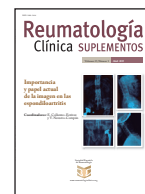




Sociedad Española
de Reumatología

Reumatología Clínica SUPLEMENTOS

www.reumatologiaclinica.org



Utilidad de las técnicas de imagen para la evaluación, seguimiento y control del daño estructural

María Aparicio^{a,*} y Xavier Juanola^b

^aServicio de Reumatología, Hospital Universitario Germans Trias i Pujol, Badalona, Barcelona, España

^bServicio de Reumatología, Hospital Universitario de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, España

RESUMEN

Palabras clave:

Espondiloartritis
Radiografía simple
Tomografía computarizada
Resonancia magnética
Ecografía
Daño estructural

Las espondiloartritis (EspA) son un grupo de enfermedades crónicas que pueden asociarse, en su progresión, con un daño estructural que, a su vez, produce discapacidad y empeoramiento de la calidad de vida. Están a nuestra disposición distintas técnicas de imagen que pueden ayudarnos a valorar este daño estructural, como la radiografía simple, la tomografía computarizada, la ecografía y la resonancia magnética. Sin embargo, los profesionales clínicos deben tener muy presente una serie de cuestiones a la hora de indicarlas y evaluarlas. Por un lado, existen distintos tipos de lesiones estructurales, que, además, cambian en función del tipo de EspA y pueden ser diferentes dependiendo del tipo de articulación. Por el otro, cada técnica de imagen posee unas características determinadas, por las cuales pueden ser muy sensibles y específicas para un tipo de lesión y no serlo para otros. Además, algunas de ellas actualmente están en fase de validación. Conocer en detalle todos estos aspectos nos permitirá indicar las técnicas de imagen para evaluar y controlar el daño estructural de las EspA de forma más eficiente.

© 2019 Sociedad Española de Reumatología. Todos los derechos reservados.

Keywords:

Spondyloarthritis
Plain-film radiography
Computed tomography
Magnetic resonance
Ultrasound
Structural damage

Utility of imaging techniques for the assessment, follow-up and monitoring of structural damage

ABSTRACT

Spondyloarthritis (SpA) are a group of chronic diseases that can lead to structural damage during disease progression, which in turn produces disability and impairs quality of life. Several imaging techniques are available that may help to evaluate structural damage, such as plain-film radiography, computed tomography, ultrasound and magnetic resonance. However, clinicians must bear in mind a series of questions when indicating and assessing these procedures. First, there are various types of structural lesions, which also change depending on the type of SpA and may differ depending on the type of joint involved. Second, each imaging technique has particular characteristics making it highly sensitive and specific for one type of lesion but not for others. Third, some of these techniques are currently in the validation phase. Detailed knowledge of all these questions will help to indicate the imaging technique to be used in order to assess and monitor structural damage in SpA more efficiently.

© 2019 Sociedad Española de Reumatología. All rights reserved.

Introducción

En las espondiloartritis (EspA), la progresión de la enfermedad suele estar acompañada por un daño estructural que, junto con el

dolor, producirán discapacidad y empeoramiento de la calidad de vida de estos pacientes. En la artritis reumatoide (AR) está claro el concepto de daño estructural, pero en la espondiloartritis axial (EspAax) este es menos conocido.

En este artículo revisaremos las distintas pruebas de diagnóstico por la imagen que nos permiten evaluar y controlar las lesiones estructurales más características de la EspAax y la artritis psoriásica (APs).

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: maparicioe@bellvitgehospital.cat (M. Aparicio).

Espondiloartritis axial

Articulaciones sacroilíacas

Radiografía simple. Los cambios en las articulaciones sacroilíacas se producen, fundamentalmente, en la porción sinovial y ligamentosa (superior y posterior), con predominio en el ilion, y suelen ser más evidentes en el tercio inferior de la articulación. Los cambios iniciales consisten en osteoporosis periarticular moteada, pérdida de definición de los límites articulares, erosión superficial y esclerosis focal del hueso subcondral. Si existe progresión radiográfica, puede aparecer una imagen de ensanchamiento del espacio articular que realmente corresponde a una pérdida importante de la densidad ósea yuxtaarticular y de las corticales, las cuales provocan esta imagen (pseudoenchanchamiento), pero que no corresponde a una separación anatómica real de las carillas articulares. En fases más avanzadas, el desarrollo de esclerosis y la disminución del espacio articular produce una anquilosis progresiva, inicialmente en forma de puentes óseos incompletos, que puede terminar en anquilosis completa de la articulación.

La evidencia de sacroilitis continúa siendo un criterio indispensable para el diagnóstico de espondilitis anquilosante (EA) según los criterios modificados de Nueva York^{1,2}. El criterio radiográfico se define por la existencia de sacroilitis bilateral igual o superior a grado 2 o unilateral de grado 3 o 4.

El método utilizado en la práctica totalidad de estudios sobre la progresión del daño estructural en las articulaciones sacroilíacas es el Bath Ankylosing Spondylitis Radiology Index (BASRI). Este índice no difiere de los establecidos por los criterios de Nueva York, que clasifica los cambios de estas articulaciones en grado 0-4 (fig. 1). En la EA, la sacroilitis suele ser bilateral y simétrica, a diferencia de lo que ocurre en pacientes con EA asociada con psoriasis o enfermedad

inflamatoria intestinal. En la mayor parte de los estudios se considera que hay progresión del daño estructural cuando hay un aumento de 1 punto en BASRI de articulaciones sacroilíacas o bien cuando se pasa de criterio de EspAax no radiográfica a criterio de EA.

La radiografía simple de articulaciones sacroilíacas puede utilizarse para controlar el daño estructural aunque no debería repetirse antes de los 2 años según las recomendaciones EULAR³.

Otros signos de progresión radiográfica que pueden observarse en la radiografía de pelvis son la proliferación ósea irregular de las zonas de entesitis, como las tuberosidades isquiáticas (signo de Barbelé) o en cresta ilíaca, que, sin embargo, no se incluyen en las puntuaciones de la valoración y progresión radiográficas.

Tomografía computarizada. Esta técnica de imagen es superior a la radiografía simple en la detección de lesiones estructurales porque presenta mejor definición ósea. Como inconveniente destaca la mayor radiación, por lo que puede ser útil para la evaluación, pero no para el control. Las alteraciones en articulaciones sacroilíacas que pueden observarse son similares a las radiográficas, es decir, pseudoenchanchamiento, erosiones, esclerosis y proliferación ósea. La tomografía computarizada (TC) puede utilizarse para detectar sacroilitis no visualizada en la radiología simple, para el estudio de ciertos hallazgos radiográficos o gammagráficos poco específicos, o para establecer el diagnóstico diferencial de otras patologías, como osteítis condensante del hueso ilíaco, hiperostosis vertebral, infecciones, tumores óseos o metástasis.

Resonancia magnética. Es la técnica de imagen más relevante en el diagnóstico de sacroilitis precoz. Debería constar, como mínimo, de secuencias T1 y STIR (*short time inversion recovery*). Para valorar el daño estructural, es de elección la secuencia T1.

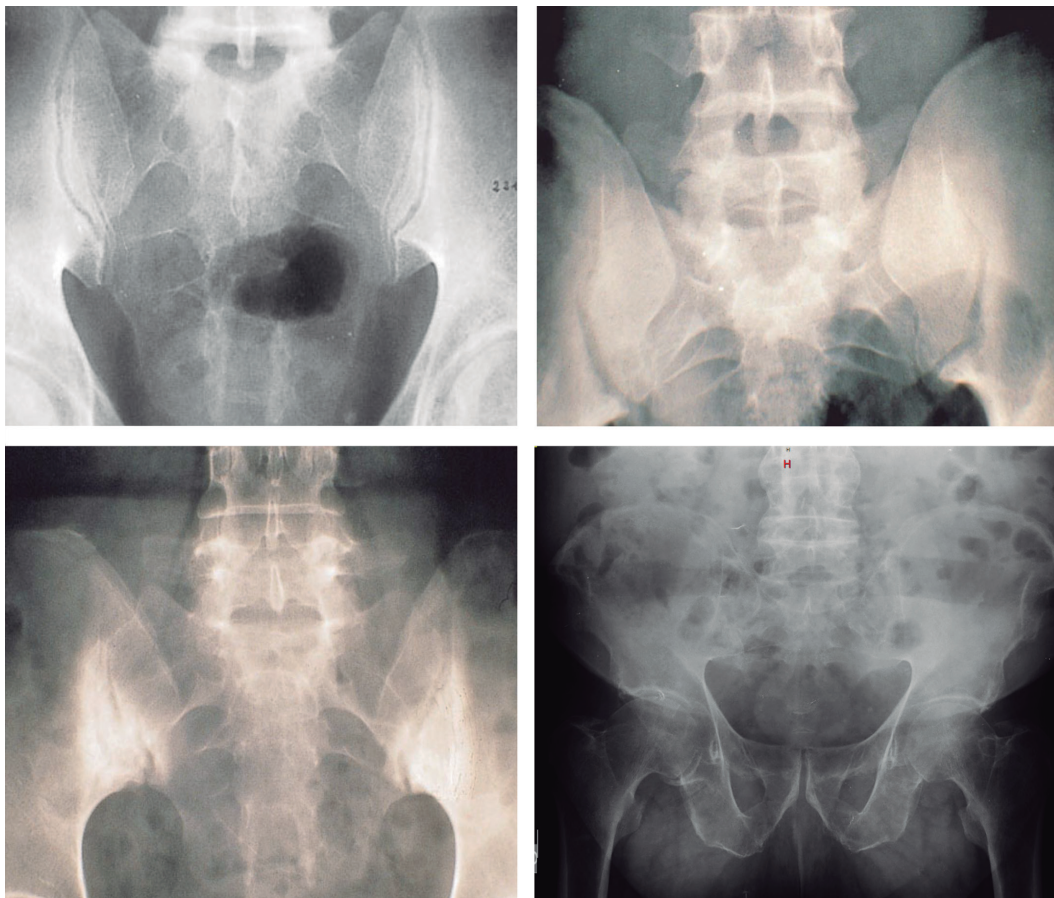


Figura 1. Grados de sacroilitis. En la línea superior, de izquierda a derecha: grados 0 y 2. En la línea inferior, de izquierda a derecha: grados 3 y 4.

Las lesiones estructurales de las articulaciones sacroilíacas incluyen: esclerosis (debe tener una extensión mínima de 5 mm desde el espacio articular para que pueda atribuirse a una EspA), erosiones, metaplasia grasa, puentes óseos o anquilosis.

La resolución de la inflamación en EspAax se asocia con una respuesta tisular reparadora que produce la metaplasia grasa. Este tejido no solo se pone de manifiesto en el hueso subcondral, sino también en sitios de erosión después de la resolución de la inflamación, donde se rellena un espacio creado por el hueso erosionado (fenómeno de relleno o *backfill*). Ambas lesiones se consideran mecanismos reparativos y son fenómenos clave en el desarrollo de la anquilosis⁴.

La valoración de las lesiones óseas en articulaciones sacroilíacas por resonancia magnética (RM) suele llevarse a cabo con los métodos de Berlín y Spondyloarthritis Research Consortium of Canada (SPARCC) aunque este último solo se ha desarrollado para lesiones agudas inflamatorias^{5,6}.

A pesar de que diversos autores han señalado la necesidad de incluir las lesiones estructurales, como erosiones o metaplasia grasa, en los criterios de clasificación ASAS, en la actualidad estos cambios no se han incluido y tampoco está bien establecida la necesidad de su control.

Ecografía. Aunque algunos estudios puedan avalar la utilización de la ecografía para la detección de cambios inflamatorios en articulaciones sacroilíacas, no parece que sea una buena técnica para la detección de daño estructural.

Columna vertebral

Las lesiones vertebrales que configuran el daño estructural incluyen erosiones, proliferación ósea, calcificación discal y metaplasia grasa. Además de los cuerpos vertebrales, también pueden verse afectadas las articulaciones interapofisarias y costovertebrales.

Radiografía simple. La lesión fundamental de las EspA es la entesitis. En la columna vertebral, las zonas de anclaje de los discos intervertebrales a los cuerpos vertebrales se producen mediante estructuras ligamentosas. La inflamación de estas inserciones (entesitis) determinarán la existencia de osteítis en los márgenes vertebrales. Como consecuencia de la osteítis vertebral persistente, pueden observarse erosiones combinadas con esclerosis en los ángulos anterosuperiores y anteroinferiores del margen discovertebral (lesión de Romanus). Cuando la fase erosiva desaparece, queda una esclerosis reactiva llamativa, que produce el signo de la «esquina brillante» o *shiny corner* (fig. 2).

El disco intervertebral también puede desarrollar una espondilodiscitis aséptica o lesión de Anderson, causada por un proceso destructivo o erosivo en la unión discovertebral. El signo radiográfico más característico de la neoformación ósea vertebral es el sindesmófito. Estas lesiones corresponden a exostosis verticales de la columna vertebral que representan la osificación del anillo fibroso. Se inician en el margen vertebral y en su evolución pueden generar la formación de puentes óseos entre vértebras (fig. 3). En su progresión, los sindesmófitos pueden terminar extendiéndose al ligamento vertebral común anterior y al tejido conjuntivo paravertebral adyacente. En fases tardías de la EA, confieren a la columna un contorno ondulado que, en su proyección anteroposterior, presenta una imagen radiográfica conocida como «columna en caña de bambú».

La osteítis vertebral también puede producir un cambio morfológico de las vértebras y lograr que pierdan su concavidad anterior normal y que se muestren como vértebras de aspecto cuadrado (*squaring*). En fases avanzadas de la enfermedad pueden aparecer calcificaciones discales o bien calcificación y posterior osificación de elementos ligamentosos posteriores, como los ligamentos interespinosos y supraespinosos, que producen la imagen en triple raíl.



Figura 2. Lesión de Romanus con esclerosis en ángulo anterosuperior de L3. Cuadratura vertebral asociada en un paciente con espondiloartritis axial. Imagen proporcionada por Manuel Fernández Prada reproducida con permiso de la Sociedad Española de Reumatología (SER).



Figura 3. Sindesmófitos. Imagen reproducida con permiso de la Sociedad Española de Reumatología (SER).

Las articulaciones interapofisarias pueden presentar también erosiones, esclerosis y, con mayor frecuencia, anquilosis (fig. 4). Las articulaciones costovertebrales pueden presentar también estas mismas lesiones crónicas aunque es difícil su visualización por radiografía simple, por lo que en ocasiones será necesaria la práctica de una tomografía computarizada. Para la valoración y seguimiento radiográfico del daño estructural se han validado dos métodos: el Stoke Ankylosing Spondylitis Spine Score modificado (mSASSS, por sus siglas en inglés) y el Bath Ankylosing Spondylitis Radiology Index (BASRI).

El mSASSS cuantifica el daño de la columna cervical y lumbar en proyección lateral⁷. Incluye desde la esquina anteroinferior de C2 hasta la esquina anterosuperior de D1 y desde la esquina anteroinferior de D12 hasta la esquina anterosuperior de S1, con lo que en total se cuantifican 24 zonas. La puntuación que se otorga a cada lesión va desde 0 hasta 3, por lo que la puntuación global máxima es 72 (puntuación 0 cuando es normal; 1 si hay erosión, esclerosis o cuadratura; 2 si se observa sindesmófito, y 3 si existe puente óseo; fig. 5). Es un método relativamente rápido y fácil de realizar, lo que lo convierte en una herramienta útil para ensayos clínicos.

El BASRI de columna incluye la afectación cervical y lumbar con puntuación de ambas regiones. La cuantificación se realiza sobre la



Figura 4. Afectación interapofisaria posterior en radiografía de perfil de columna cervical. Autor: Xavier Juanola.

columna cervical en proyección lateral y la columna lumbar en posiciones anteroposterior y lateral. Se cuantifica el daño de 0 a 4 según la gravedad: 0 si es normal; 1, posible: sin claros cambios definidos; 2, leve: existencia de alguna erosión, cuadratura, esclerosis o sindesmófitos en 2 vértebras o menos; 3, moderada: sindesmófitos en 3 vértebras o más, con fusión o sin ella, que implica a 2 vértebras; 4, grave: fusión que implica a 3 vértebras o más. Tiene menor sensibilidad al cambio que el mSASSS y se alcanza antes la mayor puntua-

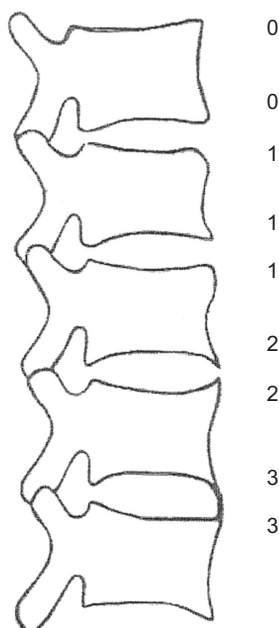


Figura 5. Representación gráfica de la puntuación Stoke Ankylosing Spondylitis Spine Score modificado (mSASSS)⁷.

ción cuando los signos radiográficos pueden continuar empeorando. No obstante, puede ser una herramienta adecuada para el seguimiento de la enfermedad en la práctica clínica habitual.

Disponemos de otro método de puntuación, el Radiographic Ankylosing Spondylitis Spinal Score (RASSS), que incluye las vértebras torácicas inferiores, pero ha sido utilizado en muy pocos estudios^{8,9}.

Según las recomendaciones EULAR, la radiografía convencional de columna vertebral se puede utilizar para el control del daño estructural, pero, en la práctica clínica, no se recomienda repetir antes de los 2 años.

Tomografía computarizada. La TC permite objetivar esclerosis y proliferación ósea. Según las recomendaciones EULAR, puede proporcionar información adicional sobre el daño estructural en aquellos casos en que la radiografía convencional sea negativa y no pueda realizarse una RM³.

La TC también puede ser útil para una mejor visualización de las articulaciones esternoclaviculares, costoesternales y costovertebrales, y para el diagnóstico diferencial.

Existe también la TC de baja radiación. Hay trabajos recientes publicados que muestran que esta técnica presenta mayor sensibilidad para la detección de neoformación ósea que la radiografía convencional¹⁰.

Resonancia magnética. La secuencia T1 es la de mayor utilidad para la evaluación de lesiones crónicas, como erosiones, esclerosis ósea, metaplasia grasa, irregularidad de la superficie y neoformación ósea. Entre las ventajas de la RM se incluye el buen perfil de sensibilidad y especificidad para la valoración de partes blandas y discos intervertebrales, y no utiliza radiación ionizante. Como inconvenientes que cabe destacar se encuentran peor accesibilidad y mayor coste que otras técnicas.

Las lesiones estructurales que se valoran en la RM incluyen la metaplasia grasa (fig. 6), las erosiones, los sindesmófitos (difíciles de identificar en RM si no muestran cambios grasos), anquilosis de cuerpos vertebrales y de articulaciones interapofisarias y osificación ligamentosa. Diversos estudios señalan que las zonas de metaplasia



Figura 6. Lesiones de metaplasia grasa en corte sagital de resonancia magnética de columna en T1. Autor: Xavier Juanola.

grasa pueden proceder de lesiones inflamatorias y ser precursoras de neoformación ósea⁹.

Aunque hay diversos métodos de cuantificación de lesiones estructurales, el más utilizado es el ASspiMRI-c (*ankylosing spondylitis [AS] spine magnetic resonance imaging [MRI]-chronic*)¹¹ que valora la columna de C2 a S1 en 23 unidades vertebrales. Se define unidad vertebral como las 2 mitades de 2 vértebras contiguas, la mitad inferior de la vértebra sobre el espacio intervertebral y la mitad superior de la vértebra adyacente, y cada unidad se gradúa como 0: normal; 1: sospecha de esclerosis vertebral inequívoca, cuadratura vertebral o posible sindesmófito; 3: 1-2 sindesmófitos o pequeñas erosiones; 4: más de 2 sindesmófitos, espondilodiscitis o erosiones graves; 5: puentes óseos, y 6: fusión vertebral completa. La puntuación máxima es 138.

Ecografía. No se dispone de evidencia para la utilidad de la ecografía en la valoración de lesiones de daño estructural en la columna vertebral.

Caderas

En EA, entre el 25 y el 35% de los pacientes pueden desarrollar afección radiográfica de caderas. Es característicamente bilateral y simétrica, y se manifiesta como una disminución concéntrica del espacio articular con migración axial de la cabeza femoral y existencia de osteófitos en el acetábulo¹². Como complicación puede acabar desarrollando una anquilosis ósea intraarticular (fig. 7).

La única cuantificación del daño estructural en cadera es el BASRI aunque es poco utilizada. La puntuación es 0: normal, sin alteraciones; 1: sospechosa, sin cambios definidos o estrechamiento focal del espacio articular; 2: leve, estrechamiento concéntrico del espacio articular > 2 mm; 3: moderada, estrechamiento concéntrico del espacio articular ≤ 2 mm o aposición hueso a hueso < 1 cm, y 4: grave, deformidad ósea o aposición hueso a hueso ≥ 1 cm.

El BASRI total añade al BASRI espinal la suma del BASRI de caderas, por lo que puede alcanzar una puntuación máxima de 16.

Artritis psoriásica

La APs puede afectar a las articulaciones sinoviales y cartilaginosas, y a las zonas de entesis. Aunque la distribución articular es variable, suele ser asimétrica. En la valoración inicial de un paciente con diagnóstico de APs se deberían solicitar radiografías de manos, pies y pelvis para el estudio de lesiones de daño estructural. Para el seguimiento de estos pacientes se recomienda realizar un estudio radiográfico anual los primeros 3-4 años y posteriormente según la evolución de la enfermedad.

Articulaciones periféricas

Las articulaciones involucradas con mayor frecuencia son las de las manos (característicamente, las interfalángicas distales) y las muñecas, seguidas de los pies, los tobillos, las rodillas y los hombros.

Radiografía simple. Los hallazgos radiográficos estructurales se pueden agrupar en cambios destructivos y proliferativos. Las erosiones son una característica típica de la APs y aparecen inicialmente en el margen articular para después progresar hacia el hueso subcondral. Esto puede estar acompañado por una proliferación ósea que bordea la erosión. En ocasiones, las erosiones pueden llegar a ser tan extensas que presentan una apariencia de articulación ensanchada en lugar de una disminución del espacio articular.

Los cambios erosivos pueden provocar la resorción completa de los penachos de las falanges distales. En algunos casos se puede producir un afilamiento de la falange proximal junto con un ensanchamiento progresivo de la falange distal con una erosión central, lo que

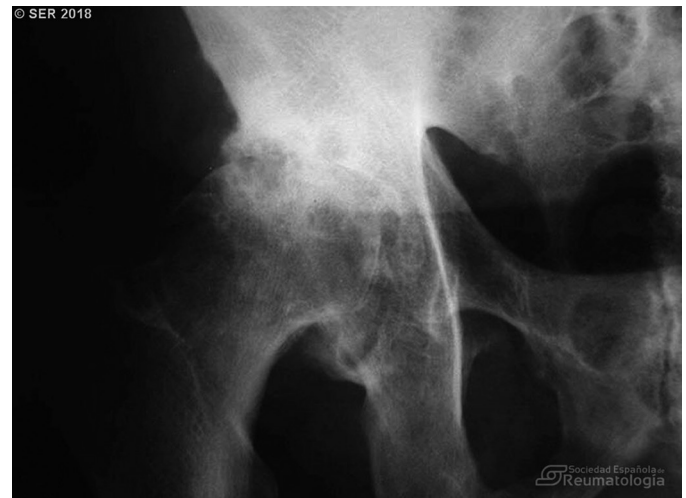


Figura 7. Espondilitis anquilosante. Afectación de la cadera izquierda con cambios erosivos y marcado pinzamiento articular. Sacroilitis de grado 4. Esclerosis y cambios erosivos en sínfisis del pubis. Imagen proporcionada por Eugenio de Miguel reproducida con permiso de la Sociedad Española de Reumatología (SER).

produce la típica imagen de lápiz en copa. Si la osteólisis de las falanges es grave, producirá la forma mutilante.

La formación de hueso nuevo proliferativo, en posible relación con una tenosinovitis local, puede afectar a las falanges, los metacarpianos o los metatarsianos de forma total o parcial. La esclerosis ósea y el engrosamiento trabecular de la esponjosa producirán una falange más densa («falange de marfil»).

Un dato típico de la afectación periférica en la APs es la coexistencia de lesiones en distintos grados evolutivos en un mismo eje o radio. Al mismo tiempo que algunas articulaciones muestran osteólisis, otras demuestran una anquilosis total (fig. 8).

Se han propuesto varios métodos de puntuación para la evaluación del daño estructural en articulaciones periféricas en APs, todos adaptados de sistemas de puntuación existentes para AR. Se recomienda alguno de los índices validados, con preferencia por el índice de Sharp-van der Heijde modificado para la APs¹³. Es un método detallado de evaluación de erosiones, estrechamiento del espacio articular, fenómenos de luxación, anquilosis, osteólisis macroscópica y lápiz en copa. Además de las articulaciones evaluadas para AR, se evalúan las interfalángicas distales de las manos.

Tomografía computarizada. Permite visualizar las erosiones de forma más temprana que la radiografía. Cada vez es menos utilizada en la valoración de lesiones estructurales en APs por su alta radiación. No está indicado su uso para el control.

Resonancia magnética. No existen lesiones estructurales específicas por RM de la APs aunque las lesiones de daño crónico que podrán visualizarse son las erosiones y la periostitis. Aún no disponemos de suficiente evidencia para su uso en el control de la enfermedad.

Ecografía. Es de gran utilidad en pacientes con APs por su posibilidad de evaluar articulación, tendón, entesis, uña y piel. Si nos centramos en el daño estructural, las lesiones que puede detectar a nivel periférico son erosiones, daño del cartílago articular y calcificaciones en las entesis o intratendinosas. Otras lesiones estructurales visibles por ecografía en la APs incluyen los entesófitos (excrecencias óseas detectables en la zona distal de la inserción tendinosa) y las calcificaciones en el área de entesis. En algunos casos pueden observarse irregularidades del contorno óseo en la zona de entesis, con aspecto en «dientes de sierra».



Figura 8. Imagen izquierda superior: artritis psoriásica. Afectación de interfalángicas distales. Imagen derecha superior: artritis psoriásica. Artritis mutilante; afectación de pies. Imagen izquierda inferior: artritis psoriásica. Lesiones radiográficas en la forma mutilante. Imágenes proporcionadas por Eugenio de Miguel (superiores), Antonio Naranjo (izquierda inferior) y Javier Calvo y Cristina Campos (derecha inferior), y reproducidas con permiso de la Sociedad Española de Reumatología (SER).

Columna vertebral y articulaciones sacroilíacas

Los cambios radiográficos de la articulación sacroilíaca en APs son muy similares a los de la EA. Como diferencias, en la APs la sacroilitis puede ser unilateral o asimétrica (hecho que puede hacernos sospechar la existencia de psoriasis asociada) y presenta anquilosis con menos frecuencia.

En la columna vertebral, los cambios también pueden ser similares a la EA, pero en este caso los sindesmófitos tienden a ser más gruesos, asimétricos y con tendencia a separarse de los bordes vertebrales (sindesmófitos atípicos o parasindesmófitos; fig. 9). La osteítis

y la cuadratura de los cuerpos vertebrales son poco frecuentes en la APs. También puede observarse una disminución del espacio articular apofisario, esclerosis y anquilosis, pero en menor frecuencia que en la EA. La afectación de la columna cervical con cambios destructivos avanzados y marcada afectación de articulaciones interapofisarias puede predominar en algunos casos.

Para la valoración del daño estructural axial y de articulaciones sacroilíacas se pueden aplicar los mismos métodos de puntuación que para la EA. Los métodos validados son el BASRI y el mSASSS.

Los hallazgos en RM de columna son, en muchos casos, superponibles a los observados en la EA.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que han recibido ayudas externas relacionadas con la realización del trabajo en forma de retribución económica de Laboratorios Novartis, en concepto de redacción del artículo.

Información sobre el suplemento

Este artículo forma parte del suplemento titulado «Importancia y papel actual de la imagen en las espondiloartritis», que ha sido patrocinado por Novartis.

Bibliografía

1. Sieper J, Rudwaleit M, Baraliakos X, Brandt J, Braun J, Burgos-Vargas R, et al. The Assessment of SpondyloArthritis international Society (ASAS) hand-book: a guide to assess spondyloarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2009;68 (Suppl II):ii1-44.
2. Van der Linden S, Valkenburg HA, Cats A. Evaluation of diagnostic criteria for ankylosing spondylitis. A proposal for modification of the New York Criteria. *Arthritis Rheum* 1984;27:361-7.
3. Mandl P, Navarro-Compán V, Terslev L, Aegerter P, van der Heijde D, D'Agostino MA, et al. EULAR recommendations for the use of imaging in the diagnosis and management of spondyloarthritis in clinical practice. *Ann Rheum Dis.* 2015;74:1327-39.



Figura 9. Evidencia de parasindesmófitos en L2, L3 y L4. Además, presenta sacroilitis bilateral asimétrica, con mayor grado de afectación en la articulación sacroilíaca derecha. Imagen proporcionada por Manuel Fernández Prada reproducida con permiso de la Sociedad Española de Reumatología (SER).

4. Maksymowych WP, Wichuk S, Chiowchanwisawakit P, Lambert RG, Pedersen SJ. Fat metaplasia and backfill are key intermediaries in the development of sacroiliac joint ankylosis in patients with ankylosing spondylitis. *Arthritis Rheumatol.* 2014;66:2958-67.
5. Maksymowych WP, Inman RD, Salonen D, Dhillon SS, Williams M, Stone M, et al. Spondyloarthritis Research Consortium of Canada magnetic resonance imaging index for assessment of sacroiliac joint inflammation in ankylosing spondylitis. *Arthritis Rheum.* 2005;53:703-9.
6. Poddubnyy D, Gaydukova I, Hermann KG, Song IH, Haibel H, Braun J, et al. Magnetic resonance imaging compared to conventional radiographs for detection of chronic structural changes in sacroiliac joints in axial spondyloarthritis. *J Rheumatol.* 2013;40:1557-65.
7. Creemers MC, Franssen MJ, van't Hof MA, Gribnau FW, van de Putte LB, van Riel PL. Assessment of outcome in ankylosing spondylitis: an extended radiographic scoring system. *Ann Rheum Dis.* 2005;64(1):127-9.
8. Ramiro S, van Tubergen A, Stolwijk C, Landewé R, van de Bosch F, Dougados M, et al. Scoring radiographic progression in ankylosing spondylitis: should we use the modified Stoke Ankylosing Spondylitis Spine Score (mSASSS) or the Radiographic Ankylosing Spondylitis Spinal Score (RASSS)? *Arthritis Res Ther.* 2013;15.
9. Baraliakos X, Listing J, Rudwaleit M, Sieper J, Braun J. Development of a radiographic scoring tool for ankylosing spondylitis only based on bone formation: addition of the thoracic spine improves sensitivity to change. *Arthritis Rheum* 2009;61:764-71.
10. De Koning A, de Bruin F, van den Berg R, Ramiro S, Baraliakos X, Braun J, et al. Low-dose CT detects more progression of bone formation in comparison to conventional radiography in patients with ankylosing spondylitis: results from the SIAS cohort. *Ann Rheum Dis.* 2018;77:293-9.
11. Braun J, Baraliakos X, Golder W, Brandt J, Rudwaleit M, Listing J, et al. Magnetic resonance imaging examinations of the spine in patients with ankylosing spondylitis, before and after successful therapy with infliximab: evaluation of a new scoring system. *Arthritis Rheum.* 2003;48:1126-36.
12. Donald Resnick, editor. *Diagnosis of bone and joint disorders*, 4th edition. Philadelphia: WB Saunders, 2002.
13. Van der Heijde D, Sharp J, Wassenberg S, Gladman DD. Psoriatic arthritis imaging: a review of scoring methods. *Ann Rheum Dis.* 2005; 64(Suppl 2):ii61-4.