

# Artropatías microcristalinas: rol actual de la ultrasonografía

Santiago Ruta<sup>1</sup>, Emilio Filippucci<sup>2</sup>, Marwin R. Gutiérrez<sup>2</sup>, Juan C. Marcos<sup>1</sup>, Walter Grassi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Reumatología, Hospital "Gral. San Martín" de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Cattedra di Reumatologia, Università Politecnica delle Marche. Jesi, Ancona, Italia.

## Resumen

En el transcurso de los últimos años, la ultrasonografía ha generado un interés cada vez mayor en el campo de la reumatología debido a su relevante potencialidad y sus numerosas posibilidades de aplicación. La mayor parte de los estudios científicos se han orientado principalmente hacia la evaluación del potencial de la ultrasonografía en la detección precoz del proceso inflamatorio y del daño articular en pacientes con artritis reumatoidea temprana, en la evaluación de los distintos síndromes regionales dolorosos, en el estudio y monitoreo terapéutico en pacientes con artritis inflamatorias crónicas y en su utilidad como guía para la terapéutica locoregional. Son pocos los estudios que se han avocado a determinar el rol y la potencialidad de este método de imágenes en pacientes con artropatías microcristalinas.

El progreso continuo de la tecnología en el campo de la ultrasonografía musculoesquelética ha generado instrumentos con la capacidad de obtener imágenes de alta resolución que contribuyen a la detección de mínimos depósitos de cristales de urato monosódico y/o de cristales de pirofosfato de calcio, no detectables en muchas ocasiones mediante la radiografía convencional. La presente revisión tiene como objetivo principal demostrar la utilidad de la ultrasonografía en el estudio de pacientes con artropatías microcristalinas mediante la ilustración de los hallazgos ecográficos más representativos de dichas entidades.

**Palabras clave:** artropatías microcristalinas, ultrasonografía, gota, enfermedad por depósito de cristales de pirofosfato cálcico, cristales de urato monosódico, cristales de pirofosfato de calcio.

## Correspondencia

Dr. Santiago Ruta

Servicio de Reumatología, Hospital "Gral. San Martín" de La Plata. (Pabellón Rossi). Calle 1 y 69, La Plata (Buenos Aires-Argentina).

C.P.: 1900. Teléfono: ++54 221 4275061 / Fax: ++ 54 221 4275061

E-mail: santiagoruta@yahoo.com.ar

## Summary

Over the last few years, ultrasonography (US) has gained an increasing popularity among rheumatologists due to its excellent potential and wide spectrum of applications in rheumatology. Most of the published papers focus mainly to demonstrate the utility of US in early and chronic arthritis, regional pain syndromes, short-term therapy monitoring and guidance for invasive procedures. Less attention has been paid to the potential of US in the field of crystalline arthropathies. Recent studies indicate that due to its high resolution power even minimal deposits of monosodium urate and calcium pyrophosphate crystals can be detected by US. The main aim of the present review is to describe the most representative US findings in patients with crystalline arthropathies.

**Key words:** microcrystals arthropathy, ultrasound, gout, calcium pyrophosphate dihydrate deposition disease, monosodic urate crystals, pyrophosphate crystals.

## Introducción

Las artropatías microcristalinas (AM) son un grupo de afecciones caracterizadas por el depósito de cristales a nivel articular y/o periarticular. Dentro de éstas, la gota y la enfermedad por depósito de cristales de pirofosfato cálcico son las formas de más frecuente presentación.

En el transcurso de los últimos años, la ultrasonografía (US) ha generado un interés creciente en el campo de la reumatología debido a su relevante potencialidad y sus numerosas posibilidades de aplicación.

Algunas características propias como: el bajo costo operativo, la inocuidad, el elevado poder de resolución espacial, la ausencia de radiaciones, la reproducibilidad y la excelente aceptabilidad por parte del paciente, hacen de la US una técnica ideal para el estudio de una gran variedad de alteraciones morfoestructurales de los tejidos blandos y/o del cartílago articular en pacientes afectados por enfermedades y síndromes reumatológicos<sup>1-9</sup>.

El progreso continuo de la tecnología en el campo de la US musculoesquelética ha llevado a la producción de equipos que garantizan una elevada calidad de imágenes y un estudio detallado de estructuras con una resolución inclusive menor a 1 milímetro. Esto, por un lado, ha contribuido a aumentar la potencialidad diagnóstica de la US, sin embargo, también ha generado la necesidad de una exhaustiva revisión de la semiología ecográfica del aparato musculoesquelético, llevando a un retardo en el proceso de estandarización de dicho método.

La mayor parte de los estudios científicos se han orientado principalmente al estudio del potencial de la US en la evaluación precoz del proceso inflamatorio y del daño articular en pacientes con artritis reumatoidea temprana, en la utilización como guía para la terapéutica locoregional (artrocentesis y/o infiltraciones) y en su interés como método de estudio y seguimiento terapéutico en pacientes con artritis inflamatorias crónicas<sup>10-15</sup>. Son pocos los estudios que se han avocado a determinar el rol y la potencialidad de este método de imágenes en pacientes con AM<sup>16-21</sup>. A la limitada investigación en este campo han contribuido probablemente el carácter fuertemente operador-dependiente del método y la ausencia de criterios validados que definan la modalidad de adquisición y de lectura de las imágenes ecográficas.

La introducción en el mercado de equipos ultrasonográficos con transductores de alta frecuencia (>15 MHz) constituye un elemento determinante para la progresiva consolidación de la US en el campo de las AM, ya que

permite una detallada evaluación de los depósitos de microcristales en las distintas estructuras anatómicas (articulación propiamente dicha, cartílago hialino, fibrocartílago, tendones y/o tejidos blandos).

Además de la radiografía convencional, otros estudios por imágenes que seguramente permiten una adecuada valoración de las AM son la resonancia magnética, la tomografía computada y la artroscopia; sin embargo, el elevado costo, la posibilidad de radiación y la escasa reproducibilidad, limitan su uso sistemático y difuso<sup>22-26</sup>.

La presente revisión tiene como objetivo principal demostrar la utilidad de la ultrasonografía en el estudio de pacientes con artropatías microcristalinas mediante la ilustración de los hallazgos ecográficos más representativos de dichas entidades.

## Elementos esenciales de semiología ultrasonográfica

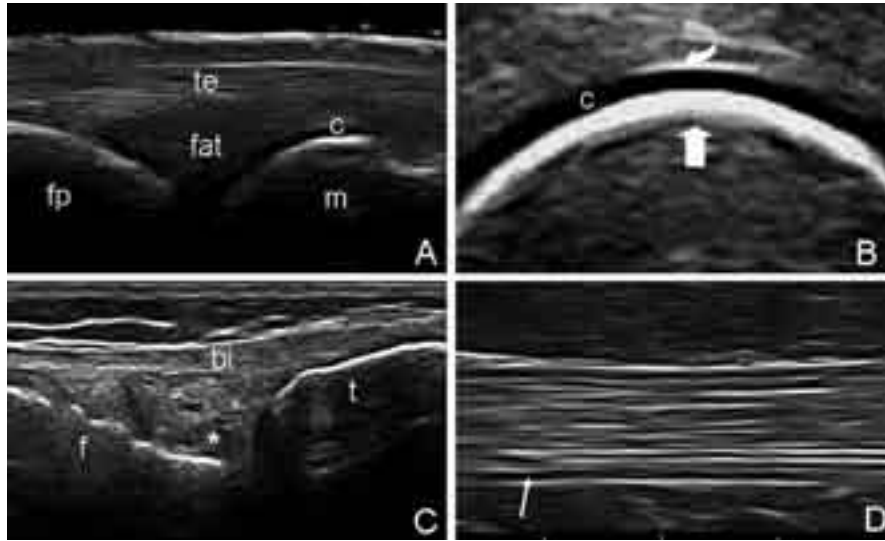
### *Sujeto sano*

La US representa una técnica de imagen que permite un estudio rápido y seguro, tanto de las pequeñas como de las grandes articulaciones.

El perfil óseo es fácilmente reconocible como una línea homogéneamente hiperecogénica; la cápsula articular puede ser individualizada siguiendo el perfil del espacio articular, como un área hipocogénica de forma variable según los distintos cortes estudiados (Figura 1A).

El cartílago hialino aparece como una banda anecogena con márgenes netos y bien definidos. La nitidez de los márgenes y la homogeneidad de su estructura constituyen la expresión ultrasonográfica más característica de esta estructura en el sujeto normal. El margen superficial o condrosinovial aparece más delgado respecto al margen profundo u osteocondral y es claramente visible cuando el haz ultrasonoro se encuentra perpendicular a la superficie cartilaginosa<sup>8,9,17,26</sup> (Figura 1B). A diferencia del cartílago hialino, el fibrocartílago no presenta márgenes hiperecogénicos que lo delimiten y aparece como un área de estructura homogéneamente ecogénica<sup>27,28</sup> (Figura 1C).

Los tendones se caracterizan por su trayecto paralelo respecto a la superficie cutánea y por la típica ecoestructura fibrilar, limitada a aquella porción del tendón que se encuentra estrictamente perpendicular al haz ultrasonoro. Los ecos fibrilares que resaltan en su interior son generados por los septos conectivos. Con el uso de sondas dotadas de altísima frecuencia (>18 MHz), en los tendones provistos de vaina sinovial, es posible observar la presencia



**Figura 1.** Sujeto sano. **A.** Articulación metacarpofalángica. Corte longitudinal dorsal; m = cabeza metacarpiana; fp = falange proximal; te = tendón extensor; fat = fat pad; c = cartilago articular con perfil óseo subyacente. **B.** Cartilago articular de la cabeza metacarpiana. Corte longitudinal dorsal con el dedo flexionado. El cartilago hialino (c) aparece como una banda homogéneamente anecógena delimitada por márgenes regulares y continuos. Se señala que el margen condrosinovial (flecha curva) es más sutil que el osteocondral (flecha). **C.** Menisco. Corte longitudinal lateral con la rodilla en extensión. El menisco lateral (asterisco) aparece como un área triangular homogéneamente ecógena; bi = banda iliotalibial; f = fémur; t = tibia. **D.** Tendón flexor largo del pulgar. Se evidencia la típica estructura fibrilar. La flecha indica la presencia de un delgado espacio anecogénico como expresión de una mínima cantidad fisiológica de líquido sinovial en el interior de la vaina sinovial.

de un delgado espacio anecogénico que circunda al tendón y que representa la mínima cantidad fisiológica de líquido contenida en el interior de dicha vaina<sup>29</sup> (Figura 1D).

### Aspectos técnicos del examen ultrasonográfico

Como en todas sus aplicaciones, el examen ultrasonográfico en el campo de las AM requiere la adopción de una técnica multiplanar con el objetivo de garantizar un amplio campo de estudio.

Cada una de las ventanas acústicas debe ser explorada tanto en cortes longitudinales como transversales, prestando particular atención en posicionar y mantener el haz ultrasonoro perpendicular a la superficie de estudio.

Los cortes de mayor empleo en la identificación de agregados microcristalinos se encuentran resumidos en la Tabla 1.

El estudio ultrasonográfico de los depósitos microcristalinos, desde el punto de vista de la técnica de ejecución, presenta tres importantes particularidades:

1) el examen estático debe ser completado con el examen

dinámico en tiempo real, a fin de confirmar la naturaleza intracartilaginosa o intratendinosa de los “spot” hiperecogénicos (expresión del depósito de microcristales). Los verdaderos depósitos deben movilizarse en paralelo a dichas estructuras;

- 2) es posible utilizar el efecto de anisotropía (variando la inclinación de la sonda) que presentan los tendones para confirmar la naturaleza microcristalina de los depósitos intratendinosos, ya que estos permanecen visibles incluso cuando desaparece la estructura tendinosa por dicho efecto;
- 3) los depósitos microcristalinos presentan una hiperecogenicidad que puede ser visible incluso cuando se aumenta al máximo o se reduce al mínimo la ganancia en la escala de grises, siendo ésta otra característica que ayuda a diferenciar la presencia de depósitos de microcristales.

### Ultrasonografía patológica

#### Gota

Los hallazgos ultrasonográficos en la gota varían según su

Corte ultrasonográfico	Estructura anatómica a evaluar
Corte longitudinal dorsal de las articulaciones metacarpofalángicas con máxima flexión de los dedos de la mano	Cartilago hialino de la cabeza metacarpiana
Corte longitudinal lateral de la muñeca	Fibrocartilago del ligamento triangular del carpo
Corte transversal suprarotuliano con rodilla en máxima flexión	Cartilago hialino del cóndilo femoral
Cortes longitudinal medial y lateral de la rodilla en extensión	Fibrocartilago meniscal medial y lateral
Corte transversal de la sínfisis púbica con paciente en posición supina	Fibrocartilago de la sínfisis púbica
Corte longitudinal de la articulación acromioclavicular	Fibrocartilago articular

**Tabla 1.** Cortes ultrasonográficos más empleados para la identificación de depósitos microcristalinos.

fase clínica. En etapas tempranas, la US permite identificar algunas alteraciones morfoestructurales inespecíficas debidas al compromiso inflamatorio como la distensión de la cápsula articular (con contenido líquido característicamente anecógeno) y el eventual incremento de la perfusión (documentable mediante la técnica power Doppler).

A medida que los ataques se van sucediendo, aumenta la posibilidad de evidenciar cristales de urato monosódico (UMS) en el interior del derrame, que se evidencian ecográficamente como “spot” hiperecogénicos de forma y aspecto irregular que no generan sombra acústica<sup>30,31</sup> (Figura 2A).

En etapas más avanzadas se puede evidenciar el depósito de cristales de UMS en el margen superficial o condrosinovial del cartilago articular, provocando un refuerzo hiperecogénico que incrementa su espesor, inclusive a veces superando el espesor del margen profundo<sup>16,17,28</sup>. Esta alteración en forma característica puede ser detectada aún cuando el haz ultrasonoro no se encuentra perpendicular a la superficie articular<sup>16,17,32</sup> (Figura 2B).

También se pueden hallar, en relación con la duración de la enfermedad, agregados de cristales de UMS a nivel tendinoso que provocan una alteración de la ecoestructura fibrilar normal debido a cambios de la ecogenicidad a dicho nivel<sup>33</sup> (Figura 2C).

En etapas tardías, se pueden visualizar agregados tofáceos en el interior de la cavidad articular, en los tendones y/o en los tejidos blandos (por ejemplo, bursas sinoviales) pudiendo ser fácilmente individualizados por la US como masas de forma y ecogenicidad variable acorde a su consistencia. Los tofos denominados “blandos” (Figura 2D)

no ofrecen resistencia al pasaje de los ultrasonidos y, por lo tanto, no generan cono de sombra posterior, mientras que sí la generan los tofos denominados “duros” impidiendo visualizar las estructuras subyacentes<sup>17</sup>. Los tofos blandos de forma característica presentan un mayor grado de vascularización evidenciable por la técnica power Doppler.

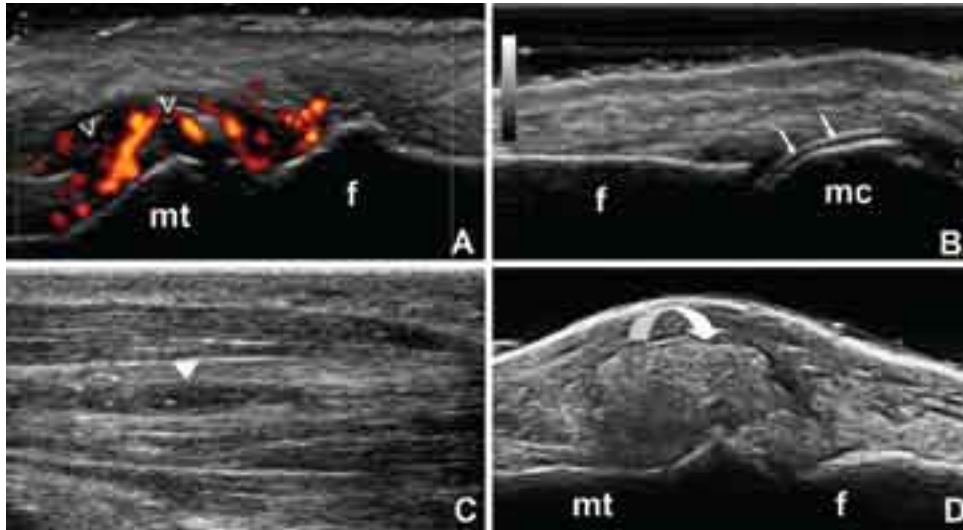
Finalmente, en fases avanzadas también pueden detectarse los procesos erosivos que caracterizan la enfermedad gotosa, presentándose como una discontinuidad e irregularidad del perfil óseo.

*Enfermedad por depósito de cristales de pirofosfato cálcico*  
Como en la gota, también en la artropatía por depósito de pirofosfato cálcico la US permite evidenciar una amplia gama de alteraciones morfoestructurales debidas al depósito de microcristales.

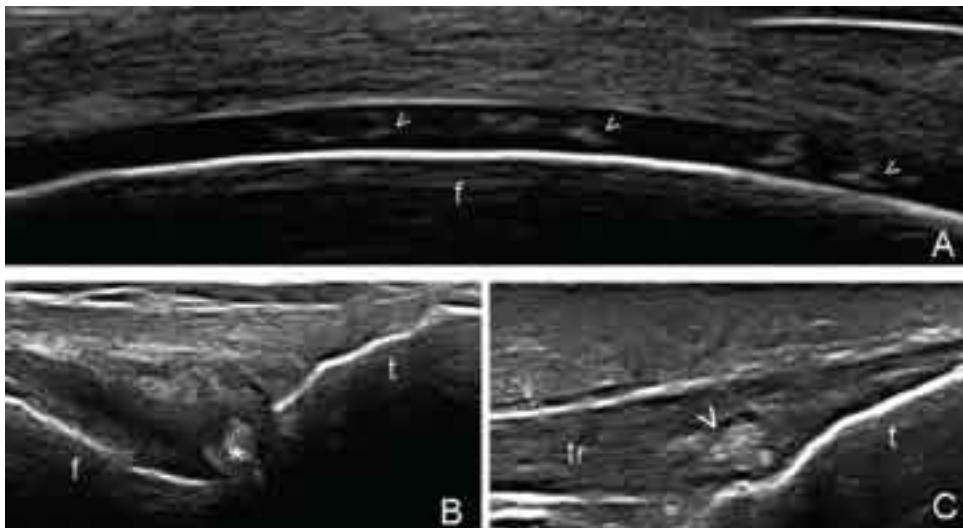
En los derrames articulares, muchas veces se pueden evidenciar delgados “spot” hiperecogénicos que no generan sombra acústica posterior.

Los cristales de pirofosfato de calcio, a diferencia de los cristales de UMS, se depositan en el interior del cartilago hialino y se visualizan como “spot” hiperecogénicos focales o difusos, reconocibles aún cuando se trata de microagregados. Estos depósitos no generan en la mayor parte de los casos sombra acústica posterior<sup>17-21</sup> (Figura 3A).

A nivel del fibrocartilago (tanto a nivel de los meniscos en la rodilla o del ligamento triangular en la muñeca), la US permite el reconocimiento de los depósitos de cristales de pirofosfato de calcio que se muestran como agregados hiperecogénicos de forma variable. Como se comentó pre-



**Figura 2.** Gota. **A.** Primera articulación metatarsofalángica. Corte longitudinal dorsal. Distensión de la cápsula articular con presencia en su interior de “spot” hiperecogénicos (puntas de flecha) que indican la presencia de depósitos de cristales de UMS. Nótese la intensa señal power Doppler distribuida en el interior de la cápsula articular. mt = cabeza metatarsiana; f = falange proximal. **B.** Articulación metacarpofalángica. Corte longitudinal dorsal con el dedo en semiflexión. Se pone en evidencia el aumento del espesor del margen superficial o condrosinovial del cartílago hialino (flechas) debido al depósito de cristales de UMS a dicho nivel. mc = cabeza metacarpiana; f = falange proximal. **C.** Flexor largo del pulgar en corte longitudinal. Nótese la pérdida de la estructura fibrilar normal debido a la presencia de una formación tofácea hipoanecogénica (punta de flecha). **D.** Primera articulación metatarsofalángica. Corte longitudinal dorsal. Obsérvese la característica agregación de los depósitos de cristales de UMS en un tofo blando (flecha curva) que característicamente no genera sombra acústica posterior. mt = cabeza metatarsiana; f = falange proximal.



**Figura 3.** Enfermedad por depósito de cristales de pirofosfato de calcio. **A.** Cartílago hialino de la rodilla. Corte transversal parapateliano. Múltiples depósitos calcíficos (puntas de flecha) en el interior del cartílago hialino que no generan cono de sombra posterior. f = fémur. **B.** Fibrocartilago meniscal lateral de la rodilla. Corte longitudinal lateral con la rodilla en extensión. Obsérvese el agregado de cristales de pirofosfato de calcio a dicho nivel (asterisco); f = fémur; t = tibia. **C.** Inserción distal del tendón rotuliano. Corte longitudinal. Nótese la interrupción de la ecoestructura tendinosa por la presencia de una formación hiperecogénica (punta de flecha) debido al depósito de cristales de pirofosfato de calcio; tr = tendón rotuliano; t = tibia.

viamente, el estudio dinámico mediante movimientos de flexión/extensión de la rodilla y lateralización interna y externa de la muñeca, permite demostrar la exacta localización de los depósitos cristalinos a nivel del fibrocartílago<sup>17</sup> (Figura 3B).

Las calcificaciones intratendinosas se presentan en el examen ecográfico con un aspecto hiperecogénico de distinta forma y tamaño, que altera la normal ecoestructura fibrilar del tendón (Figura 3C).

## Conclusión

La US se perfila como un método de apoyo para el estudio y diagnóstico del paciente con sospecha de AM.

Una correcta utilización de la US en la práctica clínica reumatológica presupone un riguroso enfoque metodológico y bases sólidas respecto al conocimiento anatomoclínico.

La limitada cantidad de guías o lineamientos en relación a problemas de naturaleza principalmente técnica e interpretativa constituyen actualmente uno de los factores que mayormente condiciona el uso de la US en las AM.

La posibilidad de estudiar varias regiones anatómicas en un tiempo breve respecto a otras técnicas de imágenes y otras ventajas como la inocuidad, el bajo costo operativo, la reproducibilidad, la aceptación por parte del paciente y la ausencia de radiaciones, transforman a la US en una técnica de imágenes ideal para el diagnóstico, seguimiento evolutivo y evaluación de la eficacia del tratamiento en las AM<sup>34</sup>. También es de destacar su utilidad como guía para la aspiración incluso de pequeñas cantidades de líquido de forma eficaz y segura y, en caso de ser necesaria, la realización de terapéutica local.

Como ya se ha logrado principalmente en el campo del estudio ultrasonográfico en pacientes con artritis reumatoidea, es de esperar en un futuro inmediato la estandarización de los distintos parámetros ultrasonográficos que harán posible la utilización sistemática de esta técnica en el ámbito de las AM.

## Bibliografía

1. Meenagh G, Filippucci E, Taggart A, Grassi W. Ultrasonography in rheumatology: developing its potential in clinical practice and research. *Rheumatology* 2007;46:3-5.
2. Grassi W, Filippucci E. Ultrasonography and the rheumatologist. *Curr Opin Rheumatol* 2007;19:55-60.
3. Schmidt WA, Schmidt H, Schicke B, Gromnica-Ilhe E. Standard reference values for musculoskeletal ultrasonography. *Ann Rheum Dis* 2004; 63:988-994.
4. Filippucci E, Iagnocco A, Meenagh G, Delle Sedie A et al. Ultrasound imaging for the rheumatologist VII. Ultrasound imaging in rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol* 2007;25:5-10.
5. Kane D, Grassi W, Sturrock R, Balint PV. Musculoskeletal ultrasound-a state of the art review in rheumatology. Part 2: Clinical indications for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Rheumatology* 2004.
6. Filippucci E, Iagnocco A, Meenagh G, Riente L, Delle Sedie A et al. Ultrasound imaging for the rheumatologist. *Clin Exp Rheumatol* 2006;24:1-5.
7. Brown AK, O'connor PJ, Roberts TE et al. Recommendations for musculoskeletal ultrasonography by rheumatologists. *Arthritis Rheum* 2005;53:83-92.
8. Grassi W, Cervini C. Ultrasonography in rheumatology: an evolving technique. *Ann Rheum Dis* 1998;57:268-71.
9. Grassi W, Lamanna G, Farina A, Cervini C. Sonographic imaging of normal and osteoarthritic cartilage. *Semin Arthritis Rheum* 1999; 28:398-403.
10. Meenagh G, Filippucci E, Busilacchi P, Grassi W. Three-dimensional power Doppler sonography in short-term therapy monitoring of rheumatoid synovitis. *Rheumatology* 2007;46:1736.
11. Filippucci E, Iagnocco A, Salaffi F, Grassi W. Power Doppler sonography monitoring of synovial perfusion at the wrist joints in patients with rheumatoid arthritis treated with adalimumab. *Ann Rheum Dis* 2006;65:1433-7.
12. Hazy MD, Slavotinek J, Smith MD. Role of ultrasound in assessment of early rheumatoid arthritis. *Australas Radiol* 2007;51:120-6.
13. Naredo E, Collado P, Cruz A, Palop MJ, Cabero F, Richi P, Carmona L, Crespo M. Longitudinal power Doppler ultrasonographic assessment of joint inflammatory activity in early rheumatoid arthritis: predictive value in disease activity and radiologic progression. *Arthritis Rheum* 2007;57:116-24.
14. Wakefield RJ, Gibbon WW, Conaghan et al. The value of sonography in the detection of bone erosions in patients with rheumatoid arthritis: a comparison with conventional radiography. *Arthritis Rheum* 2002;46:1969-70.
15. Koski JM. Ultrasound guided injections in rheumatology. *J Rheumatol* 2000;27:2131-8.
16. Thiele RG, Schlesinger N. Diagnosis of gout by ultrasound. *Rheumatology* 2007;46:1116-21.
17. Grassi W, Meenagh G, Pascual E, Filippucci E. "Crystal clear"-sonographic assessment of gout and calcium pyrophosphate deposition disease. *Semin Arthritis Rheum* 2006;36:197-202.

18. Filippou G, Frediani B, Lorenzini S, Galeazzi M, Marcolongo R. A "new" technique for the diagnosis of chondrocalcinosis of the knee: sensitivity and specificity of high-frequency ultrasonography. *Ann Rheum Dis* 2007;66:1126-8.
19. Frediani B, Filippou G, Falsetti P et al. Diagnosis of calcium pyrophosphate dihydrate crystal deposition disease: ultrasonographic criteria proposed. *Ann Rheum Dis* 2005;64:638-40.
20. Foldes K. Knee chondrocalcinosis: an ultrasonographic study of the hyalin cartilage. *Clin Imaging* 2002;26:194-6.
21. Sofka CM, Adler RS, Cordasco FA. Ultrasound diagnosis of chondrocalcinosis in the knee. *Skeletal Radiol* 2002;31:43-5.
22. Beltran J, Marty-Delfaut E, Bencardino J et al. Chondrocalcinosis of the hyaline cartilage of the knee: MRI manifestations. *Skeletal Radiol* 1998;27:369-74.
23. Kaushik S, Erickson JK, Palmer WE et al. Effect of chondrocalcinosis on the MRI imaging of knee menisci. *Am J Roentgenol* 2001;177:905-9.
24. Abreu M, Johnson K, Chung CB, et al. Calcification in calcium pyrophosphate dihydrate (CPPD) crystalline deposits in the knee: anatomic, radiographic, MR imaging, and histologic study in cadavers. *Skeletal Radiol* 2004;33:392-8.
25. Fisseler-Eckhoff A, Müller KM. Arthroscopy and chondrocalcinosis. *Arthroscopy* 1992;8:98-104.
26. Grassi W, Filippucci E, Farina A. Ultrasonography in osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 2005;34:19-23.
27. Ciaran F, Anthony D, Neil J et al. High resolution sonography of the triangular fibrocartilage. Initial experience and correlation with MRI and arthroscopic findings. *Ann Journ Rheum* 182:333-336.
28. Martino F, Silvestri E, Grassi W et al. *Ecografia dell'apparato osteoarticolare*. Springer-Verlag 2006;115-60.
29. Busson J, Thelen P. Ultrasonography of muscles and tendons. *J Radiol* 2000;81:317-29.
30. Grassi, Salaffi F, Filippucci E. Ultrasound in rheumatology. *Best pract Res Clin Rheumatol* 2005;19:467-485;
31. Filippucci, Ciapetti A, Grassi W. Sonographic monitoring of gout. *Reumatismo* 2003;55:184-186;
32. Perez-Ruiz F, Naredo E. Imaging modalities and monitoring measures of gout. *Curr Opin Rheumatol* 2007;19:128-33.
33. Gerster JC, Landry M, Dufresne L et al. computed tomography provides specific images compared with magnetic resonance imaging and ultrasonography. *Ann Rheum Dis* 2002; 61:52-54.