

Ultrasonografía musculoesquelética: su papel actual en el campo de la reumatología

Santiago Ruta¹, Marwin R. Gutiérrez², Emilio Filippucci², Juan C. Marcos¹, Walter Grassi²

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

² Cattedra di Reumatologia, Università Politecnica delle Marche, Jesi, Ancona, Italia.

Resumen

En los últimos años, la ultrasonografía del aparato musculoesquelético ha ido generando cada vez mayor interés en el campo de la reumatología.

Con la introducción de sondas de alta frecuencia (>13 MHz) se ha logrado obtener una detallada y clara visualización de las pequeñas articulaciones y de los tejidos blandos, lo que ha permitido, no sólo detectar de forma precoz los distintos procesos patológicos articulares y/o periarticulares (y consecuentemente la posibilidad de instaurar tratamientos en forma temprana y adecuada), sino que también ha convertido a la ultrasonografía en una herramienta de excelente ayuda para el monitoreo de la evolución y el grado de respuesta al tratamiento en distintas enfermedades de interés reumatológico.

Es importante destacar que la consolidación de este método en el campo reumatológico es relativamente reciente y con un amplio camino por recorrer.

La larga curva de aprendizaje, el carácter operador-dependiente, el alto costo del equipo y el difícil acceso a determinadas áreas anatómicas debido a la presencia de barreras acústicas, representan en este momento las principales limitaciones de la ultrasonografía.

Palabras clave: ultrasonografía, reumatología, artropatías microcristalinas, artritis temprana, síndromes regionales dolorosos, patología tendinosa.

Summary

In recent years, musculoskeletal ultrasound has generated a particular interest in rheumatology field.

With the introduction of high frequency probes a clear and detailed visualization of the small joints and soft tissues has been achieved, which has allowed not only the early detection of the different articular and periarticular pathologic processes (and the opportunity to treat fast and early this processes), but has turned ultrasound into an excellent tool for monitoring evolution and degree of the response to treatment in different rheumatological diseases.

It is important to highlight that introduction of the ultrasound in rheumatology is a contemporary approach.

At present time, the main limitations of the ultrasound in rheumatology are the large training period, the operator dependent characteristic of this procedure, the high cost of the equipment and the difficult access to certain anatomic areas due to presence of acoustic boundaries.

Key words: ultrasound, microcrystals arthropathy, early arthritis, pain regional syndrome, tendinous pathology.

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

Introducción

Durante los últimos años, la ultrasonografía (US) del aparato musculoesquelético ha ido despertando cada vez mayor interés en los reumatólogos, permitiendo su gradual inclusión en el campo de la reumatología llegando a ser un método de uso casi rutinario en la práctica cotidiana en algunos centros.

Los constantes avances en el campo de la US musculoesquelética no sólo la perfilan como un método capaz de detectar de forma precoz los distintos procesos patológicos (y consecuentemente la posibilidad de instaurar tratamientos en forma temprana y adecuada) sino que también como una herramienta de excelente ayuda en el monitoreo de la evolución de la enfermedad y en el grado de respuesta al tratamiento. Estas características junto a otras como la inocuidad, el bajo costo operativo y la posibilidad del estudio en tiempo real y dinámico han convertido a la US, como ya se mencionó, en un método de interés creciente en el campo reumatológico. Sin embargo, es importante destacar que su consolidación es relativamente reciente y con un amplio camino por recorrer¹⁻⁴. El retraso en su difusión puede deberse por un lado a aspectos de índole técnica, operativa e interpretativa relacionada con la escasa organización de cursos y talleres orientados a su aprendizaje y a la demostración de su utilidad, y por otro lado, a la limitada cantidad de grupos dedicados a la confección de “guías” para la utilización de la US en el campo musculoesquelético.

Además de la radiografía convencional, distintos métodos de imágenes como la resonancia magnética, la tomografía computada y la gammagrafía pueden tener un papel determinante en el diagnóstico, en la evaluación del daño anatómico y en el monitoreo de la respuesta terapéutica⁵⁻⁷. Sin embargo, el elevado costo, la escasa posibilidad de reproducibilidad, la ausencia de inocuidad y la exposición a radiaciones han limitado su empleo sistemático⁸⁻¹¹.

Evolución de los equipos ultrasonográficos y sus posibilidades de aplicación

Hasta la década de los años 80, los equipos ultrasonográficos disponibles estaban dotados de transductores que no superaban los 10 MHz de frecuencia. Si bien esto permitía una adecuada visualización de las grandes articulaciones, limitaba el estudio de las denominadas pequeñas y, por lo tanto, la posibilidad de detectar aquellos cambios morfoestructurales mínimos que asumen una importancia relevante en la comprensión de la fisiopatología de diversos sín-

dromes reumatológicos. Con la introducción, en los años 90, de sondas de alta frecuencia (>13 MHz) se ha logrado una mejor y detallada visualización de los tejidos blandos y de las pequeñas articulaciones. Por consiguiente, actualmente es posible estudiar con mayor detalle distensiones mínimas de la cápsula articular, detectar derrames exudativos y/o proliferativos ya sean intra y/o periarticulares, reconocer procesos erosivos (inclusive no detectables con la radiología convencional), explorar la estructura de los tendones y músculos, evaluar el espesor y el perfil del cartílago articular, individualizar compresiones y/o anomalías morfoestructurales de los nervios periféricos, cuerpos libres intraarticulares o tendinosos, alteraciones capsuloligamentosas y/o meniscales o alteraciones de la piel y sus anexos¹²⁻²⁰.

Principales indicaciones de la US en reumatología

La utilidad de la US no está solamente confinada al diagnóstico de las enfermedades y síndromes de interés reumatológico sino que permite también obtener información acerca de la fisiopatología de las distintas entidades que involucran los tejidos blandos.

Las principales indicaciones de la US en el campo de la reumatología se encuentran resumidas en la Tabla 1 y son:

1. *Estudio de los síndromes regionales dolorosos en sus distintas etapas de presentación.* En estos casos, la información ultrasonográfica se transforma en un complemento de la anamnesis y del examen físico, brindando además la posibilidad del estudio dinámico, que facilita un diagnóstico preciso basado en la identificación de las alteraciones morfoestructurales específicas de cada síndrome^{21,22}.

Estudio de los síndromes regionales dolorosos
Identificación de cambios morfoestructurales a nivel de los tendones
Estudio del cartílago articular
Evaluación de pacientes con artritis inflamatoria temprana o establecida
Estudio de los nervios periféricos
Guía para la realización de procedimientos invasivos

Tabla 1. Principales indicaciones de la US en el campo de la reumatología.

2. *Estudio e identificación de cambios morfoestructurales a nivel de los tendones.* La US puede ser considerada uno de los métodos de imagen de elección para el estudio de los tendones. Estos pueden ser explorados a lo largo de todo su trayecto hasta su inserción.

La distensión de la vaina sinovial, la pérdida de la ecoestructura fibrilar del tendón y de la definición de los márgenes tendinosos son las alteraciones más frecuentes en el curso de la patología tendinosa²³.

En los tendones sin vaina sinovial es posible identificar alteraciones como el aumento del espesor tendinoso (con alteraciones variables de la ecoestructura interior acorde a la fase del proceso inflamatorio) y la presencia de otros hallazgos patológicos como calcificaciones, depósitos tofáceos y/o entesofitos^{24,25}. Finalmente, la técnica power Doppler permite documentar adecuadamente el estudio perfusional de las entesis que revisten gran importancia en las espondiloartropatías seronegativas (Figura 1).

3. *Estudio del cartílago articular.* La US permite un estudio adecuado tanto del cartílago hialino como del fibrocartílago, posibilitando la documentación del daño cartilaginoso y su respectiva evolución, ya sea en los procesos degenerativos como en los inflamatorios crónicos. También ayuda en la identificación de depósitos de cristales (agregados hiperecogénicos en el interior del cartílago hialino y/o fibrocartílago en la condrocalcinosis o aumento del espesor y de la reflectividad del margen superficial del cartílago hialino por el depósito de cristales de urato monosódico en la gota)^{1-3,25}, contri-

buyendo al proceso diagnóstico en las artropatías microcristalinas.

4. *Evaluación de pacientes con artritis inflamatoria temprana o establecida.* Este es uno de los campos más investigados donde la US ha demostrado cumplir un rol fundamental debido a su capacidad en la detección temprana del compromiso inflamatorio y del daño anatómico (Figura 2). Los equipos ultrasonográficos de última generación provistos de altas frecuencias Doppler (7-12.5 MHz) brindan la posibilidad de una excelente detección del aumento de la perfusión de los tejidos blandos. Si bien en este terreno de la US todavía no existen evidencias sólidas, estudios recientes hacen pensar que será uno de los campos de mayor crecimiento de la US en los próximos años²⁶⁻²⁷. Por otro lado, algunos autores demostraron que la US es comparable en términos de sensibilidad a la resonancia magnética en la detección de cambios inflamatorios y alteraciones erosivas en forma precoz^{28,29}.

5. *Estudio de los nervios periféricos.* Con la alta resolución que ofrecen los transductores de nueva generación es posible individualizar detalles anatómicos con una precisión similar a la de la resonancia magnética y documentar una gran variedad de patologías que afectan a los nervios periféricos^{30,31}. Entre las mayores indicaciones se encuentran las neuropatías de atrapamiento (síndrome del túnel carpiano, por ejemplo) donde el estudio ultrasonográfico de las características morfológicas y ecoestructurales de los nervios, brindan información de gran utilidad clínica que permite demostrar

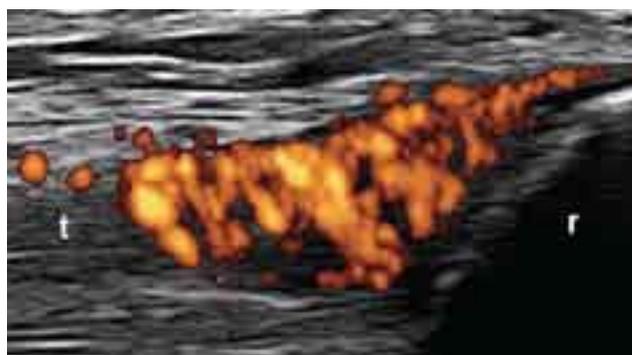


Figura 1. Espondiloartropatía seronegativa. Corte longitudinal suprarrotuliano con rodilla en extensión. Se evidencia una intensa señal power Doppler en la zona de inserción del tendón del cuádriceps a nivel del polo superior de la rótula indicativo de entesitis. t = tendón del cuádriceps; r = rótula.

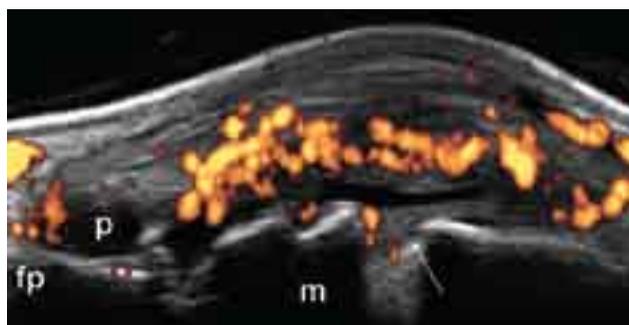


Figura 2. Artritis reumatoidea. Articulación metacarpofalángica. Corte longitudinal dorsal. Nótese la marcada distensión de la cápsula articular con aspectos de proliferación sinovial (p) e intensa señal power Doppler. Además de la sinovitis proliferativa es posible observar la presencia de una interrupción neta del perfil óseo (erosión) a nivel metacarpiano (flecha). m = hueso metacarpiano; fp = falange proximal.

la presencia de alteraciones de diverso tipo (aumento del diámetro transversal del nervio y/o alteraciones de su ecoestructura). La US, además, permite identificar algunas causas secundarias de neuropatías de atrapamiento como: tenosinovitis de los flexores superficiales y profundos de los dedos, quistes ganglionares, sinovitis de las articulaciones radiocarpiana y/o intercarpiana, presencia de músculos accesorios, depósitos tofáceos, las exostosis óseas o las formaciones expansivas¹⁸.

6. *Guía para la realización de procedimientos invasivos.* Por regla general, todo procedimiento invasivo debe ser llevado a cabo de manera tal que asegure precisión, eficacia y seguridad. La US como guía para la artrocentesis, ya sea con objetivos diagnósticos y/o terapéuticos, debe ser considerada como un procedimiento de rigor en pacientes que necesiten de aspiración del líquido sinovial, terapia intraarticular o biopsias, ya que esta técnica permite que la aguja se dirija exactamente hacia el objetivo, brindando seguridad y comodidad tanto al reumatólogo como al paciente³³⁻³⁶.

Equipo ultrasonográfico

El equipo ultrasonográfico “ideal” debe poseer algunos requisitos, como por ejemplo: un juego de sondas que cubran frecuencias entre 5-20 MHz, un módulo Doppler con alta sensibilidad para medir flujos bajos (para un adecuado estudio del grado de perfusión)³⁷⁻³⁹, un software de reconstrucción para la visualización panorámica “extended view function” y un sistema para la evaluación tridimensional. Aunque si bien los dos últimos no aportan una ventaja real en términos de incremento de la capacidad diagnóstica son de gran utilidad para hacer más comprensibles las imágenes ecográficas, incluso a personas con poca experiencia.

Técnica de ejecución del examen ultrasonográfico

La experiencia y habilidad del operador y el correcto posicionamiento del paciente y de la sonda sobre la estructura estudiada son los requisitos más importantes para la realización de un examen ultrasonográfico apropiado.

El paciente debe encontrarse en una posición cómoda que permita una correcta evaluación de la estructura anatómica a estudiar, lo que brindará a su vez mayor comodidad al operador^{40,41}.

Durante el examen ultrasonográfico, el operador debe utilizar ambas manos. La mano derecha que sostiene y guía

la sonda y la izquierda que se encarga de buscar un correcto equilibrio entre las posibilidades de aplicaciones del equipo.

El operador, a través de finos movimientos de la sonda, es el encargado de encontrar el mejor ángulo de incidencia del haz ultrasonoro, el cual debe incidir siempre en forma perpendicular a la superficie de la estructura en estudio, ya que mínimas variaciones en la inclinación de la sonda pueden generar distorsión de la imagen (efecto de anisotropía), conduciendo a errores diagnósticos y/o interpretativos principalmente cuando se estudian estructuras fibrilares como los tendones⁴²⁻⁴⁴.

Es fundamental el estudio de las distintas estructuras anatómicas mediante cortes longitudinales y transversales recurriendo a cortes oblicuos no convencionales de ser necesario.

Se debe prestar particular atención a la presión ejercida con la sonda, ya que una exagerada presión puede ocultar pequeñas colecciones líquidas a nivel de articulaciones, tendones o bursas y a su vez generar artefactos con la técnica de power Doppler.

El examen comparativo es muy importante y ofrece muchas ventajas, ya sea para el reumatólogo que da sus primeros pasos en la US musculoesquelética como para el operador experto, sobre todo cuando se examinan estructuras de particular complejidad anatómica.

Limitaciones

Si bien es muy larga la lista de ventajas que ofrece la US, no debemos olvidar sus limitaciones. La larga curva de aprendizaje, el carácter operador-dependiente, el alto costo del equipo y el difícil y a veces imposible acceso a determinadas áreas anatómicas debido a la presencia de barreras acústicas⁴⁵⁻⁴⁶, representan en este momento las principales limitaciones de la US. De todos modos, exceptuando las barreras acústicas, los demás son obstáculos que seguramente podrán ser superados en el futuro.

Conclusiones

En muchas ocasiones, el diagnóstico de las enfermedades reumáticas puede ser complejo por una serie de aspectos (presentación sintomatológica atípica, subestimación por parte del paciente, enmascaramiento por automedicación) que limitan la expresión de un proceso inflamatorio o degenerativo.

La necesidad actual de la introducción de una terapia

temprana y el seguimiento intensivo de los pacientes con síndromes reumatológicos, requiere actualmente del apoyo de instrumentos altamente sensibles y específicos con adecuada reproducibilidad en la detección de las alteraciones anatómicas precoces provocadas por el proceso inflamatorio. Estos aspectos perfilan a la US como una herramienta de fundamental utilidad.

Los avances tecnológicos constantes en el campo de la US han conducido a una creciente potencialidad de este método de imágenes en la reumatología, tanto desde el punto de vista diagnóstico como en el monitoreo terapéutico de las distintas entidades. La US permite una adecuada y reproducible evaluación de las características morfoestructurales de los tejidos blandos, tanto del sujeto sano como del enfermo reumático. Su correcto empleo en la práctica clínica cotidiana requiere de un método riguroso y de bases sólidas sobre el conocimiento anatomoclínico. También no se debe pasar por alto que algunas particularidades de la imagen ultrasonográfica pueden estar condicionadas a las características del equipo, a la correcta utilización de los parámetros operativos y a la experiencia del operador.

Con el objetivo de hacer más fácil el acercamiento a la US, el grupo de estudio ultrasonográfico EULAR (European League Against Rheumatism) ha propuesto algunas líneas guías preliminares que definen los cortes estándar que deben realizarse en el estudio de las distintas estructuras anatómicas, con la correspondiente galería de imágenes que muestran cuadros sanos y patológicos. Estas líneas guía están disponibles en el sitio web del EULAR Standing Committee on Musculoskeletal Imaging: www.irheum.eu/ultrasound.

Finalmente, la capacidad de poder estudiar múltiples articulaciones en el mismo estudio, la inocuidad, el bajo costo operativo y la excelente aceptabilidad por parte de los pacientes transforman la US en un método de imágenes de elección para el estudio de una amplia gama de patologías de interés reumatológico.

Bibliografía

1. Grassi W, Filippucci E. Ultrasonography and the rheumatologist. *Curr Opin Rheumatol* 2007;19:55-60.
2. Grassi W, Salaffi F, Filippucci E. Ultrasound in rheumatology. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2005;19:467-85.
3. Filippucci E, Iagnocco A, Meenagh G, Riente L et al. Ultrasound imaging for the rheumatologist. *Clin Exp Rheumatol* 2006;24:1-5.
4. Kane D, Balint PV, Sturrock R, Grassi W. Musculoskeletal ultrasound - a state of the art review in rheumatology. Part 1: Current controversies and issues in the development of musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Rheumatology* 2004;43:823-8.
5. Døhn UM, Ejbjerg BJ, Court-Payen M, Hasselquist M et al. Are bone erosions detected by magnetic resonance imaging and ultrasonography true erosions? A comparison with computed tomography in rheumatoid arthritis metacarpophalangeal joints. *Arthritis Res Ther*. 2006;8:110.
6. Taylor PC. The value of sensitive imaging modalities in rheumatoid arthritis. *Arthritis Res Ther* 2003;5:210-3.
7. Keen HI, Brown AK, Wakefield RJ, Conaghan PG. MRI and musculoskeletal ultrasonography as diagnostic tools in early arthritis. *Rheum Dis Clin North Am* 2005;31:699-714.
8. Filippucci E, Farina A, Carotti M, Salaffi F et al. Grey scale and power Doppler sonographic changes induced by intra-articular steroid injection treatment. *Ann Rheum Dis* 2004; 63:740-3.
9. Newman JS, Laing TJ, McCarthy CJ, Adler RS. Power Doppler sonography of synovitis: assessment of therapeutic response-preliminary observations. *Radiology* 1996;198:582-4.
10. Terslev L, Torp-Pedersen S, Qvistgaard E. Estimation of inflammation by Doppler ultrasound: quantitative changes after intra-articular treatment in rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis* 2003;62:1049-53.
11. Stone M, Bergin D, Whelan B, Maher M. Power Doppler ultrasound assessment of rheumatoid hand synovitis. *J Rheum* 2001;28:1979-82.
12. 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;43:829-38.
13. Grassi W, Filippucci E, Busilacchi P. Musculoskeletal ultrasound. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2004;18:813-26.
14. Grassi W, Filippucci E, Farina A, Cervini C. Sonographic imaging of the distal phalanx. *Semin Arthritis Rheum* 2000;29:379-84.
15. Klauser A, Demharter J, De Marchi A, Sureda D. Contrast enhanced gray-scale sonography in assessment of joint vascularity in rheumatoid arthritis: results from the IACUS study group. *Eur Radiol* 2005;15:2404-10.
16. Filippucci E, Ciapetti A, Grassi W. Sonographic monitoring of gout. *Reumatismo* 2003;55:184-6.
17. Grassi W, Filippucci E, Farina A. Ultrasonography in osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 2005;34:19-23.
18. El Miedany YM, Aty SA, Ashour S. Ultrasonography versus nerve conduction study in patients with carpal tunnel syn-

- drome: substantive or complementary tests? *Rheumatology* 2004;43:887-95.
19. Akesson A, Hesselstrand R, Scheja A, Wildt M. Longitudinal development of skin involvement and reliability of high frequency ultrasound in systemic sclerosis. *Ann Rheum Dis* 2004;63:791-6.
 20. Iagnocco A, Filippucci E, Meenagh G, Delle Sedie A et al. Ultrasound imaging for the rheumatologist. I. Ultrasonography of the shoulder. *Clin Exp Rheumatol* 2006;24:6-11.
 21. Kane D, Balint PV, Gibney R. Differential diagnosis of calf pain with musculoskeletal ultrasound imaging. *Ann Rheum Dis* 2004;63:11-4.
 22. Backhaus M, Kamradt T, Sandrock D, Loreck D et al. Arthritis of the finger joints: a comprehensive approach comparing conventional radiography, scintigraphy, ultrasound, and contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Arthritis and Rheum* 1999;42:1232-45.
 23. Filippucci E, Iagnocco A, Meenagh G, Riente L et al. Ultrasound imaging for the rheumatologist VII. Ultrasound imaging in rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol*. 2007;25:5-10.
 24. De Miguel E, Cobo T, Muños-Fernandez S, Naredo E. Validity of entheses ultrasound assessment in spondylarthropathy. *Ann Rheum Dis*. 2008 Apr 7. [Epub ahead of print]
 25. Grassi W, Meenagh G, Pascual E, Filippucci E. "Cristal Clear"—sonographic assessment of gout and calcium pyrophosphate deposit disease. *Semin Arthritis Rheum* 2006; 36:197-202.
 26. Naredo E, Collado P, Cruz A, Palop MJ. 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.
 27. Naredo E, Bonilla G, Gamero F et al. Assessment of inflammatory activity in rheumatoid arthritis: a comparative study of clinical evaluation with grey scale and power Doppler ultrasonography. *Ann Rheum Dis* 2005;64:375-81.
 28. Wakefield RJ, Kong KO, Conaghan PG. The role of ultrasonography and magnetic resonance imaging in early rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol* 2003;21:42-9.
 29. Szkudlarek M, Klarlund M, Narvestad E, Court-Payen M et al. Ultrasonography of the metacarpophalangeal and proximal interphalangeal joints in rheumatoid arthritis: a comparison with magnetic resonance imaging, conventional radiography and clinical examination. *Arthritis Res Ther* 2006;8:52.
 30. Silvestri E, Martinoli C, Derchi LE. Echotexture of peripheral nerves: correlation between US and histological findings and criteria to differentiate tendons. *Radiology* 1995;197:291-6.
 31. Beekman R, Visser LH. High-resolution sonography of the peripheral nervous system: a review of the literature. *Eur J Neurology* 2004;11:305-14.
 32. Grassi W, Filippucci E, Carotti M, Salaffi F: Imaging modalities for identifying the origin of regional musculoskeletal pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2003;17:17-32.
 33. Koski JM, Hermunen HS, Kilponen VM, Saarakkala SJ et al. Verification of palpation-guided intra-articular injections using glucocorticoid-air-saline mixture and ultrasound imaging (GAS-graphy). *Clin Exp Rheumatol* 2006;24:247-52.
 34. Lohman M, Vasenius J, Nieminen O. Ultrasound guidance for puncture and injection in the radiocarpal joint. *Acta Radiol* 2007;48:744-7.
 35. Koski JM. Ultrasound guided injections in rheumatology. *J Rheumatol* 2000;27:2131-8.
 36. Balint PV, Kane D, Hunter J, McInnes IB et al. Ultrasound guided versus conventional joint and soft tissue fluid aspiration in rheumatology practice: a pilot study. *J Rheumatol*. 2002;29:2209-13.
 37. Bude RO, Rubin JM. Power Doppler sonography. *Radiology* 1996;200:21.
 38. Breidahl WH, Newman JS, Toljanovic MS, Adler RS. Power Doppler sonography in the assessment of musculoskeletal fluid collection. *Am J Roentgenol* 1996;166:1443-46.
 39. Rubin JM. Spectral Doppler US. *Radiographics* 1994;14:39.
 40. Van Holsbeeck MT, Introcaso JH. Musculoskeletal ultrasound. 2001, 2nd edition. Mosby St. Louis.
 41. Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. Shoulder sonography: state of the art. *Radiol Clin North Am* 1999;37:767-85.
 42. Martinoli C, Bianchi S, Derchi LE. Tendon and nerve sonography. *Radiol Clin North Am* 1999;37:691-711.
 43. Grassi W, Filippucci E, Farina A, Cervini C. Sonographic imaging of tendons. *Arthritis Rheum*. 2000 May;43(5):969-76.
 44. Martinoli C, Derchi LE, Pastorino C. Analysis of echotexture of tendons with US. *Radiology* 1993;186:839-843.
 45. Filippucci E, Unlu Z, Farina A & Grassi W. Sonographic training in rheumatology: a self teaching approach. *Ann Rheum Dis* 2003;62:565-567.
 46. Wakefield RJ, Brown AK, O'Connor PJ et al. Musculoskeletal ultrasonography: what is it and should training be compulsory for rheumatologists? *Rheumatology* 2004; 43: 821-822.