

# VERTEBROPLASTÍA: EFECTIVIDAD EN LAS METÁSTASIS VERTEBRALES

Faride Chejne Gómez, Ricardo Plancarte Sánchez, Jorge Guajardo Rosas

Clinica del Dolor y Cuidados Paliativos. Instituto Nacional de Cancerología

## ABSTRACT •

The spine is the most common site of metastases of the main cancer types such as lung, prostate, breast, etc., these diseases can cause many acute and chronic pain syndromes, and a great damage in the quality of life in the oncologic patient, and high opioid consumption. The performance of vertebroplasty in the affected vertebral bodies can reduce pain in a high percentage in almost immediate form, the reviewed articles report up to 80% in pain relieve and the complications of this procedure are minimal, provided they are carried out by experts. The mechanisms of action for pain relieved are unclear and diverse, among the proposed mechanisms are the segment stabilization, and the denervation of the nociceptors inside the vertebral body. In the Instituto Nacional de Cancerología in México City, the pain relieved percentage is 86.6% to the follow up; of the 52 vertebroplasties performed in this hospital, two complications have been observed, which were solved.

**Key words:** bone metastatic, methylmetacrylat, spinal stability.

## RESUMEN •

LA COLUMNA VERTEBRAL es un sitio donde frecuentemente se originan lesiones metastásicas, ocasionadas por los principales tipos de cáncer como son pulmón, próstata, mama, etc., repercutiendo en síndromes dolorosos tanto agudos y crónicos, los cuales llevan a un deterioro en la calidad de vida de los pacientes, así como un alto consumo en analgésicos. La realización de vertebroplastía en los cuerpos vertebrales afectados llega a disminuir el dolor en porcentajes altos en forma casi inmediata, los reportes mencionan porcentajes por arriba del 80% y las complicaciones de este procedimiento son mínimas, siempre y cuando se realicen por manos expertas. Los mecanismos de acción causantes de la analgesia son diversos, sin especificar alguno en particular; entre ellos se encuentra la estabilización del segmento, así como la denervación de los nociceptores del cuerpo vertebral, entre otros. En el Instituto Nacional de Cancerología de México, el porcentaje de alivio del dolor es de 86.6% al mes de la realización, y en 52 vertebroplastias se han observado dos complicaciones, las cuales se resolvieron.

**Palabras claves:** metástasis óseas, metilmetacrilato, estabilidad espinal.



Correspondencia a:

**Jorge Guajardo Rosas**

Instituto Nacional de Cancerología. San Fernando 22. Col. Sección XVI. C.P. 14080. Tlalpan, México, D.F.  
Correo electrónico: drjorgeguajardo@yahoo.com.mx

## VERTEBROPLASTÍA: EFECTIVIDAD EN LAS METÁSTASIS VERTEBRALES •

El aumento en la expectativa de vida a nivel mundial, conlleva a un incremento en la probabilidad de desarrollar padecimientos oncológicos, así como otras enfermedades crónico degenerativas como la osteoporosis, que de manera consecuente, puede ocasionar fracturas de los cuerpos vertebrales, generando síndromes dolorosos crónicos al comprometer la biomecánica de la columna vertebral. (1) Frecuentemente, estas lesiones son muy dolorosas, condicionan una limitación en los arcos de movimiento y el deterioro en la calidad de vida del paciente. Usualmente, el tratamiento tradicional se efectúa mediante reposo, analgésicos y estabilización de la columna con ortesis, el cual, generalmente se autolimita en 4-6 semanas; sin embargo, en algunos pacientes, el dolor se cronifica necesitando el uso de analgésicos narcóticos. (2-4)

La columna vertebral es un sitio donde frecuentemente se originan lesiones líticas de tipo neoplásico, como es el caso del mieloma múltiple y metástasis, las cuales producen dolor intenso e incapacitante.

El tratamiento quirúrgico suele ser efectivo, sin embargo, generalmente se lleva a cabo sólo cuando la afección se reduce a un nivel y en pacientes cuyas condiciones generales permiten una cirugía mayor, la cual consiste en laminectomía con aplicación de injerto óseo o metilmetacrilato intraoperatorio. (5,6)

La radioterapia tiene excelentes resultados en las neoplasias sensibles a la misma, produciendo alivio parcial o completo del dolor hasta en un 90% de los casos, sin embargo, la respuesta analgésica se observa generalmente después de dos semanas de iniciado el tratamiento. (7) Por otro lado, la vértebra afectada permanece debilitada durante largo tiempo, incrementando el riesgo de colapso, y, eventualmente, el compromiso neurológico. (5,7)

Son tres lesiones neoplásicas del cuerpo vertebral las que son susceptibles a tratamiento mediante

vertebroplastía percutánea: hemangioma vertebral agresivo, metástasis y mieloma múltiple. (5,8)

Las metástasis y el mieloma son las lesiones tumorales que con más frecuencia afectan la columna vertebral. Una gran cantidad de neoplasias pueden condicionar afección vertebral, sin embargo, en el caso de las metástasis, los sitios de tumor primario son mama, pulmón, próstata, tiroides y sistema hematopoyético; en la mayoría de las series revisadas, estas cinco entidades patológicas abarcan dos tercios de los casos. (9) Las metástasis vertebrales pueden complicar cualquier etapa en la evolución del paciente con cáncer, es frecuente que la afección vertebral y la compresión medular se anticipen a cualquier otro dato de enfermedad neoplásica maligna. En general, uno de los primeros síntomas clínicos en manifestarse es dolor de espalda progresivo, el cual precede a la aparición de déficit neurológico, de ahí la importancia de realizar un diagnóstico y tratamiento tempranos, con posibilidades de aliviar los síntomas y detener en cierta medida, una mayor destrucción vertebral. (4,5) El manejo terapéutico depende del número de vértebras afectadas, el nivel del daño, la localización de la lesión dentro de la misma vértebra, la extensión epidural al interior del conducto raquídeo, la presencia de déficit neurológico, las condiciones generales del paciente, la severidad del dolor, así como el grado de incapacidad que produce. (10) La cirugía está indicada en los casos de compresión medular, sin embargo, la laminectomía con colocación de injerto o molde de metilmetacrilato transoperatorio se limita generalmente a aquellos casos en que existe afección de un solo nivel. La radioterapia, ya sea aplicada en forma aislada, o bien, asociada a cirugía, produce un alivio parcial o completo del dolor en más del 90% de los casos. La respuesta analgésica aparece entre 10 a 14 días posteriores al tratamiento. Asociado a la radioterapia, hay un retraso de 2 a 4 meses en

la capacidad del hueso para regenerarse, lo que implica un importante debilitamiento vertebral e incremento en el riesgo de colapso y compresión neural consecuente. (11)

El desarrollo de la vertebroplastía por los investigadores europeos se ha enfocado principalmente hacia el tratamiento de neoplasias con dos objetivos principales: estabilización y alivio del dolor. Los pacientes en los cuales la indicación de este procedimiento es más clara, son aquellos que presentan dolor de espalda severo focalizado, que requieren reposo en cama y medicamentos analgésicos potentes, sin compromiso epidural significativo. En situaciones especiales en que existan soluciones de continuidad en el muro vertebral posterior, pero sin datos de compresión medular o compromiso epidural significativos, es posible realizar el procedimiento, a pesar de existir un mayor riesgo de complicaciones, siempre con base a una discusión multidisciplinaria con cirujanos y oncólogos, donde se valore el riesgo y beneficio esperado. En los casos de lesión con alto riesgo de aplastamiento, el procedimiento puede ser indicado aún en pacientes asintomáticos (por ejemplo, después de la radioterapia) con la finalidad de estabilizar el cuerpo vertebral y evitar un eventual compromiso neurológico.(12)

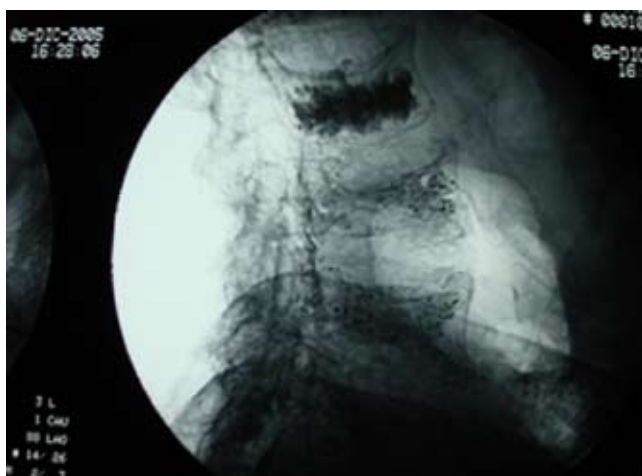
## EL CEMENTO ÓSEO •

El cemento óseo es un material resinoso, compuesto por un monómero de metilmetacrilato el cual es incoloro, claro de olor intenso (líquido), con un co-polímero de poli-metilmetacrilato (polvo). La combinación de ambos componentes desencadena una polimerización exotérmica que resulta en la formación de una pasta blanda, moldeable, que conforme progresa la reacción se va solidificando, para finalmente en unos minutos formar un complejo duro y resistente, con aspecto de cemento seco.

El estudio de los efectos térmicos durante la polimerización del metilmetacrilato en los procedimientos ortopédicos, no ha demostrado relevan-

cia clínica, tanto en animales de experimentación como en seres humanos. (13) Se ha demostrado, que la elevación térmica dentro de la vértebra durante la vertebroplastía percutánea, condiciona un perímetro de necrosis ósea adyacente, considerando que la alta capacidad de absorción calórica, tanto de los plexos venosos epidurales como del líquido cefalorraquídeo, protegen a la médula y raíces nerviosas de lesión térmica, ya que no se han observado lesiones al respecto. Algunas hipótesis señalan que la osteonecrosis y destrucción de terminaciones nerviosas intravertebrales, es la explicación de la marcada disminución del dolor en los pacientes tratados con vertebroplastía percutánea. (14)

El cemento se encuentra mezclado con otras sustancias, como son los componentes radio-opacos; entre ellos se encuentran el tantalio, tungsteno, bario y zirconio, los cuales facilitan la visualización bajo fluoroscopia y monitorear la posible extravasación del cemento, se conoce poco acerca de los efectos del tantalio y el tungsteno sobre las propiedades físicas y químicas del cemento (15,16); sin embargo, en algunos de nuestros pacientes también se ha empleado el tungsteno sin encontrar alteraciones en las propiedades del cemento, aunque el agente radio-opaco de elección para nuestras vertebroplastías es el bario (Fig. 1). A partir de 1970 se ha adicionado antibiótico tipo gentamicina, el cual posee características es-



**FIGURA 1 •**  
*Vertebroplastías realizadas con Tungsteno y Bario.*

peciales como bajo índice de resistencia, buen efecto bactericida a bajas concentraciones, poca unión a proteínas y baja incidencia de alergia, entre otras cosas; posteriormente, se han evaluado otros antibióticos del tipo de tobramicina, eritromicina, cefalosporina e incluso, combinación de clindamicina con gentamicina. (17,18)

## **INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES •**

La radioterapia es el procedimiento indicado en pacientes con dolor óseo metastásico, presentando alivio del dolor en más del 90% de los casos, sin embargo, estos efectos suelen experimentarse entre 10 a 14 días de haber iniciado la terapia, en algunos casos puede incluso demorarse de 2 a 4 meses.

La vertebroplastia puede ser realizada tanto antes como de manera conjunta con la radioterapia ya que no interfiere con las propiedades mecánicas del cemento obteniendo una acción complementaria debido a que el alivio del dolor es casi inmediato con la vertebroplastia. (19-21)

No obstante existen ciertas contraindicaciones. Una lesión infiltrativa del espacio peridural, la coagulopatía, la falta de consentimiento del procedimiento por parte del paciente, así como una infección local en el sitio del procedimiento, son criterios absolutos de contraindicación de la vertebroplastia. También está contraindicado en casos de lesiones arriba de T4, ruptura del muro posterior del cuerpo vertebral, pacientes que no toleren la posición prona, colapso vertebral mayor del 70%, y radiculopatía en las extremidades inferiores.

## **SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL PACIENTE •**

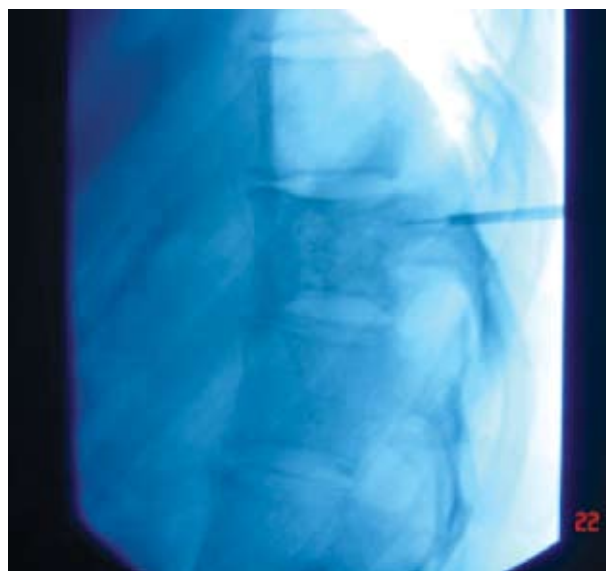
El paciente debe contar con resonancia magnética nuclear (RMN) de columna vertebral reciente donde se evidencien las lesiones a tratar, aquellos que presenten un cuerpo vertebral o pocos niveles afectados así como los casos en que la fractura tenga menos de 2 meses de evolución obtendrán

mejores resultados con el procedimiento. Se debe realizar siempre examen físico y neurológico y este ser consignado en el expediente. El paciente debe presentar tiempos de coagulación y estudios plaquetarios dentro de los límites normales.

## **TÉCNICA •**

En la sala de fluoroscopia, se coloca al paciente en decúbito prono, administrando sedación con fentanilo, propofol y midazolam, además de un monitoreo no invasivo del paciente realizado por un médico anestesiólogo. El procedimiento se conduce bajo un estricto protocolo de asepsia y antisepsia. Mediante visión fluoroscópica en proyección lateral se localiza el nivel vertebral afectado, posteriormente, obteniendo proyección antero-posterior para identificar los pedículos. De esta proyección se angula el arco aproximadamente 30 grados en dirección lateral hacia el lado del pedículo a utilizar, como vía de acceso al cuerpo vertebral. En esa posición se identifica el pedículo visto en antero-posterior, con morfología redonda u ovoide. Se coloca la punta de un señalador metálico sobre la imagen del pedículo de manera que indique el punto exacto en la piel por donde se ha de introducir el trocar. Se realiza infiltración subcutánea con 5 ml de xilocaína al 2% sin epinefrina utilizando aguja calibre 25. Posteriormente, se introduce una aguja de punción lumbar calibre 22 para efectuar infiltración anestésica más profunda, debiendo llegar a estructuras óseas e introduciendo anestésico a nivel del periostio, de forma superficial a este último, y en músculos de la masa paravertebral posterior que se encuentran en el trayecto. Se introduce aguja de vertebroplastia calibre 11 o 13 dependiendo del grosor del pedículo, ya sea para vértebra torácica o lumbar. Sosteniendo la región media de la aguja con pinza de transporte para evitar la irradiación directa sobre las manos del operador, se guía la aguja mediante control fluoroscópico hasta tocar la superficie ósea, observando en la imagen fluoroscópica la aguja en forma de un "punto" radio opaco proyectado sobre la imagen ovoide del pedículo. Al lograr

esta posición, sosteniendo la aguja firmemente entre los dedos índice y pulgar para no alterar la dirección de la misma, se aplican golpes suaves sobre la cabeza de la aguja con un martillo ortopédico tamaño chico introduciendo la punta de la aguja sólo unos milímetros en el hueso. En ese momento se coloca el arco en proyección lateral encendiendo la fluoroscopia para demostrar si la dirección inicial de la aguja es la adecuada de acuerdo al sitio del cuerpo vertebral donde se desea colocar la punta finalmente. Se regresa a la proyección oblicua hasta mostrar nuevamente la imagen de la aguja en forma de “punto” dentro de la imagen oval del pedículo, aplicando golpes suaves, para introducir aún más el trocar, corroborando siempre que la aguja se localice dentro del pedículo, especialmente protegiendo la cortical medial del mismo, ya que esta colinda con el receso lateral del conducto raquídeo. Se alterna de manera intermitentemente entre las proyecciones oblicua y lateral cada vez que se introduce la aguja varios milímetros, con la primera se corrobora la dirección y con la segunda se valora el grado de profundidad. En el momento en el cual se está cerca del canal raquídeo, al navegar por el tejido óseo pre-pedicular, se ha diseñado un método para reducir la morbilidad del procedimiento al continuar el avance del trocar por el pedículo, ya que éste puede ingresar al canal raquídeo, y por lo tanto, previo al avance, se introduce una aguja espinal larga número 22 de 7 pulgadas para confirmar que la dirección es adecuada y que se continúa navegando justamente por el pedículo y no se ha lesionado el contenido del canal raquídeo en este nivel (Fig. 2), aspirando continuamente para confirmar que no hay presencia de líquido cefalorraquídeo. Este procedimiento ha brindado muy buenos resultados, ya que cuando no es la dirección adecuada, antes de introducir el trocar al canal, esta puede ser corregida, siendo menos traumático el uso de un trocar 11 o 13 en comparación con una aguja calibre 22; esta modificación en los cuidados de la técnica de abordaje es una experiencia de nuestro grupo de trabajo en el INCAn. Al llegar al punto de unión entre el pedículo y



**FIGURA 2 •**

*Aguja espinal guía introduciéndose a través del trocar de vertebroplastía, nótese que la aguja se encuentra atravesando el pedículo.*

cuerpo vertebral, el resto de la introducción de la aguja se controla sólo en proyección lateral, hasta alcanzar la unión del tercio anterior con el medio del cuerpo vertebral. Una vez colocados en este sitio, se procede a retirar el mandril y se realiza venografía vertebral mediante la aplicación de 2-4 ml de medio de contraste hidrosoluble no iónico, obteniendo secuencia angiográfica y confirmando la distribución de éste (Fig. 3).



**FIGURA 3 •**

*Aguja de vertebroplastía localizada en la unión del tercio anterior con el medio y administrando a través de ella medio de contraste no iónico para realizar venografía, nótese que el medio de contraste no se dirige al canal raquídeo.*

En este momento se prepara el cemento, depositando en un recipiente estéril 20 ml de polvo (polímero de metilmetacrilato), posteriormente se aplican 5 ml de líquido (monómero de metilmetacrilato), revolviendo hasta obtener una mezcla homogénea, de consistencia “pastosa”, cargando de 8-12 jeringas de 1 ml de insulina con pequeñas cantidades de la mezcla. El cemento es inyectado a través de la aguja bajo estricto control fluoroscópico en proyección lateral, deteniendo la misma al momento de ser demostrado que el cemento alcanza el muro vertebral



**FIGURA 4 •**

*Aplicación de metilmetacrilato a través de la aguja de vertebroplastia, obsérvese la adecuada distribución de éste en la vértebra.*

posterior (Fig. 4), o bien, cuando se observa que las venas paravertebrales se han llenado. Al finalizar la fase de inyección, se coloca nuevamente el mandril de la aguja y se retira la aguja después de 10 min. Se analiza en proyección antero-posterior el grado de llenado vertebral y se da por terminado el procedimiento cuando el cemento llega al tercio posterior del cuerpo vertebral.

En el Instituto Nacional de Cancerología de México hemos estado realizando vertebroplastia dorsal y lumbar desde hace 3 años, en el 2005 se realizó un estudio con 20 pacientes, conformado por 7 hombres y 13 mujeres, con un promedio de edad de 66.4 años.

En dicho estudio, las patologías halladas fueron: 8 pacientes con cáncer metastásico de mama, 5 de ellos con mieloma múltiple, 2 pacientes con cáncer metastásico de pulmón y 3 de próstata, sólo un paciente con metástasis de linfoma gástrico y uno más con metástasis de cáncer renal.

El promedio de intensidad de dolor obtenido en la medición basal fue 7 en la escala visual análoga (EVA). A todos los pacientes se les practicó vertebroplastia entre 1 y 3 cuerpos vertebrales, solamente a un paciente se le realizó en 4 cuerpos vertebrales.

Todos los pacientes acudieron a consulta externa para su valoración en la fecha programada, obteniéndose los siguientes resultados. A las 24 h, el promedio en la EVA fue de 2.6; encontrándose a la semana en 1.2; y un promedio al mes reportado de 0.8 (Fig. 5). El porcentaje de disminución del dolor fue de 86.8%. Solamente un paciente no reportó alivio del dolor, debido al rápido progreso de su enfermedad, la cual era mieloma múltiple. No se presentaron complicaciones en este número de casos siguiendo los cuidados referidos; por otro lado en este año se han realizado hasta el momento 32 nuevos casos, reportándose 2 complicaciones con fuga de cemento al canal medular (Fig. 6), ambos confirmados con tomografía axial computarizada; en el primer caso la paciente presenta disestesias en cara lateral del muslo izquierdo, sin compromiso motor, el cual, cedió con esteroides endovenosos y neuromodulación con medicamentos durante 15 días, el segundo caso, la paciente presentó complicaciones posteriores a la administración del cemento óseo, plejía de miembro pélvico derecho, a la

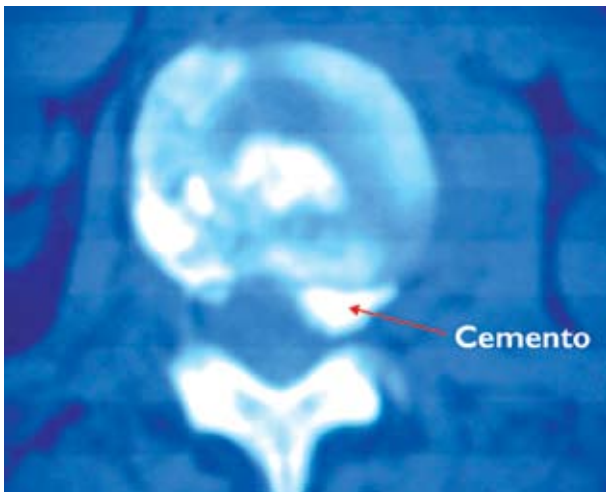


**FIGURA 5 •**

*Intensidad de dolor (escala visual análoga, EVA) en pacientes sometidos a vertebroplastia con seguimiento a un mes*

## FIGURA 6 •

*Imagen de tomografía axial computarizada donde se observa metilmetacrilato dentro del canal raquídeo.*



cual antes de 4 h se le realizó laminectomía descompresiva, recuperando a los 3 meses con ayuda de rehabilitación el 95% de su capacidad funcional.

### CONSIDERACIONES FINALES •

Las fracturas vertebrales en el paciente oncológico están asociadas con alta morbilidad, reducción en la calidad de vida y un incremento en la mortalidad. El aumento en el requerimiento de opioides por parte de estos pacientes puede llegar a ser muy alto, debido a las lesiones óseas metastásicas, esto nos indica que el tratamiento conservador con fármacos opioides no es efectivo. La disminución en la eficacia puede sugerir una diferencia fundamental en los mecanismos de dolor óseo contra el dolor de tipo inflamatorio.

Las metástasis óseas inducen cambios como la distensión de las fibras sensoriales y prolifera-

ción de la glía, causando reducción de los aminoácidos excitatorios y sensibilización central en cordón espinal. Estos cambios pueden explicar por qué el dolor asociado con destrucción ósea desarrolla una alta resistencia al tratamiento con morfina y analgésicos no opioides.

El mecanismo de analgesia durante la vertebroplastia se debe a la administración de polimetilmetacrilato (PMMA), no sólo por solidificación del cuerpo vertebral *per se*, también oponiendo actividad del osteoclasto, que causa dolor neuropático por vía del receptor vanilloide (VR1) y la sensibilización del canal iónico sensible al ácido (ASIC3). A este antagonismo de VR1-ASIC3 se atribuyen los cambios en el microambiente acidótico extracelular, seguido por la inyección de PMMA, la cual puede disminuir la transmisión de dolor enviada al cordón espinal y atenuar el dolor neuropático persistente. Otro mecanismo interesante podría asociarse con la elevación de temperatura en la interfase del cemento óseo, los espacios epidurales y el disco adyacente seguido por la inyección de PMMA, ocurriendo lo siguiente: el aumento en la temperatura puede inducir efectos neuromoduladores en estructuras nerviosas vecinas, como el anillo discal posterior, el nervio sinuvertebral, y el ganglio de la raíz dorsal segmentario. (22)

En nuestro estudio, se muestra una reducción significativa en el alivio del dolor en todos los pacientes, y como se demuestra en otros, el porcentaje de la mejoría puede ser de hasta un 86.8%. (22,23)

Además de confirmar una adecuada estabilidad en la mecánica del segmento manifestándose clínicamente por la mejoría en los arcos de movilidad y por ende en la función.

## REFERENCIAS •

- 1.** Rapado A. General management of vertebral fractures. *Bone*. 1996; 18: Suppl 3: S191-96 •
- 2.** Barr J, Barr M, Lemley T, McCann R. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 2000; 25: 923-28 •
- 3.** Bascoulergue Y, Duquesnel J, Leclercq R. Percutaneous injection of Methylmethacrylate in the vertebral body for treatment of various diseases: Percutaneous vertebroplasty. *Radiology* 1988; 169: 372 •
- 4.** Cotten A, Boutry N, Cortet B. Percutaneous vertebroplasty: state of the art. *Radiographics* 1998; 18: 311-20 •
- 5.** Centeno C, Sanz A, Vara F, Bruera E. Metastasis oseas: manifestaciones clinicas y complicaciones. Un tratamiento multidisciplinar. *Med Pal* 2001; 8: 100-108 •
- 6.** Nguyen JP, Djindjian M, Pavlovitch JM, Badiane S. Vertebral hemangioma with neurologic signs. Therapeutic results. Survey of the French Society of Neurosurgery. *Neurochirurgie*. 1989; 35: 299-303 •
- 7.** Prie L, Lagarde P, Palussiere J, el Ayoubi S, Dilhuydy JM, Durand M, et al. Radiotherapy of spinal metastases in breast cancer. Apropos of a series of 108 patients. *Cancer Radiother*. 1997; 1: 234-239 •
- 8.** Amar AP, Larsen DW, Teitelbaum GP. Percutaneous spinal interventions. *Neurosurg Clin N Am*. 2005; 16: 561-568 •
- 9.** Masala S, Lunardi P, Fiori R, Liccardo G, Massari F, Ursone A, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty in the treatment of malignant vertebral fractures. *J Chemother*. 2004. 16 Suppl 5: S30-33 •
- 10.** Galibert P, Deramond H. Percutaneous acrylic vertebroplasty as a treatment of vertebral angioma as well as painful and debilitating diseases. *Chirurgie*. 1990; 116: 326-334 •
- 11.** Taneichi H, Kaneda K, Takeda N, Abumi K, Satoh S. Risk factors and probability of vertebral body collapse in metastases of the thoracic and lumbar spine. *Spine* 1997; 22: 239-245 •
- 12.** Guglielmi G, Andreula C, Muto M, Gilula LA. Percutaneous vertebroplasty: indications, contra-indications, technique, and complications. *Acta Radiol*. 2005. 46: 256-268 •
- 13.** López R, Plancarte R, Efectos Cardiovasculares del polimetil-metacrilato. *Anestesiología* 1978; 249-257 •
- 14.** Deramond H, Wright NT, Belkoff SM. Temperature elevation caused by bone cement polymerization during vertebroplasty. *Bone*. 1999. 25 Suppl 2: S17-21 •
- 15.** Deramond H, Depriester C, Galibert P, Le Gars D. Percutaneous Vertebroplasty with Polymethylmethacrylate: technique, indications, and results. *Radiol Clin North Am* 1998; 36: 533-546 •
- 16.** Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft HJ, Dion JE. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *AJNR Am J Neuroradiol* 1997; 18: 1897-1904 •
- 17.** Espehaug B, Engesaeter LB, Vollset SE, Havelin LI, Langeland N. Antibiotic prophylaxis in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1997; 79B: 590-595 •
- 18.** Gristina AG. Biomaterial-centered infection: microbial adhesion versus tissue integration. *Science* 1987; 237: 1588-1595 •
- 19.** Cotton A, Boutry N, Cortet B, et al: Percutaneous vertebroplasty: State of the art. *Radiographics*. 1998; 18: 311-322 •
- 20.** Sheperd S: Radiotherapy and the management of metastatic bone pain. *Clin Radiol*. 1988; 39: 547-550 •
- 21.** Gilbert HA, Kagam AR, Nussbaum H, et al: Evaluation of radiation therapy for bone metastases: Pain relief and quality of life. *AJR Am J Roentgenol*. 1977; 129: 1095-1096 •
- 22.** Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft HJ, Dion JE. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *Am J Neuroradiol*. 1997; 18: 1897-1904 •
- 23.** Anselmetti GC, Corgnier A, Debernardi F, Regge D. Treatment of painful compression vertebral fractures with vertebroplasty: results and complications. *Radiol Med*. 2005; 110: 262-272 •