

Vertebroplastia percutánea

Antonio Pérez-Higueras* • Luis Álvarez** • Roberto Rossi* • Diana Quiñónez*

*Servicio de Neurroradiología. **Servicio de Traumatología. Fundación Jiménez Díaz. Madrid.

En este artículo se realiza una revisión de los conceptos actuales sobre la utilización de la vertebroplastia en el tratamiento de diferentes patologías vertebrales. Aplicando los conocimientos adquiridos durante los últimos años y realizando una revisión bibliográfica de todo lo publicado hasta el momento, se describen las indicaciones, la técnica y las complicaciones de este procedimiento.

Palabras clave: Vertebroplastia. Fractura vertebral. Osteoporosis. Hemangioma vertebral. Metástasis vertebral. Polimetilmetacrilato.

Percutaneous vertebral reconstruction

The authors review current concepts concerning the use of bone cements to treat different vertebral body anomalies. The indications, technique and complications associated with this procedure are described in terms of the knowledge acquired in recent years and a review of the literature.

Key words: Vertebral reconstruction. Vertebral fracture. Osteoporosis. Vertebral hemangioma. Vertebral metastasis. Polymethylmetacrylate.

La vertebroplastia es una técnica percutánea utilizada para el tratamiento de lesiones del cuerpo vertebral que producen dolor y/o riesgo de hundimiento vertebral por debilitamiento de su estructura ósea.

Consiste en la inyección de un cemento de polimetil metacrilato en el interior del cuerpo vertebral enfermo con lo que se intenta endurecer la vértebra para darle mayor fuerza y estabilidad, evitando la progresión del colapso y el dolor. Es una técnica utilizada por primera vez en 1987 por Galibert y Deramond¹ en el tratamiento de hemangiomas vertebrales dolorosos, mielomas y lesiones metastásicas con lo que se obtuvieron magníficos resultados respecto al manejo del dolor. Posteriormente otras pequeñas series resaltaron su eficacia en el tratamiento de estas patologías.^{2,3}

En 1991 se publican los primeros resultados obtenidos con la utilización de esta técnica en el tratamiento de fracturas vertebrales por osteoporosis.⁴ Se trata de una serie de cinco pacientes, con dolor resistente a tratamiento médico, que obtuvieron un alivio inmediato de sus molestias tras la realización de una vertebroplastia percutánea. Diferentes publicaciones, posteriormente, han demostrado los buenos resultados obtenidos con esta técnica, con mejoría del dolor en más del 80% de los casos.^{5,6,7}

La vertebroplastia percutánea empezó a ser utilizada en nuestro centro en 1995. Desde entonces se han tratado más de 250 pacientes con diferentes diagnósticos. Gracias a esta experiencia se han podido mejorar en los criterios de selección de pacientes y en la técnica utilizada, desarrollando un nuevo sistema de inyección del cemento. En este artículo revisamos la situación actual del procedimiento aplicando los conocimientos obtenidos durante estos años.

Pérez-Higueras A, Álvarez L, Rossi R, et al. Vertebroplastia percutánea. Radiología 2002;44(1):16-22.

Correspondencia:

Dr. ANTONIO PÉREZ-HIGUERAS. Jefe del Servicio de Neurroradiología. Fundación Jiménez Díaz. Avda. Reyes Católicos, 2. 28040 Madrid.

Recibido: 4-IX-2001.

Aceptado: 3-I-2002.

VERTEBROPLASTIA (INDICACIONES)

Las principales indicaciones para realizar una vertebroplastia son las lesiones osteolíticas metastásicas que afectan a los cuerpos vertebrales, los plasmocitomas vertebrales, los hemangiomas vertebrales y las fracturas aplastamiento vertebral por osteoporosis. La decisión de realizar esta técnica se engloba dentro de un trabajo multidisciplinario, en el que se debe valorar la necesidad de otro tratamiento que el médico conservador, bien sea con radioterapia, cirugía o la combinación de varios procedimientos. La decisión final dependerá de factores como la clínica, el grado de diseminación de la enfermedad, el estado general de salud y la supervivencia prevista.

Metástasis osteolíticas y mieloma

Las metástasis y los plasmocitomas son las lesiones tumorales óseas más frecuentes, y la columna es la región del cuerpo que más comúnmente se afecta. La manifestación clínica habitual es el dolor severo de creciente intensidad. La pauta de tratamiento depende del grado de extensión de la enfermedad y de las características del tumor. Por lo general se trata de una decisión multidisciplinaria en la que se observan criterios oncológicos de supervivencia y curación.

El tratamiento con radioterapia está indicado en aquellos pacientes en los que no existe un colapso vertebral o déficit neurológico severo. Así mismo, en pacientes con déficit neurológico leve o dolor secundario a infiltración de partes blandas adyacentes, pero sin signos de inestabilidad vertebral, la respuesta al tratamiento con radioterapia ha demostrado ser efectiva.^{8,9,10} Igualmente, en aquellos pacientes con metástasis múltiples, la irradiación vertebral puede ser efectiva para mejorar las molestias, independientemente de la progresión de la enfermedad.¹¹

Sin embargo esta técnica, no exenta de complicaciones, presenta varios inconvenientes, como el de que los pacientes no empiezan a tener una clara mejoría de su sintomatología hasta pasadas una o dos semanas del tratamiento y el hecho de que la radioterapia no produce un fortalecimiento de la estructura ósea hasta pasados dos a cuatro meses desde el inicio del tratamiento,

lo que aumenta el riesgo de colapso del cuerpo vertebral, con una reagudización de la sintomatología y el riesgo añadido de ocupación del canal neural.⁹

En los pacientes en los que desde el principio es aparente un colapso severo del cuerpo vertebral o existen claros signos de inestabilidad, la eficacia de la radioterapia es muy limitada. En estos casos, las únicas opciones terapéuticas posibles son el reposo en cama y analgésicos, con la limitación funcional que esto supone.

La vertebroplastia, por lo tanto, está indicada fundamentalmente en aquellos casos de lesión vertebral por metástasis o mieloma que no muestren una buena respuesta al dolor con tratamiento radioterápico, o cuando exista riesgo de hundimiento vertebral. Se trata, además de una técnica que se puede utilizar de manera complementaria con la radioterapia, ya que esta no interfiere en las propiedades mecánicas del cemento ni éste altera la capacidad curativa de la radiación.¹²

El tratamiento de estas lesiones mediante vertebroplastia ha demostrado ser eficaz en la reducción del dolor entre el 80% y 90% de los casos.^{2,3,13-16} La mejoría clínica, por lo general se observa durante las primeras 48 horas y se mantiene en el tiempo sin riesgo de que progrese el colapso vertebral.

No es una contraindicación el hecho de que el proceso tumoral sobrepase los márgenes del cuerpo vertebral. En la experiencia de los autores, incluso cuando existe un componente epidural sin afectación neurológica, se ha realizado la cementación con éxito sin aumentos del compromiso medular.^{2,17}

Hemangioma vertebral

El hemangioma vertebral es una lesión benigna que generalmente es asintomática y que se suele diagnosticar como un hallazgo radiológico casual. En algunas ocasiones, sin embargo, se puede tratar de una lesión que produce dolor de forma constante, con mala respuesta al tratamiento médico. Así mismo existen algunos casos de hemangiomas vertebrales que se comportan de una forma localmente muy agresiva,¹⁸ produciendo ocupación del canal neural con compresión de raíces y/o médula.

Dependiendo de las características clínicas y radiológicas de la lesión, se pueden clasificar en cuatro grupos: El grupo I son lesiones asintomáticas sin signos radiológicos de agresividad. El grupo II son lesiones sintomáticas que cursan con dolor, pero que carecen de imágenes radiológicas de agresividad. El grupo III son lesiones sintomáticas con imágenes locales de agresividad, sin lesión neurológica asociada, y por último el grupo IV son aquellas lesiones en las que además de cursar con dolor y agresividad local se asocia una lesión neurológica por afectación del canal medular.

Por lo general los pacientes del grupo I no necesitan tratamiento. En los pacientes del grupo II y III clásicamente se ha indicado tratamiento mediante radioterapia e incluso resección quirúrgica, la mayoría de las veces con embolización prequirúrgica por vía arterial, estas técnicas, no estando libres de serias complicaciones. La vertebroplastia ha demostrado una excelente efectividad en el tratamiento de los hemangiomas de los grupos II, III y IV con una disminución muy marcada del riesgo de complicaciones.^{1,7,14,19,20}

En los casos del grupo IV es necesaria la descompresión quirúrgica de la zona.^{17,21,22} Para ello es conveniente realizar previamente una embolización tumoral para evitar el sangrado, acortar

el tiempo quirúrgico y permitir la resección completa del proceso. Esta embolización en nuestra experiencia es mucho más efectiva si se hace por punción directa percutánea y con menos complicaciones que la arterial.

En cuanto a la decisión de tratamiento, sobre todo de los hemangiomas del grupo II, lo principal es seleccionar bien al paciente habiendo descartado cualquier otra causa productora del dolor que padece. La mayoría de las veces es preciso realizar un estudio exhaustivo con RX simple TC y RM para localizar la lesión (Figs. 1A, B, C y E).

La vertebrografía previa a la intervención es de gran utilidad, ya que nos muestra el relleno del tumor y la rapidez y morfología del retorno venoso. En nuestra experiencia los resultados han sido excelentes después de la realización de la vertebroplastia, con desaparición inmediata de las molestias, incluso en algún caso en el que no se consiguió un relleno total del tumor. En hemangiomas de grado IV, como el caso 1, se consigue cementar todo el componente tumoral intravertebral sin aumentar el grado de compromiso medular (Figs. 1A-E).

Fractura por osteoporosis

La osteoporosis es la enfermedad metabólica ósea más frecuente, que afecta a más del 30% de la población femenina por encima de 65 años de edad, y se espera que su incidencia se cuadruplica en la población mundial durante los próximos 50 años.²³ La columna es la región que más frecuentemente se afecta, produciendo fracturas por compresión de los cuerpos vertebrales.

Aunque la mayoría de las fracturas vertebrales están relacionadas con la pérdida de la densidad ósea debida a la edad, existen ciertas enfermedades, procesos quirúrgicos y medicamentos asociados a la aparición de osteoporosis, como la terapia esteroidea, la enfermedad obstructiva pulmonar crónica y el alcoholismo crónico, que son igualmente causa de fractura vertebral por microtraumatismo.

Una densidad mineral ósea por debajo de dos desviaciones estándar y la existencia de una fractura vertebral previa aumenta de 7 a 20 veces el riesgo de padecer una nueva fractura vertebral.

La fractura del cuerpo vertebral por osteoporosis puede ser definida como la reducción de su altura en más de un 15% y la forma más frecuente es un hundimiento a expensas del platillo superior con o sin deformidad en cuña anterior.

Las fracturas por compresión se asocian con algún grado de dolor en el 84% de los casos, ocurriendo espontáneamente o después de un mínimo traumatismo.

Frecuentemente provocan un dolor agudo e incapacitante que produce una gran limitación para el desarrollo de las actividades diarias de las personas.²⁴ Por lo general, el tratamiento con reposo analgésicos y el uso de soportes externos es efectivo en el 85% de los casos en un periodo de 2 a 12 semanas.²⁵ Sin embargo en algunos casos, el dolor es persistente y muy incapacitante, requiriendo para su manejo el uso de narcóticos.

En estos casos, la vertebroplastia ha demostrado una gran efectividad, con disminución del dolor hasta en el 90% de los casos.^{7,26} Estos efectos son duraderos en el tiempo, habiéndose demostrado que en las vértebras cementadas no hay progresión del colapso¹⁵ y que no existe un mayor riesgo de fractura en las vér-

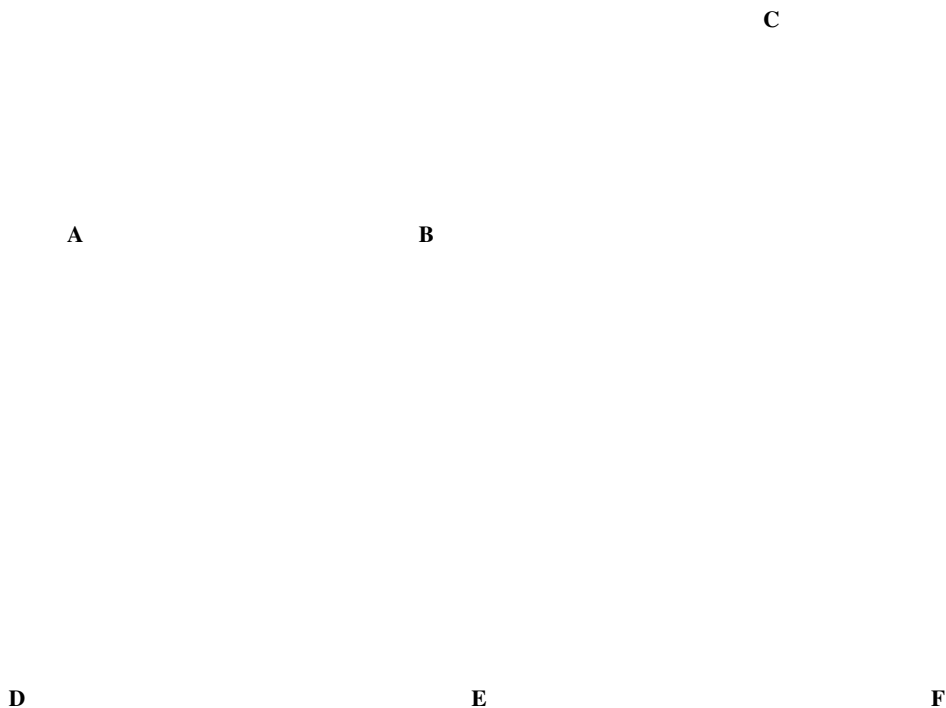


Fig. 1.—Caso 1. Hemangioma vertebral agresivo, grado IV. (A) RM sagital en T1 con Gd. Lesión hiperintensa en el cuerpo de D3 con expansión epidural. (B) RM sagital en T2. Lesión hiperintensa en el cuerpo de D3 con pequeña compresión medular. (C) RM axial en T1 con Gd. Extensión tumoral paravertebral y epidural. (D) TC axial sobre la vértebra D3. Imágenes puntiformes hipo e hiperatenuadas típicas de hemangioma vertebral. (E) TC axial post- vertebroplastia transpedicular bilateral. Relleno con el cemento del hemangioma intravertebral incluido los pedículos y láminas. Ausencia de fuga venosa. F. RM sagital en T2 un año después del tratamiento. Pérdida de la señal en la vértebra D3 debido al cemento. Persiste el leve compromiso medular asintomático.

tebras adyacentes a las cementadas.²⁷

Aunque los criterios de selección de candidatos para este procedimiento no han sido claramente descritos en la bibliografía, tras la revisión de los primeros 150 casos de fracturas vertebrales por osteoporosis tratados en nuestro centro,¹⁵ podemos recomendar esta técnica en aquellos pacientes que cursen con dolor vertebral severo e incapacitante, que no responda al tratamiento médico y en los que realizada una RM de columna se confirme la presencia de una pérdida de volumen del cuerpo vertebral, sobre todo a expensas del platillo superior y con una alteración de señal consistente en hiposeñal en T1 e hiperseñal en T2 y con técnica de supresión de la grasa. Frecuentemente se observa la presencia de un quiste intravertebral de necrosis, (enfermedad de Kümmel), que apoya la etiología osteoporótica de la lesión y que no contraindica el procedimiento.

Cuando existen varias vértebras afectadas es la localización del dolor por exploración clínica y la imagen de RM la que indica la vértebra causante del dolor. En nuestra experiencia hemos podido tratar tres niveles distintos en una misma sesión.

El tiempo de evolución del dolor afecta poco a los resultados, aunque parece obtenerse mejores resultados en los casos de lesión aguda de menos de tres meses de evolución.

Aunque inicialmente la técnica fue desarrollada para el tratamiento de pacientes que no respondían al tratamiento médico,^{7,28,29} los resultados obtenidos y el escaso número de complicaciones que se observan hacen que cada vez se indique su utilización de forma más precoz.^{17,19}

Hemos obtenidos peores resultados en aquellos pacientes que tienen una pérdida de altura del cuerpo vertebral de más del

60%. Y la técnica no está indicada en casos de vértebra plana con pérdida del 90% de su altura.

No está indicada como tratamiento profiláctico en pacientes con gran pérdida de la densidad mineral ósea pero sin evidencia de fractura vertebral.

VERTEBROPLASTIA (TÉCNICA)

Evaluación pre-procedimiento

En la gran mayoría de los casos los pacientes procedentes de distintos servicios médicos y quirúrgicos, son evaluados en sesión clínica conjunta con la unidad de radiología que realiza la técnica, donde se toma la decisión terapéutica.

Se realiza un estudio prequirúrgico con RX de tórax, ECG y bioquímica de sangre con tiempos de hemorragia y coagulación.

En nuestro servicio realizamos una radiología simple y una RM de columna en los días previos a la intervención para comprobar la situación actual del proceso y el estado de la vértebra o vértebras a tratar.

Se informa al paciente y familiares de los riesgos y beneficios y alternativas de tratamiento y se obtiene el consentimiento.

Si el paciente es ambulante, ingresa en el hospital la tarde antes y normalmente no se pone premedicación.

Procedimiento

Durante los últimos años se han desarrollado tanto en Europa como en Estados Unidos diferentes técnicas para la realización de vertebroplastia percutánea.^{7,15,17,19,30} Todas ellas con una base similar a la inicialmente ideada existiendo sobre todo diferencias en la forma de inyectar el cemento.

Se trata de una técnica, mínimamente invasiva, que básicamente consiste en el acceso al cuerpo de la vértebra enferma por vía percutánea posterior con aguja de suficiente calibre para permitir la inyección del cemento en su interior.

El acceso se realiza por vía transpedicular en las vértebras dorsales y quinta lumbar y por vía posterolateral en el resto de las vértebras lumbares.

En la columna cervical el acceso es anterolateral con control de TC y arco de fluoroscopia para la inyección del cemento.

En la experiencia de los autores el procedimiento se realiza con leve sedación y anestesia local para la localización dorsal y anestesia espinal, intradural, para la región lumbar.

El paciente está monitorizado cardiológicamente y con control oximétrico, dado que normalmente son pacientes mayores y en situación de decúbito prono, al menos en la localización dorsal.

Para el abordaje transpedicular, se localizan radiológicamente los pedículos en proyección posteroanterior, se anestesia la piel y el trayecto hasta la cortical y se realiza una pequeña incisión en la piel. Posteriormente se introduce la aguja de 14G, con trócar de punta de diamante, con varias facetas, hasta situarse en el tercio superior de la imagen pedicular. Un pequeño golpe de martillo permite perforar la cortical y en visión fluoroscópica la-

teral introducir la aguja hasta el tercio anterior del cuerpo, bien con sucesivos pequeños golpes o con leve presión y rotación de la aguja dependiendo de la consistencia de la vértebra (Fig. 2A).

De nuevo en proyección posteroanterior, se comprueba la localización de la aguja y se procede a la punción del otro pedículo.

En nuestra experiencia es prácticamente imposible o muy peligroso acceder por vía transpedicular a la mitad contralateral del cuerpo ya que nos obligaría a realizar la punción más externa y oblicua con riesgo de rotura pedicular, por lo que hacemos siempre punción transpedicular bilateral.

En la vía posterolateral el paciente se coloca en decúbito lateral izquierdo. La punción cutánea se hace a unos 4 cm por encima de la línea de las espinosas y se accede al cuerpo de la vértebra por fuera de la apófisis transversa en el ángulo diedro formado por las caras lateral y posterior del cuerpo. Una vez perforada la cortical se avanza la aguja hasta situarla en el tercio anterior del cuerpo vertebral y pasada la línea media en la proyección anteroposterior, intentando que la aguja se dirija paralela al platillo inferior de la vértebra.

En todos los casos se realiza una vertebrografía con contraste yodado no iónico isoosmolar, con adquisición en sustracción digital y en proyección lateral. Cuando se observa relleno de venas laterales, es útil realizar también una vertebrografía en proyección anteroposterior.

Los resultados de la vertebrografía son de gran utilidad para el planteamiento de la vertebroplastia. En la mayoría de los casos se rellena la trabécula ósea esponjosa y más o menos rápidamente se rellena la vena basivertebral y el plexo venoso peridural posterior o una vena vertebral segmentaria lateral con drenaje hacia la vena cava o complejo ácigos (Fig. 2B). A veces, por fractura del platillo superior o inferior, se aprecia una fuga de contraste al disco intervertebral.

El llenado inmediato de una de estas venas, o el disco sin relleno trabecular, nos obliga a recolocar la punta de la aguja, maniobra que a veces no da resultado. En estos casos procedemos a la inyección muy lenta de una gota de cemento con exhaustivo control fluoroscópico, visualizando el progreso del cemento en la vena y su parada en el mismo nivel vertebral.

Un hallazgo, no demasiado infrecuente de la vertebrografía, es el llenado de un quiste de osteonecrosis en el interior del cuerpo vertebral (Enfermedad de Kümmel) que a veces es sospechado por la imagen en T2 de la RM, apareciendo como una cavidad con hipersignal de líquido. Al ser puncionado el quiste puede vaciarse de un líquido ligeramente manchado. Este hallazgo no contraindica la técnica sino que debe ser rellenado de cemento y siempre con muy buenos resultados antiálgicos.

El cemento utilizado en todos nuestros casos ha sido el CMV3 con gentamicina de De Puy®.

En la experiencia de los autores tiene gran importancia la preparación del cemento, realizando la mezcla de los dos componentes, el polvo y el líquido, en un recipiente al baño María en frío. A esta mezcla se le añade una pequeña cantidad de tungsteno para proporcionarle radioopacidad. El resultado es un compuesto semilíquido que debe ser muy homogéneo, sin grumos. Al realizar la mezcla en frío alargamos el tiempo de fraguado del cemento permitiendo una inyección más lenta y prolongada.

La cantidad media de cemento a inyectar en una vértebra varía entre 4 y 6 centímetros cúbicos, tanto en la vía transpedicular co-

A

B

C

D

E

Fig. 2.—Caso 2. Fractura hundimiento vertebral por osteoporosis. (A) Radiografía digital lateral. Punción transpedicular bilateral. (B) Vertebrografía lateral. Relleno de la esponjosa y del plexo venoso peridural anterior, a través de la vena basivertebral y de una vena segmentaria anterolateral. (C) Radiografía digital PA. Localización del cemento en el cuerpo vertebral. (D) Radiografía digital lateral. Relleno del cuerpo vertebral con el cemento. (E) TC axial posprocedimiento. Localización del cemento en el interior del cuerpo y pedículos. Vena segmentaria lateral llena de cemento.

mo en la posterolateral.

La inyección del cemento se debe realizar siempre bajo control directo y continuo de escopia radiológica. Existen varios mecanismos para realizar la inyección del cemento: la inyección directa manual con jeringas de 1 ml y 2 ml, la inyección mediante un sistema de pistola²⁵ o la inyección mediante un sistema de tuerca.¹⁵ Los autores prefieren el uso de los sistemas de tuerca porque permiten una inyección del cemento más lenta y controlada. Con los sistemas manuales o de pistola es difícil evitar una salida masiva del cemento al sistema venoso en el caso de que se produzca durante el procedimiento una comunicación repentina con el plexo basivertebral, y con ello una disminución brusca de la resistencia a la inyección. Además con los sistemas de tuerca se consigue una presión de inyección más elevada que con los otros sistemas, lo que permite utilizar agujas de menor calibre (14G frente a 10G y 11G).

Es muy importante disponer de equipos de radiología con altas prestaciones como los utilizados en radiología vascular, con muy buena radioscopía, posibilidad de ampliar la imagen y realizar sustracción digital e incluso *road mapping* y de disponer de una imagen de referencia de la vertebrografía realizada previamente para tener en todo momento controlados los posibles puntos de fuga (Figs. 2C y D).

En la experiencia de los autores la inyección lenta y controlada del cemento evita las fugas fuera del cuerpo vertebral, que aun siendo frecuentes, siempre que se mantengan en el nivel de la vértebra tratada nunca han sido sintomáticas.

VERTEBROPLASTIA (POSPROCEDIMIENTO)

Una vez acabada la vertebroplastia, el paciente se mantiene en reposo durante las primeras horas, permitiéndose la movilización según tolerancia. Es recomendable realizar un estudio de control mediante TC de la vértebra tratada para comprobar el relleno y la presencia de extravasaciones (Fig. 2E). Por lo general, los pacientes pueden ser dados de alta al día siguiente realizando la deambulación y con analgesia dependiente del grado de dolor. Posteriormente se podrán ir incorporando progresivamente a sus actividades diarias. El seguimiento en consulta se realiza a los tres y seis meses de la intervención, realizando siempre radiología simple y tests de dolor y función.

Contraindicaciones

La única contraindicación absoluta para la práctica de una vertebroplastia es la existencia de una alteración grave de la coagula-

ción. Aquellos pacientes que estén en tratamiento con dicumarínicos deberán suspender el tratamiento dos días antes y pasar a heparina de bajo peso molecular a dosis preventivas. La técnica debe ser evitada en pacientes con infección conocida. La existencia de una vértebra prácticamente plana sin esponjosa entre las corticales superior e inferior, hace imposible la inyección del cemento.

Complicaciones

El número de complicaciones descritas en la bibliografía utilizando esta técnica es muy bajo. En algunas ocasiones se ha descrito un aumento del dolor durante el procedimiento, probablemente por el aumento de presión en una vértebra dolorida y en las primeras horas después de la inyección del cemento.^{2,16} Sin embargo, las complicaciones más serias están relacionadas con la fuga del cemento fuera de los márgenes del cuerpo vertebral tanto de forma directa como a través de los plexos venosos.

Cotten et al² demostraron la presencia de fuga de cemento tanto cortical como venosa en 29 de 40 pacientes tratados por metástasis o mieloma y en los que se realizó una TC después del procedimiento. La mayoría de estas fugas fueron asintomáticas, pero dos de ellas, que se encontraban en el foramen de conjunción necesitaron descompresión quirúrgica. Posteriormente, en una revisión de una serie más grande de pacientes,³⁰ describen un caso de compresión medular de entre 258 pacientes tratados, y trece casos de dolor radicular, de los cuales tres necesitaron liberación quirúrgica de la raíz y el resto cedió con tratamiento antiinflamatorio. La mayoría de los autores describen una baja incidencia de neuritis transitorias entre 10% y 6%,^{2,17,28,30-33} aunque existen casos de fugas masivas del cemento que precisaron cirugía descompresiva de urgencias.³⁴ En todos los casos la causa de la aparición de complicación se debe a un defecto de técnica, bien en la preparación del cemento, su escasa visualización o su inyección no controlada.

La presencia de un paso del cemento al plexo venoso vertebral no interfiere en el éxito de la técnica. El calor desprendido por el cemento en su proceso de polimerización podría lesionar las estructuras nerviosas cercanas, sin embargo como demostraron Wang et al³⁵ en un estudio experimental en perros, parece que tanto la presencia del ligamento común vertebral posterior, que actuaría como barrera, así como el flujo continuo del líquido cefalorraquídeo que actúa de refrigerante evitan que la temperatura alcanzada localmente sea lo suficiente para provocar dicha lesión.³⁶

En nuestra experiencia sobre 150 pacientes tratados y revisados encontramos un 47% en los que se podía observar, en la TC realizada posprocedimiento, la presencia de cemento fuera del marco vertebral, sobre todo en el plexo venoso peridural, pero siempre en el mismo nivel de la vértebra tratada. Los resultados funcionales fueron similares tanto en el grupo en el que los controles mostraban fuga del cemento como en los absolutamente normales.

Otras complicaciones descritas en la bibliografía incluyen fracturas costales, hematomas paravertebrales, abscesos epidurales, compresión esofágica y embolismo pulmonar. Este último por paso masivo de cemento a la circulación central.³⁷

Futuros desarrollos

La vertebroplastia percutánea ha evolucionado de forma muy

rápida en los últimos años, y hemos tenido la oportunidad de ver como en la bibliografía aparecían artículos que recogían, de forma retrospectiva, series cortas,^{1,4} y cómo empiezan a surgir estudios prospectivos y series más largas.⁵ Con ello es de esperar que tengamos un mejor conocimiento de los resultados a largo plazo y mejorar nuestros criterios de inclusión.

Existen dos campos de investigación actualmente en desarrollo: los biocementos y las cifoplastias.

Los biocementos son compuestos de fosfato cálcico que pueden ser inyectados de forma líquida y que se endurecen a temperatura corporal. Se desarrollaron inicialmente para el relleno de cavidades óseas y tienen como característica que son productos totalmente reabsorbibles. Se han hecho experimentos *in vitro* donde se ha demostrado que el producto, una vez fraguado, es capaz de conseguir un refuerzo de la estructura ósea similar a los cementos de PMMA.³⁸⁻⁴⁰ Queda, sin embargo, por delimitar su aplicación en personas y sus indicaciones clínicas. En nuestra experiencia, hemos encontrado muchas dificultades en su utilización en animales de experimentación por dos motivos: cuando la mezcla obtenida es de las características de viscosidad recomendadas por los fabricantes, la presión ejercida para la inyección del producto provoca la separación de las fases sólida y líquida dentro de la aguja de punción, produciendo el taponamiento de la misma. Sin embargo, cuando la mezcla obtenida es más líquida y la inyección se hace efectiva, el producto es «lavado» del cuerpo vertebral por el flujo sanguíneo por lo que no se consigue el efecto de refuerzo de la estructura ósea que se desea.

Así mismo, teniendo en cuenta los magníficos resultados obtenidos con el uso de los actuales cementos de PMMA, queda por delimitar las ventajas de los cementos absorbibles, que pudieran no evitar la progresión del colapso de una vértebra tratada.³⁹ Es posible, sin embargo, que el desarrollo de estos productos tenga una gran utilidad en el futuro como tratamiento profiláctico, más que como tratamiento de los síntomas.

La cifoplastia es una técnica mediante la que se intenta, no sólo tratar el dolor provocado por una fractura vertebral por osteoporosis, sino que pretende recuperar la altura del cuerpo vertebral y restaurar el plano sagital perdido por el acúñamiento sufrido. La técnica consiste en la colocación de un balón en el interior del cuerpo vertebral afectado que, al hincharse a alta presión restaura la altura del cuerpo vertebral, realizándose posteriormente un relleno del resto del espacio restante con cemento. Los resultados obtenidos inicialmente parecen similares a los de la vertebroplastia respecto a la mejoría de la situación funcional.^{41,42} Se trata, sin embargo, de resultados preliminares de una técnica en desarrollo que nos obliga a ser cautos a la hora de valorar los resultados.

El relleno de este espacio vacío producido al restaurar la altura vertebral con el balón se ha realizado, experimentalmente, con cementos bioreabsorbibles tipo hidroxiapatita pero los resultados obtenidos, con respecto a la recuperación de la resistencia vertebral a la presión, no han sido satisfactorios.⁴³

BIBLIOGRAFÍA

- Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma as well as painful and debilitating diseases. *Neurochirurgie* 1987;33:166-8.
- Cotten A, Dewatre F, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty for

- osteolytic metastases and myeloma: Effects of percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology* 1996;200:525-30.
3. Kaemmerlen P, Thiesse P, Bouvard H, Biron P, Mornex F, Jonas P. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of metastases. Technique and results. *J Radiol* 1989;70:557-62.
4. Debussche-Depriester C, Deramond H, Fardellone P. Percutaneous vertebroplasty with acrylic cement in the treatment of osteoporotic vertebral crush fracture syndrome. *Neuroradiology* 1991;33(Suppl): 149-52.
5. Cortet B, Cotten A, Boutry N, et al. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: An open prospective study. *J Rheumatol* 1999;26:2222-8.
6. Gangi A, Dietemann JL, Guth S, Steb JP, Roy C. Computed tomography (CT) and fluoroscopy-guided vertebroplasty: Results and complications in 187 patients. *Sem Intervent Radiol* 1999;16:137-42.
7. Jensen ME, Evan 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;18:1897-904.
8. Gilbert RW, Kim JH, Posner JB. Epidural spinal cord compression from metastatic tumor. *Ann Neurol* 1978;3:40-51.
9. Tomita T, Galicich JH, Sundaresan N. Radiation therapy for spinal epidural metastasis with complete block. *Acta Radiol* 1983;22:135-43.
10. Weinstein JN, Collalto P, Lehmann TR. Long-term follow-up of nonoperatively treated thoracolumbar spine fractures. *J Orthop Trauma* 1988;3:152-9.
11. Fitzpatrick PJ, Rider WD. Half body radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1976;1:197-207.
12. Murray JA, Ruels MC, Lindberg R. Irradiation of polymethylmethacrylate. *J Bone Joint Surg (Am)* 1974;56:311-2.
13. Lapras C, Mottolese C, Deruty R, Lapras C Jr, Remond J, Duquesnel J. Injection percutanée de méthylmethacrylate dans le traitement de l'ostéoporose et ostéolyse vertébrale grave. *Ann Chir* 1989;43:371-6.
14. Martin JB, Jean B, Sugiu K, et al. Vertebroplasty: Clinical experience and follow-up results. *Bone* 1999;25(2 suppl):11-5.
15. Pérez-Higueras A, Rossi R, Álvarez L. Vertebroplastia percutánea: Técnica y resultados. Punta del Este, Uruguay, 4. Congreso de la SILAN, Diciembre 2000;81.
16. Weill A, Chiras J, Simon JM, Rose M, Sola-Martinez T, Enkaoua E. Spinal metastases: indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. *Radiology* 1999;199:241-7.
17. Deramond H, Depriester C, Galibert P, Le Gars D. Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications and results. *Radiol Clin North Am* 1998;36:533-46.
18. Mohan V, Gupta SK, Tuli SM, Sanyal B. Symptomatic vertebral hemangiomas. *Clin Radiol* 1980;31:575-9.
19. Gangi A, Kastler BA, Dietemann JJ. Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy. *Am J Neuroradiol* 1994;15:83-6.
20. Nicola N, Lins E. Vertebral hemangioma: retrograde embolization-stabilization with methyl methacrylate. *Surg Neurol* 1987;27:481-6.
21. Cotten A, Deramond H, Cortet B, et al. Preoperative percutaneous injection of methyl methacrylate and N-butyl cyanocrylate intervertebral hemangiomas. *Am J Neuroradiol* 1996;17:137-42.
22. Dufresne AC, Brunet E, Sola-Martínez MT, Rose M, Chiras J. Percutaneous vertebroplasty of the cervico-thoracic junction using an anterior route. Technique and results. Report of nine cases. *J Neuro-radiol* 1998;25:123-8.
23. Riggs BL, Melton LJ. The worldwide problem of osteoporosis: Insights afforded by epidemiology. *Bone* 1995;17(Suppl):505-11.
24. Lyles KW, Gold DT, Shipp KM, Pieper CF, Martínez S, Mulhausen PL. Association of osteoporotic vertebral compression fractures with impaired functional status. *Am J Med* 1993;94:595-601.
25. Rapado A. General management of vertebral fractures. *Bone* 1996; 18(Suppl):191-6.
26. Levine SA, Perin LA, Hayes D, Hayes WS. An evidence-based evaluation of percutaneous vertebroplasty. *Manag Care* 2000;9:56-60.
27. Álvarez L, Perez-Higueras A. Vertebroplastia en el tratamiento de fracturas vertebrales por osteoporosis. 6.º Congreso Iberoamericano de Columna (SILACO), Mayo 2001;4.
28. Chiras J, Depriester C, Weill A, Sola-Martínez MT, Deramond H. Percutaneous vertebral surgery: techniques and indications. *J Neuro-radiol* 1997;24:45-59.
29. Mathis JM, Petri M, Naff N. Percutaneous vertebroplasty treatment of steroid induced osteoporotic compression fractures. *Arthritis Rheum* 1998;41:171-5.
30. Cotten A, Boutry N, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty: State of the art. *Radiographics* 1998;18:311-20.
31. Al-Assir I, Pérez-Higueras A, Florensa J, Muñoz A, Cuesta E. Percutaneous vertebroplasty: a special syringe for cement injection. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21:159-61.
32. Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, McCann RM. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 2000;25: 923-8.
33. Heini PF, Walchli B, Berlemann U. Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: operative technique and early results. A prospective study for the treatment of osteoporotic compression fractures. *Eur Spine J* 2000;9:445-50.
34. Wenger M, Markwalder TM. Surgically controlled, transpedicular methyl methacrylate vertebroplasty with fluoroscopic guidance. *Acta Neurochir (Wien)* 1999;141:625-31.
35. Wang GJ, Wilson CS, Hubbard SL, Sweet DE, Reger SI, Stamp WG. Safety of anterior cement fixation in the cervical spine: In vivo study of dog spine. *South Med J* 1984;77:178-9.
36. Deramond H, Wright NT, Belkoff SM. Temperature elevation caused by bone cement polymerization during vertebroplasty. *Bone* 1999;25(Suppl):17-25.
37. Padovani B, Kasriel O, Brunner P, Peretti-Viton P. Pulmonary embolism caused by acrylic cement: A rare complication of percutaneous vertebroplasty. *Am J Neuroradiol* 1999;20:375-7.
38. Belkoff SM, Mathis JM, Erbe EM, Fenton DC. Biomechanical evaluation of a new bone cement for use in vertebroplasty. *Spine* 2000; 25:1061-4.
39. Belkoff SM, Mathis JM, Jasper LE, Deramond H. An ex vivo biomechanical evaluation of a hidroxyapatite cement for use with vertebroplasty. *Spine* 2001;26:1542-6.
40. Bo B, Laith MJ, Frederick JK, Spivak JM. The use of an injectable, biodegradable Calcium Phosphate substitute for the prophylactic augmentation of osteoporotic vertebrae and the management of vertebral compression fractures. *Spine* 1999;24:1521-6.
41. Garfin SR, Yuan HA, Lieberman I, Phillips F, Lane J, Wong WH, Sachs BL, Reiley MA. Early results of 300 kyphoplasties for the tre-

- atment of painful vertebral body compression fracture. San Francisco, USA, 68 Congreso de la American Academy of Orthopaedic Surgeons, Febrero 2001;258.
42. Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt M. Initial outcome and efficacy of kyphoplasty in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2001;26:1631-8.
 43. Belkoff SM, Mathis JM, Deramond H, Jasper LE. An ex vivo biomechanical evaluation of a hidroxyapatite cement for use whit kyp-hoplasty. *AJNR* 2001;22:1212-6.