

# Ultrasonografía musculoesquelética: su utilidad en osteoartritis y artropatías microcristalinas

Marcelo J. Audisio<sup>1</sup>, Edson J. Velozo<sup>2</sup>, Rómulo C. Wong<sup>3</sup>, Ana Bertoli<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Reumatología, Unidad Medicina Interna I, Hospital Nacional de Clínicas, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba. <sup>2</sup>Sanatorio Adventista del Plata. Cátedra de Clínica Médica II, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Adventista del Plata, Libertador San Martín, Entre Ríos. <sup>3</sup>Sección de Reumatología del Hospital Provincial de Rosario. Rosario. <sup>4</sup>Instituto Reumatológico Strusberg. Córdoba.

## Introducción

Entre los principales motivos de consulta al reumatólogo se encuentran entidades tales como la osteoartritis (OA) y las artropatías microcristalinas. Tradicionalmente, la OA ha sido estudiada y clasificada mediante la radiografía convencional. Esta técnica, sin embargo, no demostró ser útil para valorar la evolución de la enfermedad. Asimismo, existe el concepto de OA pre-radiológica, situación en la que existen lesión cartilaginosa y modificaciones en el hueso subcondral que no pueden, por su precocidad, ser detectadas por radiología convencional<sup>1,2</sup>. Existen, igualmente, ciertas limitaciones de la radiología convencional en el diagnóstico de las artropatías microcristalinas sobre todo en lo que se refiere a la detección temprana del depósito de cristales.

Por su parte, numerosos estudios mostraron el potencial de la resonancia magnética nuclear (RMN) y de la ultrasonografía musculoesquelética (USME) en el estudio de las estructuras articulares, incluyendo el cartílago articular<sup>3-7</sup>. La utilización de la RMN se ve limitada por su alto costo y escasa reproducibilidad. La USME permite obtener imágenes de alta calidad con resolución inferior al décimo de milímetro con lo que se obtiene un estudio detallado del cartílago articular, partes blandas periarticulares y del perfil óseo con un costo económico adecuado. En este artículo se revisarán los principales hallazgos US en OA, gota y artropatía por depósito de pirofosfato de calcio dihidrato (PFCD). El objetivo del mismo es transmitir los conocimientos esenciales que todo reumatólogo debe obtener en este campo, así como también discutir las indicaciones formales o a futuro que esta técnica dispone en el diagnóstico y seguimiento de esta población de pacientes.

## Técnica y cortes ecográficos

Para el estudio de las articulaciones, es imprescindible la utilización de ecógrafos de última generación con sonda multifrecuencia que nos permiten una visualización óptima y detallada de las distintas estructuras anatómicas, tanto de las articulaciones pequeñas y superficiales así como de las grandes articulaciones más profundas. De este modo, las articulaciones superficiales y pequeñas deben ser estudiadas con sondas de al menos 12 MHz y las articulaciones profundas y grandes con sondas de 7,5 a 10 MHz.

Por su parte, el Doppler, *particularmente el Doppler de poder*, tiene un papel importante en el estudio de la vascularización sinovial tanto de las articulaciones como de las estructuras sinoviales periarticulares. La detección de inflamación sinovial y tenosinovitis se hace importante ante la sospecha de pacientes con OA erosiva<sup>8</sup> o para determinar los cambios inflamatorios producidos por las artritis microcristalinas.

Para el correcto estudio de las articulaciones, se debe seguir un protocolo de examen estandarizado; esto nos permitirá evaluar correctamente, y sin perder información valiosa, todas las estructuras de la articulación incluyendo la morfología del hueso subcondral y del cartílago articular, así como el contenido de dicha articulación. El cartílago articular se puede visualizar directamente por USME en distintas articulaciones periféricas incluyendo rodillas, codos, hombros, articulaciones metacarpofalángicas (MCF), interfalángicas proximales y metatarsofalángicas (MTF).

Los cortes más utilizados para detectar compromiso por OA o la presencia de depósitos de cristales en cartílago articular son: corte transversal y longitudinal suprarrotuliano de cóndilos femorales con rodilla en máxima flexión, corte longitudinal y transversal a nivel de articulaciones MCF, corte longitudinal y transversal dorsal de las primeras articulaciones MTF<sup>9</sup>.

## Correspondencia

Marcelo J. Audisio, Servicio de Reumatología,  
Hospital Nacional de Clínicas, Santa Rosa 1400, Córdoba Capital.  
E-mail: marceaudisio@gmail.com

## Hallazgos ultrasonográficos en osteoartritis

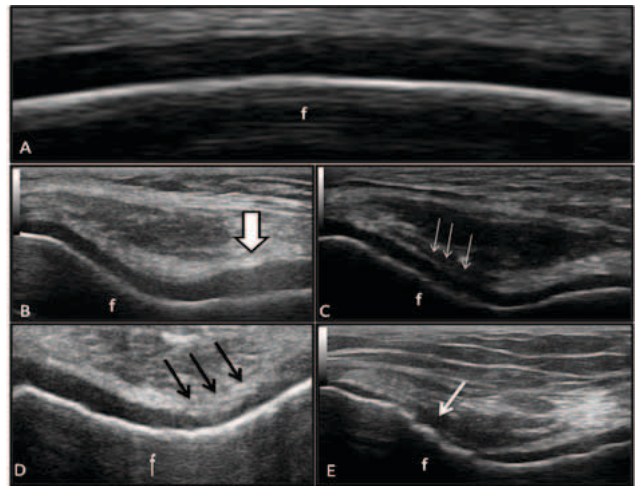
En la OA se pueden detectar cambios a nivel articular y extraarticular. Entre los hallazgos articulares caben mencionar las lesiones del cartílago, presencia de derrame articular y proliferación sinovial, lesiones del perfil óseo (osteofito, erosión) y extrusión meniscal, esta última en rodillas. A nivel extraarticular podemos observar bursitis, gangliones, quiste mucinoso, entesofitos y lesiones tendinosas; estos últimos serán descriptos en otros artículos de esta serie.

### Lesiones del cartílago articular

El cartílago articular normal aparece como una banda anecogénica (negra), homogénea, delimitada por dos bordes de contornos regulares. El borde superior o condrosinovial es más delgado con respecto al borde inferior u osteocondral (Figura 1). Su espesor es variable, dependiendo de la articulación estudiada, siendo mínimo a nivel de la cabeza de las interfalángicas distales (0,1 mm) y máxima a nivel de los cóndilos femorales (hasta 2,5 mm)<sup>10</sup>. Los cambios estructurales del cartílago se pueden detectar en la mayoría de las articulaciones periféricas si se emplea la técnica adecuada. Los signos ecográficos que evidencian patología cartilaginosa secundaria a OA son: pérdida del margen superior, irregularidades en el margen inferior, aumento de la ecogenicidad de la matriz cartilaginosa y disminución focal o simétrica del espesor del cartílago. El hallazgo más temprano es la pérdida del margen condrosinovial con irregularidades en su superficie y pérdida de su nitidez. Posteriormente se observan cambios en el espesor del cartílago con un aumento de la ecogenicidad del mismo, y por último se produce la pérdida focal o difusa del cartílago articular (Figura 1).

### Derrame articular y proliferación sinovial

Por definición, el derrame articular se observa como un material intraarticular, anecogénico o hipocogénico, que no exhibe señal Doppler<sup>11</sup>. En la OA, el derrame articular es, con mayor frecuencia, hipocogénico con la presencia de puntos hiperecogénicos producidos por la presencia de detritos celulares, óseos o cuerpos móviles intraarticulares<sup>11</sup>. La presencia de derrame articular es fácilmente verificable y cuantificable en articulaciones grandes y pequeñas. Puede acompañarse de proliferación sinovial, similar a la que se presenta en enfermedades inflamatorias crónicas. Proliferación sinovial se define con un material intraarticular, hipocogénico o isocogénico en relación a la grasa periar-

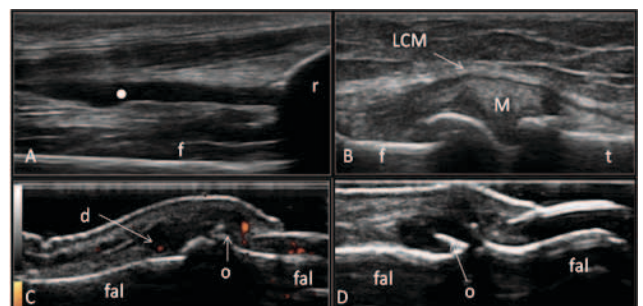


**Figura 1.** Lesiones del cartílago en osteoartritis. A. Cartílago normal: Corte longitudinal cóndilo femoral en máxima flexión. B, C, D y E. Corte transversal de cóndilos femorales en máxima flexión de la rodilla. Se observan distintos grados de afectación del cartílago hialino con aumento de su espesor (B, flecha), irregularidades del margen condrosinovial con reducción difusa del cartílago (C, flechas blancas), disminución focalizada del cartílago (D, flechas negras), pérdida total de la matriz cartilaginosa (E, flecha blanca).

ticular, que puede exhibir señal Doppler<sup>12</sup>. El Doppler de poder permite estudiar la presencia de vascularización en la membrana sinovial (Figura 2).

### Lesiones del perfil óseo

Los osteofitos son las lesiones del perfil óseo más frecuentes. Pueden ser simples o múltiples y se localizan en los bordes articulares (Figura 2). Los mismos son protrusiones



**Figura 2.** Osteoartritis de rodilla. (A) Corte longitudinal dorsal suprapatelar. Imagen revela un área anaecogénica que corresponde a derrame articular (circulo). (B) Corte longitudinal de la cara lateral de la rodilla. Se observa el desplazamiento del ligamento colateral medial (LCM) por la extrusión del menisco (M) y la presencia de osteofitos en fémur y tibia. Osteoartritis de manos. (C y D) Corte longitudinal dorsal de articulación interfalángica distal. Presencia de irregularidades óseas que corresponden a osteofitos (o) y señal Doppler de poder positiva (d). (f) Fémur, (t) Tibia, (r) Rótula, (fal) Falange.

corticales observables en dos planos (transversal y longitudinal) y que, dependiendo de su tamaño, pueden provocar sombra acústica posterior. Son fácilmente identificables en articulaciones tanto grandes como pequeñas, siendo más precoz su identificación por USME que por radiografía convencional<sup>8</sup>. Otros hallazgos pasibles de observar por USME son soluciones de continuidad de la cortical o erosiones, más frecuentes en las articulaciones interfalángicas distales en fases avanzadas de la enfermedad<sup>13</sup>. La USME permite detectar erosiones de la superficie ósea de ubicación central mostrando una buena correlación con la radiografía convencional, adquiriendo de este modo un rol importante en el diagnóstico de la OA erosiva<sup>13</sup>.

### Extrusión meniscal

Es frecuente en la OA de rodillas, especialmente la extrusión del cuerno anterior del menisco medial con desplazamiento del ligamento colateral medial<sup>14</sup>. Con la USME se puede observar y medir el nivel de extrusión (Figura 2).

### Hallazgos ultrasonográficos en gota

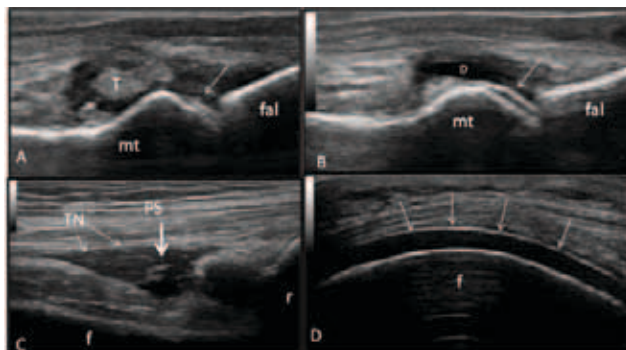
La USME permite identificar una serie de lesiones elementales que, aunque no patognomónicas, orientan al diagnóstico<sup>15</sup>. Entre ellas cabe mencionar el signo del doble contorno, derrame articular, hipertrofia sinovial, erosiones, tofos y alteraciones tendinosas:

#### Signo del doble contorno

Generado por el depósito de cristales de urato monosódico en la superficie del cartílago articular. Aparece como una banda gruesa, hiperecogénica e irregular sobre el margen superficial condrosinovial del cartílago articular (Figura 3). Este signo se produce como consecuencia del aumento de la interface superficial del cartílago, la que se incrementa hasta alcanzar un espesor similar a la del hueso subcondral<sup>16</sup>. Este hallazgo se puede observar en pacientes con gota e, inclusive, en aquellos con hiperuricemia asintomática<sup>11</sup>. Es observable virtualmente en cualquier articulación periférica, siendo más frecuente en la rodilla y en la primera articulación metatarsal.

#### Derrame articular e hipertrofia sinovial

Se observa particularmente durante los episodios de reagudización de gota. El líquido sinovial puede variar de anecogénico a hiperecogénico, dependiendo del tiempo de evolución de la artritis. El llamado patrón en “tormenta de nieve” se refiere a la presencia de cristales de urato mo-



**Figura 3.** Gota. A y B: Corte longitudinal de articulación metatarsofalángica. (A) Se observa la presencia de distensión de la cápsula articular con tofo duro (T) en su interior y signo de la doble línea (flecha blanca). (B) Presencia de derrame articular y signo de la doble línea (flecha blanca). (C) Corte longitudinal suprapatelar: Presencia de proliferación sinovial (PS) e imágenes hiperecogénicas que flotan en el líquido sinovial tipo tormenta de nieve (TN). (D) Corte pararrotuliano longitudinal donde se observa el signo de la doble línea. Observe que el depósito se localiza claramente sobre la superficie condrosinovial.

nosódico que se observan como puntos hiperecogénicos flotando en el líquido sinovial<sup>15</sup> (Figura 4). Estos hallazgos pueden acompañarse de hipertrofia sinovial, que se define como todo material intraarticular, hipocogénico o isoecogénico a la grasa periarticular y que puede exhibir señal doppler de poder.

#### Erosiones

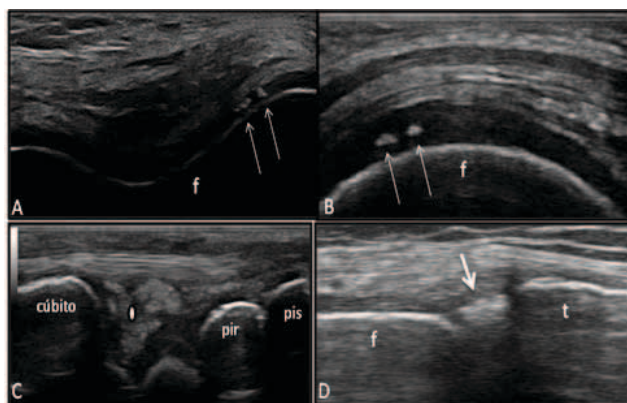
Definidas como una interrupción de la cortical vista en dos planos ortogonales<sup>12</sup>. Las erosiones pueden visualizarse en la cortical articular, entesal y en los tendones.

#### Tofos

Al evaluar tejidos blandos en pacientes con gota, la USME ha demostrado mayor sensibilidad que la RMN para la detección de tofos, principalmente cuando estos son menores a un centímetro. La reproducibilidad de la USME para detectar tofos es muy alta, con un coeficiente de correlación intraclase intraobservador de 0,95 a 0,98 e interobservador de 0,71 a 0,83<sup>15</sup>. De acuerdo al grado de compactación, se pueden observar tofos blandos, duros y mixtos. Los tofos blandos muestran ecogenicidad no homogénea, mientras los duros muestran bandas hiperecogénicas que generan sombra acústica posterior. Los mixtos muestran ambas características (Figura 3)<sup>15</sup>.

#### Signo de la perla

Se trata de una imagen bien definida, hiperecogénica,



**Figura 4.** Condrocalcinosis. (A) Corte transversal cartílago femoral en máxima flexión de rodilla: líneas hiperecogénicas dentro de la matriz cartilaginosa (flecha blanca). (B) Corte pararrotuliano longitudinal: líneas hiperecogénicas dentro de la matriz cartilaginosa (flecha blanca). (C) Corte longitudinal del ligamento triangular: imagen hiperecogénica dentro de la matriz cartilaginosa que corresponde a calcificación (círculo blanco). (D) Corte longitudinal medial de la rodilla: observe la calcificación del menisco medial (flechas negras).

redondeada, de ubicación intratendinosa que corresponde a depósitos de urato monosódico. La presencia de este signo en el US tiene una sensibilidad diagnóstica para gota del 96% y una especificidad del 73%<sup>17</sup>.

#### Hallazgos ultrasonográficos en artropatía por pirofosfato cálcico dihidrato

La USME puede detectar una serie de alteraciones a nivel articular y periarticular, de las cuales el depósito de cristales de pirofosfato de calcio dihidrato a nivel del cartílago hialino, fibrocartílago y áreas de metaplasia condroide es la más significativa.

#### Depósito de cristales de pirofosfato de calcio dihidrato

La USME es una técnica muy sensible y específica para detectar calcificaciones. En este aspecto, ha demostrado una sensibilidad superior a la radiología simple y a la RMN para detectar los depósitos cálcicos<sup>18</sup>. Según distintas publicaciones, las calcificaciones producidas por PFCD es todo depósito hiperecogénico que presente al menos uno de los siguientes patrones<sup>14</sup>:

**Banda delgada hiperecogénica**, paralela a la superficie cartilaginosa y frecuentemente observada en el cartílago femoral de la rodilla. Estas imágenes lineales en la capa media del cartílago son prácticamente

patognomónicas de PFCD cuando están claramente definidas (Figura 4).<sup>19-20</sup>

**Patrón punteado**, compuesto por puntos hiperecogénicos que se localizan frecuentemente en el fibrocartílago triangular del carpo y meniscos de las rodillas (Figura 4) y en los tendones. Este patrón se puede observar también en líquido sinovial.

**Depósitos nodulares u ovals hiperecogénico**, localizados en bursas y recesos articulares. Son de apariencia destellante y crean sombra acústica posterior cuando son mayores a 10 mm.

**Otros hallazgos:** En esta entidad se pueden observar además signos de entesopatía evidenciables como una alteración del espesor y de la ecotextura del tendón, pudiendo mostrar en algunas ocasiones señal Doppler. A su vez, la utilización del Doppler de poder en las articulaciones afectadas permite cuantificar el grado de inflamación. Por último, las alteraciones descritas en la sección de OA pueden, igualmente, aplicarse a esta entidad.

#### Indicaciones del estudio ecográfico

A continuación se enumeran las principales indicaciones para la utilización de la USME en pacientes con OA:

##### 1. Detección de lesiones cartilaginosas

Se ha demostrado la fiabilidad del USME en modelos *in vitro*, para detectar disminución del cartílago comparado con el examen histológico<sup>21-22</sup>. Estudio *in vivo* en cartílago del cóndilo femoral, la USME comparada con la RMN, para detectar disminución del grosor del cartílago, es buena<sup>23</sup>. Comparado con la radiografía convencional, la USME detecta mayor disminución del cartílago en pequeñas articulaciones de las manos<sup>24</sup>. Recientemente se publicó un artículo que investiga la capacidad de la USME para detectar cambios del cartílago utilizando a la artroscopia como estándar de oro<sup>26</sup>. El estudio demuestra claramente que los hallazgos positivos por US son un fuerte indicador de cambios degenerativos del cartílago, pero que los hallazgos negativos no descartan completamente patología cartilaginosa.

##### 2. Detección de alteraciones del perfil óseo

Existe evidencia limitada sobre la validación de detección de osteofitos por esta técnica. En un estudio se demostró que la USME detecta más osteofitos en manos comparado con radiografía convencional<sup>26</sup> debido a la ca-

pacidad de estudiar las articulaciones en múltiples planos, en particular la capacidad para estudiar la región dorsal de la articulación y que no se realiza rutinariamente por radiografía convencional. Además, la USME es una técnica válida y fiable para detectar erosiones en artrosis erosiva de manos cuando se la compara con RMN<sup>27</sup>.

### **3. Diferenciación y cuantificación del grado de derrame articular y/o proliferación sinovial**

Los estudios de validación y reproducibilidad de la USME para detectar derrame y proliferación sinovial son realizados en mayor medida en pacientes con enfermedades inflamatorias, particularmente artritis reumatoidea. Igualmente, se ha demostrado que la US correlaciona moderadamente con RMN y artroscopia de rodillas y detecta mayor hipertrofia sinovial que el examen físico en pacientes con artrosis de rodilla y manos<sup>23,28,29</sup>.

A continuación se enumeran las principales indicaciones para la utilización del US en pacientes con artropatía microcristalina:

#### **1. Detección temprana de depósitos de UMS**

Se han detectado tofos, compromiso tendinoso y signo de la doble línea con buena fiabilidad y concordancia interobservador en pacientes con hiperuricemia asintomática<sup>11,30</sup>.

#### **2. Diagnóstico diferencial de artropatías microcristalinas**

Según la localización del depósito de los cristales, se puede realizar diagnóstico diferencial entre gota y condrocalcinosis ya que el signo de la doble línea se observa solamente en pacientes con gota<sup>18,31</sup> y el depósito del cristal dentro de la matriz cartilaginosa es característico de la condrocalcinosis.

#### **3. Detección y cuantificación de erosiones**

La USME ha demostrado ser tres veces más sensible que la radiografía convencional en la detección de erosiones óseas menores a 2 mm, inclusive en articulaciones que nunca presentaron ataques de gota. Esto evidencia la utilidad de la USME en la identificación de las características ecográficas sugestivas de gota en articulaciones clínicamente silentes<sup>32</sup>.

#### **4. Evaluación del grado de vascularización**

Evidencias preliminares sugieren que el Doppler de poder es útil para identificar inflamación en el tejido

sinovial observándose presencia de señal Doppler en articulaciones con artritis aguda de pacientes con gota y su desaparición con el tratamiento<sup>33</sup>. Aún más, se ha demostrado la presencia de señal Doppler en articulaciones de pacientes con hiperuricemia asintomática<sup>34</sup>. Estos datos sugieren que la US es un método útil para el monitoreo de la gota aguda y detectar sinovitis subclínica<sup>18-35</sup>.

#### **5. Detección de calcificaciones**

Según la localización del depósito, podemos diferenciar la condrocalcinosis de otras enfermedades microcristalinas. Las calcificaciones más comunes en condrocalcinosis son dentro del cartílago articular, fibrocartílago triangular, menisco e intratendinoso, especialmente en el tendón de Aquiles. La sensibilidad de la US para detectar calcificaciones en rodillas, hombros y muñecas es del 84% comparado con la radiografía convencional en la que se detectan solamente en el 13% de los casos. Esto transforma a la ecografía en un método útil para el diagnóstico de enfermedad por PFCD vía detección de calcificaciones<sup>32</sup>.

#### **6. Guía para el intervencionismo (artrocentesis) diagnóstico y/o terapéutico**

La USME nos brinda la posibilidad de realizar artrocentesis e infiltraciones guiadas brindando precisión y seguridad a la práctica.

## **Conclusiones**

La USME permite identificar y cuantificar cambios en el cartílago artrósico, así como lesiones de tejidos blandos intra y periarticulares. Complementa la evaluación clínica mejorando tanto la exploración física como radiológica. Sin embargo, la falta de estandarización en la adquisición y evaluación de los distintos cortes ecográficos son factores que al momento limitan su uso específico y rutinario en la OA.

En la gota y condrocalcinosis, es una técnica válida tanto para diagnóstico como seguimiento de la enfermedad principalmente debido a su capacidad para detectar depósito de cristales en forma más temprana que la radiología convencional. Además, de acuerdo a la localización y disposición del depósito del cristal podemos realizar diagnóstico diferencial entre las distintas artropatías microcristalinas<sup>36</sup>.

Aunque todavía se deben profundizar aspectos sobre la validez y reproducibilidad de esta técnica, tanto para el diagnóstico como el seguimiento de estas entidades,

existen estudios preliminares que avalan su utilización en ambas entidades. Los datos existentes son prometedores y alientan al clínico a continuar utilizándola.

## Agradecimiento

En nombre de GESAR ULTRASONIDO-ECOSAR a Dra. Ana Bertoli (Coordinación científica) y Dr. Guillermo Enrique Py (Coordinación editorial).

## Bibliografía

1. Lysholm J, Hamberg P, Gillquist J. The correlation between osteoarthrosis as seen on radiographs and on arthroscopy. *Arthroscopy* 1987; 3:161-5.
2. Guermazi A, Eckstein F, Hellio Le Graverand-Gastineau MP, et al. Osteoarthritis: current role of imaging. *Med Clin North Am* 2009; 93(1):101-26.
3. Möller I, Bong D, Naredo E, Filippucci E, et al. Ultrasound in the study and monitoring of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2008; 3:4-7.
4. Yoon CH, Kim HS, Ju JH, Jee Whe, et al. Validity of the sonographic longitudinal sagittal image for assessment of the cartilage thickness in the knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol* 2008; 27:1507-16.
5. Chao J, Kalunian K. Ultrasonography in osteoarthritis: recent advances and prospects for the future. *Curr Opin Rheumatol* 2008; 20:560-4.
6. Olivier P, Loeuille D, Watrin A, Walter F, et al. Structural evaluation of articular cartilage: potential contribution of magnetic resonance techniques used in clinical practice. *Arthritis Rheum* 2001; 44:2285-95.
7. Naredo E, Usón J, Cabero F, Cruz A, Crespo M. Un año de experiencia con ecografía en la práctica reumatológica. *Rev Esp Reumatol* 2001; 28: 62-70.
8. Vlychouy M, Koutroumpasz A, Malizosx K, Sakkaszk LI. Ultrasonographic evidence of inflammation is frequent in hands of patients with erosive osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage* (2009).
9. Keen HI, Wakefield RJ, Grainger AJ, Hensor EMA, Emery P, Conaghan PG. Can ultrasonography improve on radiographic assessment in osteoarthritis of the hands? A comparison between radiographic and ultrasonographic detected pathology. *Ann Rheum Dis* 2008; 67:1116-1120.
10. Marwin Gutiérrez, Emilio Filippucci, Marta Aliste, Santiago Ruta, Walter Grassi. La Ultrasonografía y su Rol Actual en la Artrosis. *Rev. Chil. Reumatol.* 2009; 25(1):7-11.
11. Pineda C, Amezcua-Guerra LM, Solano C, Rodriguez-Henriquez P, Hernandez-Diaz C, Vargas A, et al. Joint and tendon subclinical involvement suggestive of gouty arthritis in asymptomatic hyperuricemia: an ultrasound controlled study. *Arthritis Res Ther* 2011; 13:R4.
12. Richard J. Wakefield, Peter V. Balint, Marcin Szku-dlerek, Emilio Filippucci, Marina Bachaus, et al. Musculoskeletal Ultrasound Including Definitions for Ultrasonographic Pathology. *J Rheumatol* 2005; 32:2485-7.
13. Iagnocco A, Meenagh G, Riente L, Filippucci E, Delle Sedie A, Scirè CA, Ceccarelli F, Montecucco C, Grassi W, Bombardieri S, Valesini G. Ultrasound imaging for the rheumatologist XXIX. Sonographic assessment of the knee in patients with osteoarthritis. *Clin Exp Rheumatol* 2010; 28: 643-646.
14. Keen HI, Wakefield RJ, Conaghan PG. A systematic review of ultrasonography in osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2009; 68:611-619. Roemer FW, Crema MD, Trattinig S, Guermazi A. Advances in imaging of osteoarthritis and cartilage. *Radiology*. 2011 Aug; 260(2):332-54.
15. De Miguel E. Role of ultrasound in microcrystalline arthritis. *Reumatol Clin* 2008 Oct; 4S2:50-4.
16. Filippucci E, Scire CA, Delle Sadie A, et al. Ultrasound imaging for the rheumatologist XXXVI. Sonographic assessment of the foot in gout patients. *Clin Exp Rheumatol*. 2011 Nov-Dec; 29(6):901-5.
17. Rettenbacher T, Ennemoser S, Weirich H, Ulmer H, Hartig F, Klotz W, Herold M: Diagnostic imaging of gout: comparison of high resolution US versus conventional X-ray. *Eur J Radiol* 2008, 18:621-630.
18. Thiele RG, Schlesinger N. Ultrasound detects calcium pyrophosphate dehydrate crystal deposition in hyaline cartilage more readily than conventional radiography and MRI in pyrophosphate arthropathy. *Arthritis Rheum*. 2007; 56:S636.
19. Ciapetti A, Filippucci E, Gutierrez M. Calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease: sonographic findings. *Clin Rheumatol*. 2009 Mar; 28(3):271-6.
20. Frediani B, Filippou G, Falsetti P, et al. Diagnosis of calcium pyrophosphate dehydrate crystal deposition disease: ultrasonographic criteria proposed. *Ann Rheum Dis* 2005; 64:638-640.

21. Myers SL, Dines K, Brandt DA, et al. Experimental assessment by high frequency ultrasound of articular cartilage thickness and osteoarthritic changes. *J Rheumatol* 1995; 22(1):109-16.
22. Jurvelin JS, Rasanen T, Kolmonen P, et al. Comparison of optical, needle probe and ultrasonic techniques for the measurement of articular cartilage thickness. *J Biomech* 1995; 28(2):231-5.
23. Tarhan S, Unlu Z. Magnetic resonance imaging and ultrasonographic evaluation of the patients with knee osteoarthritis: a comparative study. *Clin Rheumatol* 2003; 22(3):181-8.
24. S. Saarakkala yz, P. Waris x, V. Waris x, I. Tarkiainen x, E. Karvanen x, J. Aarnio k, J.M. Koski. Diagnostic performance of knee ultrasonography for detecting degenerative changes of articular cartilage. *Osteoarthritis and Cartilage* 20 (2012) 376e381.
25. Keen HI, Wakefield RJ, Grainger AJ, Hensor EMA, Emery P, Conaghan PG. Can ultrasonography improve on radiographic assessment in osteoarthritis of the hands? A comparison between radiographic and ultrasonographic detected pathology. *Ann Rheum Dis* 2008; 67:1116-1120.
26. S. Saarakkala yz, P. Waris x, V. Waris x, I. Tarkiainen x, E. Karvanen x, J. Aarnio k, J.M. Koski. Diagnostic performance of knee ultrasonography for detecting degenerative changes of articular cartilage. *Osteoarthritis and Cartilage* 20 (2012) 376e381.
27. Ruth Wittoek, Lennart Jans, Valérie Lambrecht, Philippe Carron, Koenraad Verstraete, Gust Verbruggen. Reliability and construct validity of ultrasonography of soft tissue and destructive changes in erosive osteoarthritis of the interphalangeal finger joints: a comparison with MRI. *Ann Rheum Dis* 2011; 70:278-283.
28. D'Agostino MA, Conaghan P, Le Bars M, et al. EULAR report on the use of ultrasonography in painful knee osteoarthritis. Part 1: prevalence of inflammation in osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2005; 64(12):1703-9, Epub 2005 May 5.
29. Keen HI, Wakefield RJ, Grainger AJ, et al. An ultrasonographic study of osteoarthritis of the hand: synovitis and its relationship to structural pathology and symptoms. *Arthritis Rheum* 2008; 59(12):1756-63.
30. Rennie G. Howard, Michael H. Pillinger, Soterios Gyftopoulos, Ralf G. Thiele, Christopher J. Swearingen, Jonathan Samuels. Reproducibility of Musculoskeletal Ultrasound for Determining Monosodium Urate Deposition: Concordance Between Readers. *Arthritis Care & Research* 2011; 63 (10):1456-1462.
31. Rettenbacher T, Ennemoser S, Weirich H, Ulmer H, Hartig F, Klotz W, Herold M: Diagnostic imaging of gout: comparison of high resolution US versus conventional X-ray. *Eur J Radiol* 2008, 18:621-630.
32. Wright SA, Filippucci E, McVeigh C, Grey A, McCarron M, Grassi W, Wright GD, Taggart AJ: High-resolution ultrasonography of the first metatarsal phalangeal joint in gout: a controlled study. *Ann Rheum Dis* 2007, 66:859-864.
33. Filippucci E, Ciapetti A, Grassi W. Sonographic monitoring of gout. *Reumatismo* 2003, 55:184-186.
34. Ellabban AS, Kamel SR, Omar HA, El-Sherif AM, Abdel-Magied RA. 1. Ultrasonographic diagnosis of articular chondrocalcinosis. *Rheumatol Int.* 2011 Dec 23.
35. Puig JG, de Miguel E, Castillo MC, Rocha AL, Martinez MA, Torres RJ: Asymptomatic hyperuricemia: impact of ultrasonography. *Nucleosides Nucleotides Nucleic Acids* 2008, 27:592-595.
36. Ellabban AS, Kamel SR, Omar HA, El-Sherif AM, Abdel-Magied RA. 1. Ultrasonographic diagnosis of articular chondrocalcinosis. *Rheumatol Int.* 2011 Dec 23.