



EXPLORACIONES COMPLEMENTARIAS DEL APARATO LOCOMOTOR



Radiología Intervencionista



Autores:

Dr. J Granero Xiberta

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología
Hospital Univ. Germans Trias i Pujol. Badalona

Dr. A Rivas García

Servicio de Radiodiagnóstico
Hospital Univ. Vall d'Hebron. Barcelona

Dr. R Pérez Andrés

Servicio de Radiología
Hospital Univ. Germans Trias i Pujol. Badalona



Con la colaboración de:

Dra. M^oC Sánchez Torres

Unidad de RM. IDI. Badalona

Dra. V Vallejos Arroyo

Servicio de Medicina Nuclear
Hospital Univ. Germans Trias i Pujol. Badalona

EXPLORACIONES COMPLEMENTARIAS DEL APARATO LOCOMOTOR

Diagnóstico por la imagen

Patología del Hombro

Patología del Codo

Patología de la Muñeca y la Mano

Patología de la Cadera

Patología de la Rodilla

Patología del Tobillo y Pie

Patología de la Columna

Patología de la Pelvis

Radiología Intervencionista

Enfermedades óseas

Ortopedia infantil



2015. MEDICAL & MARKETING COMMUNICATIONS • C/ Riaño 1, 7^ºC • 28042 Madrid

DEPÓSITO LEGAL:

Queda rigurosamente prohibida, sin previa autorización por escrito de los editores, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier procedimiento.

■	INTRODUCCIÓN	5
■	TÉCNICAS PARA LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES	6
	Fluoroscopia	6
	Tomografía computarizada	6
	Ultrasonidos	6
	Resonancia magnética	7
■	PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS	7
	Biopsia osteoarticular.....	7
	Otros procedimientos intervencionistas.....	9
	Intervención guiado por ultrasonidos (US)	10
	Biopsia y drenaje de abscesos	11
	Tratamiento de hematomas	13
	Punciones articulares e infiltraciones	13
	Intervencionismo guiado por tomografía computarizada	17
	Biopsia ósea	17
	Tratamiento percutáneo de tumores y pseudotumores óseos	20
	Tratamiento de algias.....	21
	Vertebroplastia.....	23
	Osteosíntesis percutánea	24
■	PROCEDIMIENTOS TERAPÉUTICOS EN EL HUESO	25
	Infiltración farmacológica	25
	Quiste óseo esencial.....	25
	Metástasis ósea.....	25
	Granuloma eosinófilo	25
	Termoablación por radiofrecuencia	25
	Osteoma osteoide.....	26
	Metástasis ósea.....	26
	Otras lesiones óseas.....	26
	Crioblación	27

PROCEDIMIENTOS TERAPÉUTICOS EN LA COLUMNA VERTEBRAL	27
Intervención sobre los discos intervertebrales.....	27
Intervención sobre las articulaciones interapofisarias.....	28
Vertebroplastia	29
Cifoplastia	30
CONCLUSIÓN	32

EXPLORACIONES COMPLEMENTARIAS DEL APARATO LOCOMOTOR

Radiología Intervencionista

Dr. Javier Granero Xiberta
Dr. Antonio Rivas García
Dr. Ricard Pérez Andrés

INTRODUCCIÓN

El sistema musculoesquelético está formado por los huesos, las articulaciones y las partes blandas que incluyen músculos, tendones, ligamentos, fascias e incluso los planos grasos subcutáneos. Las afecciones del sistema musculoesquelético se manifiestan de diversa forma, aunque los síntomas localizados en un área anatómica o las lesiones focales son mayoría. Entre las diferentes etiologías cabe citar la degenerativa, metabólica, traumática, tumoral, infecciosa y vasculonerviosa. Los datos clínicos y el examen físico, junto a las pruebas de imagen y de laboratorio, constituyen el trípode para su diagnóstico y tratamiento.

Las técnicas intervencionistas del sistema osteoarticular tienen como objetivos principales la obtención de muestras de tejidos o líquidos, la inyección de contrastes para aumentar la fiabilidad diagnóstica y también ser la guía de múltiples procedimientos terapéuticos.

Para ello disponemos de la ecografía o ultrasonografía (US) (FIGURA 1), la tomografía computarizada o escáner (TC) (FIGURA 2) y la resonancia magnética (RM). Para elegir la técnica más adecuada consideraremos el tipo de lesión, la localización y el acceso a la misma, la rapidez y el confort para el paciente, y cómo no, los menores costes posibles.

Figura 1.
Intervencionismo guiado por ecografía



Figura 2.
Biopsia vertebral guiada por TC



TÉCNICAS PARA LA OBTENCIÓN DE IMÁGENES

La radiología intervencionista ha ido progresando en los últimos años, en buena parte debido a la mejora en las propias técnicas de imagen, que han permitido una mayor precisión y seguridad en los procedimientos. Las técnicas para la obtención de imágenes más utilizadas en el momento actual son la fluoroscopia, la *tomografía computerizada*, los *ultrasonidos (ecografía)* y la *resonancia magnética*.

FLUOROSCOPIA

Es el método más antiguo, pero todavía el más utilizado en radiología intervencionista del aparato locomotor, especialmente cuando se actúa sobre el hueso. La mejoría técnica y la posibilidad de utilizar arcos biplanares dobles permite obtener actualmente buenas imágenes en anteroposterior (AP) y de perfil en tiempo real, así como proyecciones especiales (axiales, oblicuas, etc.). Además, el cono de dispersión es cada vez más reducido, por lo que la irradiación del enfermo y del operador es relativamente baja. En la literatura, los procedimientos que se consideran más largos, la vertebroplastia y la cifoplastia, utilizan un tiempo de fluoroscopia que oscila entre 4 y 27,6 minutos, lo que corresponde a un rango de dosis efectiva para el paciente de entre 4,28 y 34,45 mSv, y para el radiólogo protegido de entre 0,01 y 0,47 mSv.

La introducción de la *fluoroscopia digital*, por si fuera poco, utiliza una dosis de radiación todavía más baja y permite hacer una adquisición de volumen en el plano axial como en la TC, lo que hace mejorar enormemente su rendimiento.

La *fluoroscopia digital híbrida* es una innovación tecnológica consistente en la introducción del detector digital en lugar del amplificador de imágenes a lo largo del arco en C, lo que permite, no solo obtener las imágenes clásicas de fluoroscopia, sino también imágenes en el plano axial muy parecidas a las que se obtienen en la TC. Con ella se pueden reformatear las imágenes con técnica bidimensional RMP para obtener imágenes

en dos dimensiones multiplanares, o con técnicas de reconstrucción 3D volumétricas RV, aunque quizá de menor calidad que con la TC.

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Es el método más preciso para ejecutar procedimientos en el plano axial, tanto sobre huesos como sobre tejidos blandos, especialmente biopsias, infiltraciones guiadas y técnicas terapéuticas sobre la columna vertebral. Sus principales inconvenientes son que las imágenes no se obtienen en tiempo real, aunque esto se soluciona habitualmente con el uso sincrónico de la fluoroscopia, y que la irradiación es muy superior a la de esta: para las técnicas citadas de vertebroplastia y cifoplastia, la dosis para el enfermo es de 552-936 mSv.

El centrado del objetivo puede ser realizado con mucha precisión con la TC, mientras que los siguientes pasos (avance de la aguja, inyección de cemento, etc.) pueden ser monitorizados en tiempo real con la fluoroscopia, lo que hace que los procedimientos terapéuticos sean mucho más seguros. Los equipos modernos de TC/fluoroscopia permiten una rotación incompleta de solo 120°, lo que reduce la dosis de radiación, y una reconstrucción volumétrica tridimensional que da mucha más información.

Además, el operador dispone de un pedal y una palanca de mando que le permite controlar todo el procedimiento mucho mejor. De esta manera, dicho procedimiento puede hacerse de tres formas diferentes: de forma continua con el pie en el pedal (*técnica de filmación*), a intervalos (*técnica Quick-Check o spot*), que solo obtiene unas cuantas imágenes, y finalmente el uso mixto, destinado a disminuir la dosis de radiación para el paciente.

ULTRASONIDOS

La ecografía es muy útil para el tratamiento de las lesiones superficiales con participación de las partes blandas. No es irradiativa y permite obtener imágenes multiplanares, aunque el método es muy dependiente del operario y está

muy influenciado por las estructuras óseas. Sus mejores indicaciones son en el tratamiento de las enfermedades de las bolsas serosas y en las inflamaciones y patología de inserción de los tendones (tendinitis calcificante del hombro, tenosinovitis de DeQuervain, entesopatías, etc.), así como el abordaje por punción de cavidades articulares de difícil acceso como la cadera o el hombro.

Es fundamental el conocimiento preciso de la anatomía y una cierta experiencia para el uso simultáneo del transductor y la aguja. Hay dos condiciones fundamentales para ver bien la aguja:

- Que esté dentro del campo de visión del transductor, no lateralmente al haz de ultrasonidos. En el primer caso la aguja es claramente visible como una estructura lineal hiperecoica.
- Que el ángulo de incidencia de la aguja desde el transductor esté entre 60 y 90°. La aguja no es visible, incluso si se ha insertado correctamente en el espesor del haz de ultrasonido, cuando el ángulo de incidencia con el transductor se sitúa entre 0 y 60°.

Para las articulaciones profundas, como la cadera, actualmente existe un sistema de orientación, directamente aplicado al transductor, que permite encontrar la ubicación de la aguja, de ángulo fijo o multiángulo, a lo largo de una ruta predeterminada.

RESONANCIA MAGNÉTICA

Puede ser el futuro de las técnicas de radiología intervencionista, con la gran ventaja de la ausencia de radiación ionizante. Por ahora la RM se usa para biopsias y drenajes percutáneos. La resolución de alto contraste la hace especialmente indicada en las biopsias. Además, puede conseguir imágenes multiplanares, con la oportunidad de identificar la ruta de la aguja en cualquier dirección. También permite el seguimiento de la temperatura del tejido durante los procedimientos de ablación térmica.

Se usa mucho también en los estudios artrográficos (*Arthro-RM*), especialmente en el hombro y la cadera, para diagnosticar lesiones de difícil visualización como

las lesiones de SLAP (*Superior Labrum Anterior and Posterior*) en el hombro o las del *labrum* en el choque fémoro-acetabular, aunque su principal limitación sea la necesidad de un kit compatible construido en material no magnético (titanio, carbono), un aspecto que aumenta aún más el ya alto costo del método.

PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS

BIOPSIA OSTEOARTICULAR

Se define la biopsia como la obtención de muestras de tejido de un ser vivo incluyendo el procedimiento para extraerlas. La biopsia es esencial en determinadas lesiones, tanto para establecer un diagnóstico preciso como para elaborar un plan de tratamiento. La biopsia ósea u osteoarticular (BO) es técnicamente sencilla pero a la vez necesita un enfoque multidisciplinar, conocimientos especializados, cuidadosa planificación y amplia experiencia técnica. Esto se consigue en los centros especializados de referencia.

Existen dos tipos fundamentales de biopsia osteoarticular: *abierta* o quirúrgica (BQ) y *cerrada*, percutánea o por punción (BP). La biopsia abierta implica incisión en la piel, mientras que la biopsia percutánea no requiere incisión pues recurre a agujas o trefinas¹. La BQ es realizada por el cirujano ortopédico oncológico y se divide en *incisional* (resección de un bloque o fragmento del tumor) y *excisional* (resección de todo el tumor con márgenes) (FIGURA 3).



Figura 3.
Biopsia excisional de una metástasis de cuello de fémur



Figura 4.
Biopsia de una metástasis en cabeza humeral guiada por TC

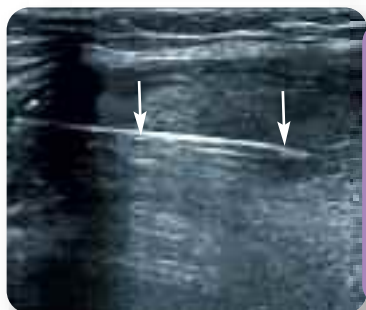


Figura 5.
Imagen ecográfica en tiempo real de la aguja (flechas) biopsiando un tumor de partes blandas

La biopsia abierta o excisional sigue siendo el estándar de referencia para el diagnóstico². Pero su grado de morbilidad junto a la evolución de la tecnología de la imagen y de los estudios citopatológicos han llevado a que la *biopsia cerrada o percutánea* se generalice¹. La BP se practica rutinariamente en los Servicios de Radiología, alcanzando una exactitud diagnóstica entre el 68% y el 96% según diferentes estudios^{2,3}. Las ventajas de la BP respecto a la BQ son múltiples, destacando la escasa morbilidad (<5%), el acceso al área problema rápido y seguro, especialmente en aquellas lesiones de áreas anatómicas complejas y/o profundas como el raquis, la pelvis o la pared torácica, así como el que se acostumbre a realizar de forma ambulatoria^{1,4}. La TC es la técnica más indicada para la biopsia ósea (FIGURA 4), mientras los US resultan ideales para biopsiar articulaciones y lesiones de partes blandas (FIGURA 5).

La complicación más significativa es la no obtención de material suficiente para un diagnóstico. Para minimizar este problema y aumentar la efectividad diagnóstica se utilizan determinadas estrategias tales como biopsiar las zonas más vascularizadas y agresivas, evitar las áreas necróticas y puncionar múltiples zonas cuando se trata de lesiones heterogéneas o de gran tamaño.

La preparación y realización de una BP es mucho más sencilla y rápida que una BQ. Al practicarse de forma ambulatoria y requerir como condiciones previas solo el consentimiento del paciente y pruebas de coagulación dentro de límites normales, se puede realizar a partir de las 24 horas siguientes a su indicación. También se evitan las molestias de visitas y estudios preoperatorios, así como el ingreso hospitalario. Aparte del estudio histológico, las muestras para citología estudiadas *in situ* permiten obtener un diagnóstico precoz, lo que resulta especialmente útil en las metástasis óseas (FIGURA 6). Así pues la BP tiene incidencia en el curso clínico, al acortar el plazo diagnóstico y el consiguiente plan de tratamiento.

La BP está indicada en aquellas lesiones focales de etiología desconocida, que puedan ser causadas por un tumor agresivo o para buscar el agente infeccioso cuando no se considera el tratamiento quirúrgico⁴. Por experiencia y por referencias bibliográficas, creemos que siempre se debe realizar una biopsia percutánea ante la sospecha de metástasis con neoplasia conocida o no y ante una posible infección. También se recomienda en ciertos tumores primarios como el plasmocitoma/mieloma, el sarcoma de Ewing y el linfoma⁵. Sigue habiendo controversia para la realización de BP ante la sospecha de otros tumores óseos primitivos benignos o malignos y de lesiones pseudotumorales^{4,5}. Sin embargo, podemos afirmar que no existe patología o lesión que contraindique absolutamente la realización de la BP.



Figura 6.
Estudio citológico *in situ* con extensiones rápidas en la sala de TC

La mayoría de lesiones focales son osteolíticas o mixtas y esto facilita la realización de la técnica y la obtención de material de biopsia (FIGURA 7). Pero cuando las lesiones son osteoblásticas o esclerosas, la obtención de muestras adecuadas para el diagnóstico presenta ciertas dificultades como son la costosa penetración del hueso denso y la escasa celularidad del tejido. Afortunadamente la mayoría son lesiones benignas, aunque existe la excepción de las metástasis de neoplasia prostática, que son frecuentes y plantean diagnóstico diferencial con tumores benignos. En estos casos recurrimos a material de BQ como motores, martillos y trefinas de grueso calibre, aunque también existen en el mercado agujas de biopsia especiales. El objetivo no solo es penetrar el hueso denso, sino obtener un buen espécimen para estudio (FIGURAS 8 Y 9).

La RM es la técnica de elección para el estudio de la patología articular, que se pone de manifiesto por alteraciones morfológicas y de la intensidad de señal, así como signos secundarios como el derrame⁶. El efecto artrográfico es necesario para un diagnóstico más completo y preciso de las lesiones y se consigue aprovechando el propio derrame o introduciendo material de contraste. El gadolinio ligado a sustancias quelantes como la dimeglumina forma el compuesto estable y paramagnético más utilizado en las *artroresonancias* indirectas (inyección intravenosa) o directas (inyección intrarticular).

En el estudio directo, el contraste se puede inyectar bajo control radioescópico, ecográfico o tan solo con palpación manual, según la articulación a estudiar. Utilizando secuencias potenciadas en T1 y técnicas de supresión grasa, la absorción del contraste por la sinovial, la alteración de señal producida por el «edema» óseo y la distensión causada por el líquido inyectado producen una excelente visualización de los componentes articulares, aumentado la sensibilidad y especificidad diagnóstica respecto a la RM convencional en múltiples patologías⁶.

Las articulaciones más exploradas mediante esta técnica son el hombro (FIGURA 10), la cadera (FIGURA 11),



Figura 7.
Corte de TC mostrando la biopsia con aguja gruesa de una lesión osteolítica



Figura 8.
Biopsia de una lesión osteoblástica en el hueso ilíaco



Figura 9.
Cilindro óseo obtenido con aguja gruesa de una metástasis de próstata

Figura 10.
Imagen potenciada en T1 con supresión de grasa de una artro-RM normal de hombro mostrando la cápsula distendida que dibuja inferiormente el tendón supraespinoso (flecha).

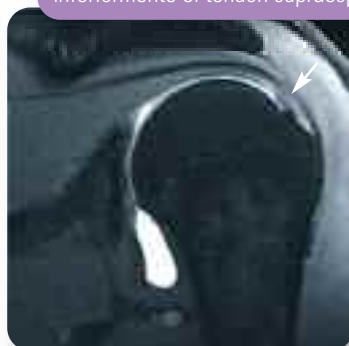


Figura 11.

Arthro-RM de cadera mostrando las inserciones capsulares, el ligamento redondo (asterisco) y el labrum anterior (flecha)



Figura 12.

Arthro-RM de muñeca en un paciente con inestabilidad por rotura del ligamento escafolunar (flecha)

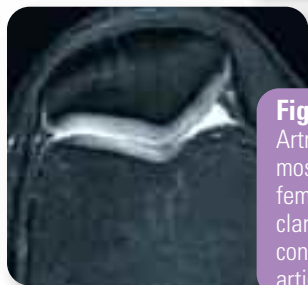
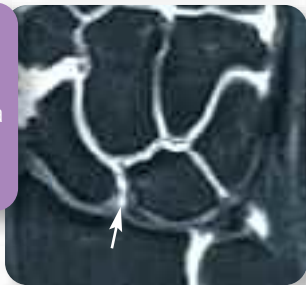


Figura 13.

Arthro-RM de rodilla mostrando el espacio femoropatelar en el que claramente se diferencia el contraste del cartílago articular

Figura 14.

Arthro-RM de codo mostrando la indemnidad del ligamento colateral interno (flecha)

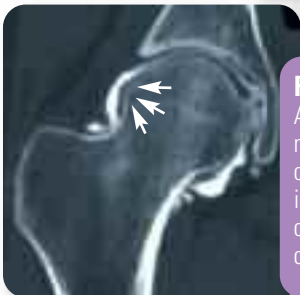
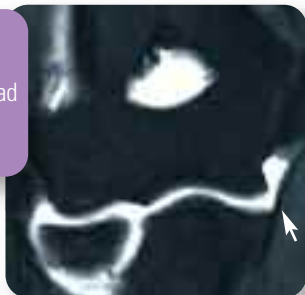


Figura 15.

Arthro-TC de cadera mostrando lesiones condrales degenerativas iniciales en la zona de carga superoexterna de la cabeza femoral (flechas)

la muñeca (FIGURA 12), la rodilla (FIGURA 13), el codo (FIGURA 14) y el tobillo⁶. Una alternativa a esta técnica es la *arthro-TC*, mediante la cual se inyecta contraste iodado con o sin mezcla de aire en el espacio articular y se realiza un estudio con TC multidetector (MDCT) de alta resolución (FIGURA 15). Respecto a la arthroRM valora mejor el hueso pero presenta los inconvenientes de la radiación ionizante y de tener una peor resolución de las estructuras no óseas.

Cada vez más se publican buenos resultados sobre otros procedimientos intervencionistas guiados por técnicas de imagen tales como tratamiento de tumores óseos, el tratamiento del dolor mediante infiltración de medicamentos o materiales quirúrgicos, el diagnóstico y tratamiento de infecciones osteoarticulares o el tratamiento percutáneo de hematomas o de fracturas. Algunos se describen en los siguientes capítulos.

INTERVENCIONISMO GUIADO POR ULTRASONIDOS (US)

Mediante la ecografía son visibles múltiples patologías osteoarticulares, y cuando se utiliza para obtener muestras de tejido o en tratamientos percutáneos aumenta mucho la eficacia diagnóstica y terapéutica. Las ventajas que ofrece esta técnica son múltiples, destacando la no irradiación, su fácil accesibilidad, la rapidez del estudio y el consiguiente mayor confort para el paciente. También cabe destacar que se trata de una técnica de imágenes en tiempo real, que delimita la situación de los paquetes vasculonerviosos y áreas patológicas neovasculares mediante la técnica doppler (FIGURA 16),

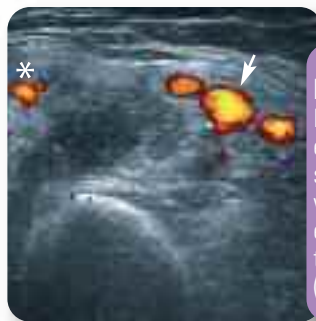


Figura 16.

Imagen doppler con energía mostrando la situación del paquete vascular humeral (flecha) en relación con el área tumoral vascularizada (asterisco)

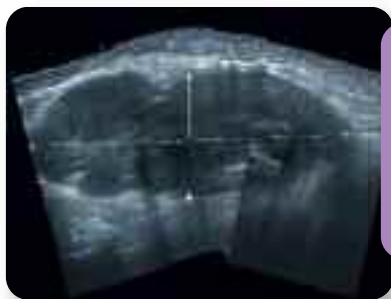


Figura 17.
Imagen panorámica de la pantorrilla en un hematoma interfascial del gemelo interno



Figura 18.
Nódulo anecoico con refuerzo posterior que corresponde a la estructura líquida de un ganglión de muñeca

que la imagen panorámica muestra extensas áreas anatómicas en un solo corte (FIGURA 17) y finalmente que puede diferenciar las áreas sólidas de las líquidas (FIGURA 18). Como inconvenientes destacamos que es una técnica dependiente de la habilidad y experiencia del operador, precisando por tanto de una curva de aprendizaje, y que no es adecuada para las lesiones intraóseas.

Mediante los US se pueden realizar biopsias, drenajes de abscesos y hematomas, tratamiento de quistes y bursitis e inyecciones articulares diagnósticas o terapéuticas. También es útil para realizar infiltraciones perineurales, peritendinosas o perifasciales, así como ser la guía para aspirar o extraer varios materiales como los depósitos de hidroxiapatita intratendinosos o los cuerpos extraños⁷.

Los requisitos para realizar estas técnicas son:

- A. Discusión y aceptación por consenso del caso por el equipo médico multidisciplinar especializado;
- B. Uso de transductores lineales de alta resolución (de 7 a 17 MHz) (FIGURA 19).

- C. Conocimiento por parte del paciente de la técnica a realizar, lo que incluye el consentimiento informado;
- D. Estricta técnica de asepsia, tanto en el material utilizado como la zona a explorar;
- E. Estudio de hemostasia con unos mínimos valores, (tiempo de protrombina >0,6 y plaquetas >10x10E9/L), especialmente cuando vayan a utilizarse agujas gruesas o catéteres.

BIOPSIAS Y DRENAJE DE ABSCESOS

La principal indicación son los tumores de partes blandas que muestren signos de agresividad. Los más destacables son el tamaño mayor de 5 cm, la situación en planos profundos del tronco o extremidades, la estructura heterogénea por RM o US y el aumento de la señal doppler interna (FIGURA 20). De su resultado dependerá el tipo de tratamiento quirúrgico. También pueden biopsiarse aquellos tumores óseos (FIGURA 21) que tengan

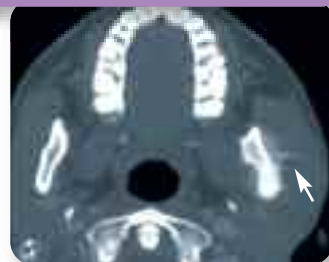


Figura 19.
Detalle de las sondas multifrecuencia de alta resolución

Figura 20.
Corte ultrasonográfico de un sarcoma de partes blandas mostrando ecoestructura heterogénea y señal doppler con energía en su interior



Figura 21.
TC facial mostrando lesión osteoblástica en la rama mandibular izquierda exteriorizada a partes blandas con aspecto de «rayos de sol» (flecha)



la cortical destruida con o sin invasión de las partes blandas adyacentes (FIGURAS 22 Y 23).

Un tumor de partes blandas siempre se debe biopsiar con *tru-cut* o aguja gruesa (18G o superior) para obtener cilindros de tejido sólido (FIGURA 24). El número de cilindros obtenidos depende del tamaño de la lesión, aunque el mínimo debiera ser de tres y, si fuese posible, con un diámetro superior a 2 mm (*tru-cut* 14G o superior) (FIGURA 25). Deben evitarse las punciones con aguja fina (PAAF) por su escasa efectividad diagnóstica.

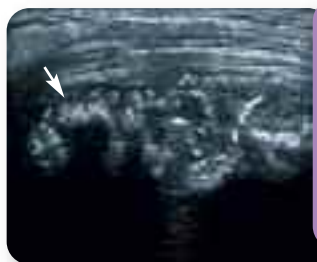


Figura 22. Imagen ecográfica del componente de partes blandas del caso anterior mostrando las partes blandas parcialmente calcificadas (flecha)



Figura 23. Imagen en tiempo real comprobando lo correcta situación del *tru-cut* de biopsia



Figura 24. Inserción del *tru-cut* de biopsia bajo control ecográfico



Figura 25. Detalle del cilindro de tejido obtenido mediante *tru-cut* 14G

La fiabilidad de esta técnica es alta para distinguir los tumores benignos y malignos, con una sensibilidad y una especificidad superiores al 90%⁷⁻⁹, aunque se reduce moderadamente si consideramos el diagnóstico histológico exacto y el grado de malignidad. Esto sucede especialmente en algunos tumores benignos y su correspondiente tumor maligno de bajo grado². Por fortuna, en estos casos el tratamiento quirúrgico es similar para ambas situaciones.

Las infecciones de partes blandas pueden originarse por heridas, traumatismos, cuerpos extraños, procedimientos quirúrgicos o extensión de procesos infecciosos de hueso u otros órganos por vecindad o a distancia. Pueden manifestarse como celulitis, miositis, bursitis, tenosinovitis o colecciones abscesificadas (FIGURA 26). Los abscesos pueden ser tratados percutáneamente obteniendo muestras para el diagnóstico y drenando las colecciones (FIGURA 27). Se utilizan agujas de grueso calibre (13G) para aspirar el pus denso o los tejidos flemonosos y los catéteres de introducción percutánea 6 French con punta multiperforada, que se pueden mantener varios días realizando aspiraciones y lavados continuos de los abscesos (FIGURA 28). Con ello se consigue curar un 80% de casos⁷ y además se evita la morbilidad de la cirugía abierta.

Figura 26. Imagen hipoeoica de bordes irregulares e intensa señal doppler en sus bordes correspondiente a un absceso de partes blandas



Figura 27. Utilización de una aguja de grueso calibre para drenar una colección abscesificada bajo control ecográfico





Figura 28.
Drenaje de un absceso del psoas mediante un catéter percutáneo 6F

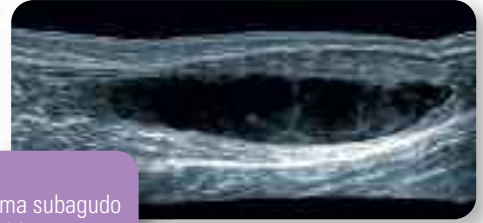


Figura 29.
Extenso hematoma subagudo del músculo cuádriceps, con contenido heterogéneo debido a la sangre coagulada

TRATAMIENTO DE HEMATOMAS

Los hematomas musculares, interfasciales o subcutáneos son causados por traumatismos, procedimientos quirúrgicos o en situaciones de diátesis hemorrágica o tratamiento con anticoagulantes. Si son de gran tamaño o producen dolor, el drenaje es necesario para reducir los síntomas y acortar el tiempo de cicatrización. El tratamiento percutáneo controlado por ultrasonidos es una excelente alternativa a la cirugía, evitando la morbilidad de la incisión quirúrgica y sus posibles complicaciones, especialmente en pacientes ancianos. En hematomas pequeños y agudos una simple aspiración con aguja fina resuelve el problema. En casos de lesiones subagudas o de gran tamaño la presencia de coágulos obliga a utilizar catéteres o agujas de grueso calibre e inyectar sustancias fibrinolíticas (FIGURA 29)⁷. Se comienza instilando uroquinasa (100.000-300.000 UI según el volumen del hematoma)

y, tras un intervalo de 3 a 8 horas, se punciona la lesión con una aguja gruesa y se aspira el contenido (FIGURA 30), que suele consistir en sangre «vieja» (FIGURA 31). Se controla el volumen residual con el ecógrafo y si conviene se repite el proceso a las 24 horas y las veces que convenga (en general nunca son más de tres), finalizando la técnica cuando solo queden las paredes o mínimas colecciones (FIGURA 32), que se resuelven con un compresivo y cicatrización posterior.

PUNCIONES ARTICULARES E INFILTRACIONES

La **artrocentesis** consiste en acceder a un espacio articular mediante agujas para obtener un diagnóstico o realizar un procedimiento terapéutico. Las localizaciones más frecuentes son el hombro, la cadera, la rodilla y las bursas periarticulares, y la causa es generalmente la enfermedad articular degenerativa y sus secuelas

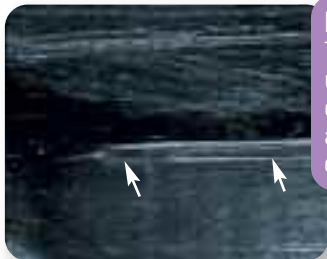


Figura 30.
Tras la inyección de uroquinasa se drena el hematoma con aguja de grueso calibre (flechas)



Figura 31.
Aspecto de la extracción de la sangre retenida en el hematoma

Figura 32.
Resultado final del hematoma drenado, con tan solo la cavidad residual comprimida (flechas)





Figura 33.
Ecografía del compartimento anterior del tobillo mostrando derrame anecoico y sinovitis (flecha)



Figura 34.
Imagen ecográfica confirmando la situación intraarticular de la aguja fina de artrocentesis



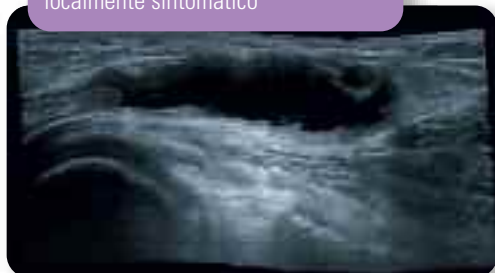
Figura 35.
Muestra del aspirado para cultivo y estudio de microcristales



Figura 36.
Infiltración terapéutica de la bursa subacromial mostrando la situación de la aguja dentro de la bursa que empieza a rellenarse de medicación (flecha)

Figura 37.

Nódulo anecoico de paredes gruesas dorsal a cóndilo medial de rodilla que corresponde a un quiste de Baker localmente sintomático



(FIGURA 33). La colocación de la aguja es fácilmente controlada con ultrasonidos en tiempo real (FIGURA 34). Si hay que aspirar contenidos de material espeso (sangre, pus, ganglión) se usan agujas gruesas o catéteres. El resto de lesiones o la simple inyección de sustancias terapéuticas se realizan con aguja fina (20-25G). El procedimiento se realiza en condiciones de asepsia y solamente se recurre a la anestesia local o sedación en pacientes de edad infantil o en articulaciones profundas. El producto aspirado puede remitirse a citología, cultivo microbiológico y estudio de microcristales, según la presunción clínica (FIGURA 35).

Las **infiltraciones** intrarticulares, bursales, peritendinosas o perifasciales guiadas por US son muy útiles en patologías degenerativas que afectan a determinadas áreas anatómicas pues, aunque de forma temporal, mejoran la calidad de vida de muchos pacientes con dolor crónico e implican una mínima morbilidad. Por ecografía se localizan con facilidad las bursas y vainas tendinosas, ya sean normales y por tanto no visibles directamente (FIGURA 36) o ya estén dilatadas por líquido o tejido sinovial en los casos de patología subaguda o crónica (osteoartritis, tenosinovitis, bursitis trocantérea, bursitis subacromial, quiste de Baker, bursitis del tendón distal del bíceps crural, bursitis de la pata de ganso) (FIGURAS 37 Y 38). Es especialmente agradecida la infiltración de la vaina del psoas distal por tenosinovitis dolorosa secundaria a la impronta del componente acetabular de las artroplastias de cadera (FIGURAS 39 Y 40).

También podemos localizar e infiltrar los tejidos peritendinosos o perifasciales en los pacientes con sobrecargas crónicas dolorosas. Entre las múltiples localizaciones destacan la inserción de la fascia plantar (FIGURAS 41 Y 42), el tejido peritendinoso del tendón de Aquiles, las inserciones del tendón rotuliano, la inserción proximal de los músculos isquiotibiales, etc. No se recomiendan las infiltraciones en el interior de tendones, fascias o ligamentos, pues son dolorosas y pueden debilitar su estructura fibrilar facilitando su ruptura⁷. Se deben evitar la infiltraciones de corticoides adyacentes al tejido subcutáneo (por ejemplo en los epicóndilos) pues hay riesgo de atrofia cutánea. El número de infiltraciones permitido en una misma localización está en discusión, aunque se admiten tandas



Figura 38. Control ecográfico de la situación de la aguja que sirve para drenar el quiste e instilar la medicación a continuación



Figura 39. Corte ecográfico sagital localizado en una cadera protésica mostrando la prominencia del componente acetabular (asterisco) sobre una vaina del psoas engrosada (flecha)

de tres como máximo y con un intervalo mínimo de seis semanas. No se debe repetir una infiltración si no se logran al menos cuatro semanas de alivio sintomático después de dos inyecciones¹⁰.

Las sustancias terapéuticas más utilizadas son los corticoides de liberación lenta, los anestésicos de efecto prolongado, el ácido hialurónico, la uroquinasa, la toxina botulínica, el alcohol absoluto, el concentrado de plasma autólogo rico en plaquetas (PRP), las células madre del aspirado de médula ósea y, finalmente, el gadolinio como contraste para artroresonancia. Las técnicas más frecuentes son las infiltraciones terapéuticas, que si bien no resuelven el problema de fondo, sí mejoran la calidad de vida de los pacientes. Una mayoría son pacientes ancianos sin alternativas de tratamiento adecuado. Con mayor frecuencia se utiliza un corticoide de liberación lenta (triamcinolona acetónido 40 mg, dexametasona 3-12 mg) mezclados con un anestésico de acción prolongada (1-4 ml de ropivacaína al 2-10%, mepivacaína al 2%). Son ejemplos típicos la infiltración de la bursa subacromial (FIGURAS 43 Y 44), la infiltración de la bursa trocánterea (FIGURA 45), la infiltración de la articulación coxofemoral, la infiltración de la fascitis plantar y la fibromatosis plantar, y el tratamiento del neuroma de Morton, además de la más frecuente de la rodilla.



Figura 40. Infiltración del mismo paciente de la imagen anterior por vía lateral, colocando la punta de la misma en la vaina del tendón del psoas (flechas)



Figura 41. Vía de acceso a la fascia plantar desde la cara medial del retropié



Figura 42. Control ecográfico situando la punta de la aguja (flecha) sobre la superficie inferior de la fascia plantar (asterisco)



Figura 43. Infiltración ecoguiada de la bursa subacromial



Figura 44. Aspecto ultrasonográfico de la bursa subacromial dilatada tras la infiltración

Figura 45. Bursa trocánterea infiltrada con medicación en un caso de «síndrome trocántereo»

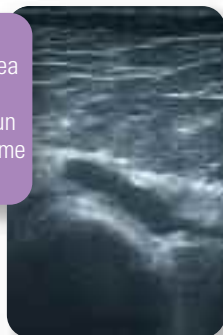
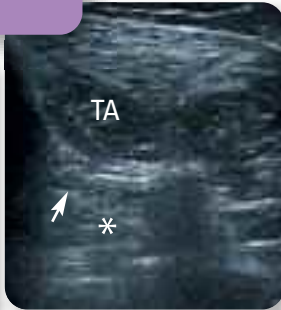


Figura 46.

Tratamiento con toxina botulínica del tibial posterior

Corte ecográfico mostrando la punta hiperecótica de la aguja (flecha) en el vientre muscular tibial posterior rodeada de por el líquido hiperecótico que se está inyectando adecuadamente (asterisco). TA:músculo tibial anterior



El **ácido hialurónico** es un polisacárido ampliamente utilizado en el tratamiento de la enfermedad articular degenerativa. A pesar de estar en discusión, se acepta que inyectando esta sustancia en la articulación se obtiene una mejoría superior a seis meses¹¹. El producto se inyecta en una única dosis o de forma fragmentada. Ya que la extravasación del producto fuera de la articulación implica gran morbilidad, se necesita precisión en la colocación de la aguja en la cavidad articular, generalmente virtual, lo que requiere el uso de una guía por imagen en tiempo real (US o TC) en la mayoría de articulaciones (cadera, hombro, tobillo y retropié), más difíciles de precisar que la rodilla.

La **toxina botulínica** se utiliza para el tratamiento de síndromes miofasciales o contracturas musculares inveteradas (FIGURA 46).

El **alcohol absoluto** se utiliza para tratar determinados tumores o realizar bloqueos nerviosos paliativos, siendo el ejemplo más típico el bloqueo del plexo celíaco en neoplasias de páncreas avanzadas. También puede utilizarse en casos muy rebeldes a las infiltraciones convencionales y en zonas de bajo riesgo de complicaciones como podría ser el neuroma de Morton.

ASPIRACIÓN PERCUTÁNEA DE LAS CALCIFICACIONES DEL HOMBRO

Junto con la cirugía artroscópica y las ondas de choque, forman los posibles tratamientos de los depósitos de hidroxapatita clínicamente relevantes, con dolor intenso e incapacitante (FIGURA 47). Es la técnica más sencilla y barata. La calcificación debe ser visible en la radiografía y ecografía y estar localizada en el interior del tendón. Se procede a realizar infiltración del núcleo calcificado con una aguja intramuscular a la que se acoplan sucesivas jeringas repletas de anestésico local mezclado con suero fisiológico, que deben estar siempre en un plano inferior a la zona de punción (FIGURAS 48 Y 49). La aguja se sitúa en el interior de la calcificación con control ecográfico y se procede a introducir el líquido a golpes de presión observando que, en los momentos en que se disminuye la presión del émbolo, el líquido retrocede al interior de la jeringa arrastrando pequeñas nubes o copos de calcio (FIGURA 50).

Figura 47.

Imagen radiográfica de depósito de hidroxapatita cálcica en la zona del tendón supraespinoso



Figura 48.

Imagen ecográfica de la aguja introducida en el interior del nódulo calcificado (flecha)



Figura 49.

Técnica de lavado con aspiración de contenido cálcico en la jeringa en situación inferior al tendón



Figura 50.

Precipitación de las sales de calcio en la zona declive de la jeringa de lavado (flecha)





Figura 51.
Cortes de localización de la zona problema sobre el escanograma de un segmento raquídeo

Esta maniobra se repite cuantas veces sea necesario hasta que el contenido de la última jeringa sea nítido. Si no se consigue obtener calcio es bueno fragmentar o romper la calcificación con la propia aguja. Una vez finalizado el procedimiento, la prueba termina inyectando corticoides de forma ecoguiada en la bursa subacromial. En cuanto a los resultados, si bien en las primeras semanas o meses puede haber períodos de mejoría y empeoramiento, se ha visto que al cabo del año un 50% de pacientes están asintomáticos y un 40% han mejorado⁷.

INTERVENCIONISMO GUIADO POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

BIOPSIA ÓSEA

Aunque la biopsia excisional sigue siendo el «gold standard» en el diagnóstico de las lesiones focales óseas, la BP se ha generalizado y se ha afianzado en los últimos años, de tal manera que la TC se ha convertido en el instrumento de elección para dirigirla². La BP ha pasado de ser una técnica compleja, ocasional, desconocida y difícil, a ser una técnica rutinaria, precisa bajo el control con TC y que permite obtener muestra para un diagnóstico histológico y/o bacteriológico, inyectar sustancias con precisión o incluso tratar tumores. Todo ello en cualquier hueso del esqueleto. Realizada en centros de referencia y por personal experto, el riesgo de complicaciones significativas no alcanza el 1%⁴.

Tras los mismos requisitos descritos y aplicados en la ecografía intervencionista se procede a localizar la lesión mediante escanograma y selección de los cortes



Figura 52.
Detalle del procedimiento de biopsia vertebral con el radiólogo en el interior de la sala e imágenes de escopia en tiempo real



Figura 53.
BP de la diáfisis humeral utilizando aguja gruesa para penetrar la cortical

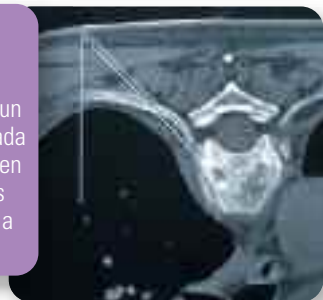


Figura 54.
Corte axial de un segmento vertebral en donde se ha planeado un único trayecto de entrada de las agujas. Se añaden las mediciones exactas del trayecto en cuanto a ángulos y distancias

y del trayecto más adecuados para llegar a la lesión (FIGURA 51). La utilización de la TC con escopia permite trabajar con las agujas en tiempo real, reduciendo el tiempo de realización de la prueba un 20-30% y mejorando el confort del paciente por dicha reducción y porque el radiólogo está a su lado en todo momento (FIGURA 52).

Las ventajas de realizar la BP ósea utilizando la TC son múltiples. Destacan la excelente visualización de las estructuras calcificadas y la gran precisión en alcanzar lesiones situadas en zonas donde la BQ implicaría alta morbilidad como la columna, la pelvis y la pared torácica.

En los huesos largos de las extremidades la biopsia se realiza siguiendo los accesos quirúrgicos y cuidando de no violentar el compartimento afectado. Si es posible se debe biopsiar la lesión por una única vía de entrada aunque se realicen varias punciones (FIGURAS 53 Y 54),

Figura 55.

Acceso paravertebral en las biopsias del raquis

**Figura 56.**

Acceso atravesando la articulación costovertebral

**Figura 57.**

Acceso a través de la medular del pedículo vertebral (transpedicular)



así reduciremos la lesión de tejidos blandos y la posibilidad de implantes tumorales en tejidos no afectados. Ante un tumor óseo que presente un componente de tejidos blandos, se biopsiarán con preferencia esas áreas respecto a las zonas densas o corticalizadas.

Respecto al raquis, se puede acceder a cualquier segmento vertebral y sacro. El acceso a cuerpos vertebrales y discos es la vía posterior. Dentro de ella hay varias formas de penetración de la aguja. La más utilizada es el acceso paravertebral (FIGURA 55) aunque también son recomendables los accesos transcostovertebral (FIGURA 56) en la columna dorsal y transpedicular en el raquis dorsolumbar (FIGURA 57). Este último es el que nosotros más utilizamos dada su seguridad y la posibilidad de emplear agujas de grueso calibre. El acceso por otras vías está reservado a los segmentos cervicales inferiores (C3-C6), en los que se accede anterolateralmente a las vías aéreas o lateramente evitando los vasos carotídeos (FIGURA 58).

La técnica de punción, después de definir la vía de acceso y realizar la anestesia local de la misma, es la técnica coaxial. Consiste en llegar al borde de la lesión con una aguja de grueso calibre (17G-8G) y empezar a obtener una primera muestra citológica o PAAF (en tumores óseos muestra mayor utilidad que en los tumores de partes blandas), pasando por el interior de la trefina una aguja más larga, de calibre 20-22G (FIGURA 59). Para obtener un buen material citológico es imprescindible movilizar la aguja fina en el interior de la lesión con movimientos de vaivén, aspirando a la vez con una presión negativa mínima de 20 cc mediante una jeringa de dicha capacidad conectada a la aguja mediante una

Figura 58.

Accesos en columna cervical inferior: parafaríngeo o paratraqueal y lateral (flecha), evitando los vasos carotídeos (asterisco)

**Figura 59.**

Técnica coaxial introduciendo la aguja de PAAF a través de la aguja gruesa para obtener primer material citológico previo a la biopsia de tejido

**Figura 60.**

Técnica de aspiración del material mediante presión negativa (vacío) mínima de 20 cc



alargadera (FIGURA 60). El procedimiento finaliza avanzando con la aguja gruesa al interior de la dirección con pequeños movimientos de vaivén y cambios de dirección para obtener un buen cilindro óseo o un buen cilindro hemático en casos de lesiones puramente osteolíticas (FIGURAS 61Y 62).

Figura 61.

Muestras de tejido óseo sólido obtenidas mediante aguja de calibre grueso (13G) para su estudio histológico



Figura 62.

Cilindro hemático obtenido en la mayoría de lesiones osteolíticas puras y que contiene elementos celulares de múltiples tumores, especialmente metastásicos

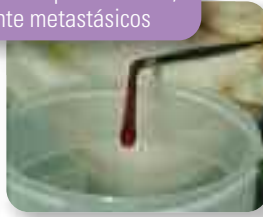


Figura 63.

BP transpedicular en un caso de plasmocitoma solitario



La principal indicación de esta técnica son las metástasis óseas, que además son los tumores más frecuentes que afectan al hueso. La BP es especialmente efectiva cuando la metástasis es la primera manifestación de una neoplasia desconocida, cuando en un paciente neoplásico aparece una lesión única o cuando en un paciente neoplásico aparecen lesiones óseas tras más de cinco años libres de enfermedad. Otras patologías agradecidas a la BP son el mieloma múltiple/plasmocitoma (FIGURA 63), las infecciones sin germen conocido, algunos tumores primitivos agresivos como el tumor de células gigantes (TCG), el sarcoma de Ewing, el cordoma y el linfoma (FIGURA 64) y también algunas lesiones pseudotumorales como la displasia fibrosa (FIGURA 65), el granuloma eosinófilo y la enfermedad de Paget (FIGURA 66).

En cuanto a los resultados, nuestra experiencia es que la BP resulta efectiva en más de un 85% en cuanto a muestra de tejidos y que tiene una sensibilidad y especificidad superior al 75% en cuanto a la exactitud diagnóstica de la lesiones biopsiadas en conjunto². Pero

estas cifras disminuyen cuando se trata de lesiones tan importantes como linfomas e infecciones osteoarticulares. Por ello, ante la sospecha diagnóstica de estos procesos, valoraremos concienzudamente la zona a biopsiar con estudios de RM o PET-TC previos. Además, al realizar la biopsia seremos un poco más agresivos que en otros procesos utilizando las agujas o trefinas de mayor calibre, obteniendo un mayor número de muestras y realizando punciones de diferentes zonas de la lesión. En caso de infecciones que muestren abscesos, se puncionarán los mismos no solo para obtener un diagnóstico bacteriológico, sino también para ayudar al proceso de curación (FIGURA 67).

Figura 64.

BP guiada por TC de un tumor del hueso ilíaco con componente de partes blandas, previo estudio con PET-TC para localizar zonas metabólicamente activas (flechas). Se trataba de un linfoma no Hodgkin



Figura 65.

BP de una vértebra lumbar con una lesión lítica poco agresiva pero con riesgo de fractura. Se trataba de una displasia fibrosa

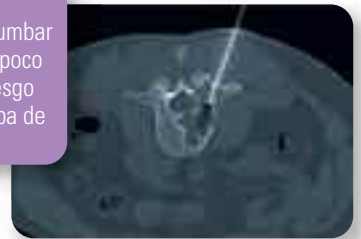


Figura 66.

Paciente con una neoplasia de próstata. Ante la sospecha de una metástasis blástica se realizó una BP que confirmó una enfermedad de Paget y no tumor

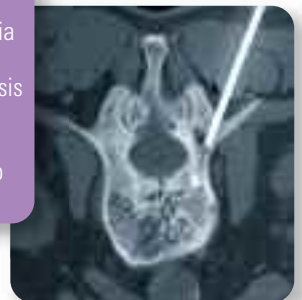


Figura 67.

Paciente con espondilodiscitis tuberculosa en el que después de biopsiar el disco vertebral se está aspirando el material purulento de un absceso paravertebral localizado en el psoas



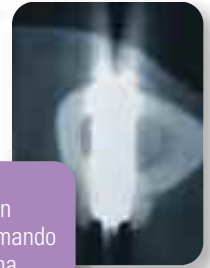
Figura 68.

Técnica de ablación mecánica del *nidus* de un osteoma osteoide mediante trefina, en la sala de TC



Figura 69.

Corte de TC con escopia confirmando que la trefina ha atravesado y por tanto destruido el *nidus*



TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE TUMORES Y PSEUDOTUMORES ÓSEOS

El osteoma osteoide es un tumor óseo benigno cuyo cuadro clínico obliga a su resección quirúrgica en la mayoría de casos. El tratamiento quirúrgico clásico implicaba gran morbilidad, por lo que desde la década de los ochenta se recurrió al tratamiento percutáneo guiado por TC, ya sea destruyendo el *nidus* con trefina o mediante su ablación con radiofrecuencia. Esta última técnica es la más usada en la actualidad y permite tratar este tumor en cualquier localización, incluyendo raquis y tumores intraarticulares o periarticulares.

La técnica de trefina se reserva para aquellos casos en los que en el acceso al *nidus* no haya estructuras anatómicas importantes que puedan dañarse o cuando

tengamos que atravesar una cortical gruesa o mucha esclerosis reactiva que produce tumor (FIGURAS 68 Y 69).

Se coloca una aguja-electrodo en el centro del *nidus* (FIGURAS 70 Y 71). La aguja, que está eléctricamente aislada excepto su punta activa de 7-10 mm (FIGURA 72), se conecta a una corriente eléctrica de 480 MHz (radiofrecuencia continua) a la vez que se adhieren unos paneles difusores a la piel del paciente para cerrar el circuito. Se activa el circuito durante 4-6 minutos, alcanzándose una temperatura media de 90° que es cuando se produce la necrosis coagulativa del *nidus*. El éxito del procedimiento no se evalúa por imagen sino mediante la resolución del cuadro clínico, que se produce en las horas inmediatas al tratamiento¹².

Las complicaciones de estas técnicas son escasas, aunque se describen quemaduras en el trayecto de la aguja, lesión de partes blandas adyacentes incluida la miositis osificante, fracturas patológicas y recidivas. Por eso es una técnica que debe realizarse por personal experto y en centros de referencia.

La técnica de radiofrecuencia también ha dado buen resultado en el tratamiento de otros tumores como el condroblastoma, el osteoblastoma, los plasmocitomas

Figura 70.

Aspecto radiológico característico de un *nidus* subperióstico en la cortical posterior del fémur (flecha), con mucha esclerosis reactiva

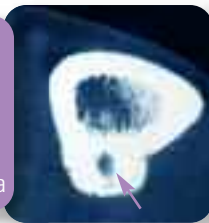


Figura 71.

Cortes de TC visualizando un osteoma osteoide de cadera localizado en hueso subcondral y posterior confirmación de la situación del extremo de la aguja de radiofrecuencia en su interior (flecha)

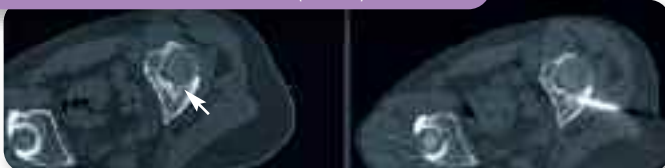
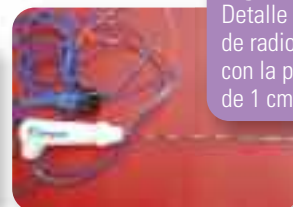


Figura 72.

Detalle de una aguja de radiofrecuencia con la punta activa de 1 cm, de longitud



y las metástasis. El pequeño campo de necrosis que abarcan estas agujas (1-2 cm) hace que no estén indicadas en lesiones de gran tamaño. Para estos casos se han desarrollado nuevas tecnologías percutáneas como la inyección de cemento quirúrgico o la criocoagulación mediante agujas.

El quiste óseo esencial es una entidad pseudotumoral que afecta a niños y adolescentes y de causa no aclarada. Se presenta como una lesión osteolítica en la zona metafisodiarisaria de determinados huesos largos, especialmente el húmero. Aunque no malignizan sí pueden complicarse con fractura patológica cuando alcanzan un gran tamaño y reducen el grosor del hueso cortical. Ante esto podemos recurrir a la técnica de puncionar el tumor bajo control de TC, aspirar el contenido hemático, lavar la cavidad con abundante suero e inyectar sustancias antiinflamatorias como los corticoides o sustancias esclerosantes como las biocerámicas de hidroxiapatita (FIGURAS 73 Y 74). Si bien el tumor se reduce espontáneamente con el crecimiento, estas técnicas pueden ayudar al proceso esclerosando la cavidad y permitiendo que las corticales recuperen su grosor (FIGURA 75).

TRATAMIENTO DE LAS ALGIAS

El dolor miofascial es un síndrome de origen desconocido que afecta a determinadas zonas musculares (músculos lumbares, pélvicos y del dorso de la zona cervicotorácica) y se desencadena al ser estimulado los puntos gatillo («trigger points»). Es unilateral, invalidante y cursa crónicamente con períodos de agudización. La rehabilitación junto a las infiltraciones de los puntos gatillo mejoran el cuadro clínico. Para infiltrar se utiliza especialmente la toxina botulínica que, para evitar posibles complicaciones, precisa ser inyectada dentro del músculo y lo más cerca posible de la unidad motora. Esta se localiza mediante electromiografía sonora aunque, en casos de obesidad, atrofia muscular o músculos profundos, la colocación de la aguja requiere las técnicas de imagen, ya sea US o TC. Con la TC podemos posicionar fácilmente la aguja en el vientre de músculos profundos no bien visibles por US y tan significativos como el psoas (FIGURA 76), el cuadrado lumbar (FIGURA 77) o el piriforme (FIGURA 78).

Figura 73.

Reconstrucción bidimensional de un TC de húmero mostrando la extensa afectación medular de un quiste óseo esencial (QOE) (flechas)



Figura 74.

Momento de la aspiración del contenido hemático del QOE previa a la inyección de sustancias esclerosantes

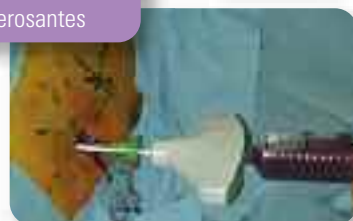


Figura 75.

Control radiográfico de un año de evolución de un QOE tratado percutáneamente. Obsérvese la esclerosis irregular de la cavidad indicando su curación (flecha)



Figura 76.

Infiltración del psoas controlada con TC con escopia

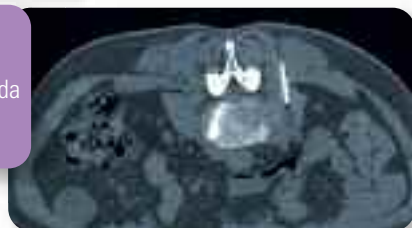


Figura 77.

Infiltración del músculo cuadrado lumbar



Figura 78.

Extremo de aguja fina colocado en el interior del músculo piriforme. La obesidad de la paciente no impide situar con precisión la aguja en el vientre muscular (asterisco)

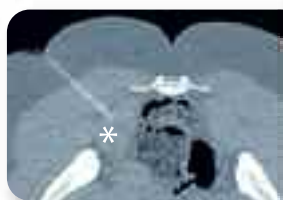


Figura 79.

Colocación del extremo de la aguja en el espacio perirradicular previa a la infiltración



Figura 80.

Vía de acceso lateral a los agujeros de conjunción cervicales, situando la aguja en su parte más posterior para evitar zonas vasculares

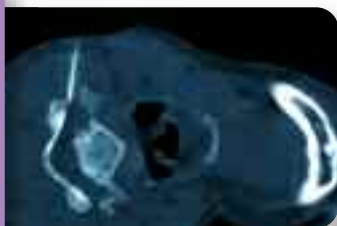


Figura 81.

Aguja de radiofrecuencia pulsada colocada en el espacio periradicular izquierdo S1-S2 (flecha)



Figura 82.

Alcoholización del plexo celíaco. Colocación de dos agujas de infiltración en la zona de transición toracolumbar



Figura 83.

Previamente a instilar el alcohol absoluto se inyecta contraste yodado para confirmar la difusión del mismo en la zona del plexo sin invadir otras estructuras (flechas)

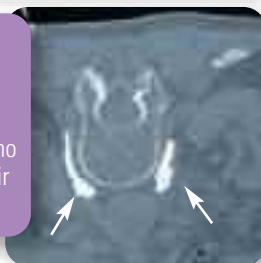


Figura 84.

En caso de omalgias rebeldes a los tratamientos habituales, el bloqueo del nervio supraescapular en su escotadura (flecha) es muy efectivo aunque temporal



El bloqueo selectivo de nervios periféricos es una técnica de tratamiento del dolor que utiliza técnicas de imagen como la radioescopia o la TC en localizaciones profundas. Más del 90% de los casos corresponden a neuropatías localizadas en la columna lumbosacra. Estos bloqueos no solo mejoran temporalmente el cuadro clínico, sino que también ayudan a localizar la patología y determinan los candidatos a ser tratados quirúrgicamente¹³.

Se utilizan agujas finas (22G) cuyo extremo se lleva hasta el espacio periradicular. Si bien algunos centros inyectan contraste yodado para confirmar la situación de la aguja, en nuestro centro no lo consideramos necesario, pues los cortes finos de TC son muy precisos y no se han presentado complicaciones relacionadas con esta técnica. Inyectando una mezcla de corticoides de lenta liberación y anestésicos de acción prolongada se reproduce primero el dolor que cede rápidamente al extenderse los fármacos.

Las localizaciones más frecuentes son los agujeros de conjunción de los últimos segmentos lumbares (FIGURA 79) y el segmento S1-S2. La vía de acceso a los segmentos dorsales y lumbares es posterior, pero cuando se trata de bloquear las raíces cervicales, el acceso es anterolateral (FIGURA 80).

En casos de no respuesta al tratamiento podemos recurrir a la radiofrecuencia pulsada (FIGURA 81), que implica la introducción de agujas especiales con punta activa de la misma manera que en las infiltraciones convencionales. Alrededor de la raíz alcanza una temperatura media de 45°, suficiente para desnaturalizar las fibras de mielina produciendo un bloqueo nervioso temporal. La utilización de productos más potentes como el alcohol absoluto mezclado con anestésico está reservada a casos de patología terminal, siendo el ejemplo más típico el bloqueo del plexo celíaco en las neoplasias de páncreas (FIGURAS 82 Y 83).

Los bloqueos nerviosos también necesitan el control de TC en localizaciones periféricas como el hombro (bloqueo del nervio supraescapular en la escotadura escapular) (FIGURA 84) o la cadera (bloqueo del nervio obturador en el espacio obturador interno) (FIGURA 85).

Las inyecciones terapéuticas también son efectivas en artropatías de causa degenerativa, postraumática o inflamatoria (artritis reumatoide y espondiloartropatías seronegativas). Algunas no precisan guía de imagen pero otras, por su complejidad anatómica o por su situación en profundidad, precisan ser puncionadas por técnicas radiológicas. La TC se utiliza para infiltrar las articulaciones vertebrales interapofisarias (FIGURA 86), la articulación sacroilíaca (FIGURA 87), la articulación subastragalina (FIGURA 88) o la articulación esternoclavicular. La cantidad de medicamento que toleran estas articulaciones es pequeña y raramente supera los 3 cc. El efecto terapéutico de estas actuaciones es temporal y sus resultados no han sido científicamente demostrados¹⁴.

VERTEBROPLASTIA

La vertebroplastia percutánea, como se describirá posteriormente, es un procedimiento mínimamente invasivo que tiene como objetivos resolver el dolor de las fracturas y estabilizar el segmento lesionado mediante la inyección intraósea de cemento quirúrgico (FIGURA 89). Es una técnica en discusión en cuanto a sus resultados respecto a otros tratamientos, lo que ha reducido su número y sus indicaciones. Se realiza en las salas de radiología vascular, aunque últimamente la TC es un buen método alternativo pues controla la distribución del cemento en tiempo real (TC con escopía) en un plano axial. El cemento se inyecta por las mismas vías de la biopsia para rellenar de forma simétrica (no necesariamente completa) la zona (FIGURAS 90 Y 91). Dependiendo del volumen de la vértebra y de la lesión se inyectan unos 2-4 cc de cemento quirúrgico y las complicaciones reales son infrecuentes (fuga de cemento con compresión de estructuras nerviosas, microembolias pulmonares y nuevas fracturas). Las fugas de cemento a disco vertebral o



Figura 85. Localización por TC del espacio obturador interno (flecha) para bloquear el nervio del mismo nombre, en casos de coxalgias crónicas degenerativas o postquirúrgicas



Figura 86. Precisa colocación de las agujas en ambas articulaciones interapofisarias en un caso de síndrome facetario



Figura 87. Infiltración de la articulación sacroilíaca derecha dirigida por TC con escopía



Figura 88. Aguja colocada en la articulación subastragalina (flecha) en un caso de secuelas de fractura de calcáneo



Figura 89. Equipo simple para realizar una vertebroplastia guiada por TC. Destaca el cemento quirúrgico y el inyector manual de alta presión

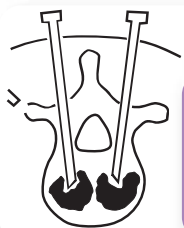


Figura 90. Vía transpedicular bilateral, forma frecuente de inyectar el cemento en la vértebra lesionada



Figura 91. Relleno de cemento vertebral que, aunque sea de forma irregular, debe ocupar de alguna manera ambas mitades del cuerpo vertebral

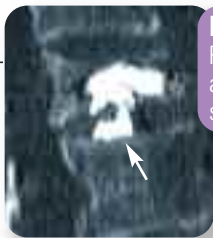


Figura 92.
Pequeña fuga de cemento al disco vertebral (flecha), sin incidencia clínica



Figura 93.
Fractura vertebral crónica complicada con pseudoartrosis. Las áreas no consolidadas han sido rellenadas de cemento



Figura 94.
Hemangioma vertebral cuya sintomatología clínica dolorosa cedió tras su cimentación

Figura 95.
Paciente en decúbito supino oblicuo para el tratamiento de osteosíntesis percutánea de la inestabilidad sacroilíaca. Tras colocación de la aguja guía se inserta un tornillo cuya longitud más adecuada se puede medir con exactitud (flechas)



Figura 96.
Momento de la colocación manual del tornillo percutáneo bajo control de TC con escopia



OSTEOSÍNTESIS PERCUTÁNEA

La osteosíntesis constituye el tratamiento más generalizado de las fracturas. Se realizan en los quirófanos convencionales y se controlan con radioescopia. En los últimos tiempos se han descrito técnicas de tratamiento percutáneo guiadas por TC. Así es en casos de fracturas pélvicas con inestabilidad rotacional-vertical (tipo C de Tile), estabilizando el anillo posterior mediante osteosíntesis con tornillos sacroilíacos y evitando a la vez la penetración de los mismos en los agujeros sacros (FIGURAS 95, 96 Y 97).

Se han descrito fijaciones percutáneas guiadas por TC en otras localizaciones, especialmente si se trata de fracturas simples o por avulsión sin desplazamiento (acetábulo). También se ha utilizado esta técnica como guía para introducir los tornillos pediculares en pacientes con severas deformidades en los segmentos vertebrales (escoliosis, anomalías congénitas de formación o segmentación).

Figura 97.
TC con reconstrucción bidimensional mostrando la osteosíntesis sacroilíaca y con indemnidad de los agujeros sacros



PROCEDIMIENTOS TERAPÉUTICOS EN EL HUESO

METÁSTASIS ÓSEAS

A mitad de los años 90 se introdujo la inyección percutánea guiada por TC de alcohol etílico (etanol) en el tratamiento paliativo de las metástasis óseas dolorosas. El efecto del etanol es doble: a nivel celular provocando necrosis coagulativa, y a nivel vascular provocando trombosis e isquemia. Además es una técnica segura, barata y rápida, puesto que alivia el dolor ya a las 24-48 horas de la inyección, aunque el procedimiento es doloroso y debe hacerse bajo anestesia o sedación. Con todo, la tasa de éxito no es elevada, por lo que solo se utiliza como sistema paliativo en pacientes con lesiones osteolíticas con escasa respuesta a la quimioterapia o en casos en los que se necesita gran cantidad de opiáceos para tratar el dolor.

INFILTRACIÓN FARMACOLÓGICA

Por técnicas de infiltración *farmacológica* se entienden los tratamientos por vía percutánea de afecciones diversas del sistema esquelético, especialmente quistes y tumores óseos, mediante el uso de sustancias farmacológicas, especialmente corticoides y alcohol etílico. Las infiltraciones farmacológicas intraóseas más habituales son las que se describen a continuación.

QUISTE ÓSEO ESENCIAL

En 1974, Scaglietti describió por primera vez la inyección percutánea de acetato de metilprednisolona en el tratamiento del quiste óseo esencial¹⁶. Se pensaba que los corticoides actuaban disminuyendo el nivel de prostaglandinas intraquísticas, aunque posteriormente se vió que probablemente la curación se debía a la ruptura de la presión intraquística, algo parecido a pinchar un globo.

Por esto, y para acelerar la reosificación no quirúrgica del quiste, en 1996 Lokiec *et al.*¹⁷ propusieron el uso de médula ósea autóloga, y en 2002 Rougraff y Kling¹⁸ la utilización de matriz ósea desmineralizada (BMP) en asociación o no con hueso morselizado dotado de propiedades osteoconductoras y de soporte, que es la técnica más utilizada hoy en día (FIGURA 98).

GRANULOMA EOSINÓFILO

El granuloma eosinófilo (variante monostótica de la histiocitosis X) es un tumor benigno que aparece en pacientes jóvenes de las dos primeras décadas de la vida, de etiología desconocida, que se caracteriza por la proliferación de células de Langerhans (histiocitos), granulocitos neutrófilos, eosinófilos y células plasmáticas. Cursa con dolor, compromiso fisario y riesgo de fracturas patológicas, lo que modifica el enfoque terapéutico: en determinados casos será necesaria la ablación quirúrgica (con o sin injerto óseo), mientras que en otros será posible la inyección de corticoesteroides o la ablación por radiofrecuencia, previa biopsia guiada por TC o RM. Esto es especialmente útil en niños pequeños y en localizaciones de difícil acceso quirúrgico o posible morbilidad asociada.



Figura 98. Infiltración de cemento biológico en un quiste esencial del calcáneo

Figura 99.

Tratamiento con radiofrecuencia de un osteoma osteoide



TERMOABLACION POR RADIOFRECUENCIA

La radiofrecuencia es una forma de energía eléctrica a bajo voltaje y de alta frecuencia, capaz de provocar una distribución homogénea del tejido en el que es liberada. La termoablación por radiofrecuencia se viene utilizando desde hace mucho tiempo en afecciones del sistema nervioso, desde la neuralgia del trigémino mediante la ablación del ganglio de Gasser a la rizólisis en el tratamiento de la lumbociatalgia crónica, pero en el aparato locomotor se utiliza para el tratamiento del osteoma osteoide, ciertas metástasis óseas y algunas tumoraciones óseas de localización difícil¹⁹.

La técnica consiste en introducir una aguja-electrodo larga y delgada (21-14G) en el tejido deseado, uno o más polos a tierra (o electrodo neutro) puestos sobre la superficie del organismo y un generador de radiofrecuencia. Las alteraciones por exposición al calor empiezan a los 42° C. El tiempo necesario de exposición para conseguir la muerte celular varía según el tipo de tejido y la temperatura, de manera que a 46°C pueden ser suficientes 8 minutos, mientras que a 51°C bastan 2 minutos. En las lesiones que involucran al esqueleto, como el osteoma osteoide o las metástasis, la guía con TC permite la localización precisa del tumor, aunque en lesiones superficiales y de partes blandas puede utilizarse la ecografía.

OSTEOMA OSTEOIDE

El osteoma osteoide es un tumor óseo benigno no infrecuente (10-12% de todas las neoplasias benignas) que puede darse en cualquier localización esquelética

y a cualquier edad, aunque es más frecuente en pacientes jóvenes y en el interior de huesos largos como fémur y tibia. Se caracteriza por provocar un dolor sordo, intermitente, de predominio nocturno y que característicamente mejora con ácido acetilsalicílico. Las formas de afectación cortical son las más frecuentes, seguidas de las de crecimiento endoesponjoso y, con menor frecuencia, las exofíticas subperiósticas. Desde el punto de vista radiográfico se caracteriza por la presencia de una lesión central (*nidus*) rodeada de una capa densa de hueso esclerótico. El *nidus* es habitualmente pequeño (<1cm) y de morfología esférica o fusiforme, como se ve claramente en la TC, aunque al principio el diagnóstico suele ser gammagráfico (FIGURA 99).

Hasta ahora, el tratamiento de elección era el quirúrgico, con amplios márgenes de resección, pero tenían el riesgo de fractura patológica, afectación condral en las localizaciones intraarticulares o complicaciones mayores en los casos de afectación vertebral. Por esto el tratamiento percutáneo por radiofrecuencia, introducido en 1992 por Rosenthal *et al*²⁰, es actualmente el más utilizado. Puede hacerse con anestesia local o con sedación consciente, y con un solo electrodo o, en regiones profundas, con técnica coaxial, teniendo cuidado en retirar unos centímetros la guía para no provocar una necrosis térmica del trayecto. La distancia de seguridad a estructuras importantes debe ser de, al menos, 1 cm, y la mayoría de sistemas utilizan un dispositivo para el control de la temperatura integrado en la aguja-electrodo, con el cual se pueden lograr los 90°C y mantener esta temperatura unos 5 minutos con el fin de lograr una completa radicalidad. Habitualmente el dolor cede de inmediato después de la ablación por radiofrecuencia, con una tasa de curación del 97% de los casos solo con una única sesión²¹.

METÁSTASIS ÓSEAS

Los primeros estudios del uso de la radiofrecuencia en el tratamiento de las metástasis óseas son de Dupuy *et al.* en el año 2000²², pero se han multiplicado recientemente con el uso de electrodos de terminación múltiple tipo «paraguas». Las lesiones más susceptibles de tratamiento son las líticas con una significativa presen-

cia de tejidos blandos, dolorosas y no tratables con radioterapia. Se puede asociar la radiofrecuencia con la inyección percutánea de cemento acrílico^{23,24}, especialmente en localizaciones con grave riesgo de fractura patológica y en la columna vertebral²⁵.

En las metástasis no hay un tiempo ideal de tratamiento, sino que varía en función de la geometría de las lesiones, de su tamaño y del tipo de estructuras adyacentes al área a tratar. Aunque muy útil, en algunos pacientes no se observan resultados apreciables, la mayoría de las veces por errores técnicos. La RM tiene un alto valor en el seguimiento de las lesiones tratadas, especialmente con el uso del medio de contraste paramagnético para valorar el éxito de la operación.

OTRAS LESIONES ÓSEAS

Actualmente hay ya estudios de tratamiento con radiofrecuencia tanto de lesiones óseas benignas del hueso (tumor de células gigantes, hemangioma, encondroma, osteblastoma, condroblastoma) como malignas, especialmente el cordoma sacro y el vertebral. El condroblastoma es una lesión cartilaginosa benigna que se ve en jóvenes menores de 20 años, de localización epifisaria y con una cierta tendencia a la evolución maligna, mientras que el osteblastoma es un tumor óseo benigno, también de pacientes jóvenes, que puede presentar agresividad local. En ambos casos, el tratamiento con radiofrecuencia ha dado excelentes resultados, con muy pocos casos de recidiva, aunque la experiencia es todavía limitada.

CRIOBLACIÓN

Es una técnica de termoablación percutánea que obtiene temperaturas que oscilan entre -20°C y -100°C para inducir una necrosis coagulativa del tejido neoplásico²⁶. La primera generación de criosondas era de grandes dimensiones porque utilizaba nitrógeno líquido, por lo que solo podían utilizarse en el ámbito intraoperatorio. La actual generación utiliza gas argón a través de una sonda sellada de diámetro reducido (1,2-2,4 mm) que permite su uso percutáneo²⁷.

La principal indicación de la crioblación es la metástasis ósea dolorosa, y presenta algunas ventajas respecto a los tratamientos paliativos convencionales, sean locales (radioterapia, cirugía), sistémicos (quimioterapia, terapia hormonal, radiofármacos, bisfosfonatos) o analgésicos (opioides, AINE, termoablación por radiofrecuencia, etc).

Las dimensiones de la zona de crioblación dependen sobre todo del diámetro de las sondas y del tiempo de congelación: una sonda sola produce una «bola de hielo» de 3,5 cm de diámetro, pero pueden utilizarse varias criosondas al mismo tiempo. El procedimiento se hace con anestesia local o con sedación, y la sonda se posiciona en la configuración geométrica que asegura una mayor cobertura del tumor, generalmente a lo largo del eje mayor de la lesión, 2 cm en el interior y 1 cm del margen más externo. Para cada lesión se realiza un solo ciclo de congelación-deshielo-congelación, que dura 10-15 minutos. Las sondas se descongelan activamente mediante la infusión de gas helio en lugar de gas argón, con el fin de lograr $+25^{\circ}\text{C}$, y es sucesivamente eliminado.

El monitoreo se hace cada 2 minutos mediante TC y después la zona de ablación puede ser correctamente individualizada por RM. Esta es una ventaja respecto a la ablación por radiofrecuencia: aquí la «bola de hielo» generada por la crioblación es evidente en la TC, a diferencia del calor tisular desarrollado con la radiofrecuencia, por lo que el tumor puede ser tratado con mayor seguridad, especialmente cuando se encuentra próximo a estructuras importantes. Además, la «bola de hielo» puede penetrar profundamente en el hueso, a diferencia de la energía de la radiofrecuencia. Por esto las lesiones osteoblásticas pueden ser tratadas con éxito, aunque su mejor indicación son las metástasis osteolíticas, mixtas (osteolíticas-osteoblásticas) o tumores primarios de las partes blandas.

Aunque es bien tolerado, es un procedimiento largo (2-3 horas), y en el posoperatorio el enfermo puede notar un cierto incremento del dolor, a diferencia de la radiofrecuencia. Además, los costos son mayores que con la radiofrecuencia, especialmente cuando se usan varias sondas a la vez, aunque parece que las ventajas superan a los inconvenientes.

Figura 100.

Punto de entrada al disco intervertebral



PROCEDIMIENTOS TERAPÉUTICOS EN LA COLUMNA VERTEBRAL

INTERVENCIÓN SOBRE LOS DISCOS INTERVERTEBRALES

Los procedimientos intervencionistas en el disco intervertebral pueden ser *diagnósticos* (discografía) o *terapéuticos* (quimionucleólisis, discectomía percutánea, descompresión por láser, etc.). El abordaje por vía percutánea del disco intervertebral es el mismo para todos los procedimientos que se van a describir, y puede hacerse bajo control fluoroscópico, TC o una combinación de ambos. Hay que recordar que los diferentes discos tienen también un ángulo diferente con respecto al plano axial en función de las incurvaciones fisiológicas en cifosis y lordosis y que, por tanto, la posición del enfermo también puede variar.

Las intervenciones más frecuentes se dan en la región lumbosacra. En estos casos, el enfermo se colocará en decúbito prono con una almohada debajo del abdomen para reducir la lordosis y aumentar el espacio intervertebral. El acceso es paravertebral posterior. La piel del paciente se marca con una línea paralela al disco a tratar bajo control fluoroscópico, y se marca también una línea paramediana a 8-10 cm. de la línea media. Se pinta y se entalla la zona, y se procede a la anestesia local. El acceso al espacio L4-L5 se hace a través del punto de intersección de las líneas, mientras que en L5-S1 el acceso es más craneal para evitar el hueso ilíaco. En ambos casos la aguja sigue un trayecto oblicuo de fuera a dentro y se controla por fluoroscopia en una proyección doble oblicua lateromedial y craneocaudal. El acceso al disco

debe hacerse en una zona triangular (FIGURA 100) formada por la articular superior de la vértebra inferior y el platillo inferior de la vértebra superior para evitar la raíz. En el momento de atravesar el anillo se nota una resistencia elástica. La proyección lateral y anteroposterior han de demostrar que la aguja está en el centro del disco.

En la región cervical el acceso es oblicuo anterior, con el paciente en decúbito supino, y por la derecha para evitar el esófago. El operador debe palpar y apartar manualmente el nervio laríngeo y el paquete vasculonervioso, insertando la aguja medialmente al músculo esternocleidomastoideo hacia el platillo superior de la vértebra inferior. Al atravesar el ligamento longitudinal anterior y el anillo se nota también una ligera resistencia. El control se hace en proyecciones anteroposterior y lateral.

El acceso al disco intervertebral bajo control de TC es un poco más complicado, aunque con experiencia permite un posicionamiento más preciso de la aguja. El corte tiene que ser paralelo al disco y la aguja insertarse a nivel paravertebral a 45° respecto al eje de la espinosa. En cualquier caso, el acceso al disco permite hacer una discografía o una intervención terapéutica sobre el mismo, sea por quimionucleólisis enzimática, nucleólisis con oxígeno-ozono (O₂-O₃), discectomía percutánea o descompresión percutánea del disco por láser. En este último caso, la vaporización del núcleo pulposo se hace con una fibra óptica introducida a través de una cánula metálica que libera energía de 15-20 W por 0,5 y 1 s a intervalos regulares de 4-10 s, un total de 1500-2000 J para el disco L4-L5 y 1200-1500 para los otros niveles. Con estos tiempos tan cortos de exposición, la vaporización es gradual y reduce el riesgo de daño térmico. Como el enfermo está despierto, todo dolor radicular obliga a reposicionar la aguja. En la TC la vaporización se demuestra por la presencia de gas en el disco. También puede usarse ahora la radiofrecuencia.

INTERVENCIÓN SOBRE LAS ARTICULACIONES INTERAPOFISARIAS

El síndrome facetario lumbar, que siempre es de origen degenerativo, se puede tratar de dos maneras: mediante infiltraciones articulares y/o mediante lisis tér-

Figura 101.
Infiltración de las articulares en una proyección oblicua



Figura 102.
Diferentes puntos de entrada para acceder al cuerpo vertebral en las distintas localizaciones



mica de la inervación nociceptiva procedente de la rama medial de la raíz dorsal. Hay que recordar que en la columna cervical la orientación de las facetas articulares es coronal, con un ángulo de 30-45° respecto al plano horizontal, que en la columna dorsal están en un ángulo de 60° en relación con el nivel dorsal y que en la columna lumbar, su mayor indicación, están en un plano sagital oblicuo.

Todos los procedimientos se realizan de forma ambulatoria, con anestesia local, el enfermo en decúbito prono y control radioscópico o por TC. Si se hace por fluoroscopia, que es lo más habitual, el arco en C tiene que estar oblicuo a unos 30-40° para ver bien las articulares de cada lado. Se utiliza una aguja espinal de calibre 22 para cada macizo articular, pudiéndose simultáneamente tratar varios de ellos y de cada lado.

La infiltración articular puede ser el paso previo a una neurtólisis por radiofrecuencia. Para ello, el punto diana es un poco diferente: la parte superior de la unión entre el pedículo y la transversa. Este procedimiento, el más utilizado hoy en día, suele ser bastante doloroso, por lo que puede ser necesario, aparte de la anestesia local, una leve sedación. Se insertará una aguja-electrodo de calibre 20G con la punta expuesta 0,5-1 cm en la garganta formada por la articular y la transversa, a nivel del cuello del «perrito de La Chapelle» en la proyección oblicua, para acceder a la rama medial antes de su bifurcación (FIGURA 101). Después de las pruebas sensitivas y motoras de colocación correcta, se procede a la neurtólisis con una temperatura de 90°C durante 60 segundos.

La neurtólisis por radiofrecuencia es un procedimiento seguro, con poca incidencia de daños sensitivos o motores en la raíz ventral. Para evitarlos se han intro-

ducido unos generadores de radiofrecuencia pulsada que permiten trabajar a 42°C y con los que no se produce un daño irreversible al nervio.

VERTEBROPLASTIA

Es un procedimiento mínimamente invasivo que consiste en la introducción de cemento acrílico en el cuerpo de una vértebra aplastada por un traumatismo, una neoplasia o simplemente por osteoporosis. Con ello se refuerza la estructura y se mejora el dolor, pero NO se reduce la fractura.

La introducción de la aguja-guía variará según la vértebra a tratar sea del raquis cervical, dorsal o lumbar (FIGURA 102):

- A **nivel cervical** la vía es anterolateral, sobre el borde anterior del músculo esternocleidomastoideo, pasando entre la faringe y la laringe por delante y el paquete vasculonervioso por detrás.
- A **nivel dorsal** la vía es posterior parapeduncular intercosto-transversal porque los pedículos son pequeños y poco oblicuos. De esta forma se pasa por el plano articular, por lo que la aguja necesita una mayor oblicuidad para llegar al centro del cuerpo.
- A **nivel lumbar** la vía también es posterior, pero aquí sí que es transpedicular unilateral o bilateral, puesto que los pedículos son anchos y oblicuos, lo que la hace muy segura. Se puede utilizar también una vía parapeduncular más lateral, aunque puede comportar el riesgo de lesionar estructuras vasculares.

Seguendo los criterios del *American College of Radiology*, hay una serie de indicaciones y contraindicaciones de la vertebroplastia:

1. Las indicaciones son:

- Fracturas vertebrales osteoporóticas recientes, siempre que se acompañen de dolor que no responde al tratamiento médico habitual (reposo, analgésicos, corsé, etc.).
- Metástasis vertebrales con fracturas y/o áreas de osteólisis somáticas, siempre que mantengan íntegro el muro posterior.
- Localizaciones vertebrales de mieloma o linfoma.
- Hemangioma vertebral doloroso.
- Fracturas vertebrales por osteonecrosis isquémica (enfermedad de Kümmel-Verneuil).
- Lesiones osteolíticas vertebrales diversas como el quiste óseo aneurismático y otras.

2. Las contraindicaciones son:

- Presencia de fragmentos de fractura en retropulsión que entran en el canal medular.
- Extensión tumoral que lesiona el muro posterior del cuerpo vertebral.
- Colapso severo del cuerpo vertebral a menos de un tercio de la altura regional (vértebra «en galleta»).
- Espondilodiscitis de cualquier tipo.
- Diátesis hemorrágica conocida.
- Alergia a cualquier producto empleado.

El procedimiento se realiza bajo control de TC y fluoroscopia conjuntamente, con el enfermo en decúbito prono y bajo anestesia general o sedación. Primero se hace una TC preliminar para delimitar la lesión y observarla en 3D. El centrado inicial se efectúa con una marca radiopaca sobre la piel del paciente, lo que permite marcar el punto de entrada de la aguja-guía y valorar con precisión la oblicuidad y la profundidad del trayecto de dicha aguja. Terminado el centrado se prepara el campo desinfectando la piel y entallando la zona

de trabajo con campos estériles. Con anestesia local se posiciona la aguja-guía, habitualmente de tamaño 20G y longitud de 20 cm hasta llegar al punto de entrada de la vértebra. Esta aguja-guía puede utilizarse para introducir la aguja-cánula por técnica coaxial y, después de comprobar la situación, retirar aquella y sustituirla por un obturador de punta de diamante o «en pico de flauta» para entrar por el pedículo y llegar al cuerpo vertebral. A menudo se necesita un martillo quirúrgico para penetrar la cortical dura del pedículo, siempre con control radioscópico. Antes de inyectar el cemento acrílico se puede efectuar una biopsia con aguja coaxial si hay sospecha de afectación neoplásica.

La preparación del cemento es importante, puesto que una viscosidad muy baja aumenta el riesgo de fuga, mientras que una viscosidad muy alta puede ser difícil de inyectar. Terminada la preparación, el cemento se carga en la pistola de inyección y esta se conecta a la aguja-cánula para inyectarlo. Este proceso debe ser monitorizado en todo momento con el fin de controlar su difusión en el tejido esponjoso del cuerpo vertebral e identificar una eventual fuga extraósea. La cantidad de cemento que cabe en cada vértebra varía entre 2 y 9 cc, con un promedio de 5-6 cc. Finalmente, la retirada de la aguja será también cuidadosa para evitar diseminar el cemento por las partes blandas, pero antes de que polimerice, lo que impediría su extracción. Después se hace una TC de control que valora la distribución intersomática del cemento y la posible fuga extraósea del mismo.

Terminado el procedimiento, el enfermo debe levantarse para descartar un neumotórax o un embolismo pulmonar de cemento acrílico, pero después debe mantener reposo en decúbito supino unas 3 horas y, si se ha hecho con anestesia local, el enfermo puede irse de alta a las 12 horas, pero si se ha usado anestesia general o sedación, lo mejor es esperar al día siguiente.

CIFOPLASTIA

Consiste en la introducción de un balón hinchable en el cuerpo vertebral, que permite recuperar altura, y luego introducir cemento u otros materiales para reforzar la estructura. Es decir, es como una vertebroplastia pero aquí la aguja-cánula es de mayor calibre y la

vía transpedicular es obligatoriamente bilateral para introducir en el soma vertebral dos balones hinchables en posición perfectamente simétrica que crean dos cavidades que son las que después se llenan de cemento (FIGURA 103). Se dice que la cifoplastia sería una técnica de inyección del cemento a baja presión, porque hay una cavidad preformada en el cuerpo vertebral, y la vertebroplastia una técnica de inyección del cemento a alta presión puesto que esta cavidad no existiría previamente. Con esta técnica se logra recuperar, en buena parte, la altura del cuerpo vertebral, cosa que no se conseguía con la vertebroplastia.

Las indicaciones de la cifoplastia son fundamentalmente las mismas que las de la vertebroplastia, en especial las fracturas vertebrales por hundimiento de origen osteoporótico o por lesiones osteolíticas, y las contraindicaciones serían también las mismas, especialmente la afectación de los pedículos y las lesiones tumorales sólidas u osteolíticas, además de las infecciones, diátesis hemorrágicas, alergias, etc. En la cifoplastia, en cambio, se permite la utilización de cementos más compatibles biológicamente que el PMMA.

El procedimiento se realiza con anestesia general o sedación, y con la misma posición del enfermo y estrategia que la vertebroplastia, pero aquí la precisión ha de ser mucho mayor: el tubo de rayos X debe situarse de tal manera que en visión AP los pedículos se proyecten en la mitad superior del cuerpo vertebral y equidistantes a la esponjosa (FIGURA 104), y en la visión lateral los platillos se proyecten del modo lo más paralelo posible, con los pedículos bien superpuestos (FIGURA 105). Con las agujas-guía se identifica el punto de entrada en ambos pedículos y, después de desinfectar la piel y entallar el campo, se introducen dos agujas delgadas de Kirschner lo más paralelas posible en el plano lateral hasta la entrada de ambos pedículos. En el plano AP fluoroscópico la posición del punto de entrada de la aguja se encuentra dentro de los 2 cm de distancia entre las 9 y las 11 h sobre el lado izquierdo, y entre las 13 y las 15 h sobre el lado derecho, y en el plano lateral con una cierta inclinación cráneo-caudal (FIGURA 103). Si se quiere hacer una vía extrapeduncular intercosto-transversal, la entrada es más craneal, a 1 cm de distancia lateralmente, y cerca de las 11 h en el lado izquierdo y de las 13 h en el derecho.

Una vez introducidas las agujas y de forma coaxial, se introduce una cánula de calibre grueso por el pedículo, con la ayuda de un martillo ortopédico, hasta superar en 3-4 mm el margen cortical del muro posterior. Luego se cambian las cánulas por las portadoras del balón manteniendo las agujas de Kirschner, previo taladrado del canal óseo hasta como máximo 3 mm de la cortical anterior. La inserción de los balones es bilateral, a través de las dos agujas portales, y se hace bajo control fluoroscópico en proyección de perfil para comprobar el paralelismo. Hay balones de 10, 15 y 20 mm, y el introductor va unido a una jeringa con visualización de control de inflado. Este inflado debe hacerse de forma sincronizada los dos balones a la vez con dos operadores, y controlando la pre-

Figura 103. Orientación tridimensional para la vía transpedicular

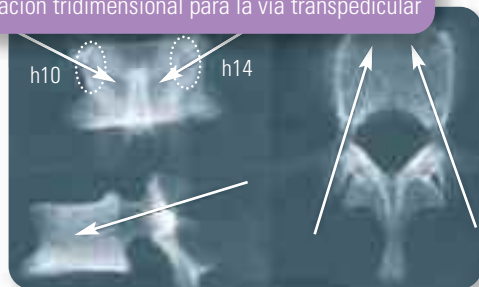


Figura 104. Proyección paralela de los pedículos en visión anteroposterior

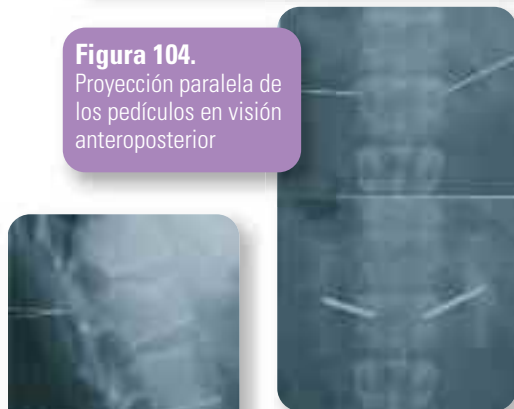


Figura 105. Platillos paralelos en la visión radioscópica lateral



sión en el *display*, iniciando el inflado a 50 psi (cerca de 3 atm) y progresando hasta un máximo de 400 psi (cerca de 27 atm). Con esta presión se logra un volumen máximo de distensión (4 cc con longitud de 10-15 mm, 6 cc con longitud de 20 mm) y los balones se sitúan cerca de las corticales del cuerpo vertebral. Si el inflado del balón está obstaculizado por hueso esclerótico se puede lograr antes con una cureta que ya viene en el set de cifoplastia.

Terminado el inflado se procede a la preparación del cemento osteoconductor, más lento de polimerizar, y a su introducción mediante los introductores de cemento precargados, después, lógicamente, de retirar los balones. El control radioscópico permitirá visualizar todo el proceso de llenado y detectar una posible fuga o un llenado incompleto. Al finalizar el procedimiento suele hacerse una TC de comprobación.

1. Simon MA, Biermann JS. Biopsy of Bone and Soft Tissue Tumors. *J Bone Joint Surg* 1993;75-A:616-21.
2. Omura MC, Motamed K, UyBico S, Nelson SD, Seeger LL. Revisiting CT-Guided Percutaneous Core Needle Biopsy of Musculoskeletal Lesions: Contributors to Biopsy Success. *AJR* 2011; 197:457-61.
3. Gogna A, Peh WC, Munk PL. Image-guided musculoskeletal biopsy. *Radiol Clin N Am* 2008;46:455-73.
4. Berning W, Freyschmidt J, Ostertag H. Percutaneous bone biopsy, techniques and indications. *Eur Radiol* 1996;6:875-81.
5. Anwar Hau M, Kim JI, Kattapuram S, et al. Accuracy of CT-guided biopsies in 359 patients with musculoskeletal lesions. *Skeletal Radiol* 2002;31:349-53.
6. Walter Hegason J, Chandnani VP, Joseph SY. MR Arthrography: A Review of Current Technique and Applications. *AJR* 1996;168:1473-80.
7. Del Cura JL, Zabala R, Corta I. Intervencionismo guiado por ecografía en el sistema musculoesquelético. *Radiologia* 2010; 52(6):525-33.
8. Soudack M, Nachtigal A, Vladovski E, Brook O, Gaitini D. Needle biopsy of soft tissue masses with histopathologic correlation. *J Ultrasound Med* 2006;25:1271-7.
9. Torriani M, Etchebehere M, Amstalden EMI. Sonographically guided core needle biopsy of bone and soft tissue tumors. *J Ultrasound Med* 2002;21:275-81.
10. Loius LJ. Musculoskeletal ultrasound intervention: principles and advances. *Radiol Clin N Am* 2008:5-533.
11. Cortés Fabregat A, Izquierdo Puchol A, Ortolá Pastor MD, et al. Tratamiento de la gonartrosis con ácido hialurónico intraarticular. Valoración funcional de la marcha a los seis meses de tratamiento. *Rehabilitación* 2004;38(3):122-8.
12. Martel Villagrán J, Bueno Horcajadas A. Tomografía Computarizada Multicorte en Patología Musculoesquelética. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires 2012; 225-35.
13. Kaplan PA, Dussault RG. Image-guided Selective Nerve Blocks in the Spine. *Semin Musculoskelet Radiol* 1997; 1(2):231-49.
14. Wybier M, Pariler-Cuau C, Champsaur P, Nizard R, Laredo JD. Steroid Injection of the Appendicular Skeleton and Sacroiliac Joints. *Semin Musculoskelet Radiol* 1997;1(2):249.
15. Nieuwenhuijse MJ, Rijswijk CSP, Erkel AR, Dijkstra SPD. The Intravertebral Cleft in Painful Long-Standing Osteoporotic Vertebral Compression Fractures Treated With Percutaneous Vertebroplasty. *Spine* 2012;37:974-81.
16. Scaglietti O. Sull'azione osteogenetica dell'acetato di prednisolone. In: Allegra G. Bolletino e memoria della Società Tosco-Umbra de Chirurgia. Firenze, 1974: 35.
17. Lokiec F, Ezra E, Khermash O, et al. Simple bone cyst treated by percutaneous autologous marrow grafting: a preliminary report. *J Bone Joint Surg (Br)* 1996;78-B: 934-7.
18. Rougraff BT, Kling TJ. Treatment of active unicameral bone cysts with percutaneous injection of demineralized bone matrix and autogenous bone marrow. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A:921-9.
19. Mirza AN, Fornage BD, Sneige N, et al. Radiofrequency ablation of solid tumors. *Cancer J*, 2001;7:95-101.
20. Rosenthal DI, Alexander A, Rosenberg AE, et al. Ablation of osteoid osteomas with a percutaneously placed electrode: a new procedure. *Radiology* 1992;183:29-33.
21. Martel J, Bueno A, Ortiz E. Percutaneous radiofrequency treatment of osteoid osteoma using cool-tip electrodes. *Eur J Radiol* 2005;56:403-8.
22. Dupuy DE, Hong R, Oliver B, et al. Radiofrequency ablation of spinal tumors: temperature distribution in the spinal canal. *Am J Roentgenol* 2000;175:1263-6.
23. Nakatsuka A, Yamakado K, Maeda M, et al. Radiofrequency ablation combined with bone cement injection for the treatment of bone malignancies. *J Vasc Interv Radiol* 2004;15:707-12.
24. Toyota N, Naito A, Kakizawa H, et al. Radiofrequency ablation therapy combined with cementoplasty for painful bone metastases: initial experience. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2005;28:578-83.
25. Van der Linden E, Kroft LJ, Dijkstra PD. Treatment of vertebral tumor with posterior wall defect using image-guided radiofrequency ablation combined with vertebroplasty: preliminary results in 12 patients. *J Vasc Interv Radiol* 2007;18:741-7.
26. Callstrom MR, Arwell TD, Charboneau JW, et al. Painful metastases involving bone: percutaneous image-guided cryoablation – prospective trial interim analysis. *Radiology* 2006;241:572-80.
27. Callstrom MR, Kurup AN. Percutaneous ablation for bone and soft tissue metastases –why cryoablation? *Skeletal radiol* 2009;38:835-9.