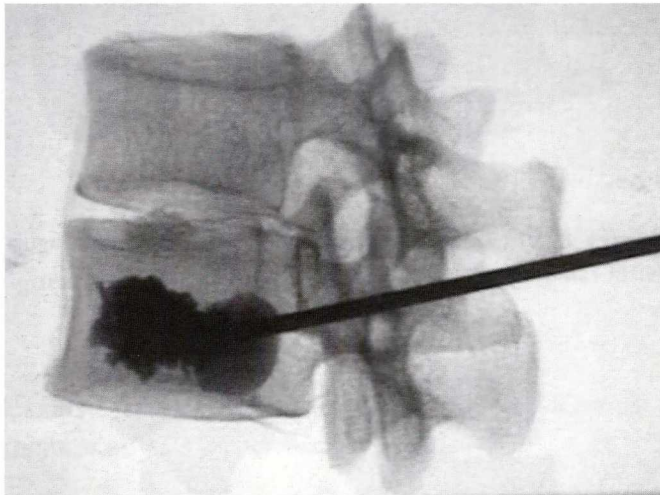
Figura 9. Vértebra aislada y aguja ubicada en pedículo.

**Segunda fase:** realizada en seis cadáveres, de personas con edades comprendidas entre 56 y 80 años. Con el objetivo de estandarizar la técnica, se hicieron 24 vertebroplastias guiadas por TAC en dos o tres elementos vertebrales. Los procedimientos fueron llevados a cabo en el Servicio de Radiología del Hospital de San José de Bogotá en los meses de marzo a junio del año 2002, en horario nocturno y festivo, para no afectar su funcionamiento. Las condiciones físicas semejaban las observadas en el paciente *in vivo* (Figuras 12 a 14).





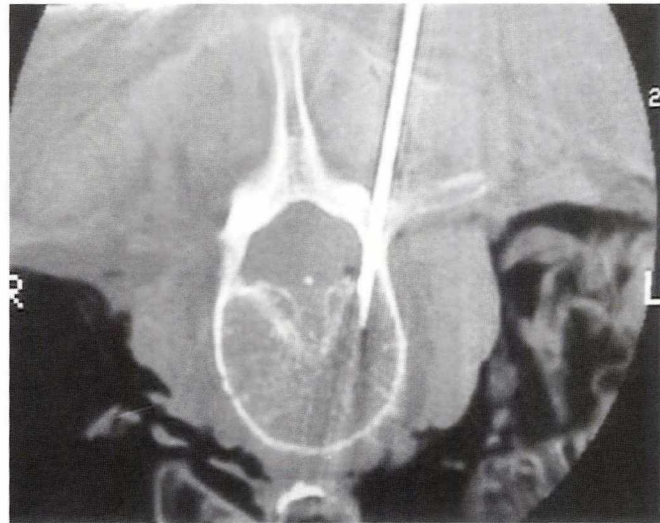
**Figura 10.** Vértebras aisladas y aguja ubicada en pedículo (vista radiológica).



**Figura 11.** Inyección del biomaterial en vértebras aisladas (vista radiológica).



**Figura 12.** Cadáver en cámara de sustracción digital.



**Figura 13.** Vertebroplastia con TAC (fluoroscopia).

### Metodología postprocedimiento

Comprende el periodo entre la terminación de la vertebroplastia y la publicación de los resultados. Incluye el traslado del cadáver al anfiteatro, la comparación de la experiencia con los reportes informados por otros autores y la publicación de los resultados.

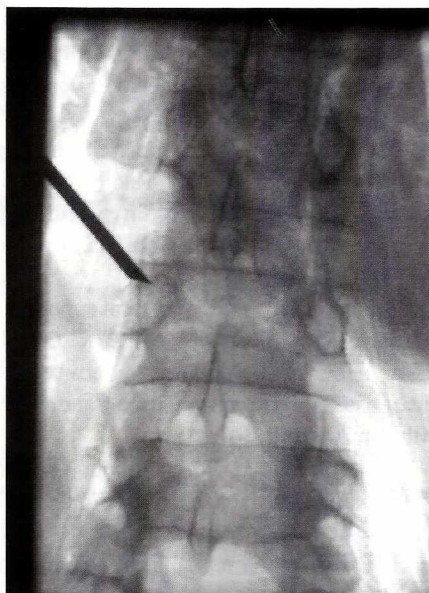
### Resultados

Los objetivos de la experiencia preliminar comprendían estandarizar la técnica y adquirir destreza, así como evaluar las posibles complicaciones.

En las primeras vertebroplastias realizadas en vértebras aisladas se hicieron 24 punciones, con presencia de dos fracturas de pedículo y posterior paso de la aguja al canal medular.

Durante la experiencia en cadáveres se realizaron 24 vertebroplastias; se presentaron dos complicaciones; una consistió en el paso del biomaterial al canal medular y otra en la salida del polimetilmetacrilato al disco intervertebral. Debido a esto, el porcentaje de complicaciones reportado ascendió al 8,3%, cifra que se considera elevada. Sin embargo, hay que tener en





**Figura 14.** Vertebroplastia con guía radiológica.

cuenta que esta era nuestra primera experiencia y se estaba perfeccionando la técnica.

No fue posible definir si la TAC es superior a la fluoroscopia, ya que las dos son técnicas complementarias. La primera permite una punción más fácil y buena caracterización de las estructuras anatómicas, pero se asocia con mayor dificultad en el control de la inyección, debido a que no muestra imágenes en tiempo real y solo presenta cortes axiales. Con radiología -fluoroscopia-, la punción es fácil, y permite la evaluación en proyecciones anteroposterior y lateral sin mover al paciente; debido a que es en tiempo real, hay control de la inyección y la cantidad necesaria de material por inyectar. Cuando el cemento no alcanza el tercio posterior del cuerpo vertebral se suspende el procedimiento.

#### Preparación del biomaterial:

- 8 cc de metilmetacrilato.
- 13 cc de polímero.
- 6 g de sulfato de bario estéril o medio de contraste no iónico.

La mezcla y la viscosidad depende de la cantidad de material radiopaco, así como de la temperatura y cantidad de solvente. Se prefiere la inyección de polímero de consistencia pastosa para evitar extensión a estructuras adyacentes o vasculares.

Tras mezclar el monómero y el polímero se tienen cinco minutos para realizar el procedimiento, tiempo óptimo de manipulación y de fácil inyección. Se realiza una inyección inicial de 1 cc para comprobación y después la inyección completa, dirigida, hasta que se visualice el tercio posterior del cuerpo vertebral.

## Conclusiones

Se determinó que la vertebroplastia es un procedimiento percutáneo con baja posibilidad de complicaciones, indicada para el alivio del dolor producido por fracturas vertebrales.

Esta experiencia preliminar demostró un porcentaje de éxito en el procedimiento del 91,7%. La cifra de complicaciones en vértebras aisladas fue del 8,3% debido a fracturas del pedículo. En cadáveres fue del 8,3%, por paso del biomaterial al canal medular y al espacio discal. Estos porcentajes son equivalentes a los descritos en la literatura, con la consideración que es la primera vez que realizamos la técnica y se estaba estandarizando y adquiriendo destreza.

Las complicaciones se presentaron al inicio de los procedimientos, mientras se mejoraba la técnica y destreza. Los resultados demostraron que es posible realizar la punción guiada por TAC o fluoroscopia, pero el control en el momento de la inyección es únicamente factible por fluoroscopia.

Los resultados permiten recomendar la implementación de este procedimiento en nuestra institución, para ofrecer a los pacientes una adecuada alternativa de tratamiento en fracturas por compresión, osteoporosis y dolor incapacitante, con el propósito de brindar una mejor calidad de vida, disminuir el uso de analgésicos y facilitar el retorno rápido a la vida cotidiana.

## Lecturas recomendadas

1. Peh WCG, Gilula LA, Peck DD. Percutaneous vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral body compression fractures. *Radiology* 2002; 223:121-6.
2. Schallen EH, Gilula LA. Vertebroplasty: reusable flange converter with hub lock for injection of polymethylmethacrylate with screw-plunger syringe. *Radiology* 2002; 222: 851-5.
3. Kim AK, Jensen ME, Dion JE, et al. Unilateral transpedicular percutaneous vertebroplasty: initial experience. *Radiology* 2002; 222: 737-41.
4. Cotten A, Boutry N, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty: state of the art. *Radio Graphics* 1998; 18: 311-20.
5. Cotten A, Dewatre F, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology* 1996; 200: 525-30.
6. Kaufmann TJ, Jensen ME, Ford G. Cardiovascular effects of polymethylmethacrylate use in percutaneous vertebroplasty. *AJNR* 2002; 23: 601.
7. Gaughen JR Jr, Jensen ME, Schweickert PA. Relevance of antecedent venography in percutaneous vertebroplasty for the treatment of osteoporotic compression fractures. *AJNR* 2002; 23: 594.
8. McGraw JK, Heatwole EV, Strnad BT. Predictive value of intraosseous venography before percutaneous vertebroplasty. *JVIR* 2002; 13: 149.
9. Zoarski GH, Snow P, Olan WJ. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fractures: quantitative prospective evaluation of long-term outcomes. *JVIR* 2002; 13: 139.
10. Peh WCG, Gilula LA, Peck DD. Percutaneous vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral body compression fractures. *Radiology* 2002; 223: 121.
11. Schallen EH, Gilula LA. Vertebroplasty: reusable flange converter with hub lock for injection of polymethylmethacrylate with screw-plunger syringe. *Radiology* 2002; 222: 851.
12. Kim AK, Jensen ME, Dion JE, et al. Unilateral transpedicular percutaneous vertebroplasty: initial experience. *Radiology* 2002; 222: 737.
13. Appel NB, Gilula LA. «Bull's-eye» modification for transpedicular biopsy and vertebroplasty. *AJR* 2001; 177: 1387.
14. Minart D, Vallee JN, and Cormier E. Percutaneous coaxial transpedicular biopsy of vertebral body lesions during vertebroplasty. *Neuroradiol* 2001; 43: 409.
15. Maynard AS, Jensen ME, Schweickert PA. Value of bone scan imaging in predicting pain relief from percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral fractures. *AJNR* 2000; 21: 1807.
16. Dean JR, Ison KT, Gishen P. The strengthening effect of percutaneous vertebroplasty. *Clin Radiol* 2000; 55: 471.
17. O'Brien JP, Sims JT, Evans AJ. Vertebroplasty in patients with severe vertebral compression fractures: a technical report. *AJNR* 2000; 21: 1555.
18. Tong FC, Cloft HJ, Joseph GJ. Transoral approach to cervical vertebroplasty for multiple myeloma. *AJR* 2000; 175: 1322.
19. Jensen ME, Dion JE. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic compression fractures. *Neuroimag Clin North Am* 2000; 10: 547.
20. Murphy KJ, Deramond H. Percutaneous vertebroplasty in benign and malignant disease. *Neuroimag Clin North Am* 2000; 10: 535.
21. Al-Assir I, Perez-Higueras A, Florensa J. Percutaneous vertebroplasty: a special syringe for cement injection. *AJNR* 2000; 21: 159.
22. Cloft HJ, Easton DN, Jensen ME. Exposure of medical personnel to methylmethacrylate vapor during percutaneous vertebroplasty. *AJNR* 1999; 20: 352.
23. Gangi A, Dietemann JL, Guth S. Computed tomography (CT) and fluoroscopy-guided vertebroplasty: results and complications in 187 patients. *Semin Intervent Radiol* 1999; 16: 137.
24. Padovani B, Kasriel O, Brunner P. Pulmonary embolism caused by acrylic cement: rare complication of percutaneous vertebroplasty. *AJNR* 1999; 20: 375.
25. Mathis JM, Petri M, Naff N. Percutaneous vertebroplasty treatment of steroid-induced osteoporotic compression fractures (ab). *Radiology* 1998; 207: 557.
26. Deramond H, Depriester C, Galibert P. Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate: technique, indications, and results. *Radiol Clin North Am* 1998; 36: 533.
27. Cotten A, Deramond H. Percutaneous vertebroplasty: state of the art. authors' response. *Radio Graphics* 1998; 18: 322.
28. Barr MS, Barr JD. Percutaneous vertebroplasty: state of the art. invited commentary. *Radio Graphics* 1998; 18: 320.
29. Cotten A, Boutry N, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty: state of the art. *Radio Graphics* 1998; 18: 311.
30. Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *AJNR* 1997; 18: 1897.
31. Chiras J, Depriester C, and Weill A. Vertébroplasties percutanées: technique et indications. *J Neuroradiol* 1997; 24: 45.

