



FACULTADE DE MEDICINA
E ODONTOLOXÍA

Traballo de
fin de grao

Técnicas de reforzo vertebral (vertebroplastia e cifoplastia) no tratamento da dor provocada por patoloxía vertebral tumoral: revisión sistemática.

Técnicas de refuerzo vertebral (vertebroplastia y cifoplastia) en el tratamiento del dolor provocado por patología vertebral tumoral: revisión sistemática

Vertebral Augmentation Techniques (vertebroplasty and kyphoplasty) in the treatment of pain caused by malignant spine disease: systematic review.

Autor: Miguel Picallo Fernández

Titor: Jesús Pino Minguez

Cotitora 1: Laura Ameneiro Romero

Cotitor 2: Arturo Oitabén Mariño

Departamento: Ciruxía Ortopédica e Traumatoloxía

(Xuño 2022)

Traballo de Fin de Grao presentado na Facultade de Medicina e Odontoloxía da Universidade de Santiago de Compostela para a obtención do Grao en Medicina

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mi cotutora Laura Ameneiro, por su compromiso, paciencia, confianza y apoyo durante todos estos meses.

A mi tutor Jesús Pino, a mi cotutor Arturo Oitabén, y a todo el departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Arquitecto Marcide de Ferrol.

A mis padres, mis amigos y mi familia.

ÍNDICE

CONTENIDOS

ÍNDICE.....	3
CONTENIDOS.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
ACRÓNIMOS.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. PREGUNTA DE ESTUDIO Y OBJETIVO.....	14
3. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Diseño del estudio.....	15
3.2. Criterios de selección e inclusión.....	15
3.3. Estrategia de búsqueda.....	16
3.4. Evaluación de la calidad metodológica.....	17
3.5. Extracción de datos.....	17
3.6. Síntesis de los datos.....	17
3.7. Limitaciones.....	18
4. RESULTADOS.....	19
5. DISCUSIÓN.....	27
6. CONCLUSIÓN.....	36
7. BIBLIOGRAFÍA.....	37
8. ANEXOS.....	45
ANEXO 1: Estrategia general de búsqueda en bases de datos.....	46
ANEXO 2: Instrumento de lectura crítica FLC-3.0 para estudios ECA.....	47
ANEXO 3: Escala VAS (Visual Analogue Scale).....	47
ANEXO 4: Escala KPS (Karnofsky Performance Status scale).....	48
ANEXO 5: Escala BPI (Brief Pain Inventory).....	49
ANEXO 6: Escala ESAS (Edmonton Symptom Assessment Sytem).....	50

RESUMEN

Tipo de estudio: Revisión sistemática

Justificación: La columna vertebral es el lugar de asentamiento más frecuente de las metástasis óseas. Debido al incremento de la esperanza de vida de los pacientes oncológicos, el tratamiento del dolor y las diferentes comorbilidades asociadas a la afectación raquídea del tumor se han convertido en una prioridad en su manejo. La vertebroplastia y la cifoplastia son técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas que reducen el dolor y mejoran la calidad de vida de estos pacientes con bajo riesgo de complicaciones y una breve recuperación. Sin embargo, existe escasa evidencia científica de cuál es la técnica de elección para la enfermedad tumoral de la columna vertebral.

Objetivo: El objetivo de esta revisión es valorar cuál de los procedimientos quirúrgicos existentes en la actualidad (vertebroplastia vs cifoplastia) representa la mejor opción en el manejo del dolor asociado a patología vertebral tumoral (metástasis óseas, mieloma múltiple,...), basándose en la evidencia existente en la literatura.

Métodos: Se llevó a cabo una revisión sistemática exploratoria o de alcance (scoping review) sobre la evidencia científica generada en relación con la pregunta del estudio (pregunta PICO). Mediante descriptores estandarizados y texto libre se elaboró una estrategia de búsqueda primaria que incluyó las bases de datos Embase, PubMed y Cochrane. De forma adicional se realizó una búsqueda manual inversa de citas bibliográficas. La revisión de datos y análisis de los resultados se llevó a cabo por dos revisores de forma independiente a través de las plantillas de lectura crítica del programa FLC 3.0 con exposición narrativa de los resultados según los criterios de evaluación del Instituto Joanna Briggs (JBI) y diagrama de flujo PRISMA.

Resultados: De una selección de 438 artículos iniciales, fueron finalmente elegibles 8 estudios que cumplían criterios para su revisión (7 estudios de cohortes retrospectivos y 1 prospectivo). Se evaluaron 685 pacientes tratados con vertebroplastia, 289 con cifoplastia y 79 con ambas. 4 estudios evaluaron pacientes con mieloma, 2 con metástasis vertebrales y 2 con cualquier patología maligna. Ningún trabajo encontró diferencias significativas entre ambos procedimientos en la mejoría del dolor o la capacidad funcional en el postoperatorio inmediato y al mes. Un estudio encontró diferencias a favor de la cifoplastia a los 6 meses y al año.

Conclusiones: En base a los hallazgos actuales no es posible realizar una recomendación concluyente sobre qué tipo de técnica de refuerzo vertebral es superior en el tratamiento de patología vertebral maligna. Por ello, son necesarios más estudios de calidad que aporten evidencias y recomendaciones más sostenibles para establecer qué cirugía es más adecuada en estos pacientes.

Palabras clave (DeCS): Vertebroplastia, Cifoplastia, Metástasis, Cáncer, Revisión sistemática.

ABSTRACT

Study design: Systematic review

Justification: The spine is the most common site of settlement for bone metastases. With the increase in life expectancy of cancer patients, the treatment of pain and the different associated comorbidities has become a priority in its management. Vertebroplasty and kyphoplasty are minimally invasive surgical techniques that reduce pain and improve the quality of life of these patients with a low risk of complications and a short recovery. However, little evidence has been produced on which technique is best for fractures caused by bone metastatic disease.

Objective: The objective of this review is to evaluate which surgical procedure represents a better option in the management of pain associated with pathological fractures due to bone metastases in the spine, vertebroplasty or kyphoplasty, based on the evidence in the literature.

Methods: An exploratory or scoping systematic review of the scientific evidence in relation to the study question (PICO question) was carried out. Using standardized descriptors and free text, a primary search strategy was developed that included the Embase, PubMed, and Cochrane databases. Additionally, a reverse manual search of bibliographic citations was performed. The review of data and analysis of the results was carried out by two reviewers independently through the critical reading templates of the FLC 3.0 program with a narrative presentation of the results according to the evaluation criteria of the Joana Briggs Institute (JBI) and diagram of PRISM flow.

Results: From a selection of 438 initial articles, 8 studies that met the criteria were finally eligible for review (7 retrospective and 1 prospective cohort study). 685 patients treated with vertebroplasty were evaluated, 289 with kyphoplasty and 79 with both. 4 studies evaluated patients with myeloma, 2 with spinal metastases and 2 with any malignant pathology. No study found significant differences between both procedures in the improvement of pain or functional capacity in the immediate postoperative period and at one month. One study found differences in favor of kyphoplasty at 6 months and 1 year.

Conclusions: Based on the current findings, it is not possible to make a conclusive recommendation as to which type of spinal augmentation technique is superior in the treatment of malignant spinal pathology. Therefore, more quality studies are needed to provide more sustainable evidence and recommendations to establish which surgery is most appropriate in these patients.

Keywords (MeCS): Vertebroplasty, Kyphoplasty, Metastasis, Cancer, Systematic review.

ACRÓNIMOS

AP	Anteroposterior
Bis-GMA	Bisphenol A-Glycidyl Methacrylate
BPI	Brief Pain Inventory
CAFE	Cancer Patient Fracture Evaluation
DOC	Grado De Compresión vertebral
ECA	Ensayo Clínico Aleatorizado
EEUU	Estados Unidos
ESAS	Escala de Evaluación de Síntomas de Edmonton
FDA	Administración de Estados Unidos de Alimentación y Medicamentos
FGF	Factor de Crecimiento Fibroblástico
IGF	Factor de Crecimiento semejante a la Insulina 1
JBI	Joanna Briggs Institute
KP	Cifoplastia (con balón)
KPS	Escala de Rendimiento funcional de Karnofsky
MRI	Resonancia Magnética
NK	Natural Killer
OR	Odds Ratio
PDGF	Factor de Crecimiento Derivado de Plaquetas
PICO	Problema-Intervención-Comparativa-Resultados
PMMA	Polimetilmetacrilato
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
R-TVA	Radiofrequency-Targeted Vertebral Augmentation
RS	Revisión sistemática
SARS-Cov2	Síndrome Respiratorio Agudo Grave por Coronavirus 2
TC/TAC	Tomografía Computarizada
TEP	Tromboembolismo Pulmonar
TGF-B	Factor de Crecimiento Transformante Beta

TFG	Trabajo de Fin de Grado
TVP	Trombosis Venosa Profunda
VAS	Escala Visual Analógica
VBS	Vertebral Body Stenting
VCF	Fractura de Compresión Vertebral
VP	Vertebroplastia

1. INTRODUCCIÓN

La afectación tumoral de la columna vertebral es frecuente, no tanto por tumores primarios, como por enfermedad metastásica, ya que la localización ósea es el 3º lugar más frecuente de afectación a distancia, únicamente superada por las metástasis pulmonares y hepáticas. El 70% de las metástasis óseas asientan en la columna vertebral ⁽¹⁾, representando la región con mayor afectación. De hecho, el 70% de los pacientes fallecidos por enfermedad metastásica presentan afectación vertebral en su autopsia ^(2,3) y se estima que entre un 20-40% de los pacientes con cáncer van a presentar en algún momento de su enfermedad metástasis vertebrales ⁽⁴⁻⁸⁾. Los tumores malignos primarios que con mayor frecuencia metastatizan a nivel de la columna son pulmón, mama y próstata (constituyendo estos tres aisladamente más del 50% de los casos) ⁽⁹⁾, riñón, aparato gastrointestinal, tiroides, sarcoma y las neoplasias linfáticas; linfomas y mielomas ⁽⁶⁾.

Las vértebras torácicas constituyen la región más afectada por las metástasis (70%), seguidas por las lumbares (20%) y las cervicales (10%). Las células cancerígenas pueden alcanzar la columna vertebral desde 3 localizaciones principalmente; las propias vértebras (85%), zonas paravertebrales (10-15%) y menos frecuentemente, el espacio intramedular (< 5%) ^(10, 11, 12). La zona de la vértebra que comunmente se afecta en primer lugar es el cuerpo posterior, mientras que el cuerpo vertebral anterior, lámina y pedículos se dañan más tarde ⁽¹³⁾.

El estudio de las metástasis a nivel fisiológico y su alta selectividad por la columna vertebral y los huesos largos es un campo aún poco explorado. La presencia de trabéculas en el hueso, mayores tasas de pérdida ósea o una mayor vascularización son algunas de las circunstancias que podrían favorecer el crecimiento tumoral en estas localizaciones ⁽¹⁴⁾. Mundy et al ⁽¹⁵⁾ en 1997 describió por primera vez el “círculo vicioso” de las metástasis; un mecanismo de retroalimentación en el que las células tumorales alteran la fisiología normal del hueso, liberando una serie de factores como TGF-B, activina, FGF, PDGF e IGF desde la matriz ósea que perpetúan la destrucción ósea y la progresión tumoral ⁽¹⁵⁾. La presencia de osteoblastos, células endoteliales y adipocitos favorecen la progresión tumoral, mientras que los linfocitos T citotóxicos y las células NK protegen frente a las células malignas ^(14, 16, 17, 18). El diagnóstico del tumor primario y la aparición de las primeras manifestaciones clínicas de las metástasis pueden diferir décadas, lo que sugiere la posibilidad de un estado “latente” en el que las células malignas permanecen en el hueso muchos años ⁽¹⁴⁾. Existen publicaciones que confirman que este fenómeno de “latencia” puede ocurrir de forma muy temprana: en más del 50% de los pacientes con cáncer de mama ⁽¹⁹⁾ y 70% en cáncer de próstata ⁽²⁰⁾ ya existían células cancerígenas en el hueso en el momento de la cirugía, a pesar de que únicamente un 20-30% de los pacientes presentaron recurrencia tras 10 años del diagnóstico.

Las metástasis de tumores sólidos son la patología oncológica más frecuente a nivel vertebral, pero no la única, siendo el mieloma la neoplasia primaria con mayor afectación ósea (entre el 60-100% en su presentación ⁽²¹⁾), consistente en un acúmulo de linfocitos B malignos a nivel de médula ósea que producen alteración de la hematopoyesis y que se traduce en patología ósea (osteoporosis, lesiones líticas, fracturas...) ⁽²²⁾.

La clínica y comorbilidades que presentan estos pacientes son muy similares, independientemente de la neoplasia primaria. El síntoma más común y también el más precoz es el dolor crónico, que afecta a aproximadamente el 90% de los pacientes y es principalmente de dos tipos, local y mecánico.

El dolor local es severo y progresivo. Está causado por la inflamación y la compresión del periostio, donde se encuentran los nociceptores. Empeora en posición supina, es de predominio nocturno, y mejora al levantarse. Dado que el dolor de espalda por causas menos graves como la artrosis suele afectar a las vértebras cervicales o lumbares, la aparición de un dolor de estas características en la columna torácica debe hacer sospechar una metástasis ósea^(23, 24, 25). El dolor mecánico o axial suele ser más tardío, responde peor a la medicación y es descrito como “punzante”. Ocurre debido a compresión medular o inestabilidad espinal.

La progresión de la enfermedad puede acabar produciendo afectación neurológica por compresión en forma de radiculopatía, por afectación de las raíces nerviosas (con dolor, debilidad e hipo/hiper/parestesias en la zona afectada, dependiendo del nivel donde se encuentre la lesión), o mielopatía, por daño de la médula ósea (con afectación motora, sensitiva y autonómica, incluyendo incontinencia urinaria o intestinal)⁽²⁶⁾. La bibliografía confirma que, hasta un 10% de los pacientes con metástasis vertebrales, sufrirán compresión medular⁽²⁷⁾, con una incidencia del 22% en cáncer de mama, 15% en pulmón y 10% en próstata⁽¹⁰⁾.

La causa más frecuente de fracturas por compresión vertebral es la osteoporosis, por encima de la afectación metastásica. Para realizar el diagnóstico diferencial de la etiología, la prueba Gold-estándar es la resonancia magnética (MRI) con inyección de contraste (galodinio), pudiendo objetivarse en el caso de las metástasis una afectación medular o pedicular y expansión paravertebral o posterior, entre otros⁽²¹⁾.

El manejo de las metástasis vertebrales se trata de un verdadero reto terapéutico ya que nos encontramos con pacientes con una morbilidad muy elevada, afectación sistémica y, en general, con mal pronóstico vital por lo que muchos casos deben ser tratados por un equipo multidisciplinar formado por radiólogos intervencionistas, traumatólogos, neurocirujanos y oncólogos. El abordaje de esta patología debe ser individualizado, valorando tanto las características del tumor como las condiciones del paciente⁽²⁸⁾, teniendo en cuenta que habitualmente el objetivo es principalmente paliativo; centrándose en la reducción del dolor y el mantenimiento o mejora de la estabilidad espinal.

La pandemia del SARS-Cov2 ha afectado considerablemente al manejo de las metástasis vertebrales. Los pacientes oncológicos son especialmente vulnerables a sufrir una infección grave con complicaciones debido sobre todo a su edad, patología y tratamiento (inmunosupresores). Desde el inicio de la pandemia en 2020 se ha producido un aumento en los cánceres diagnosticados de forma tardía debido a la reticencia de un gran porcentaje de la población a recurrir a asistencia médica, así como un manejo más precario de éstos por la preferencia de consultas telefónicas y una atención más telemática que presencial. La evidencia disponible demuestra retrasos en pruebas diagnósticas de rutina como TC (58%), radiografías (48%) o MRI (46%), siendo menos afectados los escáneres de urgencia, así como retrasos en el tratamiento; un 31% en radioterapia y un 35% en cirugías⁽²⁹⁾. Como cualquier patología oncológica, un diagnóstico y tratamiento precoces son claves para un correcto manejo de la enfermedad, por lo que estos retrasos suponen un gran impacto en el pronóstico y supervivencia de este tipo de pacientes.

El tratamiento conservador de la clínica secundaria a las metástasis vertebrales incluye reposo, fisioterapia, corsés ortopédicos y medicación analgésica y antiinflamatoria^(23, 30, 31). Los opioides mayores, principalmente la morfina oral, constituyen el medicamento de elección para el dolor provocado por las metástasis⁽³²⁾, pudiendo asociarse bloqueos

nerviosos, antidepresivos, anticonvulsiantes, corticoides y analgesia intratecal dependiendo del tipo de dolor⁽²³⁾. Aun así, este tipo de manejo ha mostrado una efectividad muy limitada, ya que no soluciona las alteraciones mecánicas e inestabilidad, y por lo tanto el dolor resultante, produciendo una menor capacidad funcional lo que incrementa las complicaciones asociadas a la inmovilización: infecciones, neumonías e incluso patología tromboembólica (TVP, TEP...) ^(28, 30, 33).

La radioterapia es, desde hace décadas, el tratamiento de elección para metástasis vertebrales por su actuación frente al dolor y control a largo plazo del tumor, su naturaleza no invasiva y su combinación con otras técnicas que permiten aumentar su precisión, como la radioterapia guiada por imagen o la radiocirugía ^(23, 26, 30). En un estudio prospectivo del dolor asociado a las metástasis vertebrales tratadas con radioterapia se encontró que un 49% de los pacientes experimentaban una mejoría absoluta del dolor mientras que el otro 51% refería una mejora de más del 50% ⁽³⁴⁾. Aun así, esta modalidad presenta como inconvenientes una mejoría del dolor muy tardía (su efecto máximo se alcanza al mes y el refuerzo óseo se produce hasta 4 meses más tarde ⁽³⁵⁾), debilitamiento del hueso asociando pérdida de la altura vertebral y aumento del riesgo de fracturas post tratamiento por la osteonecrosis generada, recurrencia del dolor (hasta 57% de los pacientes en una media de 15 semanas tras la terapia ⁽³⁶⁾), la existencia de dosis máxima tolerada o la presencia de tumores no sensibles a la radioterapia ^(23, 30, 37).

Históricamente, la cirugía abierta ha sido utilizada para reducir el dolor y tratar complicaciones mecánicas de las metástasis. Técnicas como la cirugía descompresiva, laminectomía o la resección en bloque ^(6, 25, 30, 38) se reservaban para fracturas inestables con compromiso neurológico, en pacientes con un pronóstico de supervivencia mayor de 6 meses ^(6, 39). A pesar de todo, este manejo provoca un mal control a largo plazo, un alto número de complicaciones y una morbimortalidad de hasta un 40% ^(6, 28, 39, 40), por lo que en la actualidad la cirugía abierta no es una indicación habitual, ya que el objetivo principal en estos pacientes es la mejora de la calidad de vida. Existen publicaciones en las que se afirma que no existe diferencia de supervivencia a los 4 años entre una resección completa de la metástasis y una incompleta ^(30, 41).

En las últimas décadas se ha producido un gran cambio en el paradigma de tratamiento de las metástasis óseas vertebrales con la aparición y desarrollo de diversas técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas. La vertebroplastia (VP) y la cifoplastia (BKP), técnicas de refuerzo vertebral percutáneo que ya han demostrado su efectividad en la reducción del dolor mecánico, así como en la mejoría de la estabilidad espinal y la recuperación de la estructura corporal de las vértebras, aspectos que no se alcanzan con otros tratamientos. Estas técnicas consisten en introducir cemento óseo (normalmente polimetilmetacrilato o PMMA) en el cuerpo vertebral fracturado y destruido por las células cancerígenas, recuperando la altura vertebral y mejorando de manera inmediata el dolor. En la vertebroplastia se introduce el material directamente a altas presiones en la vértebra mientras que en la cifoplastia se infla previamente el espacio interior vertebral mediante un balón, permitiendo recuperar la morfología previa del cuerpo vertebral e introducir el cemento a presiones más bajas ^(23, 28, 30).

El tipo de procedimiento seleccionado suele decidirse según el criterio del profesional y del centro hospitalario, por lo que el desarrollo de un protocolo estándar terapéutico en el futuro podría ser muy beneficioso a la hora de mejorar la atención médica en los pacientes oncológicos que presentan metástasis óseas ⁽²³⁾.

La vertebroplastia y la cifoplastia son técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas cuyo procedimiento es prácticamente igual a lo largo de toda la operación exceptuando algunos puntos clave.

De forma general suele utilizarse anestesia local en las VP mientras que en las KP suele preferirse la anestesia general. El paciente se coloca en decúbito prono para el tratamiento de la zona torácica, lumbar y lumbotorácica, mientras que las cirugías de la región cervical es preferible una posición supina, ya que el acceso en el caso de C1-C2 es transoral (extremadamente raro y con un riesgo de infección muy elevado)⁽⁴²⁾ y en el caso de C3-C7 es anterolateral para evitar daños en el complejo carótida-yugular. Se utilizan agujas Jamshidi de 11G para la región lumbar, 13G para la torácica y 15G para la cervical y torácica alta. En cuanto a la longitud, la medición estándar son 10 cm, siendo utilizadas las de 15cm en casos especiales como pacientes muy obesos⁽⁴³⁾.

En un primer paso se localizan los pedículos vertebrales mediante control radioscópico, existiendo la posibilidad de utilizar el TAC en algunos centros cuando las alteraciones anatómicas dificultan el acceso⁽⁴⁴⁾. Una vez localizados, se realiza una incisión de 2-3 mm en la piel, normalmente 1cm por fuera del punto de entrada hacia el pedículo^(43, 44). De la T10 a la L5 suele realizarse un abordaje transpedicular, en el que las agujas se introducen a las 9 horas en el lado izquierdo y a las 3 horas en el lado derecho en AP si consideramos que la vértebra es un reloj⁽⁴⁵⁾. Desde la región cervical hasta la T10, las vértebras presentan un tamaño pedicular menor y angulaciones más complicadas, por lo que se suele optar por un abordaje extrapedicular. La entrada se realiza de forma más lateral entre la costilla y la pared pedicular superior lateral, avanzando caudalmente a ésta. La aguja se inserta en la vértebra orientada hacia la esquina craneal, a las 1 horas en el lado derecho y a las 11 horas en el lado izquierdo⁽⁴³⁾. Con este abordaje la posibilidad de dañar los pedículos es muy baja, pero existe un mayor riesgo de puncionar el pulmón y producir un neumotórax o un hematoma^(43, 46). Posteriormente se perfora mediante la aguja el pedículo y se empieza a avanzar de manera controlada radiológicamente (en AP es vital que la aguja no se salga del pedículo) hasta llegar al muro vertebral posterior, a partir del cual la resistencia al paso es menor. A partir de este punto, existen ciertas diferencias entre la VP y la KP.

En la VP, se prolonga la aguja hasta llegar a la unión de los tercios anterior y medio del soma vertebral, sin sobrepasar nunca la apófisis espinosa en la proyección AP. En este punto se puede realizar una toma de biopsia e incluso una venografía para conocer la distribución vascular vertebral antes de inyectar el cemento. Muchos autores promueven la toma rutinaria de biopsia mientras que otros dudan de su utilidad clínica así como su coste-efectividad^(43, 47, 48). La venografía ha dejado de utilizarse de forma rutinaria por su poca transcendencia⁽⁴⁹⁾.

La inyección del cemento puede realizarse manualmente, pero es aconsejable utilizar sistemas específicos ya que, a pesar de que encarecen el procedimiento, disminuyen mucho los riesgos y suponen una menor radiación para el cirujano. El volumen de cemento inyectado depende del tipo de vértebra (mayor en las lumbares y menor en las cervicales) y no existe una cantidad mínima⁽⁵⁰⁾, administrándose de forma general 2-11 mL por vértebra⁽⁵¹⁾. En el caso de las metástasis vertebrales, el objetivo primario es reducir el dolor, por lo que pequeños volúmenes de cemento suelen ser suficientes⁽⁵²⁾. La inyección debe realizarse de forma lenta y con control fluoroscópico continuo para evitar fugas. Puede realizarse de manera unipedicular o bipedicular, reservada para aquellos casos en los que el centro de la vértebra no se vea muy bien, disminuyendo de esta forma el riesgo de fuga que es mayor en el medio del cuerpo vertebral⁽⁵³⁾. El abordaje bipedicular garantiza una repartición del cemento más

homogénea y completa, mientras que para el unipedicular es necesario que se alcance el centro del soma con la aguja para que se produzca una cementación exitosa⁽⁴³⁾. Parece ser que se registra una mayor presión de administración cuanto mayor sea el calibre de la cánula utilizada y cuanto mayor proporción de cemento se inyecte^(44, 54). Las fugas son más susceptibles de ocurrir al inicio del procedimiento, cuando el cemento aún está en estado muy líquido, en cuyo caso estaría indicado parar inmediatamente la inyección y esperar 30-60 segundos a que solidifique y tapone la extravasación él mismo. No se debe llenar la cavidad entera de cemento para evitar que se produzcan fugas, lo recomendable es dar por concluido el procedimiento una vez se alcanzan 2/3 del soma vertebral hacia el muro posterior en la proyección lateral. Posteriormente se retira cuidadosamente todo el material teniendo cuidado de no extravasar nada de cemento a lo largo del recorrido⁽⁴³⁾.

En cuanto a la cifoplastia, la técnica utilizada es muy parecida, con la excepción de que previo a la inyección del cemento, se coloca un balón inflable dentro del cuerpo vertebral que permite a ésta expandirse y recuperar su altura previa a la fractura. El abordaje, al igual que en la inyección del cemento, puede ser unipedicular cuando podemos colocar el balón en el centro del soma vertebral (sería la situación ideal) o bipedicular cuando colocamos un balón en cada mitad del cuerpo vertebral. Los balones pueden ser de 10, 15 o 20mm, con 3-4cc, 4-5cc y 5-6cc de volumen correspondientemente. Una vez están situados en posición, éstos se inflan de forma lenta y gradual hasta que se recupera la altura vertebral deseada, se alcanza una presión máxima de 400psi (1 atm=14.7 psi) o contacte con la pared posterior vertebral. Una de las técnicas más empleadas para reducir el riesgo de fuga es la “*eggshell*”, descrita por primera vez en 2007 por Greene et al⁽⁵⁵⁾, que consiste en introducir un pequeño volumen de cemento antes de introducir el balón para que una vez éste se infle, esa pequeña cantidad de PMMA se empuja y presiona contra las paredes vertebrales, actuando como tapón y dándole un aspecto al cuerpo vertebral de “cáscara de huevo”, impidiendo que se produzcan fugas una vez se inyecte el cemento⁽⁵⁵⁾. Una vez generada la cavidad, el balón se desinfla y se extrae, para posteriormente continuar el procedimiento con la inyección del cemento igual que en la VP, pero con la ventaja de que la cavidad creada permite utilizar menores presiones de llenado y con ello reducir el riesgo de extravasación del cemento^(43, 56).

En cuanto a los cuidados postoperatorios, los pacientes suelen reposar durante 6-12 horas con vigilancia estrecha de constantes y analgesia. Se puede valorar realizar un TAC de control a las 24 horas para el estudio de la estabilidad vertebral y colocación correcta del cemento. Si no hay incidencias, el alta hospitalaria suele ser a las 24 horas de la cirugía, promovándose la movilización precoz y la ambulación. En caso de necesidad de continuar tratamientos oncológicos, la quimioterapia puede retomarse 2-3 semanas después del procedimiento^(43, 44).

El material más comúnmente utilizado es el polimetilmetacrilato (PMMA), formado por un polímero de metilmetacrilato en polvo y un monómero de metilmetacrilato líquido, junto con un marcador radio-opaco como el bario para facilitar la visualización de éste radiográficamente. El PMMA fue utilizado por primera vez en el ámbito traumatológico en 1960 para una cirugía de cadera, y no fue hasta 2004 que la FDA (*US Food and Drug Administration*) aprobó su uso como material de refuerzo vertebral. Este cemento es fácil de utilizar, barato y ofrece una rigidez y resistencia adecuadas para el cuerpo vertebral⁽³¹⁾.

Una vez se mezclan los componentes se produce una reacción exotérmica que transforma el producto de líquido a sólido en un intervalo de 12-20 minutos, siendo óptimo para su inyección a los 8-9 minutos normalmente. Es importante que el cemento no esté ni muy líquido (aumenta la probabilidad de fuga) ni muy compacto (complicaría mucho el

procedimiento) a la hora de inyectarlo, considerándose una consistencia de “pasta de dientes” como la ideal. Se ha demostrado que el PMMA no tiene capacidad de remodelado ni regeneración ósea ^(57, 58, 59), por lo que en los últimos años se están investigando nuevas combinaciones como sustitutas del PMMA, como Cortoss (formado por polímeros de resina y cerámica) ^(57, 60, 61), Strontium ^(57, 62), Bis-GMA (bisfenol-A-glicidil metacrilato) ^(57, 63), fosfatos cálcicos o hidroxapatita. Estos cementos no producen una reacción exotérmica por lo que permiten un remodelado óseo normal, pero son más caros y su manejo más complicado ⁽³¹⁾.

Tomita et al ^(64, 65) llevaron a cabo una evaluación biomecánica de las propiedades del cemento comparando el uso de fosfonato cálcico y PMMA en una serie de VP y KP. No se encontraron diferencias significativas entre los dos tipos de cemento en ambos tipos de procedimientos en cuanto a dureza y resistencia, demostrando que el fosfato cálcico constituye una alternativa fiable para las fracturas por compresión vertebral.

Además de la mejoría del dolor producida por la estabilidad mecánica obtenida una vez solidifica el cemento, existen muchas teorías de que el proceso de polimerización exotérmica mediante la necrosis de las terminaciones nerviosas o la propia toxicidad del PMMA también contribuyen a la reducción del dolor e incluso representan un efecto antitumoral en el segundo caso en estos pacientes ⁽⁶⁶⁾. A pesar de ello, numerosos estudios han demostrado que ninguna de las dos teorías es correcta; Anselmeti et al ⁽⁶⁷⁾ demostró que ninguno de los cementos actuales adquiere las temperaturas de 45° durante más de 30 minutos necesarias para que se produzca la afectación nerviosa ⁽⁶⁷⁾, mientras que Balestrino et al ⁽⁶⁸⁾ estudió en 2020 muestras anatomopatológicas tras VP en metástasis vertebrales demostrando no sólo que no se producía necrosis tumoral, sino que además se generaba una reacción inmune alrededor del cemento propia de la progresión tumoral, concluyendo que el PMMA no presenta ningún tipo de efecto anticancerígeno a nivel químico ⁽⁶⁸⁾. Por todo esto, la estabilidad mecánica parece ser el mecanismo más importante y efectivo a la hora de reducir el dolor, siendo producido mayormente por la movilidad de la vértebra y los microdesplazamientos de las fracturas trabeculares ⁽⁵⁷⁾.

2. PREGUNTA DE ESTUDIO Y OBJETIVO

La pregunta de investigación en formato PICO para esta revisión sistemática ha sido:

¿Qué tratamiento quirúrgico es más efectivo en la reducción del dolor en el tratamiento de la patología vertebral tumoral, la vertebroplastia o la cifoplastia?

P (Problema)	I (Intervención)	C (Comparativa)	O (Resultados)
Afectación tumoral vertebral	Vertebroplastia	Cifoplastia	Reducción del dolor

El objetivo primario de esta revisión sistemática ha sido valorar que técnica quirúrgica de refuerzo vertebral percutáneo, la vertebroplastia simple o la cifoplastia, supone una mejor opción en el manejo del dolor secundario a fracturas patológicas provocadas por neoplasias malignas (metástasis vertebrales y mieloma múltiple).

Como objetivos secundarios incluimos:

- Revisar las indicaciones y contraindicaciones de la vertebroplastia y la cifoplastia.
- Evaluar la adecuación de dichas técnicas (VP y BKP) para el tratamiento tanto de las metástasis vertebrales como en la mejora del dolor secundario a dicha patología.
- Conocer la prevalencia de complicaciones postoperatorias en ambos procedimientos y valorar qué técnica presenta una menor cantidad de comorbilidades.
- Valorar qué técnica quirúrgica produce una mejoría mayor en la estabilidad mecánica de las fracturas patológicas por metástasis.
- Valorar qué técnica quirúrgica produce una mejoría mayor en la capacidad funcional de los pacientes.
- Valorar el coste económico, la estancia hospitalaria, la mortalidad y el uso de medicación analgésica de la vertebroplastia y la cifoplastia.

La finalidad de la revisión ha sido elaborar una síntesis de aquellos estudios científicos que cumplieren los criterios PICO de la pregunta de investigación, para así identificar nueva evidencia o descubrimientos recientes en el conocimiento clínico relacionado con el uso de la vertebroplastia y la cifoplastia como tratamientos quirúrgicos percutáneos en la afectación tumoral de la columna vertebral.

3. METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se efectuó una revisión sistemática (RS) exploratoria o de alcance (scoping review) sobre la publicación científica relacionada con la pregunta de estudio seleccionada (pregunta PICO).

3.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN-INCLUSIÓN

3.2.1 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión considerados para seleccionar los estudios para elaborar esta RS fueron:

- Artículos relacionados con el uso de las técnicas de refuerzo vertebral (vertebroplastia y cifoplastia) en patología cancerígena vertebral.
- Artículos comparativos de las técnicas de refuerzo vertebral vertebroplastia y cifoplastia en patología vertebral cancerígena.
- Artículos sobre la mejoría del dolor provocado por fracturas vertebrales malignas en las técnicas de refuerzo vertebral (vertebroplastia y cifoplastia).

3.2.2 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión para la selección de artículos para realizar esta RS fueron:

- Artículos que no cumplieren con los criterios citados anteriormente.
- Artículos publicados en una fecha previa a 2002 (intervalo anterior a 20 años).
- Artículos que no comparasen las técnicas de refuerzo vertebral, vertebroplastia frente a la cifoplastia.
- Artículos que no incluyesen el análisis del dolor en los resultados comparativos entre las técnicas de refuerzo vertebral (vertebroplastia y cifoplastia).
- Artículos centrados exclusivamente en el uso de las técnicas de refuerzo vertebral (vertebroplastia y cifoplastia) en patologías no malignas, como la osteoporosis.
- Artículos escritos en un idioma distinto al inglés o castellano.

No se tuvieron en cuenta como criterios de exclusión el tipo de diseño de estudio, niveles vertebrales reforzados, región espinal intervenida, número de pacientes, edad o sexo de los pacientes incluidos en los distintos estudios. Se intentó contactar con los autores de aquellos estudios que no presentaban suficientes datos para ser incluidos en esta RS para intentar obtener más información. Ninguno de los autores respondió a nuestros correos.

3.2.3 Tipos de estudios

La RS incluyó para la evaluación de los resultados aquellos estudios que utilizaron como diseños:

- Ensayos clínicos aleatorizados (ECA).
- Ensayos clínicos controlados.
- Estudios cuasi-experimentales.
- Estudios observacionales de cohortes (prospectivos y retrospectivos).
- Estudios de casos y controles.

3.2.4 Términos de búsqueda o descriptores

- Para vertebroplastia y cifoplastia:

Vertebroplasty / Kyphoplasty / Vertebral Augmentation / Cementoplasty / Percutaneous Surgery /

- Para metástasis vertebrales

Vertebral metastasis / Spinal metastasis / Spinal cancer / Vertebral cancer / Bone metástasis

- Para dolor

Pain

3.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

El objetivo de la estrategia de búsqueda fue encontrar aquellos estudios publicados que respondiesen a la pregunta PICO. Con dicho fin, se llevó a cabo una estrategia basada en varias fases:

- 1) En primer lugar se realizó una estrategia general de búsqueda de estudios publicados (**Anexo 1**), limitada a las bases de datos PubMed, Embase y Cochrane, utilizando los descriptores y palabras clave que hemos identificado previamente; posteriormente se realizó un análisis de las palabras contenidas en el título y el resumen, y de los términos utilizados para indexar el artículo.
- 2) En segundo lugar se completó la búsqueda anterior con una búsqueda manual e inversa (handsearching), teniendo en cuenta las citas bibliográficas de referencia que aportaban los artículos seleccionados.

No se determinó filtro para el periodo de búsqueda, limitando la selección de estudios por el tipo de diseño, la accesibilidad al texto completo y el idioma inglés y español.

De forma general, se utilizaron los operadores booleanos AND y OR sin símbolos de truncamiento, para combinar las búsquedas.

3.4 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA

Para llevar a cabo una adecuada evaluación de la calidad metodológica, y debido a la inexperiencia del autor de este TFG, se decidió dividir la evaluación en diversas etapas:

En una primera etapa, las referencias bibliográficas identificadas en las búsquedas de las bases de datos y búsqueda inversa, fueron tamizadas de forma independiente por dos revisores, valorando títulos y resúmenes con el objetivo de determinar si los artículos cumplían los requisitos predeterminados. En caso de duda, se evaluó el texto completo del artículo en una reunión conjunta, resolviéndose los desacuerdos por consenso entre los dos revisores, y en caso de desacuerdo se contaba con la intervención de un tercer revisor.

En una segunda etapa, tras la identificación previa de los artículos potencialmente elegibles, se realizó la revisión del texto completo por parte de los dos evaluadores de forma ciega e independiente. La evaluación consistió en comprobar y asegurar el cumplimiento de los criterios de inclusión. Las discrepancias entre los dos revisores fueron resueltas por consenso y en caso de falta de acuerdo, intervendría un tercer evaluador.

Los estudios seleccionados en la segunda fase fueron sometidos, en una tercera etapa, a una lectura crítica por dos revisores con el objetivo de evaluar la validez metodológica. Se empleó la herramienta estandarizada de evaluación crítica de estudios del Instituto Vasco de Salud (Osteba) - FLC 3.0⁽⁶⁹⁾ (**Anexo 2**). Se utilizan instrumentos específicos para cada tipo de artículo incluido en esta revisión. Al igual que en las fases anteriores, cualquier discrepancia o duda existente entre los dos revisores fue resuelta por la intervención de un tercer evaluador.

3.5 EXTRACCIÓN DE DATOS

La extracción de datos fue realizada por dos revisores de manera independiente, con el fin de minimizar errores en la transcripción de los datos. Los desacuerdos entre revisores se resolvieron mediante consenso, si este no era posible, mediante un tercer revisor.

Los datos cuantitativos de los artículos incluidos en la revisión fueron extraídos utilizando la metodología estandarizada de extracción de datos JBI Appraisal tools^(70, 71, 72), formulada por el Instituto Joanna Briggs (Universidad de Adelaida). También se utilizaron instrumentos específicos dependiendo del tipo de estudio.

Los datos extraídos incluyen detalles específicos acerca de la metodología del estudio, intervención quirúrgica realizada, número de participantes, resultados en la reducción del dolor, resultados en la recuperación de la altura vertebral y complicaciones.

3.6 SÍNTESIS DE DATOS

Al tratarse de una RS de tipo exploratorio, los resultados se presentan en forma de síntesis narrativa, en base a los hallazgos y conclusiones de los estudios que han sido evaluados. Se incluyen también tablas y figuras para ayudar a la presentación de los mismos.

3.7 LIMITACIONES DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Esta RS se planteó inicialmente procurando evaluar la mayor parte de la literatura existente. A pesar de ello pueden existir algunas limitaciones durante el proceso, ya que probablemente existen investigaciones publicadas en otros idiomas y bases de indexación que no fueron incluidas en esta revisión.

Por otro lado, se tuvieron en cuenta sólo los artículos de revista publicados, pero puede existir otra información importante no publicada (literatura gris), como por ejemplo las tesis doctorales, que no fueron materia de selección.

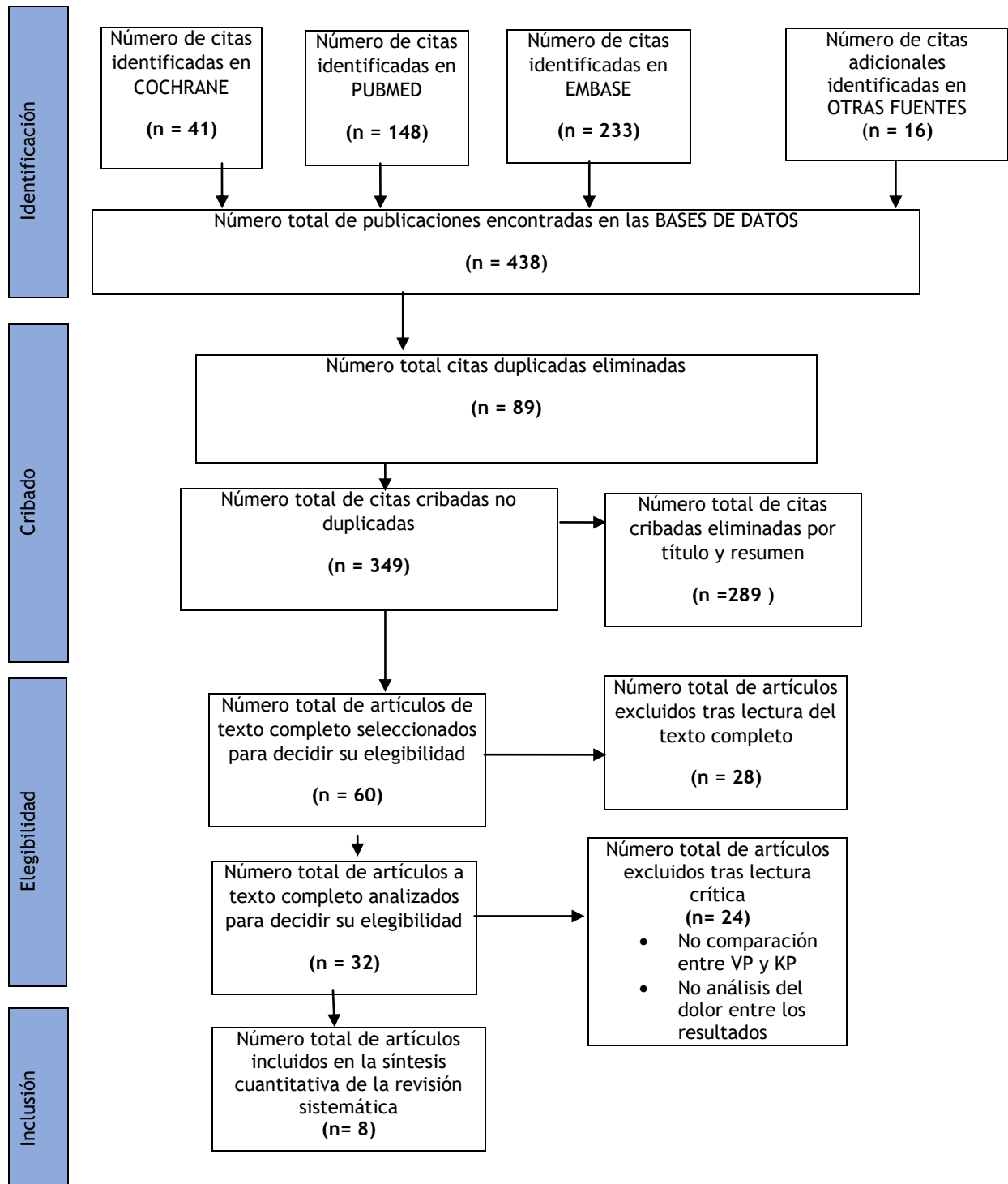
Una de las grandes limitaciones de esta RS es la falta de estudios con suficiente información para alcanzar conclusiones firmes sobre la superioridad de una técnica sobre la otra. No existe ningún ensayo clínico aleatorizado comparando ambas técnicas, por lo que no podemos obviar la posibilidad de que existan sesgos de selección y de memoria. Realizar ensayos clínicos y revisiones sistemáticas sobre procedimientos quirúrgicos es una tarea complicada debido a la casi imposibilidad de enmascarar cirujanos y pacientes, así como la gran heterogeneidad de las enfermedades, los pacientes, la técnica quirúrgica o el material empleado. Además, estos estudios suponen un coste económico y de tiempo muy elevado ⁽⁷³⁾.

Otra limitación supone que, debido a unos criterios de inclusión estrictos, solo 8 estudios fueron finalmente incluidos para análisis. A pesar de que esto disminuye la cantidad de estudios y pacientes evaluados, también conforma una muestra muy representativa del grupo estudiado.

4. RESULTADOS

Utilizando el diagrama de flujo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) ^(74, 75), se expone en la **Figura 1** la secuencia del proceso de inclusión/exclusión de los diferentes artículos encontrado, según las fases de búsqueda. Finalmente fueron seleccionados 8 artículos para su revisión en profundidad y extracción de datos (**Tabla 1**).

FIGURA 1



Autor/año	Título	Revista	País	Tipo de estudio	Núm. pacientes/Técnica	Edad media/Sexo	Dolor preop	Dolor postop	Conclusiones
Li et al ⁽⁷⁶⁾ (2014)	Kyphoplasty versus vertebroplasty for the treatment of malignant vertebral compression fractures caused by metastases: A retrospective study	Chinese Medical Journal	China	Cohortes Retrospectivo monogrupo comparativo	N=80 pacientes 38 VP 42 KP	VP: 65.2 años (49-83) 19 mujeres, 19 hombres KP: 68.4 años (52-85) 24 mujeres y 18 hombres	VP: 6.7±2.4 KP: 7.4±2.0 (VAS)	VP: 3.7±1.4 KP: 3.8±1.6 (VAS)	No diferencias VP vs KP en mejoría dolor (p>0.05) VP > KP extravasación cemento (p<0.05) KP > VP estancia hospitalaria y coste (p<0.05, p<0.001)
Ramos del Río ⁽⁷⁷⁾ (2011)	Comparative study of vertebroplasty and kyphoplasty for the treatment of vertebral fractures	European Spine Journal	España	Cohortes prospectivo monogrupo comparativo	N=89 pacientes 51 VP 38 KP	NR	VP: 8.1 KP: 8.77 (VAS)	VP: 2.45 KP: 2.33 (VAS)	No diferencias significativas VP vs KP en mejoría dolor (p>0.05) y extravasación cemento (p>0.05)
Erdem et al ⁽⁷⁸⁾ (2013)	Vertebral augmentation in the treatment of pathologic compression fractures in 792 patients with multiple myeloma	Leukemia	EEUU	Cohortes retrospectivo monogrupo comparativo	N=361 pacientes(s elección entre 792) 447 sesiones VP 74% KP 13% VP + KP 13%	63 años (16-99) 134 mujeres 227 hombres	6.9 (VAS)	2.7 (VAS)	No diferencias significativas VP vs KP en mejoría dolor, reducción uso analgesia y mejora funcional (p>0.05)
Köse et al ⁽⁷⁹⁾ (2006)	Functional results of vertebral augmentation techniques in pathological vertebral fractures of myelomatous patients	Journal of the National Medical Association	Turquía	Cohortes retrospectivo monogrupo comparativo	N=34 pacientes 18 VP 16 KP	VP: 62.2 años (45-80) 9 mujeres 7 hombres KP: 63.7 años (48-82) 9 hombres 9 mujeres	VP: 37.83 KP: 36 (VAS 50 puntos)	VP: 15.33 KP: 12.13 (VAS 50 puntos)	No diferencias significativas VP vs KP en mejoría dolor 6 semanas postop (p=0.106) KP > VP mejoría dolor 6 meses (p=0.024) y 1 año (p=0.027) postop
Fourney et al ⁽⁸⁰⁾ (2003)	Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients	Journal of Neurosurgery	EEUU	Cohortes retrospectivo monogrupo comparativo	N=56 pacientes 34 VP 15 KP 7 VP+KP	64 años (30-83) 25 mujeres 31 hombres	7.0 (VAS)	2.0 (VAS)	No diferencias significativas VP vs KP mejoría dolor (p>0.05)

La Maida et al ⁽⁸¹⁾ (2011)	Efficacy of Unipedicular Balloon Kyphoplasty for Treatment of Multiple Myeloma Vertebral Lesions	Asian Spine Journal	Italia	Cohortes retrospectivo monogrupo comparativo	N=14 pacientes 2 VP 6 KP 6 VP+KP	63 años (48-81) 6 mujeres 8 hombres	8.4 (VAS)	4.6 (VAS)	No diferencias significativas VP vs KP mejoría dolor (p>0.05) KP > VP recuperación altura vertebral (p=0.0066)
Bae et al ⁽⁸²⁾ (2016)	Percutaneous vertebroplasty for patients with metastatic compression fractures of the thoracolumbar spine: clinical and radiological factors affecting functional outcomes	The Spine Journal	Corea	Cohortes retrospectivo monogrupo comparativo	N=342 pacientes 238 VP 104 KP	61 años (22-89) 174 mujeres 168 hombres	VP: 5.8 ± 2.3 KP: 5.7 ± 2.4 (VAS)	VP: 2.5 ± 1.8 KP: 2.8 ± 2.1 (VAS)	No diferencias significativas VP vs KP mejoría dolor (p=0.19) KP > VP mejoría grados compresión (p=0.001)
Mendoza et al ⁽⁸³⁾ (2012)	Changes in pain and other symptoms in patients with painful multiple myeloma-related vertebral fracture treated with kyphoplasty or vertebroplasty	The Journal of Pain	EEUU	Cohortes retrospectivo monogrupo comparativo	N= 79 pacientes 37 VP 22 KP 20 VP + KP	60.1 años ± 9.8 años 32 mujeres 47 hombres	5.2 ± 2.2 (BPI)	3.9 ± 2.4 (BPI)	No diferencias significativas mejoría dolor VP vs KP (p=0.20) y VP vs VP+KP (p=0.26)

Tabla 1: Artículos incluidos en la revisión sistemática

Como se muestra en la figura 1, se identificaron a través de las distintas bases de datos 422 artículos, además de otros 16 incluidos a través de otras fuentes, dando a un total de 438 artículos seleccionados para consideración. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, eliminar los artículos duplicados y realizar una lectura de títulos, abstracts y textos completos, son 8 los artículos que finalmente cumplieron los requisitos establecidos para esta revisión, y que serán analizados a continuación.

En esta RS se incluyeron 7 estudios de cohortes retrospectivos ^(76, 78, 79, 80, 81, 82, 83) y 1 estudio de cohortes prospectivo ⁽⁷⁷⁾. 3 estudios se realizaron en América (todos en Estados Unidos) ^(78, 80, 83), 3 en Europa (España, Italia y Turquía) ^(77, 79, 81) y 2 en Asia (China y Corea) ^(76, 82).

El tamaño muestral total fue de 1055 pacientes, con una media por estudio de 132 pacientes (14-361). Un total de 685 pacientes, con una media de 86 pacientes por estudio (2-267), fueron tratados mediante vertebroplastia (VP). En el caso de la cifoplastia (KP), un total de 289 pacientes con una media de 36 pacientes por estudio (6-104) fueron intervenidos con esta técnica. Por otra parte, 79 pacientes fueron tratados con ambos procedimientos en 4 estudios ^(78, 80, 81, 83), con una media por estudio de 20 pacientes (6-46). La edad media de todos los participantes fue de 63 años (60.1-66.8), exceptuando un estudio en el que no se recogieron datos sobre este parámetro (Ramos del Río et al ⁽⁷⁷⁾). Todos los pacientes incluidos en esta revisión presentan un diagnóstico de patología oncológica con afectación de la columna vertebral, siendo diferente la técnica quirúrgica empleada, vertebroplastia o cifoplastia. 4 estudios analizaron pacientes con mieloma múltiple ^(78, 79, 81, 83), 2 estudios pacientes con metástasis vertebrales ^(76, 82) y 2 estudios pacientes con cualquier patología vertebral cancerígena ^(77, 80). Todos los estudios incluidos presentan técnicas de valoración del dolor antes y después del procedimiento.

El estudio de Li et al ⁽⁷⁶⁾ es un estudio de cohortes retrospectivo realizado en el Hospital Universitario de Soochow (China) entre Enero de 2003 y Enero de 2008. En esta investigación se evalúan 80 pacientes con fracturas de compresión vertebral secundarias a metástasis vertebrales, con dolor severo y sin respuesta al tratamiento médico, tratados mediante técnicas de refuerzo vertebral percutáneas con el objetivo de comparar la VP con la KP en términos de dolor, fuga de cemento y coste económico. 38 pacientes (19 varones y 19 mujeres) fueron intervenidos mediante VP en 76 niveles vertebrales con edad media de 65.2 años y en 42 pacientes (24 mujeres y 18 varones) se realizó KP en 83 niveles vertebrales con edad media de 68.4 años, sin existir diferencias significativas en ambos parámetros entre ambos grupos ($p > 0.05$). 13 pacientes fueron excluidos por pérdidas en el seguimiento (6 en el grupo de la KP y 7 en el de la VP), 10 de ellos por fallecimiento debido a su patología de base. El tumor primario más frecuente de esta cohorte fue el de mama, seguido por pulmón, próstata, estómago, cérvix, recto y ovario. Se demostró una mejoría estadísticamente significativa del dolor en todos los controles postoperatorios tanto en el grupo de la VP (de 6.7 ± 2.4 preoperatorio a 3.7 ± 1.4 postoperatorio, 3.6 ± 1.5 al mes, 3.1 ± 1.1 a los 6 meses y 3.2 ± 1.3 al año con $p < 0.001$) como en el de la KP (7.4 ± 2.0 preoperatorio a 3.8 ± 1.6 postoperatorio, 3.6 ± 1.4 al mes, 3.1 ± 1.2 a los 6 meses y 3.2 ± 1.4 al año con $p < 0.001$), no encontrándose diferencias significativas entre ambos procedimientos ($p > 0.05$). El número de fugas de cemento fue de 18 en KP (16.9%) y 27 en VP (30.3%), todas ellas sin repercusión sintomática, existiendo una diferencia significativa entre ambos procedimientos a favor de la KP ($p < 0.05$). La localización más frecuente del cemento fue el plexo venoso, seguido de los tejidos paravertebrales y los discos vertebrales. En cuanto a la estancia hospitalaria, la media de días de ingreso tras la cirugía fue de 2.4 ± 1.3 días para la VP y 5.3 ± 1.9 días para la KP,

existiendo una diferencia significativa ($p < 0.05$) a favor de la VP con menos tiempo de hospitalización. El coste económico total para la VP de 446.6 ± 188.75 € y de 1195.25 ± 468.92 € para la KP, existiendo diferencia significativa entre ambos grupos ($p = 0.001$) a favor de la VP.

Ramos del Río et al ⁽⁷⁷⁾ publican una revisión de 51 VP y 38 KP realizadas en el Complejo Asistencial Universitario de León con el objetivo de comparar ambas técnicas en el tratamiento de fracturas vertebrales secundarias a metástasis vertebrales, mielomas o hemangiomas. Los resultados obtenidos refieren una mejoría estadísticamente significativa del dolor en la escala VAS tras la cirugía en ambos grupos (de 8.1 a 2.45 en VP y de 8.77 a 2.33 en KP, $p < 0.001$), no hallándose diferencias significativas entre ambos procedimientos ($p > 0.05$). En cuanto a las complicaciones, no se reportaron problemas medulares o radiculares, y la extravasación de cemento apareció en el 7.51% de las VP y 5.26% de las KP, no existiendo diferencia significativa a nivel estadístico entre ambas ($p > 0.05$). La evaluación radiológica en las KP resulta en una ganancia de 3.5° en la cifosis y una corrección del 7% del grado de acunamiento vertebral, no considerándose estadísticamente significativo con respecto a los valores preoperatorios ($p > 0.05$).

Erdem et al ⁽⁷⁸⁾ realizaron un estudio de cohortes retrospectivo en la Universidad de Arkansas de las Ciencias Médicas (EEUU) en el que evaluaron la eficacia de las técnicas de cementación vertebral (VP y KP) en 2693 cirugías realizadas en 792 pacientes con fracturas vertebrales provocadas por mieloma entre Enero de 2001 y Mayo de 2007. La edad media en este estudio fue de 63 años (16-99) con 76 pacientes por encima de los 80 años (un 10%). Únicamente 361 pacientes (134 mujeres y 227 hombres) aportaron por lo menos uno de estos tres parámetros a estudio (VAS, analgesia, funcionalidad) antes y después de la cirugía. Dos pacientes (0.3%) necesitaron antibióticos por infecciones locales y no se reportó ninguna afectación neurológica. La principal limitación de este estudio fue no tener en cuenta el tratamiento del propio mieloma en los resultados postoperatorios, así como una falta de estudio de la mortalidad, la cual pudo ser una causa de abandono. La mejoría del dolor en la escala VAS fue estadísticamente significativa (6.9 preoperatorio a 2.7 al mes con $p < 0.001$), con una reducción de 4.2 puntos de media (IC 95%, 4.0-4.5), en 351 pacientes (428 sesiones). Por otro lado, la reducción en la medicación analgésica se valoró en 355 pacientes (437 sesiones), donde la odds ratio (OR) de uso de narcóticos fue un 65% más baja (OR=0.35; IC 95%, 21%-58%) al mes de la intervención en comparación con los datos preoperatorios ($p < 0.001$). La mejora funcional fue valorada en 354 pacientes para 430 sesiones, siendo la OR de una buena actividad funcional (no limitaciones o caminar sin ayuda ni descansos) 4.2 veces más alta (IC 95%, 3.1-5.8) en el postoperatorio en comparación con antes de la cirugía, siendo esta diferencia también significativa ($p < 0.001$). Tras ajustar los resultados por edad, sexo, número de niveles intervenidos y región operada no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de procedimiento (VP vs KP) en cuanto a mejoría del dolor, del uso de analgésicos y de funcionalidad ($p > 0.05$).

En el estudio de cohortes retrospectivo realizado entre Junio de 2003 y Junio de 2005 por Köse et al ⁽⁷⁹⁾ se estudiaron 34 pacientes con mieloma múltiple tratados por VFCs sintomáticas mediante VP o KP. La evaluación inicial se hizo en 40 pacientes, pero dos fueron excluidos por falta de diagnóstico de confirmación de mieloma en la biopsia y cuatro por antecedentes de traumatismos que podrían causar fractura y con ello alterar el estudio. Finalmente se estudiaron 16 pacientes (7 hombres y 9 mujeres) tratados con VP, con una media de edad de 62.16 años (45-80), y 18 pacientes (9 hombres y 9 mujeres) tratados con

KP, con una media de edad de 63.7 años (48-82). En el grupo de la VP se operaron 28 niveles (15 torácicos, 13 lumbares) y en el de la KP 22 (7 torácicos, 15 lumbares). Para evaluar de forma correcta cada procedimiento individualmente, aquellos pacientes que precisaban cirugía en más de dos niveles se operaban en intervalos de 2 días con un máximo de dos niveles por sesión. Aquellos pacientes con >50% de pérdida de la altura vertebral fueron tratados con KP, mientras que aquellos con <50% de pérdida se trataron con VP. Los resultados obtenidos en la escala VAS modificada para la reducción del dolor fueron estadísticamente significativos tanto para VP ($p<0.001$) como para KP ($p<0.001$) en todos los controles (preoperatorio, 6 semanas, 6 meses y un año desde la cirugía). En el grupo de la VP se obtuvo una puntuación de 37.83 (35-42) en el control preoperatorio, 15.33 (10-20) a las 6 semanas, 12.17 (8-16) a los 6 meses y 13.47 (8-17) al año. En el caso de la KP, 36 puntos (30-42) en el control preoperatorio, 12.13 (6-16) a las 6 semanas, 8.63 (5-12) a los 6 meses y 9.72 (6-13) al año. No se encontraron diferencias significativas entre ambos procedimientos a las 6 semanas ($p=0.106$), pero sí que hubo diferencias estadísticamente significativas a favor de la KP a los 6 meses ($p=0.024$) y al año ($p=0.027$), resultando en un control del dolor en estos pacientes más duradero que la VP. Se estimó una recuperación media de la altura vertebral del 54% (25-72). En cuanto a las complicaciones, no se reportó ningún colapso vertebral secundario a la cirugía, ni tampoco alteraciones neurológicas o pulmonares intraoperatorias o extraoperatorias. En uno de los pacientes del grupo de la KP hubo una rotura del balón que se solucionó sin complicaciones en la misma sesión. Por otro lado, se produjo también una reducción estadísticamente significativa del uso de medicación analgésica en todos los controles postoperatorios ($p=0.031$ a las 6 semanas, $p=0.012$ a los 6 meses y $p=0.023$ al año). En este contexto, la gran limitación que presentó este estudio fue no realizar una comparación directa entre la VP y la KP para reducción en el uso de analgesia tras las cirugías.

El estudio retrospectivo realizado por Fournet et al.⁽⁸⁰⁾ en el Centro de Cáncer de la Universidad de Texas M.D Anderson (EEUU) entre Octubre del 2000 y Febrero del 2002 presentan los resultados de 56 pacientes con mieloma múltiple u otras neoplasias malignas que fueron tratadas mediante VP o KP. El objetivo fue evaluar la seguridad y eficacia de estos procedimientos para las VCFs en pacientes oncológicos con dolor incapacitante secundario a fracturas patológicas en columna torácica y lumbar en los cuales el tratamiento médico no ha sido efectivo. Una serie de pacientes presentaban también factores de riesgo de osteoporosis (edad avanzada, postmenopausia, corticoides,...) por lo que fue difícil establecer el proceso tumoral como único causante de las VCFs en estos casos. Se realizó biopsia a 3 pacientes durante los procedimientos, confirmándose en los tres casos la enfermedad metastásica. Todos los pacientes que recibieron VP o KP como tratamiento para su neoplasia en ese período de tiempo fueron incluidos inicialmente para estudio, siendo posteriormente excluidos 4 pacientes cuyas fracturas fueron debidas a osteoporosis y uno afectado por un hemangioma en T-6. Se realizó un total de 65 VP y 32 KP repartidas en 58 sesiones. 34 pacientes (61%) fueron tratados con VP (19 hombres y 15 mujeres), 15 (27%) con KP (8 hombres y 7 mujeres) y 7 (13%) con ambas cirugías (4 hombres y 3 mujeres). La edad media fue de 64 años (30-82). El cáncer más frecuente fue el mieloma múltiple (21 casos), seguido de mama (9 casos), pulmón, linfoma, próstata, renal y gástrico. Todas las KP se hicieron con anestesia general, mientras que 16 (46%) de las 35 sesiones de VP fueron llevadas a cabo con anestesia local. Para las KP se optó por un abordaje bilateral, mientras que en las VP pudo utilizarse un abordaje unilateral en 42 (65%) de las 65 cirugías. Aquellos sujetos que presentaban una cifosis >20°, afectación del muro vertebral posterior o colapso vertebral (*vertebra plana*) fueron tratados con KP; cuando el colapso era demasiado severo para introducir el balón de la KP o el paciente no podía tolerar anestesia general se empleó la VP. Se llevó a cabo un

seguimiento con controles a las 24 horas postoperatorias, al mes (73% de los pacientes), a los 3 meses (66% de los pacientes), a los 6 meses (38% de los pacientes) y al año (14% de los pacientes). El tiempo de seguimiento medio de todos los pacientes fue de 4.5 meses (1 día – 19.7 meses). La estancia hospitalaria media fue de 24 horas. En el grupo de la VP en la escala VAS se mejoró de una media de 8 puntos preoperatoria a 2 en las 24 horas post-cirugía, manteniéndose al mes, a los 3 meses y a los 6 meses, siendo estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Al año se obtuvo un resultado de 1 en la escala VAS no estadísticamente significativo por la poca cantidad de pacientes analizados. Se observó una mejoría del dolor tras 30(86%) de 35 sesiones en este grupo. En el caso de la KP, el VAS preoperatorio fue de 8 puntos también, mejorando a 2 postoperatorio, 2,5 al mes, 2,5 a los 3 meses, 4 a los 6 meses y 2 al año, siendo todos ellos resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$). Se observó mejoría del dolor en el 100% de las KP. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la VP y la KP en la reducción del dolor ($p > 0.05$). En cuanto al uso de la analgesia, se observó una reducción estadísticamente significativa al mes ($p = 0.03$), no encontrándose más resultados significativos en el resto de controles ($p > 0.05$). La evaluación funcional con el método de Frankel no encontró diferencias estadísticamente significativas tras la cirugía ($p > 0.05$) a pesar de que todos los pacientes demostraron cierta mejoría; dos pacientes con déficits neurológicos preoperatorios pasaron de caminar con bastón a caminar sin ella al mes en un caso y de utilizar silla de ruedas a caminar con bastón al mes en el otro. Dentro de la KP, se obtuvo una recuperación de la altura vertebral de 9.7 ± 5.1 mm preoperatorios a 4.5 ± 3.6 mm tras la cirugía ($p = 0.01$) y mejora de la cifosis de 25.7 ± 9.7 ° preoperatorios a 20.5 ± 8.7 ° tras el procedimiento ($p = 0.001$). En cuanto a las complicaciones, la extravasación de cemento se produjo en 6 ocasiones, todas ellas en el grupo de la VP (9,2%), sin afectación neurológica ni sintomatología. No se constataron fallecimientos en el primer mes tras la cirugía.

Maida et al ⁽⁸¹⁾ publican un estudio de cohortes retrospectivo en el que evalúan los resultados de 37 procedimientos de refuerzo vertebral realizados sobre 14 pacientes afectados por mieloma múltiple con VCFs entre Noviembre del 2005 y Mayo del 2008 en el Hospital de Niguarda (Italia). El objetivo fue valorar diferencias entre la KP con abordaje monopedicular y bipedicular con la VP. Se realizaron un total de 18 VP y 19 KP a 8 hombres y 6 mujeres que presentaban VCFs sintomáticas sin déficits neurológicos asociados y señal en la RM positiva. La media de edad total fue de 63 años (48-812). 2 pacientes recibieron VP, 6 KP y 6 ambas. En la KP (10 niveles torácicos y 8 lumbares) se realizaron 9 abordajes unipediculares y 10 bipediculares, mientras que en la VP (8 niveles torácicos y 11 lumbares) fueron todos unipediculares. El seguimiento medio de todos los pacientes fue de 1 año (10 meses- 3 años). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos procedimientos en la escala VAS ($p > 0.05$), pasando de una puntuación media de 8.4 preoperatoria a 4.6 a las 24 horas, 2 a los 3 meses, 1.2 a los 6 meses y 0.8 al año. En cuanto a la recuperación de la altura del cuerpo vertebral, en el caso de la VP se pasó de 2.13 cm (1.4-2.9) preoperatorios a 2.27 cm (1.4-2.9) tras la cirugía, objetivándose una mejoría en el 46.6%. En la KP se obtuvo una media de 2.18 cm (1.33-2.91) postoperatorios con respecto a los 1.77 cm (0.97-2.32) antes del procedimiento, constituyendo una mejoría en el 83.3%. La diferencia fue estadísticamente significativa a favor de la KP en la mejoría de la altura vertebral ($p = 0.0066$). Por último, la cifosis se corrigió en un 20% de las ocasiones en el caso de la VP, de una angulación previa a la técnica de 8.4° (0-13.6) a una posoperatoria de 7.4° (0-13.8°). En la KP se obtuvo 7.9° (0-23°) tras la cirugía con respecto a los 9.7° (0-23) previos, observándose una mejoría en el 88,8% de las veces. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre VP y KP para la cifosis ($p > 0.05$). Hubo extravasación de cemento en 9 ocasiones (22.2% VP,

22.2% KP unipedicular y 33% KP bipedicular). No se reportaron síntomas ni compromiso neurológico en ningún caso.

Por otra parte Bae et al ⁽⁸²⁾ llevaron a cabo un estudio de cohortes retrospectivo en el que evaluaron 553 técnicas de cementación vertebral realizadas en 467 pacientes en el Centro Nacional de Cáncer de Corea (Corea) entre Marzo de 2002 y Septiembre de 2013. El objetivo de esta revisión fue evaluar cómo afecta la enfermedad metastásica a los resultados obtenidos tras estas cirugías, así como valorar si la KP es mejor tratamiento que la VP en el contexto de las VCFs provocadas por metástasis vertebrales. Los pacientes fueron tratados mediante VP o KP por dolor por VFCs provocadas por cáncer sin déficit neurológico asociado, siendo excluidos aquellos que presentaban cirugías previas (incluidas VP/KP), osteoporosis o cánceres hematológicos como el mieloma múltiple. 342 pacientes se incluyeron finalmente para el estudio, 174 mujeres y 168 hombres con una edad media de 61 años (22-89); 238 pacientes fueron tratados con VP y 104 con KP. De todos los pacientes sólo un 18% (60 pacientes) presentaba afectación espinal como metástasis únicas. Se reportó una gran variedad de hasta 18 tipos distintos de cánceres primarios, siendo el más prevalente el de pulmón (202 pacientes). 161 cirugías se llevaron a cabo en la región torácica y 181 en la lumbar. La media del VAS fue 5.8 ± 2.3 preoperatorio y 2.6 ± 1.86 postoperatorio, evidenciándose mejoría del dolor en 294 pacientes (86%). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la VP y la KP en la mejoría del dolor por la escala VAS ($p=0.19$); en el grupo de la VP se mejoró de un 5.8 ± 2.3 preoperatorio a un 2.5 ± 1.8 tras la cirugía, mientras que en el grupo de la KP pasó de un 5.7 ± 2.4 antes del procedimiento a un 2.8 ± 2.1 postoperatorio. Tampoco se encontraron diferencias entre ambas técnicas en el VAS pre y postoperatorio para la región afectada (torácica vs lumbar, $p=0.24$), el grado de compresión ($>30\%$ o severa vs $<30\%$ o leve, $p=0.251$), edad (>60 años vs <60 años, $p>0.05$), sexo (mujeres vs hombres, $p>0.05$) o cemento inyectado (> 3 mL vs < 3 mL, $p=0.32$). Hubo una ligera tendencia a mayor dolor preoperatorio cuando existía afectación del muro vertebral posterior (6.0 ± 2.2 vs 5.5 ± 2.41) sin llegar a ser significativa ($p=0.066$), siendo la reducción significativamente mayor del dolor postoperatorio en este grupo (3.5 vs 2.8 , $p=0.01$). Los pacientes con radiculopatía tuvieron una mejora estadísticamente mayor que aquellos con dolor axial (3.5 vs 2.9 , $p=0.029$). En cuanto al uso de la analgesia, 269 pacientes (79%) utilizaban algún tipo de opioides antes de la cirugía, encontrándose una reducción de su uso en 40 pacientes (12%) al mes del procedimiento. Por parte del grado de compresión vertebral, sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la VP y la KP tanto preoperatoriamente ($30\% \pm 19.2$ en VP vs $48\% \pm 17.3$ en KP, $p<0.001$) como mejora postoperatoria ($7\% \pm 10.8$ en VP, $18.6\% \pm 13.6$ en KP, $p=0.001$). Por último, la funcionalidad se midió utilizando la escala de Karnofsky (KPS), encontrándose mejoría en 120 pacientes (35%), con una media preoperatoria de 70 puntos (40-90) y postoperatoria de 80 (30-100). Además se evidenció que el resultado funcional fue peor en pacientes operados por metástasis vertebrales que aquellos intervenidos por otros procesos (OR=0.48, IC 95% 0.26-0.87, $p=0.015$).

Mendoza et al ⁽⁸³⁾ llevaron a cabo un estudio retrospectivo en el Centro del Cáncer M.D Anderson de la Universidad de Texas (EEUU) entre Enero del 2001 y Mayo del 2008 en el que evaluaron a 407 pacientes tratados mediante VP o KP en su centro con el objetivo de valorar la posible mejoría de ciertos síntomas asociada a la reducción del dolor producida por estos procedimientos. Fueron incluidos pacientes con diagnóstico de mieloma (175 pacientes) y una evaluación postoperatoria realizada en menos de 6 meses, siendo estudiados finalmente 79 pacientes (47 hombres y 32 mujeres). La edad media fue de 60.1 años. 37 pacientes se

trataron con VP, 22 con KP y 20 con ambos. Se evaluó el dolor mediante una escala BPI (*Brief Pain Inventory*), muy parecida al VAS en la que se puntúa de 0 a 10 según la intensidad, y hasta 9 síntomas como depresión o fatiga con una escala ESAS (*Edmonton Symptom Assessment Scale*). Las principales limitaciones fueron no evaluar el uso de analgesia y utilizar la escala BPI, menos objetiva que otras escalas de dolor como el VAS. En cuanto al dolor, se demostró una mejoría estadísticamente significativa en la escala BPI desde 5.2 puntos de media antes de la cirugía hasta 3.9 en el control postoperatorio ($p < 0.001$). Se obtuvieron puntuaciones postoperatorias de 4.5 para VP, 3.8 para KP y 3.9 para VP+KP. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la reducción del dolor entre la VP y la KP ($p = 0.20$) ni entre la VP y VP+KP ($p = 0.26$). En cuanto a la escala ESAS, se produjo una mejoría estadísticamente significativa en ansiedad, fatiga, depresión y somnolencia tras las cirugías ($p < 0.05$ en todas), mientras que el insomnio empeoró en todos los pacientes independientemente del grado de reducción del dolor.

5. DISCUSIÓN

La vertebroplastia y la cifoplastia son dos técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas de refuerzo vertebral que han demostrado ser efectivas y seguras en el tratamiento de múltiples patologías, como las metástasis vertebrales. Estas técnicas consiguen reducir el dolor, mejorar el status funcional y recuperar ciertos defectos estructurales, como el colapso del soma vertebral, provocados por las fracturas patológicas que presentan los pacientes oncológicos. (23, 28, 30)

La primera vertebroplastia se realizó en 1984 en Amiens (Francia). El procedimiento fue llevado a cabo por los radiólogos intervencionistas Galibert y Deramond en un paciente con un hemangioma en C2, produciéndose una mejoría inmediata del dolor tras la cirugía⁽⁵⁷⁾. Tras la publicación del caso en 1987⁽⁸⁴⁾, la vertebroplastia empezó a utilizarse para tratar hemangiomas y fracturas asociadas a tumores, hasta que en 1989 se publicó su primer uso para fracturas osteoporóticas⁽⁸⁵⁾, siendo aún hoy en día el tratamiento quirúrgico de elección en esta patología⁽³¹⁾.

Esta técnica se volvió rápidamente muy popular por su capacidad de reducir el dolor en los pacientes de forma casi inmediata con muy pocos riesgos en comparación con la cirugía invasiva realizada hasta ese momento. Aún así, la vertebroplastia presentaba el problema de no mejorar la altura vertebral, así como una tasa considerable de fugas del cemento debido a las altas presiones de inyección⁽⁵⁷⁾. En la década de los 90 aparece la cifoplastia, técnica que permite estabilizar la fractura recuperando la altura vertebral y mejorando la cifosis generada mediante la introducción previa al cemento de un balón inflable⁽⁵⁷⁾. Fue el traumatólogo Dr. Mark Riley quien ideó esta técnica y la realizó por primera vez en 1998 en California con buenos resultados⁽⁸⁶⁾.

Las indicaciones de estos procedimientos han ido evolucionando desde su aparición en los años 80. Con la ganancia de experiencia en las últimas décadas, se ha ampliado la aplicación terapéutica de las técnicas de refuerzo vertebral. Las principales indicaciones actualmente son:

- Fracturas vertebrales osteoporóticas que no responden a tratamiento médico ⁽⁴⁴⁾.
- Fracturas vertebrales por osteonecrosis (Enfermedad de Kümmell) ⁽⁸⁷⁾.
- Fracturas vertebrales por osteogénesis imperfecta ⁽⁸⁸⁾.
- Fracturas vertebrales asociadas a tumores óseos benignos ⁽⁸⁹⁾, sobre todo hemangiomas sintomáticos ⁽⁸⁴⁾.
- Fracturas traumáticas agudas y estables tipo A1 y A3 según la clasificación de Magerl ⁽⁹⁰⁾.
- Fracturas patológicas por metástasis vertebrales ^(6, 44, 91).

En cuanto a las contraindicaciones, éstas pueden ser absolutas o relativas:

- Absolutas

- Infecciones locales (osteomielitis o discitis en la vértebra a tratar) o generales (sepsis). Se recomienda esperar 2 semanas tras la resolución de la infección ^(43, 92).
- Coagulopatía no corregida. El recuento de plaquetas debe ser como mínimo de 100,000/dL en el momento de la intervención ^(43, 92).
- Mejoría con tratamiento conservador ⁽⁴³⁾.
- Incapacidad para localizar correctamente la fuente del dolor ⁽⁴³⁾.
- Fractura conminuta con colapso vertebral y >20% de desplazamiento de la pared vertebral posterior hacia el canal espinal ⁽⁴³⁾.
- Mielopatía secundaria al desplazamiento óseo o extensión tumoral hacia el espacio epidural ⁽⁴³⁾.
- Alergia al cemento óseo o a los materiales de relleno empleados ^(43, 93).
- Estado general muy deteriorado, como pacientes con anemia e hipoproteïnemia, caquexia o fallo multiorgánico ⁽²⁸⁾.

- Relativas

- Dolor radicular secundario a un síndrome compresivo no relacionado con la fractura, estenosis espinal grave o retropulsión de un fragmento óseo provocando compromiso neurológico ⁽⁴³⁾.
- Falta de respaldo quirúrgico para una posible cirugía descompresiva emergente en caso de complicaciones por fuga de cemento que puedan provocar una mielopatía ⁽⁴³⁾.
- Vértebra plana sintomática (cuando la fractura provoca una pérdida de la altura vertebral de un 70-90%). Es necesaria una altura mínima de 8 mm para poder introducir las cánulas durante el procedimiento ^(43, 94).
- El uso de estos procedimientos en metástasis osteoblásticas aún no ha sido establecido por su riesgo aumentado de fuga de cemento, aunque ya existen estudios que demuestran una reducción del dolor incluso mayor que las lesiones osteoclásticas con la KP ^(43, 95).

- Afectación del muro vertebral posterior^(28, 44). Muchos autores la consideran una contraindicación absoluta debido al alto riesgo de extravasación del cemento hacia el canal raquídeo^(96, 97). Sin embargo, existe evidencia de que estos procedimientos pueden llevarse a cabo en vértebras con este defecto sin un aumento en la tasa de complicaciones⁽⁹⁸⁾.

La selección de pacientes para las técnicas de refuerzo vertebral en metástasis vertebrales incluye aquellos (1) con la pared vertebral posterior preservada, sin compresión epidural ni necesidad de una fijación externa; (2) con varios niveles afectados no candidatos a una estabilización estándar; (3) en los que procedimientos quirúrgicos más complejos no sean posibles por razones médicas o una esperanza de vida corta; (4) con sintomatología asociada a evidencia patológica en pruebas de imagen; (5) en los que la intensidad del dolor es por lo menos 4 de 10 en la escala VAS^(43, 99).

A lo largo de la literatura existen numerosas evidencias de que estas técnicas quirúrgicas son eficaces y seguras reduciendo el dolor y mejorando la capacidad funcional de pacientes con fracturas vertebral de diversa etiología. La principal indicación de estos procedimientos es la osteoporosis. Gill et al⁽¹⁰⁰⁾ revisó 21 publicaciones incluyendo 91046 pacientes tratados con VP y 265 pacientes tratados con KP por fracturas osteoporóticas en las que no se detectaron diferencias significativas entre ambas técnicas en la reducción del dolor postoperatorio. Otros muchos estudios llegaron a las mismas conclusiones^(101, 102).

En contraposición con las fracturas vertebrales osteoporóticas o traumáticas, en el caso de las fracturas metastásicas recuperar la altura vertebral y corregir la cifosis no siempre es posible y no supone una prioridad en su manejo. En estos casos lo más importante es el alivio del dolor, el restablecimiento de la resistencia vertebral, mejora funcional y con ello la calidad de vida⁽⁹⁹⁾.

Diversos estudios han demostrado el beneficio de estas técnicas sin llevar a cabo una comparativa entre ambas. Yang et al⁽¹⁰³⁾ evalúa 196 pacientes con metástasis espinales tratados mediante VP con un 98.5% de mejora estadísticamente significativa en cuanto a dolor y altura vertebral, al igual que Berenson et al⁽¹⁰⁴⁾ en el caso de la KP, estudiando 70 pacientes con metástasis en el que se observa una mejora estadísticamente significativa del dolor en un 81% y capacidad funcional en un 65%. Por otro lado, Wang et al⁽¹⁰⁵⁾ llevan a cabo un estudio de 32 pacientes con mieloma múltiple tratados mediante 43 VP y 24 KP en los que se observó una mejora del dolor en el 91% de los pacientes, siendo estadísticamente significativa en todos los controles postoperatorios. En nuestra RS, el dolor fue analizado en todos los estudios mediante diversas escalas (escala VAS (**Anexo 3**) en 6 estudios^(76, 77, 78, 80, 81, 82), una escala VAS modificada de 50 puntos en uno⁽⁷⁹⁾ y una escala BPI (**Anexo 4**) en otro⁽⁸³⁾). La información se recogió en todos los estudios a nivel preoperatorio y postoperatorio en distintos controles (al mes en 3 estudios^(76, 78, 80), a las 6 semanas en uno⁽⁷⁹⁾, a los 3 meses en 2^(80, 81), a los 6 meses en 4^(76, 79, 80, 81) y al año en 3^(76, 79, 81)). Los resultados obtenidos son coincidentes con los encontrados en la literatura; los 8 estudios demostraron una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) en todos los controles postoperatorios en la reducción del dolor tras las técnicas de refuerzo vertebral, VP y KP. Únicamente Fourny et al⁽⁸⁰⁾ no encontraron diferencias significativas al año de la intervención ($p > 0.05$), resultado justificado por el reducido número de pacientes seguido hasta ese control. Por otro lado, la mejoría a nivel funcional de los pacientes tras las cirugías se evaluó en 3 estudios^(78, 80, 82) en nuestra RS mediante una escala de 6 puntos (0 puntos es no tener limitaciones y 6 estar encamado), sistema de clasificación funcional de Frankel et al⁽¹⁰⁶⁾ y la escala KPS (**Anexo 5**). 2 estudios

(78, 82) demostraron una mejoría estadísticamente significativa ($p < 0.001$), mientras que Fourny et al (80) reportó diferencias pero éstas no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$). Mendoza et al (83) evaluó mediante una escala ESAS (**Anexo 6**) la mejoría en diversos síntomas tras la cirugía, entre los cuales consideramos la fatiga ($p = 0.01$) y la disnea ($p = 0.12$) como buenos representantes de la funcionalidad de estos pacientes.

Patel et al (107) llevaron a cabo una RS de 13 estudios de VP y KP con 342 pacientes tratados por metástasis vertebrales, concluyendo que la KP demostró una mejoría significativa sobre la VP en la reducción del dolor entre el 1º y 3º día y el 1º y 3º mes postoperatorios ($p = 0.0002$, $p < 0.0001$). Por otro lado, Khan et al (108) estudiaron 23 artículos sobre VP y KP en 923 pacientes con mieloma múltiple sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en la reducción del dolor o la mejoría funcional entre ambos procedimientos ($p > 0.05$), igual que la revisión hecha por Onggo et al (109) de 23 estudios en pacientes con mieloma tratados con VP o KP sin encontrar diferencias significativas en ambos parámetros ($p > 0.05$). Los resultados obtenidos en nuestra RS son coincidentes con los encontrados en la literatura; en cuanto a la mejoría del dolor, 7 estudios (76, 77, 78, 80, 81, 82, 83) no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos procedimientos en ningún control ($p < 0.05$). Köse et al (79) no encontraron diferencias significativas a las 6 semanas ($p = 0.106$), pero sí que hubo una diferencia a favor de la KP a los 6 meses ($p = 0.024$) y al año ($p = 0.027$). Este resultado se justificó por la capacidad de la KP de corregir en mayor medida la estructura del cuerpo vertebral, así como un mayor dolor preoperatorio en la escala VAS en los pacientes sometidos a esta intervención. En cuanto a la capacidad funcional, 2 estudios (78, 80) de los 4 que analizaban este dato no encontraron diferencias significativas entre ambos procedimientos ($p < 0.05$), y los otros 2 (82, 83) no reportaron comparativa estadística entre VP y KP.

A pesar de que la recuperación de la altura vertebral y la corrección del grado de cifosis son objetivos secundarios en el tratamiento de las metástasis vertebrales, también analizamos estos parámetros en nuestra RS. Un reciente meta-análisis realizado por Xing et al (110) encontró diferencias significativas a favor de la KP en la corrección de la cifosis, con una media de mejora de 2.64° , y en la recuperación de la altura del soma vertebral, con una media de 3.67 mm de mejora ($p > 0.05$). En nuestra RS 3 estudios (77, 80, 81) evaluaron la corrección de la cifosis y 4 (77, 80, 81, 82) la altura vertebral. En cuanto a la cifosis, 2 de los estudios (77, 80) evaluaron únicamente las KP, obteniendo Ramos et al (77) mejoría no significativa ($p > 0.05$), mientras que Fourny et al (80) evidenciaron una corrección estadísticamente significativa ($p = 0,001$) tras la cirugía. El único estudio que comparó la corrección en ambas técnicas fue La Maida et al (81), encontrando diferencias entre ambas cirugías (1° en VP por 1.8° en KP), pero éstas no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$). Se evaluó la altura vertebral como parámetro; 2 de los estudios (81, 82) encontraron una mejora estadísticamente significativa a favor de la KP ($p = 0.0066$, $p = 0.001$), Ramos et al (77) encontraron diferencias pero no significativas ($p > 0.05$) y Fourny et al (80) evaluaron únicamente los resultados en las cifoplastias, encontrando una mejoría estadísticamente significativa ($p = 0.01$). Estos resultados son coincidentes con los encontrados en la literatura y justificados por el hecho de que la inserción de un balón de inflación en la KP supone una recuperación mayor de la altura vertebral y de la estructura del soma más fisiológica comparada con la inyección aislada de cemento de la VP.

Otra ventaja a favor de estas técnicas percutáneas es la reducción en el uso de medicación analgésica tras los procedimientos, lo cual puede suponer una mejora muy importante en el manejo de pacientes oncológicos debido a su patología de base y la posible interacción con

otros medicamentos. Un reciente proyecto, Cancer Patient Fracture Evaluation (CAFE), realizado en Phoenix (EEUU) incluyó 134 pacientes con fracturas vertebrales por metástasis o mieloma de 22 centros repartidos en EEUU, Europa, Canadá y Australia. Se evaluaron 70 pacientes tratados con KP y 64 pacientes con medicación exclusivamente; el resultado final fue una superioridad de la KP frente al manejo conservador en cuanto a reducción del dolor y mejoría en la calidad de vida, sin diferencias significativas de complicaciones entre ambos ^(43, 104). En nuestra RS, 3 estudios ^(78, 79, 80) obtuvieron información sobre el uso de analgesia en los pacientes, todos ellos demostrando una diferencia estadísticamente significativa en la reducción de medicación analgésica 1 mes tras la cirugía. Sólo Erdem et al ⁽⁷⁸⁾ compararon ambos procedimientos (VP y KP) concluyendo que no existen diferencias significativas entre ambos ($p > 0.05$).

Una de las grandes diferencias entre ambas cirugías que justifica el mayor uso de la vertebroplastia globalmente es el ámbito económico. El coste medio del kit de la vertebroplastia es de 1100 euros con cemento en España, mientras que el coste medio del kit de la cifoplastia es 4250 euros ⁽⁴⁴⁾. Añadido a estos datos, la cifoplastia supone anestesia general y suele requerir un mayor tiempo quirúrgico que la vertebroplastia ^(111, 112). Sumando todas estas diferencias, el coste total de la KP es de hasta 10-20 veces más alto que la VP ⁽⁴⁵⁾. En 2011 Mehio et al ⁽¹¹³⁾ demostraron que el uso de la VP por encima de la KP supone una reducción en gasto sanitario hospitalario de 5000\$ y ambulatorio de 4000\$. En nuestra RS solamente un estudio, Li et al ⁽⁷⁶⁾, reportó datos sobre el coste sanitario de los procedimientos, encontrando una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) a favor de la KP, coincidiendo con los resultados en la literatura.

Otro de los parámetros estudiados en nuestra RS fue la estancia hospitalaria, medida en 3 estudios ^(76, 79, 80); 2 de ellos ^(79, 80) no encontraron diferencias entre ambos procedimientos, mientras que Li et al ⁽⁷⁶⁾ demostró una estancia menor tras la VP, dato significativo estadísticamente ($p < 0.05$). Este resultado es coincidente con estudios previos y se justifica por una técnica menos invasiva, sin uso del balón de inflación, así como la posibilidad de realizar el procedimiento con anestesia local.

Una de las grandes limitaciones que presentan estos procedimientos es la dificultad de aplicarlos a nivel de la región cervical debido a la anatomía de las vértebras cervicales y a la cercanía del paquete vasculo-nervioso del cuello. En nuestra RS todos los procedimientos en los 8 estudios fueron realizados a nivel torácico o lumbar. De la Garza Ramos et al ⁽¹¹⁴⁾ ya demostraron realizando un meta-análisis de 12 artículos incluyendo a 120 pacientes con metástasis a nivel espinal tratados con VP o KP que estas técnicas son efectivas a este nivel, con una reducción del dolor de 7.6 ± 0.9 en el VAS preoperatorio a 1.9 ± 0.8 postoperatorio, diferencia significativa en todos los niveles ($p = 0.0006$).

A pesar de que no existe un protocolo establecido de indicaciones para cada uno de estos procedimientos debido a la falta de ECAs que hagan una comparativa tangible y real, a lo largo de la literatura se han estudiado diferencias entre cada una de estas técnicas que podrían priorizar el uso de una sobre la otra en casos seleccionados (**Tabla 2**) ⁽¹¹⁵⁾. Deramond et al ⁽¹¹⁶⁾ propuso basándose en sus resultados que la PK es preferible a la VP en pacientes con deformidad severa o de varios niveles si ésta se desarrolló en el último mes.

TABLA 2

Vertebroplastia	Cifoplastia
Menor coste económico	Corrección más anatómica de la deformidad vertebral
Tiempo de cirugía más rápido	Mejor recuperación de la altura vertebral en fracturas recientes (<3 meses)
Mejor para tratar fracturas antiguas	Mejor para fracturas múltiples con cifosis severa
	Menor extravasación de cemento

La aparición de complicaciones potencialmente graves es muy rara con respecto a la cantidad de cirugías de refuerzo vertebral que se realizan mundialmente ⁽⁴³⁾. La incidencia es mayor en pacientes con metástasis vertebrales (5-10%) que en aquellos con fracturas osteoporóticas (1-3%) o hemangiomas (2-5%) ^(117, 118), diferencia explicada sobre todo por la edad de los pacientes y el propio estado general más deteriorado en su caso por su enfermedad sistémica. Dentro de las posibles complicaciones se encuentran:

- Dolor postoperatorio: Un aumento del dolor a nivel de la vértebra intervenida es bastante común (2-3%), resolviéndose sin problema en menos de 48 horas con antiinflamatorios o corticoides ⁽¹¹⁹⁾.
- Extravasación/fuga de cemento: Es la principal complicación en este tipo de procedimientos. La evidencia disponible indica unas tasas del 11-76% en la VP y del 4.8-39% en la KP ^(31, 43). La mayoría de las fugas son asintomáticas y sin relevancia clínica en el paciente. Si el cemento alcanza ciertas estructuras como como las raíces nerviosas o la médula espinal, pueden aparecer síntomas neurológicos. En este caso deben darse corticoides para reducir el edema y el dolor, y es posible que sea necesaria una cirugía de descompresión para retirar los restos del cemento ⁽²⁸⁾. Un 1% en las fracturas osteoporóticas y un 5% en las metastásicas acaba sufriendo algún tipo de repercusión neurológica, pero la mayoría de estos síntomas desaparecen en menos de un mes con la cirugía descompresiva ⁽¹²⁰⁾. La mayor incidencia de fuga de cemento en las fracturas provocadas por metástasis en comparación con las osteoporóticas se debe a la mayor destrucción de los pedículos y las paredes del cuerpo vertebral por parte de las células cancerígenas ⁽²⁸⁾. La fuga del cemento puede ser paravertebral, intradiscal, foraminal, epidural o intravascular ^(31, 43). La extravasación hacia las venas paravertebrales puede formar un émbolo de cemento que acabe llegando al pulmón y dando lugar a un tromboembolismo pulmonar. Las tasas descritas de esta complicación están en un 3.5-23% ⁽¹²¹⁾, siendo sintomática en un 0.9% en VP y un 0.4% en KP ⁽¹²²⁾, y el riesgo aumenta en el caso de las fracturas malignas debido a la destrucción del hueso cortical del soma vertebral por las células tumorales y a una mayor vascularización característica de los cánceres metastásicos (sobre todo tiroides, riñón y mieloma) ^(43, 123). En el caso de aparecer disnea o dolor torácico postoperatorio, es necesario realizar un TC inmediatamente para descartar esta complicación ^(43, 124). Cotten et al ⁽⁹¹⁾ reportaron 29 extravasaciones de cemento en 37 pacientes con metástasis vertebrales o mieloma tratados mediante técnicas de refuerzo vertebral, pero ninguna de ellas presentó sintomatología. Maida et al ⁽²²⁾ demostraron en un estudio comparando la VP y la KP con respecto a la fuga de cemento que el mayor riesgo de extravasación se produce en la VP (sobre todo si ésta se realiza en varios

niveles), y que la KP monopedicular tiene una menor tasa de extravasación que la bipedicular. Además, observaron que los pacientes con un trasplante de médula ósea previo prácticamente no sufrían fugas, pudiendo considerarse este tratamiento previo un factor protector muy a tener en cuenta en casos seleccionados de alto riesgo. A pesar de todo, su conclusión es que la incidencia de esta complicación se debe más a factores no relacionados con la cirugía como el estado del hueso, la necesidad de realizar el procedimiento a varios niveles o el uso de un cemento de menor calidad que a la elección de una u otra técnica ⁽²²⁾. Tomar ciertas precauciones a lo largo de la cirugía, como colocar correctamente las agujas, una viscosidad adecuada del cemento a la hora de inyectarlo, realizar una inyección lenta y cuidadosa o limitar el número de vértebras a tratar por sesión o el volumen de cemento, pueden reducir el riesgo de extravasación y la aparición de complicaciones derivadas de esta ⁽⁴³⁾. La cifoplastia parece producir una menor tasa de extravasaciones de cemento comparada con la vertebroplastia ⁽⁸⁸⁾ por su capacidad de inyectar el cemento a menores presiones, por lo que la tendencia actual es reservarla para casos más seleccionados. En nuestra RS, 5 estudios ^(76, 77, 79, 80, 81) analizaron este parámetro, observándose discrepancias en ellos. La Maida et al ⁽⁸¹⁾ observaron que esta complicación ocurre menos con la VP que con la KP, siendo la diferencia significativa ($p < 0.05$), mientras que otros 3 ^(76, 77, 80) obtuvieron el resultado contrario, siendo menor la fuga en KP, sin obtener una conclusión estadísticamente significativa ($p > 0.05$) en 2 estudios ^(77, 80) y encontrando diferencias ($p < 0.05$) en otro ⁽⁷⁶⁾. La Maida et al ⁽⁸¹⁾ demostraron además que esta complicación es más frecuente en KP bipedicular que en monopedicular. El último estudio que determinó resultados fueron Köse et al ⁽⁷⁹⁾ y no evaluaron diferencias entre ambos procedimientos ya que no se produjo esta complicación en ningún caso debido a la técnica operatoria (su método fue “impactar” poco a poco el cemento en el cuerpo vertebral en vez de inyectarlo). Nuestra conclusión es que la KP supone un menor riesgo general por la menor presión a la que se inyecta el cemento debido al espacio generado previamente con la introducción e inflado del balón, pero que el principal determinante de esta complicación es la propia habilidad técnica y capacidad de cementación del cirujano.

- Fractura de costillas o pedículos vertebrales ⁽¹²⁵⁾.
- Infecciones: Esta complicación es rara (<1%) debido a la profilaxis antibiótica de rutina realizada 30 minutos antes del procedimiento.
- Lesiones vasculares: Daños a vasos sanguíneos, sobre todo la arteria lumbar, han sido documentados entre un 1.8% y 3.8% ^(43, 126).
- Reacciones alérgicas.
- Fracturas en vértebras adyacentes: Otra de las complicaciones más características de estos procedimientos. Los pacientes con una primera fractura vertebral por compresión presentan un mayor riesgo de 19.2% de sufrir una segunda fractura en menos de un año, sobre todo en vértebras distales ^(28, 127). La explicación a este riesgo elevado reside en la propia patología cancerígena de base, que debilita el hueso en la evolución natural de la enfermedad independientemente de la VP o la KP, y en el aumento de la rigidez y la resistencia de la columna provocada por la solidificación del cemento inyectado que altera la mecánica en conjunto de toda la estructura vertebral provocando nuevas fracturas en niveles adyacentes ^(28, 128). Los pacientes con mieloma tienen hasta 2 veces más riesgo de sufrir estas fracturas que aquellos con metástasis óseas ⁽²⁸⁾.
- Inestabilidad vertebral ⁽³¹⁾.

En nuestra RS, no se reportó ninguna complicación distinta de la fuga de cemento en 6 estudios. Erdem et al ⁽⁷⁸⁾ presentaron 2 pacientes (0.3%) con infección local tratada mediante antibioterapia sin más problemas, y Köse et al ⁽⁷⁹⁾ reportó una ruptura de balón de KP resuelta en la misma cirugía sin repercusiones, una infección local y la aparición de disnea durante el procedimiento en un paciente justificada por una mala colocación de las almohadillas de quirófano que se solucionó en la misma sesión sin otros problemas.

La mortalidad descrita en la literatura fue de 3.2 % postoperatoria y 0.13% perioperatoria ⁽⁴³⁾. En los estudios incluidos en nuestra RS no se evidenció ningún caso de fallecimiento durante la cirugía o provocado a raíz de ésta. En algunos casos se perdieron pacientes durante el seguimiento por muerte por la propia patología cancerígena de base.

Como ya hemos visto, la VP y la KP son técnicas percutáneas de refuerzo vertebral que han demostrado reducir el dolor de manera inmediata y mejorar la funcionalidad en pacientes con metástasis vertebrales. A pesar de todo, ambos procedimientos siguen presentando una serie de limitaciones que dan lugar a margen de mejora. Los dos ámbitos en los que más se están centrando los esfuerzos son el desarrollo de nuevos materiales de cementación que presenten capacidad bioactiva promoviendo la formación de tejido óseo y el desarrollo de nuevos métodos de refuerzo vertebral que puedan asegurar una estructura más sólida y resistente para el cuerpo vertebral afectado ⁽⁵⁷⁾.

Dentro de este ámbito de investigación, Rotter et al ⁽¹²⁹⁾ desarrollaron un procedimiento alternativo llamado “Vertebral Body Stenting”. Esta técnica consiste en la colocación de un stent en el cuerpo vertebral fracturado que consiga mantener la altura vertebral estable durante más tiempo que la VP o la KP. Comparando esta técnica con la cifoplastia en cadáveres, consiguieron una mayor recuperación de la altura vertebral (KP 8.0 +- 9.4 vs VBS 13.3+-7.6), por lo que este nuevo procedimiento puede ser una alternativa en el tratamiento de fracturas vertebrales producidas por metástasis ^(57, 129).

Otro de los avances más destacados en este tipo de cirugías es el desarrollo del Nitinol, una “shape memory alloy” o aleación con memoria de forma. Esta nueva herramienta consiste en una implante constituido por una aleación de níquel y titanio que presenta unas condiciones físicas elásticas que le permiten adaptarse a una determinada forma y mantenerla de manera constante. Ya utilizadas anteriormente en escoliosis, este procedimiento ya ha empezado a emplearse en fracturas vertebrales. En este caso el Nitinol se introduce en el cuerpo vertebral el cual se expande hasta alcanzar la posición exacta de la vértebra previa a la fractura. Posteriormente el cemento se introduce dentro del implante, y éste se deja dentro de la vértebra de forma indefinida. A diferencia de la KP, donde se retira el balón previamente a la cementación, en este caso se introduce el cemento dentro del implante y este se deja dentro de la vértebra de forma indefinida. Estos implantes están diseñados para adaptarse a la morfología de la vértebra y con ello ampliando la distribución de la presión y previniendo el daño de ciertas regiones de la vértebra. En los estudios publicados, el uso de Nitinol demostró mantener una mayor altura vertebral que la KP y la VP al año, sin evidenciarse en ningún caso extravasación de cemento. Es necesario realizar más estudios para determinar su superioridad ante otros procedimientos de refuerzo vertebral, pero este implante ya ha demostrado ser seguro y efectivo en la reducción del dolor y la recuperación de la estructura vertebral ^(57, 130).

Otra técnica en desarrollo es la “Radiofrequency kyphoplasty” o “Radiofrequency-Targeted Vertebral Augmentation” (R-TVA), que consiste en la introducción de un tipo de cemento

activado por radiofrecuencia con una consistencia menos líquida de manera lenta y controlada por sistemas hidráulicos a través del cuerpo vertebral. Este procedimiento no utiliza balones y al introducir el cemento de manera tan controlada disminuyen las posibilidades de extravasación, además de mejorar la recuperación de la altura vertebral que podemos conseguir. También se precisan más ensayos para determinar que pacientes pueden beneficiarse de este sistema ^(57, 131, 132).

Como vemos, las posibilidades de este tipo de técnicas son muy amplias, pero se precisan nuevas investigaciones y ensayos para valorar implementar su uso en el tratamiento de las metástasis vertebrales.

6. CONCLUSIÓN

La vertebroplastia (VP) y la cifoplastia (KP) son técnicas de refuerzo vertebral mínimamente invasivas, seguras y efectivas en la reducción del dolor y mejoría funcional en el tratamiento de patología vertebral tumoral. En base al análisis de los datos obtenidos, no existen diferencias significativas entre ambos procedimientos en la mejora tanto del dolor como de la capacidad funcional en estos pacientes. Ambas cirugías conllevan también una reducción en el uso de medicación analgésica, sin existir tampoco diferencias entre ambas, así como un índice de complicaciones muy bajo. La vertebroplastia presenta como ventajas un menor coste económico, una estancia hospitalaria de menos tiempo tras el procedimiento y un tiempo quirúrgico menor, mientras que la cifoplastia supone una corrección de patrones radiológicos (grados de cifosis o la altura vertebral) mejor. Con los datos obtenidos no podemos determinar la superioridad de una técnica sobre la otra en cuanto a la extravasación de cemento inyectado, existiendo controversia en los resultados de los estudios incluidos en esta revisión sistemática. Nuestra conclusión es que la aparición de esta complicación depende más de la capacidad del cirujano para inyectar el cemento correctamente que de la técnica empleada.

Basándonos en la evaluación de los datos obtenidos, las limitaciones descritas de esta revisión y teniendo en cuenta las conclusiones y calidad metodológica de los estudios incluidos, los hallazgos actuales no nos permiten posicionar una técnica quirúrgica como superior sobre la otra para el tratamiento del dolor en la patología vertebral tumoral. Debido a la enfermedad de base de estos pacientes, con un estado general bastante deteriorado y una esperanza de vida normalmente limitada, además de una calidad ósea comprometida por el avance del cáncer, la corrección inmediata del dolor con el menor riesgo quirúrgico asociado supone una prioridad en su manejo por delante de la mejora de la estructura vertebral. Por este motivo la vertebroplastia parece una mejor opción debido a un menor coste económico y a unos tiempos de cirugía y estancia postoperatoria menores (y con ello una menor posibilidad de complicaciones) con respecto a la cifoplastia, siendo ambas cirugías igual de efectivas a la hora de reducir el dolor. Para poder confirmar esta sospecha y establecer un protocolo de tratamiento en estos pacientes oncológicos son necesarias más investigaciones y estudios, sobretudo ensayos clínicos, que comparen directamente ambos procedimientos en pacientes que presenten algún tipo de afectación vertebral tumoral (metástasis vertebrales, mieloma múltiple,...).

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Wibmer C, Leithmer A, Hofmann G, et al.: Survival analysis of 254 patients after manifestation of spinal metastases: evaluation of seven preoperative scoring systems. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011; 36: 1977-86.
2. Tseng C-L, Eppinga W, Charest-Morin R, Soliman H, Myrehaug S, Maralani PJ, et al. Spine stereotactic body radiotherapy: indications, outcomes, and points of caution. *Global Spine J* 2017; 7: 179–97.
3. Harrington K. Metastatic tumors of the spine: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 1993; 1: 76-86.
4. Cobb CA, Leavens ME, Eckles N. Indications for nonoperative treatment of spinal cord compression due to breast cancer. *J Neurosurg*. 1977; 47(5): 653-658.
5. Wong DA, Fornasier VL, Macnab I. Spinal metastases. *Spine*. 1990; 15(1):1-4.
6. Klimo P Jr, Schmidt MH. Surgical management of spinal metastases. *Oncologist*. 2004; 9(2): 188-196.
7. North RB, Larocca VR, Schwartz J, et al. Surgical management of spinal metastases: analysis of prognostic factors during a 10-year experience. *J Neurosurg Spine*. 2005; 2(5): 564-573.
8. Sinson GP, Zager EL. Metastases and spinal cord compression. *N Engl J Med*. 1992; 327(27): 1953-1955.
9. Byrne TN. Spinal cord compression from epidural metastases. *N Engl J Med* 1992; 327: 614-619.
10. Gerszten PC, Welch WC. Current surgical management of metastatic spinal disease. *Oncology (Huntingt)* 2000; 14: 1013- 1024.
11. Ofuoglu O. Minimally invasive management of spinal metastases. *Orthop Clin N Am*. 2009; 40: 155–68.
12. Gilbert RW, Kim JH, Posner JB. Epidural spinal cord compression from metastatic tumor: diagnosis and treatment. *Ann Neurol* 1978; 3: 40-51.
13. Adams M, Sonntag VKH. Surgical treatment of metastatic cervical spine disease. *Contemp Neurosurg* 2001; 23: 1-5.
14. Fornetti J, Welm A, Stewart S. Understanding the Bone in Cancer Metastasis. *Journal of Bone and Mineral Research: The Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 2018; 33: 2099-2113
15. Mundy GR. Mechanisms of bone metastasis. *Cancer*. 1997; 80(8 Suppl): 1546–56
16. Lawson MA, McDonald MM, Kovacic N, et al. Osteoclasts control reactivation of dormant myeloma cells by remodelling the endosteal niche. *Nat Commun*. 2015; 6: 8983
17. Glinskii OV, Huxley VH, Glinsky GV, Pienta KJ, Raz A, Glinsky VV. Mechanical entrapment is insufficient and intercellular adhesion is essential for metastatic cell arrest in distant organs. *Neoplasia*. 2005; 7(5): 522–7.
18. Herroon MK, Rajagurubandara E, Diedrich JD, Heath EI, Podgorski I. Adipocyte-activated oxidative and ER stress pathways promote tumor survival in bone via upregulation of Heme Oxygenase 1 and Survivin. *Sci Rep*. 2018; 8(1): 40.

19. Feuerer M, Beckhove P, Bai L, et al. Therapy of human tumors in NOD/SCID mice with patient-derived reactivated memory T cells from bone marrow. *Nat Med.* 2001; 7(4): 452–8.
20. Morgan TM, Lange PH, Porter MP, et al. Disseminated tumor cells in prostate cancer patients after radical prostatectomy and without evidence of disease predicts biochemical recurrence. *Clin Cancer Res.* 2009; 15(2): 677–83.
21. Dudeney S, Lieberman IH, Reinhardt MK, Hussein M. Kyphoplasty in the treatment of osteolytic vertebral compression fractures as a result of multiple myeloma. *J Clin Oncol.* 2002; 20: 2382-7.
22. La Maida G, Sala F, Callea G, Capitani D, Singh S. Efficacy of Unipedicular Baloon Kyphoplasty for Treatment of Multiple Myeloma Vertebral Lessions. *Asian Spine Journal.* 2011; 5(3): 162-168.
23. Hariri O, Takayanagi A, Miulli D, Siddiqi J, Vrionis F. Minimally Invasive Surgical Techniques for Management of Painful Metastatic and Primary Spinal Tumors. *Cureus.* 2017; 9(3): e1114.
24. DeAngelis LM, Posner JB. *Neurologic Complications of Cancer.* Oxford University Press, New York; 2009.
25. Sciubba DM, Petteys RJ, Dekutoski MB, et al.: Diagnosis and management of metastatic spine disease: A review. *J Neurosurg Spine.* 2010; 13: 94–108.
26. Le R, Lizaso M, Beheshti R, Moats A. Surgical Intervention vs. Radiation Therapy: The Shifting Paradigm in Treating Metastatic Spinal Disease. *Cureus.* 2018; 10(10): e3406.
27. Spratt DE, Beeler WH, de Moraes FY, Rhines LD, Gemmete JJ, Chaudhary N. An integrated multidisciplinary algorithm for the management of spinal metastases: an international spine oncology Consortium report. *Lancet Oncol.* 2017; 18: e720–30.
28. Zhang H, Xu M, Yang X, Qiao R, Li J, Hu U. Percutaneous vertebral augmentation procedures in the management of spinal metastases. *Cancer Letters.* 2020; 475: 134-142.
29. Brown J, Wood S, Confavreux C, Abe M, Weilbaecher K. Management of bone metastasis and cancer treatment-induced bone loss during the COVID-19 pandemic: An international perspective and recommendations. *Journal of Bone Oncology.* 2021; 29: 100375.
30. Lee S, Weiss B, Yanamadala V, Brook A. Percutaneous Interventional Management of Spinal Metastasis. *Seminars in Interventional Radiology.* 2019; 36(3): 249-254.
31. Santiago F, Santiago A, Guzmán A, Pérez A, Castellano M, Pajares M. Comparative review of vertebroplasty and kyphoplasty. *World Journal of Radiology.* 2014; 6(6): 329.
32. Ripamanti CI, Santini D, Maranzano E. Management of cancer pain: ESMO clinical practice guidelines. *Ann Oncol.* 2012; 23: 139–154.
33. Barr JD, Jensen ME, Hirsch JA. Position statement on percutaneous vertebral augmentation: a consensus statement developed by the Society of Interventional Radiology (SIR), American Association of Neurological Surgeons (AANS) and the Congress of Neurological Surgeons (CNS), American College of Radiology (ACR), American Society of Neuroradiology (ASNR), American Society of Spine Radiology

- (ASSR), Canadian Interventional Radiology Association (CIRA), and the Society of NeuroInterventional Surgery (SNIS). *J Vasc Interv Radiology*. 2014; 25(02): 171–181
34. Nomiya T, Teruyama K, Wada H. Time course of pain relief in patients treated with radiotherapy for cancer pain. *Clin J Pain*. 2010; 26: 38–42.
 35. Gerszten PC, Mendel E, Yamada Y. Radiotherapy and radiosurgery for metastatic spine disease: what are the options, indications, and outcomes? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009; 34: S78-S92.
 36. Tong D, Gillick L, Hendrickson FR. The palliation of symptomatic osseous metastases: final results of the Study by the Radiation Therapy Oncology Group. *Cancer*. 1982; 50(05): 893–899
 37. Greif D, Ghasem A, Butler A, Rivera S, Al Maaieh M, Conway S. Multidisciplinary Management of Spinal Metastasis and Vertebral Instability: A Systematic Review. *World Neurosurgery*. 2019; 128: e944-e955.
 38. Halpin RJ, Bendok BR, Liu JC. Minimally invasive treatments for spinal metastases: vertebroplasty, kyphoplasty, and radiofrequency ablation. *J Support Oncol*. 2004; 2(04): 339–351.
 39. De Ruiter GC, Nogarede CO, Wolfs JF, Arts MP. Quality of life after different surgical procedures for the treatment of spinal metastases: results of a single-center prospective case series. *Neurosurg Focus* 2017; 42(01): E17.
 40. Mossa-Basha M, Gerszten P, Myrehaug S, Mayr N, Yuh W. Spinal metastasis: diagnosis, management and follow-up. *The British Journal of Radiology*. 2019; 92 (1103): 20190211.
 41. Klekamp J, Samii H. Surgical results for spinal metastases. *Acta Neurochir (Wien)*. 1998; 140(09): 957–967.
 42. Monterumici S, Narne U, Nena R. Transoral kyphoplasty for tumors in C2, *Spine J. : official journal of the North American Spine Society*. 2007; 7: 666–670.
 43. Telera S, Pipola V, Gasbarrini A, Raus L, De Iurè F. Vertebral Body Augmentation, Vertebroplasty and Kyphoplasty in Spine Surgery. Suiza: Springer; 2021. Disponible en <https://doi.org/10.1007/978-3-030-76555-2> .
 44. Aso-Escario J, Arregui-Calvo R, Martíne-Quinones J. Percutaneous vertebral augmentation: Vertebroplasty and kyphoplasty. Operative technique. *Neurocirugía*. 2005; 16(5): 427-440.
 45. Salapura V, Jeromel M. Minimally invasive (percutaneous) treatment of metastatic spinal and extraspinal disease - A review. *Acta Clinica Croatica*. 2014; 53 (1): 44-54.
 46. B.M. Boszczyk, M. Bierschneider, S. Hauck, R. Beisse, M. Potulski, H. Jaksche, Transcostovertebral kyphoplasty of the mid and high thoracic spine, *Eur. Spine J.:* official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society . 2005; 14: 992–999.
 47. Allen RT, Kum JB, Weidner N, Hulst JB, Garfn SR. Biopsy of osteoporotic vertebral compression fractures during kyphoplasty: unsuspected histologic findings of chronic osteitis without clinical evidence of osteomyelitis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009; 34(14): 1486–91.

48. Mukherjee S, Thakur B, Bhagawati D, et al. Utility of routine biopsy at vertebroplasty in the management of vertebral compression fractures: a tertiary center experience. *J Neurosurg Spine*. 2014; 21(5): 687–97.
49. 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*. 9: 445–450.
50. Barr, I.D., Barr, M.S., Lemley, T.I., McCann, R.M. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine*. 2000; 25: 923.
51. Jensen M, Evans A, Mathis A. Percutaneous polymethylmetacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *Am J Neuroradiol*. 1997; 18: 1897-1904.
52. Tsumakidou G, Too CW, Koch G, Caudrelier J, Cazzato RL, Garnon J, Gangi A. CIRSE guidelines on percutaneous vertebral augmentation. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017; 40: 331–42.
53. Eleraky M, Papanastassiou I, Setzer M, Baaj AA, Tran ND, Vrionis FD. Balloon kyphoplasty in the treatment of metastatic tumors of the upper thoracic spine. *J Neurosurg Spine*. 2011; 14(3): 372–6.
54. Agris, J.M., Zoarski, G.H., Stallmeyer, M.J.B., Ortiz, O.: Intervertebral pressure during vertebroplasty: a study comparing multiple delivery systems. Presented at the annual meeting of the American Society of Spine Radiology, Scottsdale, AZ, 2003; pp: 19-2.
55. Greene DL, Isaac R, Neuwirth M, Bitan FD. The eggshell technique for prevention of cement leakage during kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech*. 2007; 20(3): 229–32.
56. Eichholz KM, O’Toole J, Christie SD, Fessler RG. Vertebroplasty and Kyphoplasty. *Neurosurg Clin N Am*. 2006; 17: 507–18.
57. Yimmin Y, Zhiwei R, Wei M. Current status of percutaneous vertebroplasty and percutaneous kyphoplasty - a review. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. 2013; 19: 826-836.
58. Freeman MAR, Bradley GW, Revell PA: Observations upon the interface between bone and polymethylmethacrylate cement. *J Bone Joint Surg*, 1982; 64B: 489–93.
59. Kallmes DF, Jensen ME: Percutaneous vertebroplasty. *Radiology*, 2003; 229: 27–36.
60. Erbe EM, Clineff TD, Gualtieri G. Comparison of a new bisphenol-glycidyl dimethacrylate-based cortical bone void filler with polymethylmethacrylate. *Eur Spine J*. 2001; 10.
61. DiCicco M, Compton R, Jansen-Varnum SA. In vitro evaluation of orthopedic composite cytotoxicity: assessing the potential for postsurgical production of hydroxyl radicals. *J Biomed Mater Res*. 2004; 70B: 1–20.
62. Canalis E, Hott M, Deloffre P. The divalent strontium salt S12911 enhances bone cell replication and bone formation in vitro. *Bone*. 1996; 18: 517–23.
63. Yamamuro T, Nakamura T, Iida H. Development of bioactive bone cement and its clinical applications. *Biomaterials*. 1998; 1.
64. Tomita S, Kin A, Yazu M. Biomechanical evaluation of kyphoplasty and vertebroplasty with calcium phosphate cement in a simulated osteoporotic compression fracture. *J Orthop Sci*. 2003; 8: 192–197.

65. Molinari R. Vertebroplasty and kyphoplasty: Biomechanics, outcomes, and complications. *Curr Opin Orthop*. 2004; 15 (3): 142-149.
66. San Millan Ruiz D, Burkhardt K, Jean B, Muster M, Martin JB, Bouvier J. Pathology findings with acrylic implants. *Bone*. 1999; 25(2): 85-90.
67. Anselmetti GC, Manca A, Kanika K. Temperature measurement during polymerization of bone cement in percutaneous vertebroplasty: an in vivo study in humans. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2009; 32(3): 491–98.
68. Balestrino A, Boriani S, Cecchinato R, Parafioriti A, Gambarotti M, Gasbarrini A. Vertebroplasty shows no antitumoral effect on vertebral metastasis: a case-based study on anatomopathological examinations. *European Spine Journal*. 2020; 29 (12): 3157-3162.
69. FLC 3.0 [página web]: lecturacritica.com; Servicio Vasco de Salud; 2020.
70. Aromataris E, Munn Z (Editors). *JBIR Reviewer's Manual*. Australian: Joanna Briggs Institute (JBI); 2020.
71. JBI's critical appraisal tools [página web]: joannabriggs.org; JBI, 2020.
72. Munn Z, Tufanaru C, Aromataris E. *JBIR's Systematic Reviews: Data Extraction and Synthesis*. *American Journal of Nursing*. 2014; 114(7): 49-54.
73. Astur N, Avanzi O. Balloon Kyphoplasty in the Treatment of Neoplastic Spine Lesions: A Systematic Review. *Global Spine Journal*. 2019; 9 (3): 348-356.
74. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc)*. 2010; 135(11): 507–11.
75. Shamseer L, Moher D, Clarke M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *BMJ*. 2015; 350: g7647.
76. Li Z, Ni C, Chen L, Chao Y, Wang Y, Sun Z, Zhao X. Kyphoplasty versus vertebroplasty for the treatment of malignant vertebral compression fractures caused by metastases: A retrospective study. *Chinese Medical Journal*. 2014; 127 (8): 1493-1496.
77. Ramos Del Río A, López-Sastre A. Comparative study of vertebroplasty and kyphoplasty for the treatment of vertebral fractures. *European Spine Journal*. 2011; 20 (11): 2078.
78. Erdem E, Samant R, Malak S, Culp W, Brown A. Vertebral augmentation in the treatment of pathologic compression fractures in 792 patients with multiple myeloma. *Leukemia*. 2013; 27 (12): 2391-2393.
79. Köse K, Cebesoy O, Akan B, Altinel L, Dinçer D, Yazar T. Functional results of vertebral augmentation techniques in pathological vertebral fractures of myelomatous patients. *Journal of the National Medical Association*. 2006; 98 (10): 1654-1658.
80. Fourney D, Schomer D, Nader R, Chlan J, Suki D. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients . *Journal of Neurosurgery*. 2003; 98 (1 Suppl): 21-30.
81. La Maida G, Sala F, Callea G, Capitani D, Singh S. Efficacy of Unipedicular Balloon Kyphoplasty for Treatment of Multiple Myeloma Vertebral Lesions. *Asian Spine Journal*. 2011; 5 (3): 162-168.

82. Bae J, Gwak H, Kim S, Joo J, Shin S, Yoo H, Lee S. Percutaneous vertebroplasty for patients with metastatic compression fractures of the thoracolumbar spine: clinical and radiological factors affecting functional outcomes. *Spine J.* 2016; 16 (3): 355-364.
83. Mendoza T, Koyyalagu D, Burton A, Thomas S, Phan M. Changes in pain and other symptoms in patients with painful multiple myeloma-related vertebral fracture treated with kyphoplasty or vertebroplasty. *The Journal of Pain.* 2012; 13 (6): 564-570.
84. Galibert P, Deramond H, Rosat P. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie.* 1987; 33: 166–68.
85. Lapras C, Mottolèse C, Deruty R, Lapras C, Remond J, Duquesnel J. Percutaneous injection of methyl-metacrylate in osteoporosis and severe vertebral osteolysis (Galibert's technics. *Ann Chir.* 1989; 43: 371-376.
86. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001; 26: 1511-1515.
87. Do, H.M., Jensen, M.E., Marx, W.F., Kallmes, D.F. Percutaneous vertebroplasty in vertebral osteonecrosis (Kummell's spondylitis). *Neurosurg Focus.* 1999; article 2.
88. Rami, P.M., McGraw, J.K., Heatwole, E.V., Boorstein, J.M. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of vertebral body compression fracture secondary to osteogenesis imperfecta. *Skeletal Radiol.* 2002; 31: 162-165.
89. Mathis JM, Barr JD, Belkoff SM, et al. Percutaneous vertebroplasty: a developing standard of care for vertebral compression fractures. *Am J Neuroradiol.* 2001; 22: 373–81.
90. Arregui, R., Martínez Quiñones, J.V., Aso, J. Fracturas dorsolumbares por flexo-compresión. Nuevas estrategias terapéuticas. IV Congreso de la Sociedad Española de Neurotrauma. Tenerife. 17-19 Febrero, 2004.
91. Cotten A, Dewatre F, Cortet B. 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.
92. Burton A, Reddy S, Shah H, Tremont-Lukats I, Mendel E. Percutaneous vertebroplasty—a technique to treat refractory spinal pain in the setting of advanced metastatic cancer: a case series. *J Pain Symptom Manage.* 2005; 30: 87–95.
93. Teyssédou S, Saget M, Pries P. Kyphoplasty and vertebroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014; 100(1 Suppl): S169–79.
94. Lavelle W, Carl A, Lavelle ED, Khaleel MA. Verterboplasty and Kyphoplasty. *Anesthesiol Clin.* 2007; 25(4): 913–28.
95. Zhang HT, Chen GD, Yang HL, Luo ZP. Percutaneous kyphoplasty in the treatment of osteoblastic-related spinal metastases. *Clin Spine Surg.* 2017; 30(2): 80–4.
96. Huber FX, McArthur N, Tanner M. Kyphoplasty for patients with multiple myeloma is a safe surgical procedure: Results from a large patient cohort. *Clin Lymphoma Myeloma.* 2009; 9: 375–380.
97. Zhao J, Lin EH, Wu BL: Acrylic resin bone cement injection following percutaneous kyphoplasty to reconstruct spinal stability. *J Clin Rehab Tissue Eng Res.* 2008; 12: 7089–7092.
98. Molloy S, Sewell M, Platinum J, Patel A, Selvadurai S, Hargunani R. Is balloon kyphoplasty safe and effective for cancer-related vertebral compression fractures with

- posterior vertebral body wall defects? *Journal of Surgical Oncology*. 2016; 113 (7): 835-842.
99. Papanastassiou ID, Filis AK, Gerochristou MA. Controversial issues in kyphoplasty and vertebroplasty 4 Indications and Contraindication of Vertebroplasty and Kyphoplasty 67 in malignant vertebral fractures. *Cancer Control*. 2014; 21: 151–7.
 100. Gill JB, Kuper M, Chin PC, et al. Comparing pain reduction following kyphoplasty and vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures. *Pain Physician* 2007; 10: 583–90.
 101. Layton KF, Thielen KR, Koch CA, et al. Vertebroplasty, first 1000 levels of a single center: evaluation of the outcomes and complications. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007; 28: 683–9. 33.
 102. Taylor RS, Taylor RJ, Fritzell P. Balloon kyphoplasty and vertebroplasty for vertebral compression fractures: a comparative systematic review of efficacy and safety. *Spine*. 2006; 31: 2747–55
 103. Yang Z, Xu J, Sang C. Clinical studies on treatment of patients with malignant spinal tumors by percutaneous vertebroplasty under guidance of digital subtraction angiography. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2006; 20(10): 999-1003.
 104. Berenson J, Pflugmacher R, Jarzem P, Zonder J, Schectman 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, randomized controlled trial. *Lancet Oncol*. 2011; 12: 225–35
 105. Wang M, Weber D, Fourney D, et al: Value of vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral compressions in multiple myeloma (MM). *American Society of Hematology*.
 106. Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, et al: The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. 179–192, 1969.
 107. Patel K, Yu H, Le M, Paidpally V, Harvill M. Vertebroplasty and kyphoplasty outcomes in spinal metastatic osseous lesions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 2017; 28 (2): e24.
 108. Khan O, Brinjikji W, Kallmes D. Vertebral augmentation in patients with multiple myeloma: a pooled analysis of published case series. *AJNR*. 2014; 35 (1): 207-210.
 109. Onggo J, Nambiar M, Chandra R, Maingard J, Buckland A, Hirsch J. Role of vertebroplasty and balloon kyphoplasty in pathological fracture in myeloma: a narrative review. *European Spine Journal*. 2021; 30 (10): 2825-2838.
 110. Xing D, Ma J, Ma X, Wang J, Xu W et al. A meta-analysis of balloon kyphoplasty compared to percutaneous vertebroplasty for treating osteoporotic vertebral compression fractures. *Journal of Clinical Neuroscience: Official Journal of the Neurosurgical Society of Australia*. 2013; 20 (6): 795-803.
 111. Katsanos K, Sabharwal T, Adam A. Percutaneous cementoplasty. *Spinal interventions*. ESIR, July 9-10, 2010, Strasbourg (FR).
 112. Denaro V, Longo UG, Maffulli N, Denaro L. Vertebroplasty and kyphoplasty. *Clin Cases Bone Metab* 2009; 6(2): 125-30.

113. Mehio AK, Lerner JH, Engelhart LM, Kozma CM, Slaton TL, Edwards NC, et al. Comparative hospital economics and patient presentation: vertebroplasty and kyphoplasty for the treatment of vertebral compression fracture. *AJNR Am J Neuroradiol* 2011; 32: 1290-1294.
114. De La Garza-Ramos R, Caro-Osorio E, Benvenuti M. Vertebroplasty and kyphoplasty for cervical spine metastases: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Spine Surgery*. 2016; 10 (2016): 3007.
115. Burton A, Hamid B. Kyphoplasty and vertebroplasty. *Current Pain and Headache Reports*. 2008; 12 (1): 22-27.
116. Deramond H, Saliou G, Aveillan M, et al. Respective contributions of vertebroplasty and kyphoplasty to the management of osteoporotic vertebral fractures. *Joint Bone Spine*. 2006; 73: 610–613.
117. K. Singh, D. Samartzis, A.R. Vaccaro, G.B. Andersson, H.S. An, J.G. Heller, Current concepts in the management of metastatic spinal disease. The role of minimallyinvasive approaches, the *Journal of bone and joint surgery, British volume* 88 (2006) 434–442
118. H. Deramond, C. Depriester, P. Galibert, D. Le Gars, Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results, *Radiol. Clin.* 36 (1998) 533–546.
119. Mathis JM, Wong W. Percutaneous vertebroplasty: technical considerations. *J Vasc Interv Radiol*. 2003; 14: 953–60.
120. A. Gangi, T. Sabharwal, F.G. Irani, X. Buy, J.P. Morales, A. Adam, Quality assurance guidelines for percutaneous vertebroplasty, *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 29 (2006) 173–178.
121. Habib N, Maniatis T, Ahmed S, Kilkenny T, Alkaied H, Elsayegh D, Chalhoub M, Harris K. Cement pulmonary embolism after percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty: an overview. *Heart Lung*. 2012; 41(5): 509–11.
122. Agko M, Nazzal M, Jamil T, Castillo-Sang M, Clark P, Kasper G. Prevention of cardiopulmonary embolization of polymethylmethacrylate cement fragment after kyphoplasty with insertion of inferior vena cava filter. *J Vasc Surg*. 2010; 51(1): 210–3.
123. Eck JC, Nachtigall D, Humphreys SC, Hodges SD. Comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of the literature. *Spine J*. 2008; 8: 488–97.
124. Rothermich MA, Buchowski JM, Bumpass DB, Patterson GA. Pulmonary cement embolization after vertebroplasty requiring pulmonary wedge resection. *Clin Orthop Relat Res*. 2014; 472(5): 1652–7.
125. Phillips FM, Ho E, Campbell-Hupp M, et al. Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine*. 2003; 28: 2260–7.
126. Giordano AV, Arrigoni F, Bruno F, Carducci S, Varrassi M, Zugaro L, Barile A, Masciocchi C. Interventional radiology management of a ruptured lumbar artery pseudoaneurysm after cryoablation and vertebroplasty of a lumbar metastasis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017; 40(5): 776–9.

127. M. Dohm, C.M. Black, A. Dacre, J.B. Tillman, G. Fueredi, A randomized trial comparing balloon kyphoplasty and vertebroplasty for vertebral compression fractures due to osteoporosis, *AJNR. American journal of neuroradiology* 35 (2014) 2227–2236.
128. S. Molloy, L.H. Riley 3rd, S.M. Belkoff, Effect of cement volume and placement on mechanical-property restoration resulting from vertebroplasty, *AJNR. American journal of neuroradiology* 26 (2005) 401–404.
129. Rotter R, Martin H, Fuerderer S et al: Vertebral body stenting: a new method for vertebral augmentation versus kyphoplasty. *Eur Spine J*, 2010; 19: 916–23.
130. Manca A: Vertebral Augmentation with Nitinol Endoprosthesis: Clinical Experience with one year follow-up in 40 patients. Doctoral Thesis: 2011.
131. Kurth AA, Bayer-Helms H, Böwe C et al: Radiofrequency Kyphoplasty – a novel vertebral augmentation system. *Osteologie*, 2012; 21(3): 174–79 142.
132. Bornemann R, Kabir K, Otten LA et al: Radiofrequency kyphoplasty – an innovative method for the treatment of vertebral compression fractures – comparison with conservative treatment. *Z Orthop Unfall*, 2012; 150(4): 392–96.

8. ANEXOS

ANEXO 1: Estrategia general de búsqueda en bases de datos.

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Nº resultados
PubMed	"kyphoplasty"[Title/Abstract] OR "vertebroplasty"[Title/Abstract]) AND (spinal metastasis[Title/Abstract] OR bone metastasis[Title/Abstract] OR "spine metastasis"[Title/Abstract] OR "spinal metastases"[Title/Abstract] OR metastatic spinal[Title/Abstract] OR vertebral metastasis[Title/Abstract]) AND pain[Title/Abstract]	148
Embase	"kyphoplasty"[Title/Abstract] OR "vertebroplasty"[Title/Abstract]) AND (spinal metastasis[Title/Abstract] OR bone metastasis[Title/Abstract] OR "spine metastasis"[Title/Abstract] OR "spinal metastases"[Title/Abstract] OR metastatic spinal[Title/Abstract] OR vertebral metastasis[Title/Abstract]) AND pain[Title/Abstract]	233
Cochrane	"kyphoplasty"[Title/Abstract] OR "vertebroplasty"[Title/Abstract]) AND (spinal metastasis[Title/Abstract] OR bone metastasis[Title/Abstract] OR "spine metastasis"[Title/Abstract] OR "spinal metastases"[Title/Abstract] OR metastatic spinal[Title/Abstract] OR vertebral metastasis[Title/Abstract]) AND pain[Title/Abstract]	41

ANEXO 2: Instrumento de lectura crítica FLC-3.0 para estudios ECA








Enlace de acceso: <http://www.lecturacritica.com/es/index.php>

ANEXO 3: Escala VAS (*Visual Analogue Scale*)

0 ————— 10

Escala analógica visual

Describe el dolor en una escala de 0 a 10

Ausencia de dolor	Leve	Moderado	Intenso	El peor dolor posible						
↓	↓	↓	↓	↓						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										

ANEXO 4: Escala BPI (Brief Pain Inventory)

Brief Pain Inventory (Cuestionario Breve del Dolor).

Por favor, indique su puntuación rodeando con un círculo el número que mejor describe el dolor que sintió usted DURANTE LA SEMANA PASADA

Por favor, puntúe el dolor en su momento <u>más intenso</u>										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No había dolor										El dolor más intenso que se pueda imaginar
Por favor, puntúe el dolor en su momento <u>menos intenso</u>										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No había dolor										El dolor más intenso que se pueda imaginar
Por favor, puntúe el dolor <u>promedio</u>										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No había dolor										El dolor más intenso que se pueda imaginar
Por favor, puntúe el dolor que siente <u>usted ahora</u>										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No hay dolor										El dolor más intenso que se pueda imaginar
Marque con un círculo la puntuación que refleja hasta qué punto el dolor interfirió en su vida durante la semana pasada:										
Actividad general										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No interfirió										Interfirió completamente
Estado de ánimo										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No interfirió										Interfirió completamente
Capacidad para andar										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No interfirió										Interfirió completamente
Trabajo habitual (trabajo fuera de casa y en casa)										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No interfirió										Interfirió completamente
Relaciones con la gente										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No interfirió										Interfirió completamente
Sueño										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No interfirió										Interfirió completamente
Disfrutar de la vida										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No interfirió										Interfirió completamente

Adaptado de: "Cleveland CS, Ryan KM. Pain assessment: global use of the Brief Pain Inventory. *Ann Acad Med Singapore* 23(2): 129-136, 1994"

ANEXO 5: Escala KPS (*Karnofsky Performance Status scale*)

Tabla I <i>Escala de Karnofsky</i>	
<i>Puntuación</i>	<i>Situación clínico-funcional</i>
100	Normal, sin quejas ni evidencia de enfermedad.
90	Capaz de llevar a cabo actividad normal pero con signos o síntomas leves.
80	Actividad normal con esfuerzo, algunos signos y síntomas de enfermedad.
70	Capaz de cuidarse, pero incapaz de llevar a cabo actividad normal o trabajo activo.
60	Requiere atención ocasional, pero es capaz de satisfacer la mayoría de sus necesidades.
50	Necesita ayuda importante y asistencia médica frecuente.
40	Incapaz, necesita ayuda y asistencia especiales.
30	Totalmente incapaz, necesita hospitalización y tratamiento de soporte activo.
20	Muy gravemente enfermo, necesita tratamiento activo.
10	Moribundo irreversible.
0	Muerto.

ANEXO 6: Escala ESAS (*Edmonton Symptom Assessment System*)

**Cuestionario de evaluación de síntomas de edmonton, versión revisada
ESAS-r (es)**

Por favor, marque el número que describa mejor como se siente AHORA:

Nada de dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	El peor dolor que se pueda imaginar
Nada agotado (cansancio, debilidad)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Lo más agotado que se pueda imaginar
Nada somnoliento (adormilado)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Lo más somnoliento que se pueda imaginar
Sin náuseas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Las peores náuseas que se pueda imaginar
Ninguna pérdida de apetito	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	El peor apetito que se pueda imaginar
Ninguna dificultad para respirar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	La mayor dificultad para respirar que se pueda imaginar
Nada desanimado	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Lo más desanimado que se pueda imaginar
Nada nervioso (intranquilidad, ansiedad)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Lo más nervioso que se pueda imaginar
Duermo perfectamente	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	La mayor dificultad para dormir que se pueda imaginar
Sentirse perfectamente (sensación de bienestar)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sentirse lo peor que se pueda imaginar
Nada _____ Otro problema (por ej; sequedad de boca)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Lo peor posible

MEDIPAL. 2013;20:143-9