

ACTUALIZACIÓN

Manejo percutáneo de las metástasis óseas

S. Chen-Xu^a, J. Martel-Villagrán^{b,*} y Á. Bueno-Horcajadas^b^a Hospital Universitario Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid, España^b Hospital Universitario Fundación Alcorcón, Alcorcón, Madrid, España

Recibido el 20 de noviembre de 2020; aceptado el 19 de febrero de 2021

Disponible en Internet el 2 de abril de 2021

PALABRAS CLAVE

Manejo percutáneo;
 Metástasis óseas;
 Radiofrecuencia;
 Microondas;
 Crioblación

Resumen La radiología intervencionista tiene un papel cada vez más importante en el tratamiento local, generalmente con intención paliativa, de las metástasis óseas, aunque en pacientes seleccionados puede realizarse con intención curativa.

Disponemos de dos grupos de técnicas principales, de las cuales unas se centran en la consolidación del hueso: la osteoplastia/vertebroplastia, que consiste en la inyección de poli-metilmecrilato para reforzar el hueso y mejorar el dolor, y la osteosíntesis percutánea, que consiste en la fijación mediante tornillos de las fracturas mínimamente/no desplazadas para su consolidación.

Por otro lado, tenemos la ablación tumoral, que nos permitirá la destrucción tumoral, ya sea por instilación de alcohol o a través de la termoablación. La termoablación es la preferida en musculoesquelético, ya que es una ablación más controlada. Dentro de este grupo tenemos: la radiofrecuencia, que aplica una onda de alta frecuencia alternante (450-600 Hz) en la interfase tumor-hueso que alcanza altas temperaturas y necrosis coagulativa; la ablación por microondas, que aplica ondas electromagnéticas (aproximadamente 900 y 2450 MHz) a través de una antena que se coloca directamente en el seno del tumor, produciendo agitación molecular y calor que provoca una necrosis coagulativa; la crioblación, que consiste en la aplicación de un frío extremo para destruir tumores, y, por último, la MRgFUS (*Magnetic Resonance-guided focused ultrasound surgery*), técnica no invasiva que funciona como un haz de ultrasonidos generado por el transductor colocado sobre la piel del paciente, concentrándose en la lesión diana donde la energía mecánica se convierte en energía térmica (65-85 °C).

El plan terapéutico ha de ser determinado por un equipo multidisciplinar, y puede tener intención paliativa o curativa. Una vez seleccionado el paciente, se realizará un estudio preprocedimiento y se decidirá cuál será la técnica más adecuada en función de una serie de factores. Durante el procedimiento se tomarán medidas de protección y monitorización y finalmente se realizará un seguimiento posprocedimiento.

© 2021 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: JMartel@fhacorcon.es (J. Martel-Villagrán).

KEYWORDS

Percutaneous management;
Bone metastases;
Radiofrequency;
Microwaves;
Cryoablation

Percutaneous management of bone metastases: state of the art

Abstract Interventional radiology is playing an increasingly important role in the local treatment of bone metastases; this treatment is usually done with palliative intent, although in selected patients it can be done with curative intent. Two main groups of techniques are available.

The first group, centered on bone consolidation, includes osteoplasty / vertebroplasty, in which polymethyl methacrylate (PMMA) is injected to reinforce the bone and relieve pain, and percutaneous osteosynthesis, in which fractures with nondisplaced or minimally bone fragments are fixed in place with screws. The second group centers on tumor ablation. Tumor ablation refers to the destruction of tumor tissue by the instillation of alcohol or by other means. Thermoablation is the preferred technique in musculoskeletal tumors because it allows for greater control of ablation. Thermoablation can be done with radiofrequency, in which the application of a high frequency (450 Hz–600 Hz) alternating wave to the tumor-bone interface achieves high temperatures, resulting in coagulative necrosis. Another thermoablation technique uses microwaves, applying electromagnetic waves in an approximate range of 900 MHz to 2450 MHz through an antenna that is placed directly in the core of the tumor, stimulating the movement of molecules to generate heat and thus resulting in coagulative necrosis. Cryoablation destroys tumor tissue by applying extreme cold. A more recent, noninvasive technique, magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery (MRgFUS), focuses an ultrasound beam from a transducer placed on the patient's skin on the target lesion, where the waves' mechanical energy is converted into thermal energy (65 °C–85 °C). Treatment should be planned by a multidisciplinary team. Treatment can be done with curative or palliative intent. Once the patient is selected, a preprocedural workup should be done to determine the most appropriate technique based on a series of factors. During the procedure, protective measures must be taken and the patient must be closely monitored. After the procedure, patients must be followed up.

© 2021 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La radiología intervencionista tiene un papel cada vez más relevante en el tratamiento local, generalmente con intención paliativa, de las metástasis óseas (MO), aunque en pacientes seleccionados puede realizarse con intención curativa¹. Su indicación ha aumentado rápidamente en la última década, ofreciendo nuevas soluciones terapéuticas en combinación con la cirugía, la radioterapia y los tratamientos médicos.

En este artículo revisaremos las distintas técnicas junto con sus indicaciones y la experiencia en nuestro centro, ilustrada con una serie de casos.

Epidemiología y manifestaciones clínicas de las metástasis óseas

Las MO son las lesiones malignas óseas más frecuentes; afectan sobre todo al esqueleto axial, al anillo pélvico y a las extremidades a nivel proximal. En España, entre un 65-75% de los enfermos oncológicos presentan metástasis óseas (aunque en estudios de autopsias ascienden al 85%²), siendo la tercera localización en frecuencia de las metástasis³, por detrás de las metástasis pulmonares y hepáticas. La incidencia de MO es particularmente alta en pacientes con cáncer de mama, pulmón y próstata; intermedio en pacientes con melanoma y cáncer renal o de tiroides; y relativamente baja en pacientes con tumores gastrointestinales⁴, aunque

en general el aumento de la supervivencia de los pacientes oncológicos supone un incremento en estos pacientes de una situación de enfermedad metastásica difusa.

Hasta un 50% de los pacientes con enfermedad metastásica ósea padecen dolor resistente al tratamiento por afectación tumoral ósea directa, fracturas patológicas, compresión de estructuras nerviosas o médula espinal, etc. Todo ello impacta de forma negativa en la calidad de vida del paciente y su esperanza de vida^{2,3}. Por ello, pueden requerir en muchas ocasiones radioterapia y/o cirugía, sobre todo cuando existe compresión medular. Todos estos eventos se denominan eventos relacionados con el esqueleto (ERE)⁴. El dolor es el ERE más frecuente, seguido de las fracturas. Las terapias actuales para tratar el dolor y prevenir las fracturas son médicas (analgésicos, bisfosfonatos y denosumab) y la radioterapia, con resultados aceptables, aunque lejos de ser excelentes (el dolor no se trata de forma adecuada hasta en un 56-82,3% de los casos)^{4,5}. La cirugía generalmente se reserva para la estabilización ósea, y tiene un papel limitado en la paliación del dolor causado por una fractura patológica⁶.

En pacientes con enfermedad metastásica ósea, un ERE inicial se asocia con un mayor riesgo de otro ERE posterior, un incremento de los costes sanitarios y una esperanza de vida acortada⁷.

Aunque la radioterapia se considera la mejor terapia no intervencionista para el tratamiento del dolor asociado a las MO, ya que consigue una reducción del dolor en el 50-80% de

los casos y completa en un tercio de los pacientes⁷, existen ciertas limitaciones^{4,8}:

1. No es efectiva en las MO de tumores renales o melanoma, por ejemplo.
2. Existe una latencia de 1-2 semanas desde el final del tratamiento hasta que el dolor remite.
3. La remisión del dolor, ya sea completa o parcial, se observa en menos del 60% de los pacientes, con recaída en más del 50% en aquellos que responden entre 20 y 24 semanas después del tratamiento.
4. No siempre es posible volver a tratarlo mediante radioterapia si se ha superado la dosis máxima de radiación.
5. No existe una consolidación ósea inmediata.

A pesar de todo lo anterior, la radioterapia sigue siendo el tratamiento más frecuente para las MO, sobre todo en pacientes con mal estado general.

Procedimientos intervencionistas

Osteoplastia/vertebroplastia (cementoplastia)

Consiste en la inyección de polimetilmetacrilato (PMMA), que mejora el dolor y refuerza el hueso en pacientes con tumores óseos malignos. Se realiza una mezcla de la fase líquida (monómero) y el polvo de PMMA una vez que la aguja está colocada en la lesión ósea. En cuanto la consistencia del cemento aumenta ligeramente, esta ya puede ser inyectada con cuidado. Tras 8-10 minutos, el cemento se endurece durante la fase de polimerización. Esto se acompaña a su vez de una reacción exotérmica con una temperatura pico de hasta 75 °C en el centro del hueso tratado⁹.

El PMMA es resistente a la compresión, pero susceptible a las fuerzas de torsión, por lo que su uso está indicado en huesos que soportan cargas de compresión como las vértebras o el acetábulo; sin embargo, no se recomienda en la diáfisis de huesos largos^{1,4}.

Este procedimiento se realiza con intención paliativa, ya que no frena la progresión tumoral, y por tanto se considera como una técnica complementaria que se suele asociar a otras técnicas ablativas¹⁰. Se indica en lesiones multifocales osteolíticas dolorosas de vértebras u otros huesos que soporten cargas por afectación metastásica, mieloma múltiple (MM) o linfoma. Al ser múltiples, raramente se indica la cirugía, y la radioterapia no mejora la consolidación del hueso retrasando además la respuesta terapéutica. Sin embargo, con la cementoplastia se acelera la consolidación y la mejoría del dolor. Se realiza asociada a otras modalidades de tratamiento, como la termoablación en caso de invasión de las partes blandas adyacentes, por ejemplo¹ (fig. 1A-C).

Está contraindicado en pacientes con coagulopatías irreversibles, infecciones agudas, metástasis vertebrales que causan síntomas neurológicos o inestabilidad y metástasis osteoblásticas. En tumores vertebrales con rotura del muro posterior debemos tener precaución por el riesgo de fuga del cemento al espacio epidural^{1,4,11}.

En cuanto a la técnica, se puede realizar con anestesia general o sedación y siguiendo una asepsia estricta⁴, realizándose un abordaje transpedicular en vértebras sacras, intercostopedicular en torácicas (para evitar el

canal raquídeo y la pleura) y anterolateral en cervicales (entre carótida y tiroides)¹.

Es un tratamiento efectivo para el dolor¹² en lesiones osteolíticas metastásicas y en el mieloma hasta en un 60-97%^{1,4}. El efecto citotóxico es de 3 mm alrededor del cemento, por lo que el efecto antitumoral es insuficiente y precisa de terapias antitumorales específicas coadyuvantes¹.

Las complicaciones de las técnicas de inyección de cemento se pueden atribuir a una pobre selección o aplicación de los pacientes, lesión traumática de la trayectoria de la aguja, fuga de cemento extraóseo a las partes blandas adyacentes, embolia intravascular de cemento, desplazamiento de la médula ósea con embolia grasa y reacción cardiovascular transitoria al cemento^{13,14}.

Osteosíntesis percutánea

La osteosíntesis percutánea consiste en la fijación mediante tornillos de las fracturas mínimamente/no desplazadas, sobre todo del anillo pélvico, para su consolidación⁴. También puede realizarse en el fémur proximal para la consolidación de las conocidas como fracturas inminentes (hueso patológico que sufrirá fractura inminente si no se realiza una acción preventiva), que no presentan una afectación trocantérica y cortical significativa¹⁵. Asimismo, también se han descrito casos de fracturas de la cintura escapular reparadas mediante esta técnica⁴.

La indicación se reserva a pacientes oncológicos no candidatos a cirugía y con esperanza de vida limitada, ofreciéndoles una rápida analgesia y movilidad sin ser necesaria la suspensión del tratamiento sistémico y con reducción significativa del riesgo de sangrado e infección⁴.

El procedimiento se realiza bajo guía fluoroscópica o tomografía computarizada (TC), con planificación de la trayectoria de los tornillos y los puntos de entrada cutáneos³, y tiene una duración aproximada de 2 horas, por lo que se suele preferir anestesia general.

Los resultados parecen reflejar una efectividad del tratamiento sintomático de las fracturas pélvicas y del fémur proximal, con estudios que muestran una reducción del dolor de hasta 6 puntos sobre 10⁴.

A pesar de todo ello, se prefiere la cirugía a la osteosíntesis percutánea siempre que se pueda, ya que aún no existe suficiente evidencia sobre la efectividad a largo plazo de esta última⁴.

Ablación tumoral

Las técnicas de ablación tumoral consisten en la aplicación directa de agentes físicos o químicos para la destrucción local del tumor independientemente de su histología¹⁶; entre ellas encontramos la ablación mediante instilación de alcohol y diferentes métodos de termoablación, siendo la radiofrecuencia y la crioblación las técnicas más usadas en la ablación ósea.

Generalmente en musculoesquelético la ablación tumoral tiene intención paliativa en metástasis óseas dolorosas mínimamente invasivas en el seno de una enfermedad oncológica avanzada. Menos frecuente es la intención curativa, ya sea en tumores óseos benignos como el

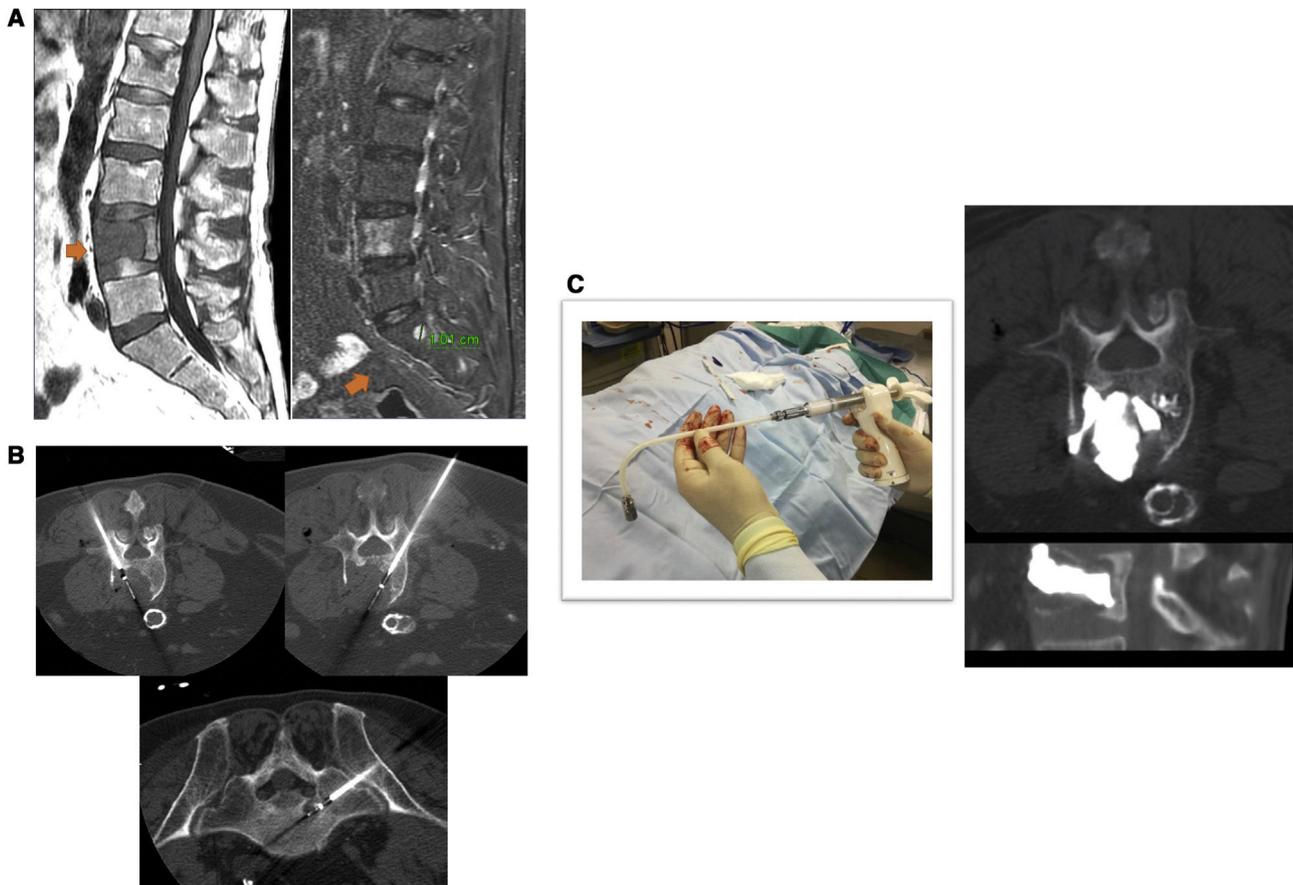


Figura 1 A) Paciente con cáncer renal y lesiones vertebrales compatibles con metástasis óseas en L4 y S1 (flechas) B) Planos axiales de tomografía computarizada con el paciente en decúbito prono y tratamiento percutáneo mediante ablación por radiofrecuencia (RFA) de las lesiones en L4 y S1. C) Vertebroplastia de L4 posterior a la ablación por RFA.

osteoma osteoide o enfermedad oligometastásica en pacientes seleccionados¹:

Inyección de etanol: es el método más simple y barato; produce necrosis tumoral directamente a través de la deshidratación celular e indirectamente mediante trombosis vascular e isquemia tisular. Primero se inyecta en la lesión una solución mezcla de un 25% de contraste yodado y un 75% de lidocaína al 1% para anestesiarse localmente y valorar la difusión y extensión local. Si no hay intravasación o contacto con estructuras vulnerables, se inyectan 3-30 ml de etanol al 96% en el tumor. No obstante, esta técnica permite un menor control de la ablación, ya que la difusión del etanol es poco predecible y reproducible¹⁷. Su indicación es paliativa, sobre todo para el manejo del dolor en las metástasis óseas, permitiendo también cierta reducción del tamaño tumoral¹. Esta técnica todavía se emplea en el tratamiento de malformaciones vasculares espinales como el hemangioma agresivo complejo que tiene extensión paravertebral o epidural.

Termoablación (incluye la ablación por radiofrecuencia, microondas, crioablación y MRgFUS (*Magnetic Resonance-guided focused ultrasound surgery*)). Se prefieren para el manejo de tumores musculoesqueléticos, ya que es una ablación más controlada. Casi siempre va a fragilizar el hueso como en la radioterapia, por lo que siempre que podamos asociarlo con osteoplastia u osteosíntesis percutánea.

• **Ablación por radiofrecuencia (RFA).** Su principal indicación es paliativa para un número limitado de metástasis óseas, aunque en ocasiones puede ser curativo (fig. 2A-C). Es la técnica más prometedora para el tratamiento de tumores localizados, preferiblemente vertebrales, aunque también se ha descrito como una técnica segura y efectiva en el tratamiento del dolor de las metástasis óseas extravertebrales¹⁸. El principal objetivo es la ablación de la interfase tumor-hueso, donde se localiza la principal fuente del dolor. Se aplica una alta frecuencia de onda alternante (450 a 600 kHz) a la lesión que produce agitación de las moléculas iónicas del tejido, convirtiéndose en calor. La temperatura del tejido local alcanza entre 60 y 100 °C con una muerte celular inmediata y necrosis coagulativa del tumor. Por encima de 100 °C induce vaporización y carbonización del tejido adyacente al electrodo, degradando la conducción eléctrica con efecto subóptimo del tratamiento¹⁹. El circuito eléctrico se cierra con la colocación de unas placas cutáneas¹ que actúan como toma de tierra.

La cortical ósea íntegra minimiza la propagación de energía de radiofrecuencia no deseada (efecto protector)³.

La RFA presenta como ventajas la disponibilidad y la amplia experiencia de los radiólogos intervencionistas, además de la monitorización en tiempo real de la zona de ablación.

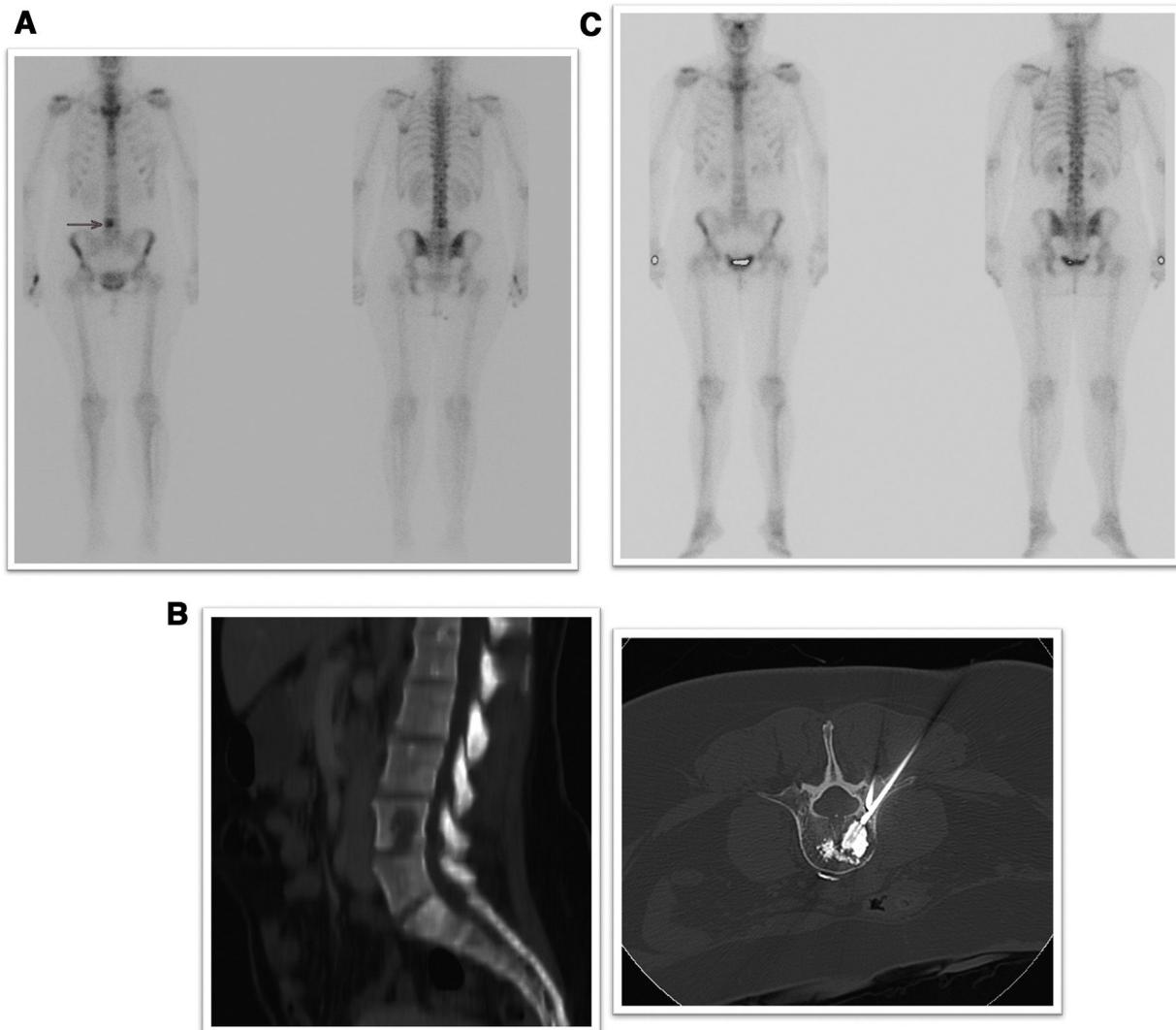


Figura 2 A) Gammagrafía ósea pretratamiento de paciente con cáncer de mama donde se aprecia depósito de radiotrazador en cuerpo vertebral de L4 compatible con metástasis. B) Izquierda: plano sagital de tomografía computarizada de columna lumbar con una lesión lítica en el cuerpo vertebral de L4. Derecha: plano axial con paciente en decúbito prono durante procedimiento ablativo por radiofrecuencia y posterior vertebroplastia (intención curativa). C) Gammagrafía ósea postratamiento con desaparición del radiotrazador en L4.

En cuanto a las desventajas, la RFA permite áreas de ablación pequeñas (<3-4 cm)^{3,20} que no son visibles en TC, además del efecto de refrigeración por la proximidad del tumor a grandes vasos¹⁰ y los plexos venosos vertebrales. Principalmente se usa para el tratamiento de lesiones osteolíticas o mixtas³. Su uso está contraindicado en pacientes con marcapasos o dispositivos implantables eléctricos⁴.

- **Microondas (MW) (fig. 3 D).** Tecnología que consiste en la aplicación de ondas electromagnéticas (aproximadamente 900 y 2450 MHz) a través de una antena que se coloca directamente en el seno del tumor, produciendo agitación molecular y calor que provoca necrosis coagulativa. Se postula que la ablación por microondas está menos influenciada por la variabilidad de la impedancia tisular y el enfriamiento del tejido mediado por la perfusión (a diferencia de la RFA)^{21,22}, lo que se traduce en temperaturas intratumorales más altas, zonas de ablación más extensas y uniformes

y una ablación más eficiente usando una única antena. Esto ofrece una mayor eficacia en el manejo de lesiones osteoblásticas que permite prescindir del uso de placas cutáneas y disminuir el riesgo de quemaduras^{1,23}.

Comparado con la RFA, la energía de la ablación por MW se irradia por todo el tejido biológico y permite una ablación más rápida y extensa (hasta 8 cm cuando se utilizan múltiples antenas de forma simultánea)⁴.

Aunque el tejido ablacionado a veces se identifica hipotenuante en la TC, los márgenes de la zona de ablación no suelen estar bien definidos, lo que supone una desventaja para la ablación vertebral²³. La ablación por microondas puede aumentar el riesgo de fractura patológica similar a la observada tras la radioterapia, como resultado directo del efecto terapéutico y regresión tumoral, que puede dar lugar a una cavidad y reducción de la celularidad ósea²⁴. Por ello, se recomienda realizar tratamiento combinado asociando MW y cementoplastia²⁵.

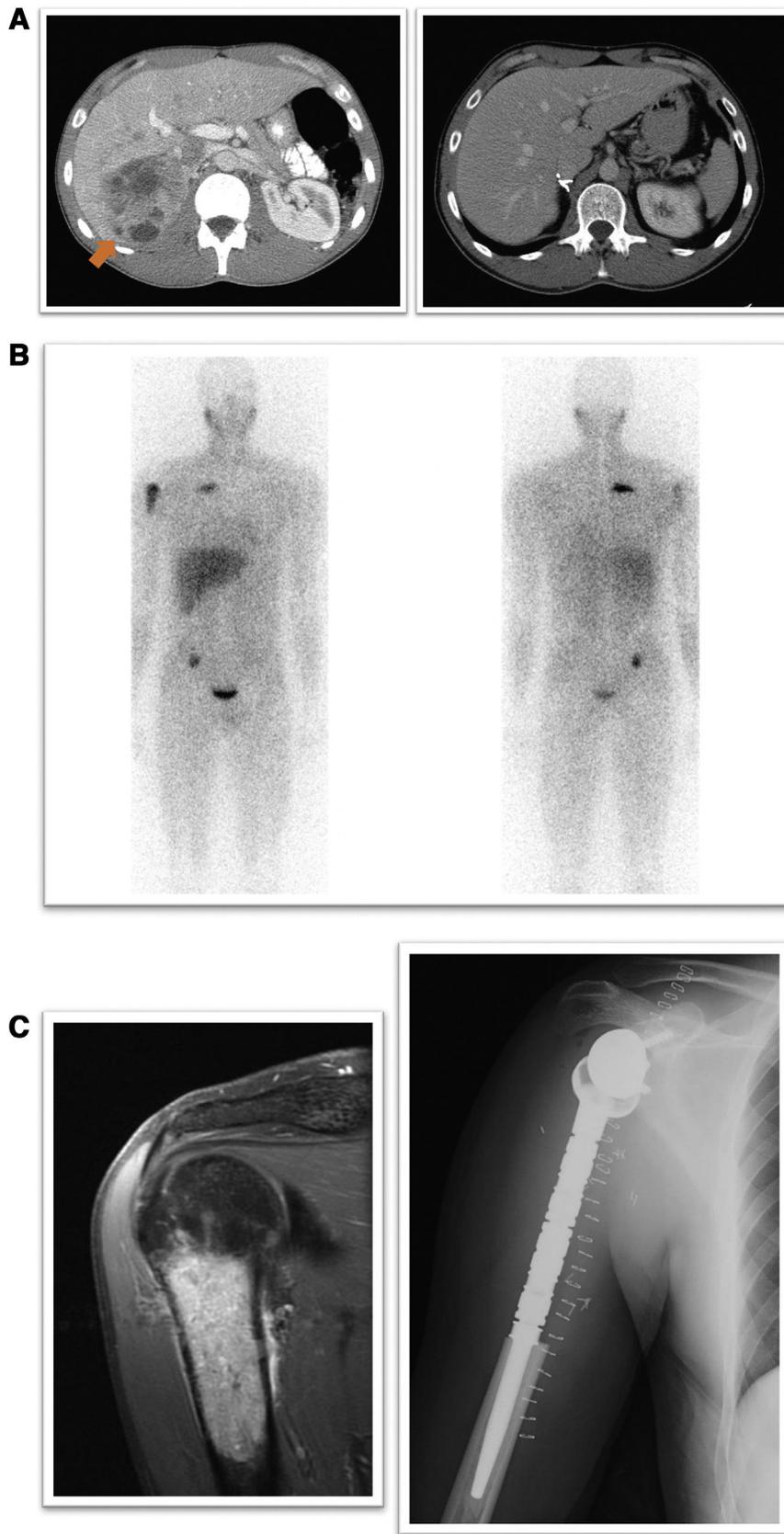


Figura 3 A) Tomografía computarizada (TC) abdominal con masa suprarrenal heterogénea derecha (flecha) que fue resecada con diagnóstico histológico de feocromocitoma. B) Gammagrafía con MIBG (metil-yodo-benzil-guanidina) con depósito del radiotrazador en húmero, costilla y pala iliaca derecha compatibles con metástasis. C) Izquierda: resonancia magnética de hombro derecho, plano coronal STIR, con infiltración de la medular del húmero proximal. Derecha: cirugía con colocación de prótesis humeral. D) TC de

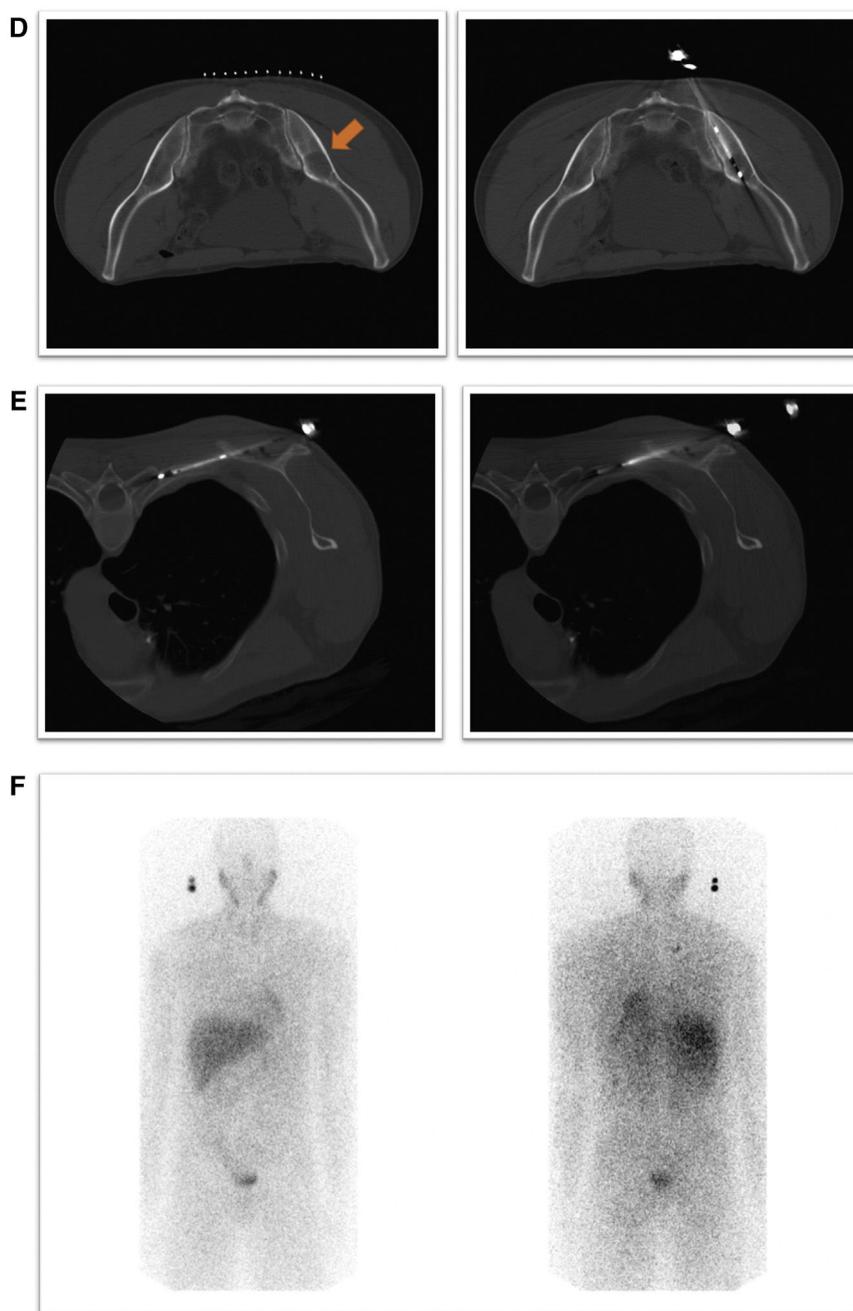


Figura 3 (Continued)

Crioablación (CA). La crioablación consiste en la aplicación de un frío extremo para destruir tumores. Utiliza criosondas de 13-17 g de forma percutánea con monitorización por TC o resonancia magnética. Cada criosonda puede producir una bola de hielo de aproximadamente 5,5 cm en longitud y 3,5 cm de diámetro⁷. Los sistemas actuales per-

miten utilizar 8-20 criosondas de forma simultánea, lo que permite conseguir bolas de hielo mucho más grandes cuando se activan las criosondas sincrónicamente⁷. La rápida expansión del gas argón a alta presión a través de la criosonda produce una caída brusca de la temperatura por debajo de -100°C por el fenómeno Joule-Thompson (cuando el gas

caderas con paciente en decúbito prono durante la ablación por microondas de la metástasis en pala iliaca derecha (flecha). E) TC torácica con paciente en decúbito prono durante ablación por radiofrecuencia de la metástasis costal derecha. F) Gammagrafía con MIBG (metil-yodo-benzil-guanidina) con desaparición de los depósitos del radiotrazado.

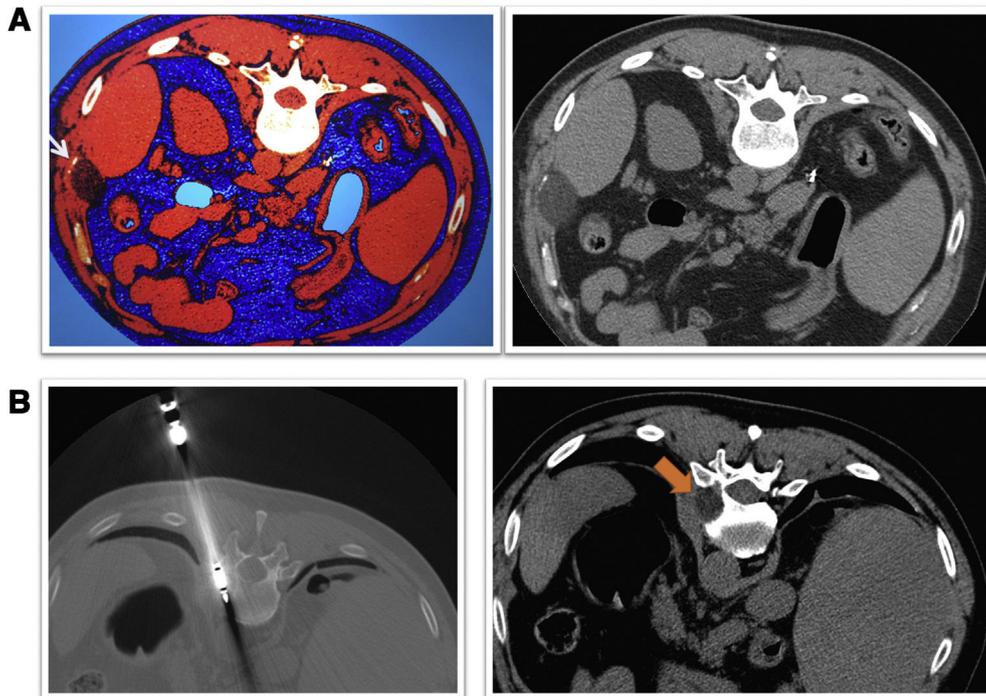


Figura 4 A) Tomografía computarizada abdominal en decúbito prono en paciente con cáncer renal y metástasis costal tratada con crioablación, en la que se identifica la bola de hielo hipodensa (flecha). B) Tratamiento con crioablación de una metástasis vertebral (mismo paciente) que asocia componente de partes blandas, identificándose la bola de hielo hipodensa (flecha).

presurizado se expande, se produce una caída de la temperatura). Por el contrario, una rápida descompresión del gas helio incrementa la temperatura a 33 °C, que consigue el deshielo¹. Se repiten varios ciclos, ya que en el primero los cristales de hielo se quedan en el espacio extracelular –al fundirse, el agua difunde al espacio intracelular por el gradiente osmótico–, y en los siguientes ciclos se produce rotura de la membrana y muerte celular^{1,4}. Cuanto más larga sea la fase de deshielo, mayor grado de destrucción tisular.

La CA se prefiere en el tratamiento de las MO con componente de partes blandas o extensas lesiones que afectan a los elementos vertebrales posteriores, así como para el manejo de las lesiones osteoblásticas²³.

Las principales ventajas de la CA son: el control preciso del área de ablación gracias a la visualización de la bola de hielo hipoatenuante en TC (fig. 4A-B) o con baja intensidad de señal en la RM; la activación simultánea de múltiples crio sondas de manera que la bola de hielo se puede “moldear” de acuerdo con la morfología del tumor, permitiendo tratar tumores más voluminosos (fig. 5A-C), y las propiedades anestésicas intrínsecas de la bola de hielo hacen que el procedimiento sea menos doloroso comparado con otras técnicas de termoablación⁴. Además, también se ha descrito una posible respuesta inmune antitumoral estimulada por la propia CA²⁶. En cuanto a las desventajas, se trata de una técnica que es más costosa (aunque existen estudios que afirman que podría ser más coste-efectiva que una reirradiación con radioterapia²⁷) y que consume más tiempo (25-30 min)⁴. Otro de los inconvenientes es que no mejora la estabilidad ósea, pudiendo potencialmente llegar a debilitar el hueso en algunos casos, predisponiéndolo a fracturas²⁸.

MRgFUS (Magnetic Resonance-guided focused ultrasound surgery) se basa en la aplicación de HIFU (*High intensity focused Ultrasound*) guiada por RM, técnica basada en el calor, que no requiere ninguna incisión ni aguja para destruir el tumor, ya que funciona como un haz de ultrasonidos que es generado por el transductor colocado sobre la piel del paciente²⁹, que llega y se concentra en la lesión diana donde la energía mecánica se convierte en energía térmica (65-85 °C)⁷ induciendo muerte celular y necrosis coagulativa³⁰. No emplea radiación ionizante, por lo que se pueden tratar varias lesiones por sesión, y el tratamiento puede repetirse tantas sesiones como sean necesarias. Cualquier localización es susceptible de ser tratada, siempre y cuando llegue el haz de ultrasonidos, siendo obstáculos el aire, la cortical ósea, dispositivos metálicos, etc.; por ejemplo, las lesiones vertebrales no pueden ser tratadas³¹. Se ha descrito que el tratamiento del dolor es efectivo desde un 60-100% de los casos. Esta mejoría ocurre de forma rápida y duradera, en unos 3 días, y permanece más allá de los 3 meses. Actualmente, se considera un tratamiento de segunda línea (después de la radioterapia) para el tratamiento del dolor a causa de metástasis óseas no vertebrales ni craneales³².

Embolización

La embolización transarterial tiene como objetivo desvascularizar las MO hipervasculares, siendo lo más selectivo posible en la preservación del resto de los vasos⁴. Dado que esta técnica es más efectiva en tumores vas-

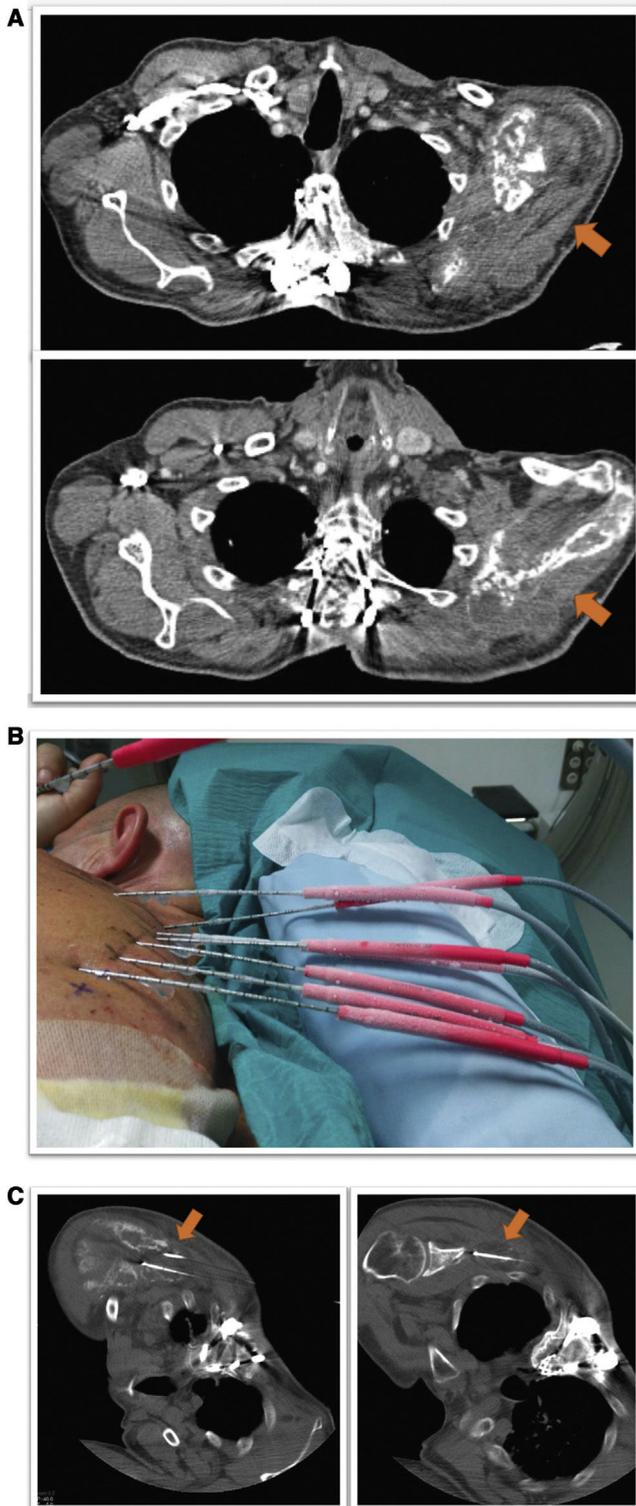


Figura 5 A) Paciente con cáncer de pulmón y múltiples metástasis óseas. Voluminosa metástasis en la escápula derecha con importante componente de partes blandas. B) Tratamiento de dicha metástasis mediante crioablación con múltiples criosondas. C) Tomografía computarizada torácica con paciente en decúbito lateral. Se visualizan las criosondas así como la formación de una bola de hielo hipodensa alrededor del extremo distal (flechas).

culares, existe mayor bibliografía en el tratamiento de metástasis de cáncer renal y de tiroides³³:

- Se recomienda realizarla entre los 3 días previos a la cirugía de resección (minimizando el riesgo de sangrados importantes) para reducir el riesgo de revascularización tumoral.
- Disminuye el dolor y el riesgo de sangrado espontáneo de MO no candidatas a tratamiento quirúrgico ni percutáneo.
- Reduce la vascularización tumoral en caso de tratamiento percutáneo.

Se ha reportado en varios estudios una reducción significativa de la pérdida de sangre intraoperatoria (en MO de tumores renales), así como mejoría del dolor. Sin embargo, hasta en un 35% de los pacientes⁴ se describe síndrome postembolización, dolor isquémico en el punto de embolización, parestesias y necrosis subcutánea.

Indicaciones y selección de los pacientes

El plan terapéutico de los pacientes con MO ha de ser determinado por un equipo multidisciplinario²². Según las guías de mejora de calidad de la CIRSE (Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe), el tratamiento intervencionista puede ser con fin curativo o paliativo⁴.

El *tratamiento paliativo* se propone para la gran mayoría de los pacientes con MO para el manejo de los ERE (eventos relacionados con el esqueleto): sobre todo para el dolor persistente a pesar de radioterapia, o con contraindicación de radioterapia o por inadecuada respuesta a tratamientos sistémicos y/o analgesia²². En estos casos, el objetivo principal es conseguir una ablación completa de la interfase tumor-hueso², aunque cada vez existe una mayor tendencia a tratar la totalidad de la lesión para obtener los mejores resultados en términos de respuesta (tanto del dolor como otros síntomas)³⁴. Estos pacientes han de tener una lesión ósea solitaria dolorosa o al menos limitada, cuyos hallazgos en imagen se corresponden con la localización del dolor a la exploración física, con una puntuación en la escala del dolor de 4 o más puntos sobre 10^{2,35}. Asimismo, también se puede ofrecer a aquellos pacientes con MO que se extienden a las partes blandas adyacentes o tumores vertebrales de rápido crecimiento hacia el canal raquídeo⁴.

En la mayoría de los casos, las MO se consideran como una diseminación sistémica del cáncer, y las técnicas termoablativas no suelen estar indicadas, salvo si es con intención paliativa. No obstante, los datos en la literatura científica sugieren la existencia de una carga metastásica limitada, denominada enfermedad oligometastática, estado intermedio entre el tumor primario localizado y la diseminación metastásica^{36,38}.

Así pues, el *tratamiento curativo* se puede plantear en pacientes seleccionados con oligometástasis en enfermedad ósea limitada (<3-5 MO potencialmente tratables, <3 cm de diámetro cada una de ellas)^{4,22,37}. A diferencia del tratamiento paliativo, los márgenes de ablación en el tratamiento curativo deben extenderse más allá de los márgenes del tumor, siempre y cuando no se comprometan estructuras vitales². Asimismo, también se puede indicar en pacientes

Tabla 1 Datos demográficos de los pacientes con metástasis óseas tratadas en nuestro centro

N.º /sexo/edad	Tumor primario	Localización de la metástasis	Tratamiento
1. H 32a	Feocromocitoma	Costillas y hueso iliaco	2 MW y 3 RFA
2. M 59a	Ca. de pulmón	Sacro	RFA
3. M 68a	Ca. de mama	Esternón	RFA
4. M 51a	Ca. de mama	Vértebra	RFA + cementoplastia
5. H 75a	Ca. de pulmón	Iliaco	MW
6. H 64a	Ca. renal	Vértebra	RFA + cementoplastia
7. M 53a	Ca. de pulmón	Escápula y costilla	RFA
8. M 62a	Ca. de mama y pulmón	Sacro	RFA
9. H 59a	Ca. urotelial	Sacroiliaca	MW
10. H 69a	Ca. de próstata	Trocánter menor	RFA
11. M 57a	Ca. de mama	Isquion	RFA
12. H 41a	Ca. renal	Esternón, costilla, escápula, sacro, iliaco	RFA
13. M 65a	Tumor fibroso solitario maligno de pleura	Sacro	RFA
14. H 50a	Ca. de pulmón	Sacro e iliaco	RFA
15. M 46a	Ca. de pulmón	Isquion	RFA
16. M 85a	Ca. de mama	Sacro e iliacos	Crioablación
17. H 59a	Ca. renal	Costilla y paravertebral	2 crioablaciones
18. M 75a	Ca. de mama	Sacro e iliaco	Crioablación
19. H 70a	Ca. de próstata	Vértebra	RFA + cementoplastia
20. H 66a	Ca. de pulmón	Pubis	Crioablación
21. M 40a	Timoma avanzado	Vértebra	RFA + cementoplastia
22. H 59a	Ca. renal	Acetábulo	RFA
23. H 83a	Ca. de próstata	Vértebra	RFA + cementoplastia
24. H 73a	Ca. de pulmón	Costilla	RFA

Ca.: carcinoma; MW: microondas; RFA: ablación por radiofrecuencia.

con una enfermedad de lento crecimiento, en aquellos con estabilidad de la enfermedad metastásica con únicamente una o pocas MO que no responden al tratamiento sistémico convencional (oligoprogresión).

Estudio preprocedimiento

En primer lugar, deberemos decidir cuál es la técnica más adecuada según las características de la lesión que vayamos a tratar:

1. Vascularización: si la lesión presenta alta vascularización, se debe indicar la embolización antes que las técnicas ablativas. Además, así se potencia posteriormente el efecto ablativo gracias a la embolización de vasos que podrían ejercer un efecto "disipador del calor". Ejemplos son las metástasis de carcinoma renal y de tiroides.
2. Localización de la lesión para valorar, por ejemplo, la utilización de MRgFUS (cortical, hueso medular, grado de penetración del haz de ultrasonidos, etc.).
3. Tamaño: una lesión pequeña podría ser tratada con radiofrecuencia (<4 cm), mientras que en lesiones más grandes se ha descrito una tasa de éxito mayor mediante el uso de microondas o crioablación.
4. Coste-efectividad: aunque no haya evidencia que hayamos localizado en la literatura, la radiofrecuencia y las microondas son procedimientos menos costosos que la crioablación y MRgFUS, por lo que podrían ser más costo-efectivas.

Posteriormente, comprobaremos la coagulación (ajuste de medicación), función renal, antecedentes alérgicos y ausencia de signos de infección.

Es obligatoria la ayuda del anestesista durante el procedimiento intervencionista de las MO, con quien hay que decidir cuál será el tipo de anestesia que utilizaremos en cada caso.

Tras revisar los estudios de imagen, el radiólogo intervencionista deberá planificar minuciosamente el procedimiento, estableciendo:

1. El objetivo del procedimiento (curativo vs. paliativo).
2. La necesidad o no de biopsia (p. ej., si el cáncer primario es desconocido, sospecha de varios tumores primarios, estudio molecular para terapias específicas, etc.).
3. Estructuras no diana que podrían estar en riesgo de lesión iatrogénica.
4. Riesgo de fractura por la propia MO o secundaria al procedimiento (p. ej., por ablación o embolización).

Medidas de protección y monitorización durante el procedimiento

En general, las técnicas de termoablación se consideran seguras; sin embargo, las complicaciones más comunes se presentan en el posprocedimiento inmediato, incluyendo lesiones *cutáneas*, hemorragias, lesiones *nerviosas*, *cartilagosas* o ablación accidental de órganos no-diana adyacentes^{4,34}. Por ello, habrá que vigilar una serie de parámetros que influirán en la extensión y gravedad de una

potencial lesión neural: temperatura, duración, márgenes de la zona de ablación, integridad de la cortical ósea y el tipo de fibra nerviosa²³.

La sedación consciente permite al paciente darse cuenta de posibles déficits neurosensoriales por afectación de un nervio adyacente, lo que urgiría a la finalización de la ablación y al uso de medidas termoprotectoras como la insuflación con CO₂ y/o calentamiento/enfriamiento con sueros²³. La hidrodissección es una técnica de desplazamiento de estructuras que utiliza soluciones no-iónicas como el suero glucosado al 5% (o suero salino en el caso de MW) para separar estructuras en riesgo de ser lesionadas, modificando asimismo la temperatura alrededor de dicha estructura. Las lesiones intraarticulares tienen que ser abordadas con precaución, minimizando la posibilidad de lesión del hueso subcondral y el cartílago articular. Esto también se puede conseguir mediante la inyección intraarticular de suero glucosado al 5% o CO₂²³. Asimismo, también se han descrito técnicas de monitorización de la temperatura del cartílago articular para evitar el efecto deletéreo sobre los condrocitos y sobre todo estructuras nerviosas³⁵.

La monitorización neurofisiológica y la electroestimulación nerviosa durante la termoablación permiten la detección precoz de reducciones significativas en la amplitud y/o latencia de los potenciales evocados motor y somatosensorial en potenciales lesiones neurológicas²³.

Las lesiones cutáneas también pueden ser una complicación de la termoablación. Para evitarlo, se pueden colocar paños/gasas o guantes con suero salino caliente durante la crioablación para minimizar estas lesiones, mientras que en los sistemas de RFA unipolar se pueden emplear placas cutáneas más amplias y en mayor número para disminuir este riesgo²³.

Finalmente, la termoablación se puede combinar con otras técnicas como la cementoplastia, debido a que existe un mayor riesgo de fractura patológica en las MO.

Seguimiento tras tratamiento intervencionista

El control del dolor es el principal objetivo del tratamiento percutáneo en la mayoría de los casos. Así pues, para evaluar la respuesta al tratamiento, muchos autores utilizan datos clínicos, como la escala del dolor o *scores* de medición de la calidad de vida.

El seguimiento por imagen no es necesario en pacientes con enfermedad metastásica difusa que han recibido tratamiento paliativo, salvo si aparecen nuevos síntomas. Sin embargo, en pacientes con enfermedad oligometastásica tratados con intención curativa se recomienda un seguimiento periódico para un mejor control local del tumor⁴. Las modalidades de imagen de elección son sobre todo la RM y la tomografía por emisión de positrones/tomografía computarizada (PET-TC), recomendándose su realización a partir de la 4.ª o incluso 8.ª-12.ª semana tras el tratamiento. Es importante recordar que los criterios RECIST no son aplicables en las MO, ya que se consideran "no medibles", salvo en casos con componente de partes blandas asociado⁴.

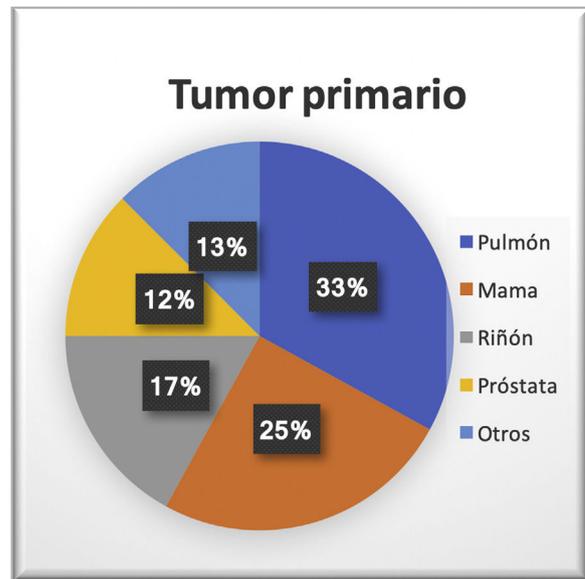


Figura 6 Localizaciones más frecuentes del tumor primario de los pacientes con metástasis óseas tratadas en el centro.

Nuestra experiencia (tabla 1)

En nuestro centro se trataron 24 pacientes (29 procedimientos percutáneos guiados por TC) con MO entre los años 2014 y 2020.

El 65% (19/29) de los procedimientos se realizaron con sedación consciente, mientras que un 35% (10/29) lo fue con anestesia general. Los procedimientos se realizaron en colaboración con el servicio de anestesia. Todos los procedimientos se realizaron guiados por TC, siendo el 100% de ellas satisfactorias sin complicaciones inmediatas.

El 33% (8/24) tenía MO por cáncer de pulmón, un 25% por primario de mama (6/24), un 17% por cáncer renal (4/24), un 12,5% por cáncer de próstata (3/24) y un 12,5% por otros tumores (entre ellos, metástasis de feocromocitoma) (fig. 6). En este último paciente con feocromocitoma, precisó medicación preprocedimiento mediante alfa- y betabloqueantes con presión arterial objetivo de 110-120 mmHg de sistólica y 60-70 mmHg de diastólica, sin sintomatología de hipoperfusión u ortostatismo³⁹.

En el 46% de los casos la intención era curativa, mientras que en el 54% era tratamiento paliativo.

La mayoría de los procedimientos realizados fueron ablaciones por radiofrecuencia, constituyendo el 69% (20/29); el 17% (5/29) fueron crioablaciones, y un 14% (4/29) ablaciones por MW.

El 14% de las termoablaciones se realizaron en asociación con una cementoplastia.

La mayoría de los pacientes experimentaron una importante mejoría del dolor tras el tratamiento.

Conclusión

La radiología intervencionista, especialmente la ablación percutánea (a veces combinada con la cementoplastia), tiene un papel cada vez más importante en el tratamiento local, generalmente con intención paliativa de las

MO (manejo del dolor y prevención de fracturas patológicas), aunque en pacientes seleccionados puede realizarse con intención curativa (p. ej., en pacientes con buena situación basal y oligometástasis).

Entre las técnicas de termoablación destacan la RFA, el MW y la CA. La RFA ofrece una ablación rápida y efectiva con riesgo mínimo de sangrado para tumores menores de 3 cm. La ablación por MW consigue un calentamiento de un mayor volumen tisular que la RFA con menor efecto de refrigeración. La CA ofrece una ablación segura y efectiva con una fácil monitorización de la zona de ablación a través de TC o RM (bola de hielo), y menor dolor periprocedimiento, así como la posibilidad de tratar lesiones más grandes (múltiples criosondas). No obstante, es una técnica más cara y requiere más tiempo.

El éxito de la ablación de las MO radica en una adecuada selección del paciente (siendo importante la participación de un equipo multidisciplinar); un estudio preprocedimiento, valorando las características de la lesión a tratar, así como otros parámetros; una adecuada toma de medidas de protección y monitorización intraoperatorias para evitar complicaciones, y finalmente, un seguimiento posprocedimiento.

Autoría

1. Responsable de la integridad del estudio: SCX.
2. Concepción del estudio: JMV, ÁBH.
3. Diseño del estudio: JMV, SCX.
4. Obtención de los datos: SCX.
5. Análisis e interpretación de los datos: SCX.
6. Tratamiento estadístico: SCX.
7. Búsqueda bibliográfica: SCX, JMV, ÁBH.
8. Redacción del trabajo: SCX.
9. Revisión crítica del manuscrito con aportaciones intelectualmente relevantes: JMV, ÁBH.
10. Aprobación de la versión final: JMV, ÁBH.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Tomasian A, Jennings JW. Percutaneous minimally invasive thermal ablation of osseous metastases: evidence-based practice guidelines. *AJR Am J Roentgenol.* 2020;215:502–10, <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.19.22521>.
2. Nazario J, Hernandez J, Tam AL. Thermal ablation of painful bone metastases. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2011;14:150–9, <http://dx.doi.org/10.1053/j.tvir.2011.02.007>.
3. Cazzato RL, Garnon J, Tsoumakidou G, Koch G, Palusière J, Gangi A, et al. Percutaneous image-guided screws meditated osteosynthesis of impending and pathological/insufficiency fractures of the femoral neck in non-surgical cancer patients. *Eur J Radiol.* 2017;90:1–5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.02.022>.
4. Gangi A, Buy X. Percutaneous bone tumor management. *Semin Intervent Radiol.* 2010;27:124–36, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1253511>.
5. Mavrogenis AF, Angelini A, Vottis C, Pala E, Calabrò T, Papagelopoulos PJ, et al. Modern palliative treatments for metastatic bone disease: awareness of merits, demerits and guidance. *Clin J Pain.* 2016;32:337–50, <http://dx.doi.org/10.1097/ajp.0000000000000255>.
6. Nazario J, Tam AL. Ablation of bone metastases. *Surg Oncol Clin N Am.* 2011;20:355–68, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soc.2010.11.006>.
7. Moynagh MR, Kurup AN, Callstrom MR. Thermal ablation of bone metastases. *Semin Intervent Radiol.* 2018;35:299–308, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0038-1673422>.
8. Shi G, Tang H. Percutaneous osteoplasty for the management of a pubic bone metastasis. *Orthopade.* 2019;48:704–7, <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-019-03708-7>.
9. Hayek G, Kastler B. Interventional radiology for treatment of bone metastases. *Cancer Radiother.* 2020;24:375–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.canrad.2020.04.006>.
10. Saravana-Bawan S, David E, Sahgal A, Chow E. Palliation of bone metastases - exploring options beyond radiotherapy. *Ann Palliat Med.* 2019;8:168–77, <http://dx.doi.org/10.21037/apm.2018.12.04>.
11. Zhao W, Wang H, Hu J, Peng Z, Chen J, Huang J, et al. Palliative pain relief and safety of percutaneous radiofrequency ablation combined with cement injection for bone metastases. *Jpn J Clin Oncol.* 2018;48:753–9, <http://dx.doi.org/10.1093/jcco/hyy090>.
12. Sun Y, Zhang H, Xu H, Liu J, Pan J, Zhai H, et al. Analgesia of percutaneous thermal ablation plus cementoplasty for cancer bone metastases. *J Bone Oncol.* 2019;5:100266, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbo.2019.100266>.
13. Yevich S, Tselikas L, Gravel G, de Baère T, Deschamps F. Percutaneous cement injection for the palliative treatment of osseous metastases: a technical review. *Semin Intervent Radiol.* 2018;35:268–80, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0038-1673418>.
14. Laredo J, Chiras J, Kemel S, Taihi L, Hamze B. Vertebroplasty and interventional radiology procedures for bone metastases. *Joint Bone Spine.* 2018;85:191–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbspin.2017.05.005>.
15. Tomasian A, Jennings JW. Percutaneous minimally invasive thermal ablation for management of osseous metastases: recent advances. *Int J Hyperthermia.* 2019;36:3–12, <http://dx.doi.org/10.1080/02656736.2019.1613573>.
16. Cazzato RL, Auloge P, De Marini P, Rousseau C, Chiang JB, Koch G, et al. Percutaneous image-guided ablation of bone metastases: local tumor control in oligometastatic patients. *Int J Hyperthermia.* 2018;35:493–9, <http://dx.doi.org/10.1080/02656736.2018.1508760>.
17. Kurup AN, Callstrom MR. Image-guided percutaneous ablation of bone and soft tissue tumors. *Semin Intervent Radiol.* 2010;27:276–84, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1261786>.
18. Fares A, Shaaban MH, Reyad RM, Ragab AS, Sami MA. Combined percutaneous radiofrequency ablation and cementoplasty for the treatment of extraspinal painful bone metastases: a prospective study. *J Egypt Natl Canc Inst.* 2018;30:117–22, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnci.2018.05.002>.
19. Bornemann R, Pflugmacher R, Frey SP, Roessler PP, Rommelspacher Y, Wilhelm KE, et al. Temperature distribution during radiofrequency ablation of spinal metastases in a human cadaver model: Comparison of three electrodes. *Technol Health Care.* 2016;24:647–53, <http://dx.doi.org/10.3233/thc-161160>.
20. Barral M, Auperin A, Hakime A, Cartier V, Tacher V, Otmegguine Y, et al. Percutaneous thermal ablation of breast cancer metastases in oligometastatic patients. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2016;39:885–93, <http://dx.doi.org/10.1007/s00270-016-1301-x>.
21. Kinczewski L. Microwave ablation for palliation of bone metastases. *Clin J Oncol Nurs.* 2016;20:249–52, <http://dx.doi.org/10.1188/16.cjon.249-252>.
22. Pusceddu C, Sotgia B, Fele RM, Melis L. Treatment of bone metastases with microwave thermal

- ablation. *J Vasc Interv Radiol.* 2013;24:229–33, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2012.10.009>.
23. Kurup AN, Morris JM, Callstrom MR. Ablation of Musculoskeletal Metastases. *AJR Am J Roentgenol.* 2017;209:713–21, <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.17.18527>.
 24. Deib G, Deldar B, Hui F, Barr JS, Khan MA. Percutaneous microwave ablation and cementoplasty: clinical utility in the treatment of painful extraspinal osseous metastatic disease and myeloma. *AJR Am J Roentgenol.* 2019 Mar;27:1–8, <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.18.20386>.
 25. Pusceddu C, Sotgia B, Fele RM, Ballicu N, Melis L. Combined microwave ablation and cementoplasty in patients with painful bone metastases at high risk of fracture. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2016;39:74–80, <http://dx.doi.org/10.1007/s00270-015-1151-y>.
 26. Gennaro N, Sconfienza LM, Ambrogi F, Boveri S, Lanza E. Thermal ablation to relieve pain from metastatic bone disease: a systematic review. *Skeletal Radiol.* 2019;48:1161–9, <http://dx.doi.org/10.1007/s00256-018-3140-0>.
 27. Chang EM, Shaverdian N, Capiro N, Steinberg ML, Raldow AC. Cost effectiveness of external beam radiation therapy versus percutaneous image-guided cryoablation for palliation of uncomplicated bone metastases. *J Vasc Interv Radiol.* 2020;31:1221–32, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2020.03.027>.
 28. Coupal TM, Pennycooke K, Mallinson PI, Ouellette HA, Clarkson PW, Hawley P, et al. The hopeless case? Palliative cryoablation and cementoplasty procedures for palliation of large pelvic bone metastases. *Pain Physician.* 2017;20:E1053–61.
 29. Hudson TJ, Looi T, Pichardo S, Joao A, Temple M, Drake JM, et al. Simulating thermal effects of MR-guided focused ultrasound in cortical bone and its surrounding tissue. *Med Phys.* 2018;45:506–19, <http://dx.doi.org/10.1002/mp.12704>.
 30. Barile A, Arrigoni F, Zugaro L, Zappia M, Cazzato RL, Garnon L, et al. Minimally invasive treatments of painful bone lesions: state of the art. *Med Oncol.* 2017;34:53, <http://dx.doi.org/10.1007/s12032-017-0909-2>.
 31. Errani C, Bazzocchi A, Spinnato P, Facchini G, Campanacci L, Rossi G, et al. What's new in management of bone metastases? *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019;29:1367–75, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-019-02446-y>.
 32. Scipione R, Anzidei M, Bazzocchi A, Gagliardo C, Catalno C, Napoli A. HIFU for bone metastases and other musculoskeletal applications. *Semin Intervent Radiol.* 2018;35:261–7, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0038-1673363>.
 33. Yevich S, Tselikas L, Kelekis A, Filippiadis D, de Baere T, Deschamps F. Percutaneous management of metastatic osseous disease. *Chin Clin Oncol.* 2019;8:62, <http://dx.doi.org/10.21037/cco.2019.10.02>.
 34. Kelekis A, Cornelis FH, Tutton S, Filippiadis D. Metastatic osseous pain control: bone ablation and cementoplasty. *Semin Intervent Radiol.* 2017;34:328–36, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0037-1608747>.
 35. Bauones S, Garnon J, Chari B, Cazzato RL, Tsoumakidou G, Caudrelier J, et al. Protection of the proximal articular cartilage during percutaneous thermal ablation of acetabular metastasis using temperature monitoring. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2018;41:163–9, <http://dx.doi.org/10.1007/s00270-017-1755-5>.
 36. Arrigoni F, Bruno F, Zugaro L, Natella R, Cappabianca S, Russo U, et al. Developments in the management of bone metastases with interventional radiology. *Acta Biomed.* 2018;89(1–5):166–74, <http://dx.doi.org/10.23750/abm.v89i1-s.7020>.
 37. Cazzato RL, Arrigoni F, Boatta E, Bruno F, Chiang JB, Garnon J, et al. Percutaneous management of bone metastases: state of the art, interventional strategies and joint position statement of the Italian College of MSK Radiologia (ICoMSKR) and the Italian College of Interventional Radiology (ICIR). *Radiol Med.* 2019;124:34–49, <http://dx.doi.org/10.1007/s11547-018-0938-8>.
 38. Deschamps F, Farouil G, Gaudin A, Hakime A, Tselikas L, Teriitehau C, et al. Thermal ablation techniques: a curative treatment of bone metastases in selected patients. *Eur Radiol.* 2014;24:1971–80, <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-014-3202-1>.
 39. Venkatesan AM, Locklin J, Lai EW, Adams KT, Fojo AT, Pacak K, et al. Radiofrequency ablation of metastatic pheochromocytoma. *J Vasc Interv Radiol.* 2009;20:1483–90, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2009.07.031>.