

Reumatología Clínica

www.reumatologiaclinica.org



Formación médica continuada

Estudio por imagen del hombro doloroso[☆]

Enrique Ramón Botella^{a,*}, Luis Hernández Moreno^a y Antonio Luna Alcalá^b

^a Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España

^b Servicio de Radiodiagnóstico, Clínica las Nieves, Jaen, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 31 de enero de 2008
Aceptado el 4 de febrero de 2008
On-line el 14 de abril de 2009

Palabras clave:

Hombro doloroso
Manguito rotador
Imagen

Keywords:

Shoulder pain
Rotator cuff
Imaging

RESUMEN

El hombro doloroso es un problema clínico frecuente en la enfermedad osteomuscular. Las pruebas de imagen desempeñan un papel importante en el diagnóstico etiológico. La radiografía convencional generalmente es la primera prueba realizada y en ocasiones es suficiente para el diagnóstico. Las calcificaciones tendinosas se ven con claridad y en el diagnóstico etiológico de las neoplasias óseas las técnicas tomográficas no la han sustituido. La patología tendinosa es la causa más frecuente de dolor en el hombro, y tanto la ecografía como la resonancia magnética (RM) son herramientas eficaces para su estudio. La RM es la técnica que mejor detecta cambios patológicos precoces. Asimismo, es fundamental en la valoración prequirúrgica del hombro y en la estadificación local de los tumores óseos y de las partes blandas.

© 2008 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Imaging studies in cases with painful shoulder

ABSTRACT

Painful shoulder is a frequent clinical problem in musculoskeletal pathology. Imaging plays an essential role in the etiologic diagnosis. Simple X-rays are usually the first performed diagnostic test, and on occasion, it is enough to establish a diagnosis. Tendinous calcifications are clearly depicted on plain radiographs, which are a first option modality in the evaluation of bone tumors. Tendinous pathology is the most common cause of shoulder pain. It may be analysed either by ultrasound or magnetic resonance (MR). MR is the most sensitive technique to detect early pathological changes. MR is usually used in the presurgical evaluation of the shoulder and in local staging of bone and soft tissue tumors.

© 2008 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El hombro doloroso es uno de los cuadros más prevalentes en la enfermedad osteomuscular y desde el punto de vista de la imagen se puede abordar con diferentes técnicas diagnósticas. El abordaje inicial suele realizarse con una radiografía convencional (RC) pero generalmente, con la excepción de algunos traumatismos o de la tendinopatía calcificante, se complementa con técnicas tomográficas como el ultrasonido (US) o la resonancia magnética (RM). El siguiente artículo de revisión intenta resumir los aspectos más relevantes de las diferentes técnicas de diagnóstico por imagen en el estudio de la dolencia del hombro y establecer su papel en los cuadros clínicos más frecuentes.

Métodos de exploración

Radiografía del hombro¹

El desarrollo reciente de las técnicas tomográficas, como el US, la tomografía computarizada (TC) y la RM no ha eclipsado a la RC, que sigue siendo la prueba de imagen más frecuentemente solicitada y realizada en la investigación de la enfermedad del hombro.

Las principales desventajas son la baja capacidad para detectar lesiones de partes blandas (con la excepción de las calcificaciones tendinosas), localizar lesiones del cartílago o del labrum glenoideo y detectar derrame articular. Sin embargo, es el principal método diagnóstico para la evaluación diagnóstica inicial de la afectación tumoral ósea y para la valoración de la dolencia traumática aguda.

La proyección anteroposterior es la más utilizada en el examen radiográfico del hombro. El sujeto se puede examinar en bipedestación o en decúbito. Otra proyección frecuente es la tangencial en la que el sujeto adopta una posición posterior oblicua a 40°. Esta proyección permite una visión tangencial óptima de la cavidad glenoidea. La tercera proyección más

[☆] Nota: Sección acreditada por el SEAFORMEC con 11,9 créditos. Consultar preguntas de cada artículo en: <http://www.reumatologiaclinica.org>

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: erbhugm@yahoo.es (E. Ramón Botella).

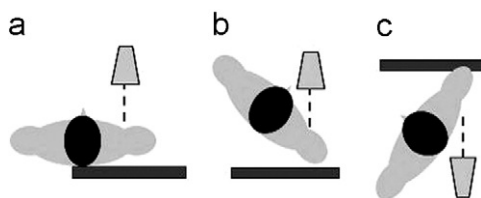


Figura 1. a) Proyección anteroposterior. b) Proyección tangencial. c) Proyección «Y».

utilizada es la conocida como «Y». El sujeto adopta una posición oblicua con la cara anterior del hombro examinado próximo al chasis. El acromion se ve con claridad en esta proyección.

La figura 1 esquematiza las 3 proyecciones más frecuentes.

Ultrasonidos²

La exploración ecográfica del hombro tiene muchas ventajas comparada con el resto de los métodos de imagen. Es no invasiva, tiene buena resolución espacial, permite una exploración dinámica, tiene amplia disponibilidad y es barata. Tiene un valor limitado en la observación del cartílago y no es útil en la valoración de las alteraciones intraóseas. La patología tendinosa es fácilmente abordable y permite valorar la presencia de líquido articular.

Los transductores actuales utilizan frecuencias en el rango de 5 a 13 MHz y permiten obtener una resolución espacial hasta de 0,2 mm, que es superior a la resolución alcanzada con los protocolos actuales de RM.

Resonancia magnética³

La RM es un excelente método de imagen para valorar la enfermedad del hombro. Permite una valoración óptima de todas las estructuras anatómicas: cavidad glenoidea, cabeza humeral, cartílago, acromion, músculos, tendones, labrum y ligamentos glenohumerales en múltiples planos. Los protocolos de exploración deben incluir imágenes en densidad protónica, secuencias T1 y T2. Las imágenes en T1 y densidad protónica tienen alta relación entre la señal y el ruido y producen una elevada resolución espacial. Por su parte, las imágenes en T2 son sensibles a las alteraciones patológicas, principalmente cuando se combinan con técnicas de supresión grasa.

En los protocolos de exploración se adquieren planos coronales oblicuos y sagitales, paralelos y perpendiculares al recorrido del tendón supraespinoso, respectivamente, y planos axiales. La proyección coronal evalúa fundamentalmente el músculo y el tendón supraespinoso, el espacio subacromial, la bolsa subdeltoidea y la articulación acromioclavicular. Los estudios sagitales evalúan los músculos y los tendones del manguito, el arco coracoacromial y la morfología acromial. Las imágenes axiales permiten evaluar fundamentalmente el labrum y la corredera bicipital. La artrografía por RM puede detectar con mayor facilidad la dolencia que afecta al labrum y a los ligamentos glenohumerales y está principalmente indicada en el estudio de la inestabilidad glenohumeral.

Tomografía computarizada

Aunque el desarrollo de las otras técnicas tomográficas (US y RM) ha reducido el número de exploraciones realizadas mediante TC en la valoración de la enfermedad del hombro, todavía conserva algunas indicaciones.

En los traumatismos del hombro la RC sigue siendo la primera modalidad de imagen. Sin embargo, la superposición de estruc-

turas no permite en ocasiones realizar un detalle óptimo de la alteración ósea. La TC es un método excelente para la valoración de fragmentos óseos, de luxaciones y de cuerpos libres articulares. También puede ser de elección en el diagnóstico del osteoma osteoide y en el estudio de la osteomielitis en los que la realización de cortes finos permite la demostración del nido y de los fragmentos secuestrados.

El posproceso de los estudios obtenidos con los tomógrafos modernos (helicoidales multicorte) permite reconstruir imágenes en los diferentes planos del espacio y obtener modelos tridimensionales.

Patología del manguito de los rotadores

El síndrome del compromiso subacromial es el resultado de la compresión dolorosa del tendón supraespinoso, de la bolsa subacromiodeltoidea y del tendón de la porción larga del bíceps entre la cabeza humeral y la porción anterior del acromion durante la abducción y la elevación del brazo en rotación interna⁴.

Para entender la etiología del síndrome subacromial es importante conocer las características anatómicas del espacio subacromial. El borde superior lo forman el acromion, el ligamento coracoacromial y la apófisis coracoides. La articulación acromioclavicular tiene una localización superoposterior. La cabeza humeral forma el límite inferior (fig. 2).

Las causas que producen este síndrome pueden ser intrínsecas (o intratendinosas) o extrínsecas (o extratendinosas). La debilidad y el sobre esfuerzo musculares y la tendinopatía degenerativa son las causas intrínsecas más frecuentes. La artrosis acromioclavicular, la inestabilidad glenohumeral, la hipertrofia del ligamento coracoacromial y la morfología acromial están implicadas en la causa extrínseca del síndrome.

Cualquiera de las causas produce cambios en las estructuras localizadas en el espacio subacromial. El tendón supraespinoso se afecta con mayor frecuencia; sin embargo, en esta estructura se pueden desarrollar cambios patológicos sin pruebas de causas mecánicas o de causas estructurales, es decir, la patología tendinosa como causa intrínseca del síndrome.

La formación de quistes óseos degenerativos, principalmente en la tuberosidad mayor del húmero, pueden preceder a la aparición de cambios en los tendones del manguito.

Por último, el deterioro subacromial puede irritar la bolsa sinovial subacromiodeltoidea que aparece distendida con líquido. El estadio I patológico de afectación tendinosa consiste en edema y hemorragia en la parte distal del tendón. El estadio II patológico de afectación tendinosa se caracteriza por degeneración tendinosa: tendinitis o tendinosis. Además, no hay cambios inflamatorios. En el estadio III patológico de afectación tendinosa se demuestra rotura tendinosa, parcial o completa.

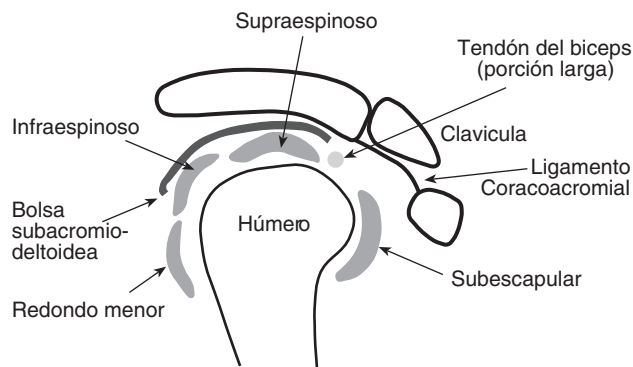


Figura 2. Esquema anatómico del espacio subacromial.

Aunque la exploración del hombro doloroso suele comenzar con una radiografía, ésta tiene un valor diagnóstico limitado. Un intervalo acromioclavicular inferior a 7 mm (rango normal de 8 a 12 mm) indica un adelgazamiento del tendón supraespinoso debido a degeneración o a rotura. La ecografía es un excelente método diagnóstico para la valoración tendinosa^{2,5}. En los casos de tendinosis el tendón muestra un patrón de hipocogenicidad heterogénea. Una rotura parcial que afecta a la superficie superior produce la pérdida de la convexidad del tendón y un aplastamiento de éste. Cuando la rotura está localizada en la superficie articular puede aparecer como defecto hipocóico. La existencia de irregularidades óseas en la tuberosidad mayor es un signo secundario de rotura tendinosa. El signo sonográfico de rotura completa es el defecto focal del tendón o la no observación de éste (fig. 3).

Probablemente, la RM sea la técnica diagnóstica por imagen de elección en la valoración del hombro doloroso^{3,6}. El tendón normal es hipointenso en todas las secuencias. La tendinosis se muestra como áreas focales o áreas difusas de hiperseñal en las secuencias T1 y densidad protónica y una hiperseñal máxima a la señal del músculo en las secuencias T2. A medida que la señal en las secuencias T2 de las áreas patológicas se aproxima a la señal del líquido, el diagnóstico de rotura es más probable. La rotura es parcial cuando la solución de continuidad no afecta a todo el espesor del tendón y es completa cuando afecta a todas las fibras del tendón, desde la superficie articular hasta la superficie de la bolsa sinovial (fig. 4).

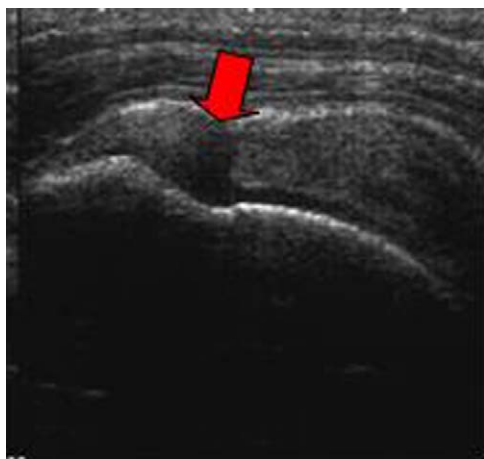


Figura 3. Ecografía: rotura tendinosa completa. La flecha muestra la solución de continuidad.

La mayoría de las roturas tendinosas afectan al tendón supraespinoso. Las roturas aisladas de los tendones infraespinoso o subescapular son raras y generalmente ocurren en combinación con roturas del tendón supraespinoso. La detección de cambios patológicos en el tendón antes del desarrollo de una rotura completa es importante porque el cuadro clínico se puede controlar con tratamiento conservador, desbridamiento y cirugía descompresiva. La rotura completa además de producir dolor limita la movilidad y requiere de tratamientos quirúrgicos más intensivos.

Síndrome de inestabilidad^{7,8}

La inestabilidad glenohumeral sigue en frecuencia al síndrome subacromial y a menudo coexisten. La inestabilidad consiste en la luxación traumática o en la luxación espontánea del húmero. Es una causa de hombro doloroso que, a excepción del episodio agudo, puede ser de difícil diagnóstico.

Los principales elementos de estabilidad de la articulación glenohumeral son los siguientes: la cápsula, el labrum glenoideo y los ligamentos glenohumerales, principalmente el ligamento glenohumeral inferior.

La luxación anterior es el tipo de inestabilidad más frecuente. En estos casos el impacto sobre glenoides puede producir una fractura en la región superior de la cabeza humeral: fractura de Hill-Sachs (fig. 5). También en el mecanismo de luxación anterior del hombro puede producirse una fractura ósea característica en la región anteroinferior de la glenoides: fractura de Bankart (fig. 6). La fractura de Bankart se debe diferenciar de la lesión de Bankart que consiste en una rotura o una avulsión de la región anteroinferior del labrum y del periostio de la glenoides durante un episodio de luxación anterior del hombro.

La segunda lesión del labrum relacionada con el síndrome de inestabilidad es una variante de la lesión de Bankart: la lesión ALPSA (*anterior labroligamentous periosteal sleeve avulsion*) en la que el periostio se conserva intacto.

Artritis^{9,10}

La evaluación por imagen del contexto clínico de artritis habitualmente comienza por una RC. Es una técnica de amplia disponibilidad y de bajo coste. Sin embargo, no permite evaluar los tejidos blandos ni la observación directa del cartílago o de la bolsa sinovial; además, tiene baja sensibilidad para detectar las erosiones tempranas. La ecografía permite la evaluación tanto del

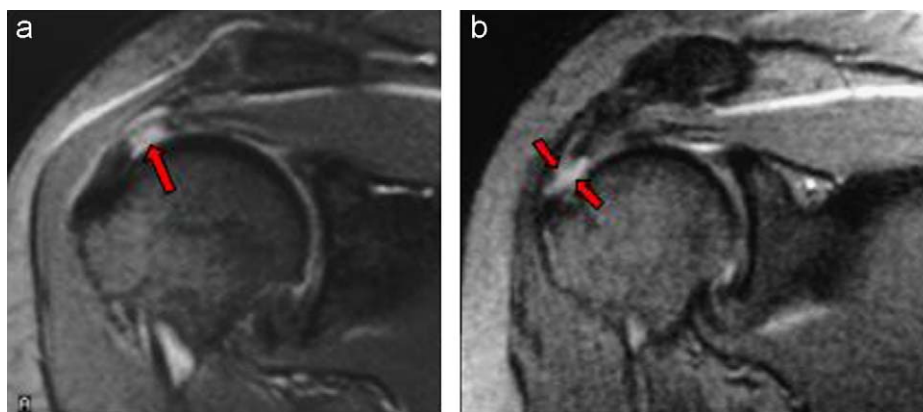


Figura 4. Secuencias T2. Proyección coronal oblicua. Rotura parcial del tendón supraespinoso que afecta a las fibras inferiores (flecha en a). Rotura completa del tendón supraespinoso (flechas en b).

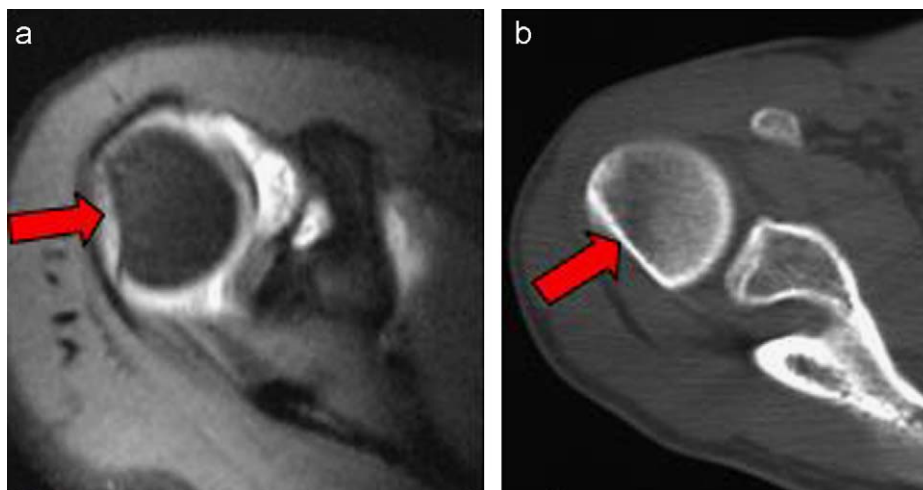


Figura 5. a) Cortes axiales de resonancia magnética. b) Tomografía computarizada del hombro. Fractura de Hill-Sachs (flechas).

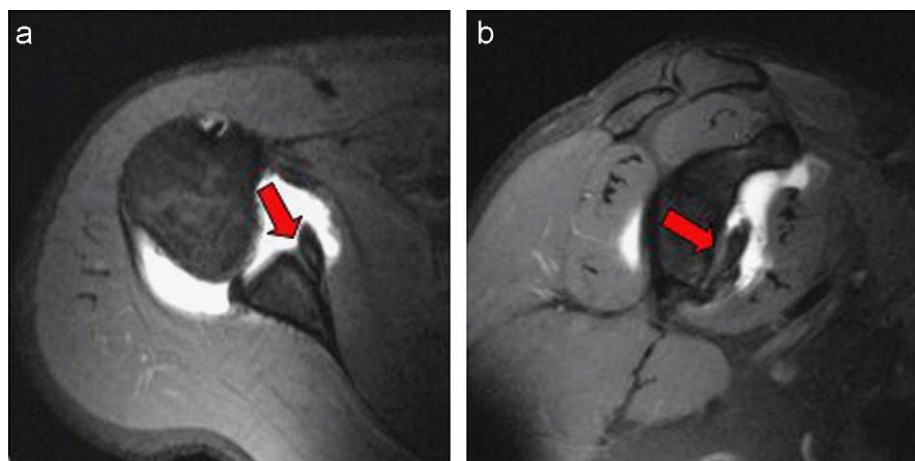


Figura 6. Arthrografía mediante resonancia magnética. a) Corte axial del hombro. b) Corte sagital del hombro. Fractura de Bankart (flechas).

cartílago como de la bolsa sinovial. La RM es la técnica con mejor resolución en contraste y es óptima para la detección de erosiones tempranas.

Osteoartritis

Los hallazgos típicos de la osteoartritis son el estrechamiento del espacio articular, la formación de osteofitos, la esclerosis ósea, los quistes subcondrales y los cuerpos libres osteocondrales. Los osteofitos acromioclaviculares son una causa frecuente de síndrome subacromial.

Artritis reumatoide

Cuando se afecta el hombro en la artritis reumatoide las erosiones son más frecuentes en la región superolateral del húmero (adyacentes a la tuberosidad mayor) y pueden simular una fractura de Hill-Sachs. Si se afecta la articulación acromioclavicular, los hallazgos son más prominentes en el componente clavicular y puede producirse la destrucción del extremo distal de la clavícula en estadios avanzados.



Figura 7. Radiografía anteroposterior del hombro. Artritis psoriásica: erosiones óseas (flecha).

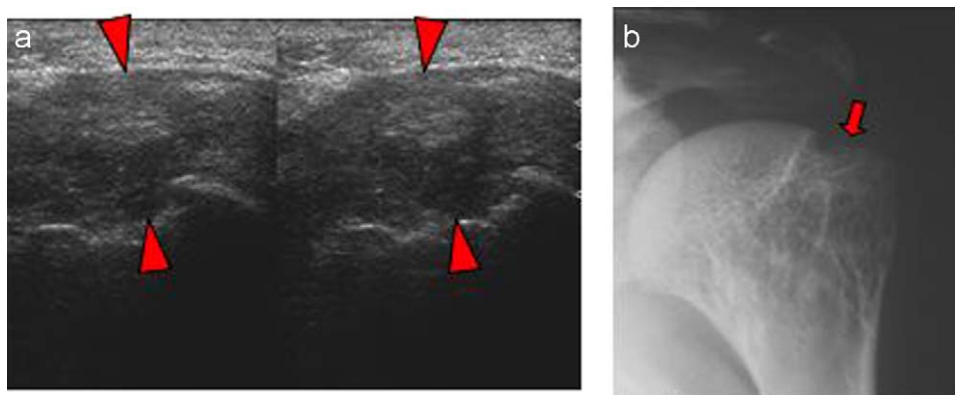


Figura 8. Depósito de amiloide. En la ecografía (a) se aprecia una ocupación del espacio articular debido a material hiperecogénico que corresponde a infiltración por material amiloide (cabezas de flecha). La radiografía anteroposterior (b) demuestra erosión ósea (flecha).

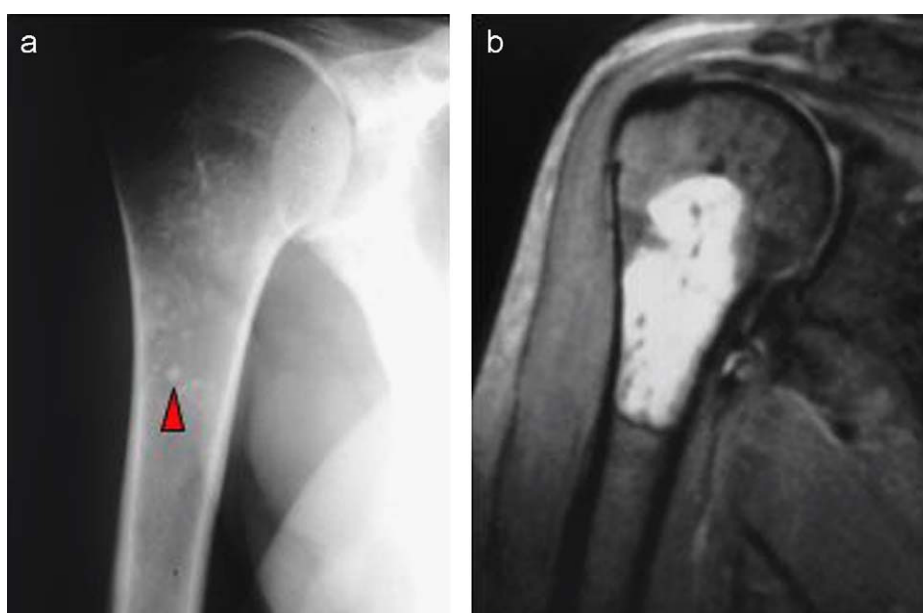


Figura 9. Encondroma. Radiografía anteroposterior (a) en la que se identifican las calcificaciones características de las lesiones condroides (cabeza de flecha). Resonancia magnética de la misma lesión (b).

Artropatías seronegativas

El hombro puede verse afectado en la espondilitis anquilopoyética y en la artritis psoriásica. Las erosiones óseas también afectan predominantemente a la región superolateral del húmero (fig. 7).

Amiloidosis

El depósito de amiloide puede producirse alrededor de las grandes articulaciones y ocasionar un importante grado de inflamación y de dolor. Las erosiones óseas de forma característica son extensas (fig. 8).

Artritis infecciosa

En presencia de un proceso inflamatorio monoarticular, se debe considerar el diagnóstico de artritis séptica. Hay factores predisponentes: diabetes, tratamiento con esteroides, drogadicción por vía parenteral, etcétera. El diagnóstico de sospecha es clínico. La aspiración de líquido articular y su cultivo puede dar el

diagnóstico. Además, la artrocentesis puede dirigirse con ecografía.

La infección bacteriana es la causante de la mayoría de los casos, principalmente la producida por *Staphylococcus aureus*. A menudo, en la infección bacteriana la destrucción del cartílago y las destrucciones óseas son rápidas. En los casos de tuberculosis o de infección fúngica los cambios son más insidiosos.

A menudo la RC es la primera modalidad de exploración. Sin embargo, tiene un valor limitado porque en estadios iniciales los cambios están limitados a los tejidos blandos. La ecografía y la RM son más sensibles para la detección de las alteraciones precoces, ya que detectan cantidades escasas de líquido articular y de engrosamiento sinovial. La RM es especialmente útil en la demostración de edema óseo mediante las secuencias de supresión grasa.

Patología tumoral¹¹

El hombro es la segunda localización en frecuencia, después de la rodilla, de la dolencia tumoral musculoesquelética. El tumor óseo detectado con mayor frecuencia en el hombro es el

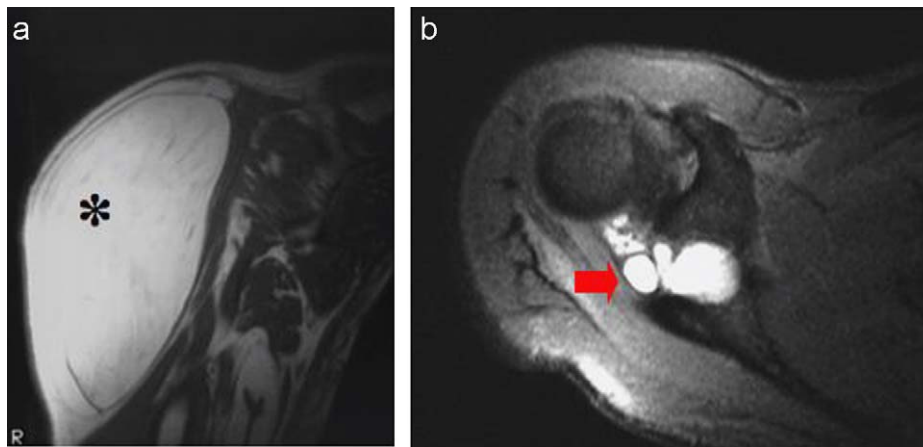


Figura 10. Secuencia T1 (a): tumoración de naturaleza grasa (asterisco). Secuencia axial T2 (b): quiste paralabral en la escotadura espinoglenoidea (flecha).

encondroma, generalmente de forma casual. El condrosarcoma es el tumor primario maligno más frecuente. El mieloma y la metástasis son las afectaciones malignas más frecuentes en el hombro. La RC se mantiene como la técnica de imagen más útil para establecer el diagnóstico diferencial de una lesión tumoral ósea y permite responder las preguntas que aproximan el diagnóstico definitivo: ¿qué parte del hueso está afectada?, ¿cuál es el patrón de destrucción?, ¿hay reacción perióstica?, ¿qué tipo de mineralización está presente?

El osteosarcoma se origina en la metáfisis o la metadiáfisis, localizaciones de gran actividad celular durante la adolescencia. Una lesión epifisaria en edad infantil reduce el diagnóstico diferencial a condroblastoma y a granuloma eosinófilo. En los adultos esta localización orienta el diagnóstico hacia tumor de células gigantes, condrosarcoma y ganglión intraóseo.

El análisis de la zona de transición con el hueso sano permite aproximar la intensidad del proceso tumoral. Cuanto más radical es el tumor, más ancha es la zona de transición. La destrucción ósea de morfología geográfica hace referencia a una lesión de lento crecimiento y menos intensiva; éste es el caso de la displasia fibrosa o del encondroma.

El patrón permeativo de destrucción ósea es frecuente en las lesiones intensivas: osteosarcoma, sarcoma de Swing y metástasis.

La reacción perióstica, cuando está presente, también ayuda en el diagnóstico diferencial. Una reacción «en cáscara» evidencia benignidad. El laminado perióstico («en capas de cebolla») se observa en las lesiones malignas o intensivas.

La matriz o la sustancia intercelular que producen los tumores pueden calcificar u osificar y ser la clave diagnóstica (fig. 9).

También las partes blandas del hombro son asiento de dolencia tumoral. El lipoma es el tumor benigno más frecuente en el hombro. El fibrohistiocitoma y el liposarcoma son las lesiones malignas más frecuentes. La RM es especialmente útil en la detección de una tumoración de partes blandas, ya que define su extensión y planifica la biopsia. Las características de señal de las tumoraciones de partes blandas no son lo suficientemente específicas para establecer un diagnóstico histológico o incluso para diferenciar benignidad de malignidad, con las posibles excepciones de lipomas, hemangiomas, quistes paralabiales y posiblemente elastofibromas (fig. 10).

El principal papel de la TC y de la RM en el tratamiento de los tumores musculoesqueléticos es la estadificación. La RM es especialmente útil para determinar la extensión local del tumor debido a su mayor resolución en contraste.

Conclusiones

El estudio por la imagen del hombro doloroso generalmente debe comenzar con una RC en proyección anteroposterior. Esta valoración inicial puede ser suficiente en algunos casos de traumatismos y en la tendinopatía calcificante. También es la técnica de elección en la valoración diagnóstica de la patología tumoral ósea. Sin embargo, tiene limitaciones en la demostración de la afectación de los tejidos blandos.

La ecografía permite estudiar la patología tendinosa con una precisión diagnóstica próxima similar que la RM. Ésta es la exploración para realizar en un sujeto con sospecha de patología del manguito de los rotadores y estudio radiológico convencional negativo. También es una herramienta útil para dirigir los procedimientos intervencionistas. Asimismo, es una técnica con una amplia disponibilidad y muy competitiva desde el punto de vista económico.

La RM permite la observación óptima de todas las estructuras anatómicas del hombro. Mediante las diferentes secuencias y proyecciones, es posible el estudio de la práctica total de los procesos patológicos que pueden afectar al hombro y fundamentalmente que pueden detectar signos precoces de enfermedad. Se indica en aquellos sujetos con rotura del manguito de los rotadores en los que se plantea un tratamiento quirúrgico. La RM permite valorar con exactitud el tamaño de la rotura, la retracción de los tendones y el grado de atrofia muscular, datos útiles para el cirujano a la hora de planificar la intervención. Es la técnica de elección para la evaluación de la inestabilidad glenohumeral y para la estadificación local de los tumores óseos y de las partes blandas.

Anexo

1) ¿Cuál de las siguientes potenciaciones en resonancia magnética (RM) es más útil para aproximar el diagnóstico de rotura tendinosa?

- a. T1
- b. T2
- c. Densidad protónica
- d. T1 y T2

2) En las artropatías del hombro se pueden producir erosiones. ¿Cuál es la localización más frecuente?

- a. Región posterolateral de la cabeza humeral
- b. Región inferolateral de la cabeza humeral

- c. Región superolateral de la cabeza humeral
- d. Glenoides

3) ¿Cuál de las siguientes técnicas de imagen tiene mayor capacidad para detectar cambios precoces en las artritis infecciosas?

- a. Ecografía
- b. Tomografía computarizada
- c. Radiografía
- d. Resonancia magnética

4) ¿Cuál es la técnica de elección para el diagnóstico de los tumores óseos?

- a. Ecografía
- b. Tomografía computarizada
- c. Radiografía
- d. Resonancia magnética

5) ¿Cuál es la técnica de elección para la estadificación local de los tumores óseos?

- a. Ecografía
- b. Tomografía computarizada
- c. Radiografía
- d. Resonancia magnética

Bibliografía

1. Bianchi A, Prato N, Martinoli C, Derchi L. Shoulder Radiography. En: Baert A, Sartor K, editores. *Imaging of the shoulder*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2004–2006. p. 3–13.
2. Athanasios P, Panagiotis E, Fotios T, Tsanis A, Ioannis M, Batakis N. US of the shoulder: Rotator cuff and non-rotator cuff disorders. *RadioGraphics*. 2006; 26:e23.
3. Farber A, Fayad L, Johnson T, Cascio B, Shindle M, Neubauer P, et al. Magnetic resonance imaging of the shoulder: Current techniques and spectrum of disease. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American)*. 2006; 88:64–79.
4. Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1972;54: 41–50.
5. Moosikasuwan JB, Miller TT, Burke BJ. Rotator cuff tears: Clinical, radiographic, and US findings. *RadioGraphics*. 2005;25:1591–607.
6. Morag Y, Jacobson JA, Miller B, Maeseneer M, Girish G, Jamadar D. MR imaging of rotator cuff injury: What the clinician needs to know. *RadioGraphics*. 2006;26:1045–65.
7. Farooki S, Seeger L. MR imaging of sports injuries of the shoulder. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*. 1997;1:51–61.
8. Blum A, Carrillon Y, Railhac J, Roger B, Tavernier T. Instability. En: Baert A, Sartor K, editores. *Imaging of the shoulder*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2004–2006. p. 161–90.
9. Lektrakul N, Chung C, Resnick D. Arthritis. En: Baert A, Sartor K, editores. *Imaging of the shoulder*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2004–2006. p. 223–33.
10. Quek S.T, Peh W.C.G, Cassar-Pullicino V.N. Infection. En: Baert A, Sartor K, editores. *Imaging of the shoulder*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2004–2006. p. 235–50.
11. Davies A.M, Vanel D. Tumors and tumor-like lesions. En: Baert A, Sartor K, editores. *Imaging of the shoulder*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2004–2006. p. 259–85.