

Ultrasonografía musculoesquelética con doppler de poder asociado al modo B en el equino

Ferreira, V.¹; Boffa, M.F.¹; Monina, M.I.²

¹Cátedra de Medicina Equina, FCV-UNLP, calle 60 y 118 (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. ²Profesional independiente, La Plata, Argentina.
E-mail: vferreira@fcv.unlp.edu.ar

Resumen

Ferreira, V.; Boffa, M.F.; Monina, M.I.: Ultrasonografía musculoesquelética con doppler de poder asociado al modo B en el equino. *Rev. Vet. 33: 2, 235-240, 2022.* La ultrasonografía, en medicina equina, es una técnica fundamental para el diagnóstico de las claudicaciones y en la evaluación de la disminución del rendimiento deportivo. A pesar del gran desarrollo del Modo B es escasa la utilización del Doppler Color y específicamente del Doppler de Poder o *power angio* en la evaluación de las afecciones músculo-esqueléticas en el equino. El objetivo de este trabajo fue analizar los alcances, ventajas y limitaciones del estudio ultrasonográfico con Doppler de Poder asociado al Modo B en la evaluación de 122 afecciones músculo-esqueléticas en equinos deportivos, de entre 2 y 15 años, de ambos sexos y distintas razas. Se utilizó un ecógrafo portátil *Sonoscape E2* con sonda lineal de 7-11 Mhz y convexa de 2,5-5 Mhz. De la totalidad de las lesiones músculo-esqueléticas evaluadas (n=122) se observó presencia de señal con el Doppler de Poder en 46/122 siendo la más observada la de grado I (29/46), seguida del grado II (13/46) y por último de grado III (4/46). Si bien este es un estudio preliminar y faltan más resultados para poder aplicar análisis estadísticos, según la experiencia de los autores, el Doppler de Poder complementando los estudios ultra-sonográficos en Modo B, ha demostrado ser una herramienta de gran utilidad para el diagnóstico, seguimiento de la evolución de las lesiones, evaluación de la respuesta terapéutica y con valor predictivo de posibles lesiones futuras.

Palabras clave: ecografía, *power angio*, caballo, músculo esquelético.

Abstract

Ferreira, V.; Boffa, M.F.; Monina, M.I.: Musculo-skeletal ultrasonography with power doppler associated with B-mode in the equine. *Rev. Vet. 33: 2, 235-240, 2022.* Ultrasonography, in equine medicine, is a fundamental technique for the diagnosis of lameness and in the evaluation of the decrease in sporting performance. In spite of the great development of B Mode, there is little use of Color Doppler and specifically of Power Doppler or Power Angio in the evaluation of musculoskeletal conditions in the equine. The objective of this work was to analyze the scope, advantages and limitations of the ultrasonographic study with Power Doppler associated to B Mode in the evaluation of 122 musculoskeletal disorders in sport equines, between 2 and 15 years old, of both sexes and different breeds. A *Sonoscape E2* portable ultrasound scanner with a 7-11 Mhz linear probe and a 2.5-5 Mhz convex probe was used. Of all the musculoskeletal lesions evaluated (n=122), the presence of Power Doppler signal was observed in 46/122 being grade I (29/46), followed by grade II (13/46) and finally grade III (4/46). Although this is a preliminary study and more results are needed to be able to apply statistical analysis, according to the authors' experience, Power Doppler complementing B-mode ultra sonographic studies has proven to be a very useful tool for diagnosis, follow-up of the evolution of lesions, evaluation of therapeutic response and as a predictive value of possible future lesions.

Key words: ultrasound, *power angio*, horse, skeletal muscle.

INTRODUCCIÓN

La ultrasonografía (US) fue utilizada por primera vez en equinos para la evaluación del aparato reproductivo en yeguas. Desde 1983, se comenzó a utilizar en el diagnóstico y documentación de lesiones tendinosas^{1,2}.

Actualmente es una herramienta muy utilizada; es práctica, accesible, portátil, económica, inocua, reproducible y sensible, que permite una evaluación dinámica y en tiempo real de distintas estructuras anatómicas.

El avance tecnológico aumenta permanentemente la capacidad diagnóstica de la US, ampliando el campo de sus aplicaciones. En medicina equina esta técnica es fundamental para el diagnóstico de las claudicaciones y en la evaluación de la disminución del rendimiento deportivo³.

El profesor Denoix en 1989 publicó los primeros trabajos de evaluación ultrasonográfica de las articulaciones en equinos, siendo la del menudillo y la femoro-tibio-patelar las primeras descritas en sus trabajos. Posteriormente se investigaron y reportaron otras regiones, entre otras, carpo, hombro, tarso y pie.

La evaluación en Modo B (MB) proporciona imágenes en escala de grises que permiten una información precisa de las estructuras anatómicas, destacándose infinitas utilidades en el estudio de tejidos blandos, huesos y articulaciones. A pesar del gran desarrollo de la US en MB, cabe mencionar la escasa utilización del Doppler Color (DC) y específicamente del Doppler de Poder (Power Angio, Doppler de Potencia o DPI) en el estudio de las afecciones musculoesqueléticas de los equinos.

El ultrasonido Doppler constituye un método de diagnóstico de primera línea para la evaluación vascular. Se basa en el efecto Doppler, en que la frecuencia del ultrasonido cambia cuando el emisor y/o el receptor se mueven. Los tipos de Doppler son: Modo Doppler continuo (CW) y Modo Pulsado (PW), este último en sus formas de Doppler espectral (DE), Doppler Color (DC) y Doppler Poder (Power Angio o DPI)⁴.

El Doppler de Poder representa la potencia o intensidad del espectro del flujo, no la velocidad como los otros modos. Cuanto mayor sea el número de glóbulos rojos moviéndose, mayor va a ser la información. Las ventajas que tiene con respecto a los otros tipos de Doppler son: una sensibilidad entre 3 y 5 veces mayor que el Doppler Color, no presenta *aliasing* (artefacto que produce una inadecuada representación de la velocidad y dirección del flujo).

Además es independiente del ángulo de incidencia⁵, es más sensible al flujo lento, por lo que se convierte en la técnica de imagen ecográfica de elección para el estudio de los procesos de hiperemia tisular, permitiendo una monitorización no invasiva de la perfusión vascular capilar, demostrando una alta sensibilidad para identificar los cambios vasculares producidos en los tejidos inflamados así como en la detección de neovascularización en procesos de reparación tisular⁴.

Asimismo, permite valorar la respuesta terapéutica, razón por la cual en medicina humana se ha incrementado significativamente su empleo en los últimos años⁶. La desventaja del PDI es que no da información de velocidad ni permite determinar el sentido del flujo.

Pocos reportes actualmente mencionan el uso del Doppler DPI complementando al estudio ultrasonográfico en MB en el diagnóstico, seguimiento y pronóstico de las lesiones musculoesqueléticas del equino.

El objetivo de este trabajo fue analizar los alcances, ventajas y limitaciones del estudio ultrasonográfico con Doppler de Poder asociado al Modo B en la evaluación de afecciones musculoesqueléticas del equino deportivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó estudio ultrasonográfico con DPI en 122 afecciones musculoesqueléticas diagnosticadas previamente con ultrasonografía en MB, en equinos deportivos, de entre 2 y 15 años, de ambos sexos y distintas razas.

La evaluación ecográfica en MB y con DPI fue realizada siempre por el mismo operador. Se utilizó un ecógrafo portátil Sonoscape E2 con sonda lineal de 7-11 Mhz y convexa de 2,5-5 Mhz. Se realizó sujeción química con xilacina (0,5 mg/kg vía endovenosa) para evitar el movimiento del paciente durante el estudio.

La evaluación en MB de las distintas regiones anatómicas se llevó a cabo utilizando las técnicas ultrasonográficas descritas por Denoix, previa tricotomía del área a explorar y aplicación del gel de acoplamiento. Para la evaluación con DPI se optimizó la sensibilidad del equipo para la detección de flujos bajos con la menor frecuencia de repetición de impulsos (PRF) y el filtro de pared más bajo posible. La ganancia de color se fijó justo por debajo del nivel de ruido y el foco se colocó donde se requería la mayor sensibilidad.

Las afecciones musculoesqueléticas evaluadas fueron variadas involucrando estructuras; tendinosas (n=46), ligamentosas (n=36), óseas (n=22) y sinoviales (n=18). Todas las lesiones tendinosas del

estudio fueron del tendón del flexor digital superficial (FDS), mientras que las ligamentosas fueron del ligamento suspensor del nudo (LSN), las afecciones óseas involucraron el hueso metacarpiano III (10/22), sesamoideos (5/22), tibia (5/22), húmero (2/22) y las afecciones sinoviales comprometieron la vaina digital gran sesamoideana (5/18), art del nudo (6/18) y art femorotibial medial (7/18).

Las tendinopatías y desmopatías fueron clasificadas en etapas según el momento de la evaluación en: aguda (1-30 días pos-lesión), reparación temprana (30-120 días pos-lesión), reparación tardía (120-180 días pos-lesión), crónica (más de 180 días pos-lesión) y crónica reagudizada. Las alteraciones óseas y sinoviales se clasificaron según su curso en: agudas (1-30 días evolución) y crónicas (más de 30 días de evolución).

Se evaluaron los cambios hipervasculares mediante una escala semi-cuantitativa de graduación de la señal DPI, escala de Omeract, utilizada en medicina humana: Grado 0: ausencia de señal; Grado 1: señal solitaria; Grado 2: señal confluyente que ocupa menos del 50% del área; Grado 3: señal que ocupa más del 50% del área.

RESULTADOS

De la totalidad de las lesiones musculoesqueléticas evaluadas (n=122) se observó presencia de señal DPI en 46/122 siendo de grado I (29/46), seguidas del grado II (13/46) y por último de grado III (4/46). Las afecciones musculoesqueléticas en las que no se obtuvo señal DPI fueron 76/122.

Las lesiones óseas fueron, en proporción, en las que se visualizó con mayor frecuencia presencia de señal DPI, siendo en 16/22 equivalente a un 73%. En las alteraciones sinoviales se obtuvo señal en 9/18 representando un 50%, mientras que en las ligamentosas se visualizó en 11/36 siendo un 30% y por último en las tendinosas en 8/46 representando un 17%.

A nivel óseo fue muy frecuente la presencia de señal DPI en afecciones agudas (10/16) como periostitis y exostosis de los metacarpianos, fisuras/fracturas por estrés de tibia, siendo en éstas últimas donde se obtuvo el grado máximo de señal (grado III).

A nivel sinovial la señal DPI estuvo presente en inflamaciones sinoviales agudas (6/9) siendo menos frecuente en las crónicas (3/9), el grado I fue el más visualizado (6/9), seguido del grado II (2/9) y por último el grado III (1/9).

De las desmopatías del LSN que generaron señal DPI (11/36) principalmente se observó a nivel de lesiones que comprometían a las ramas del LSN (7/11) (Figura 1), seguidas por las lesiones del cuerpo (2/11) y del origen (2/11) en la misma proporción.

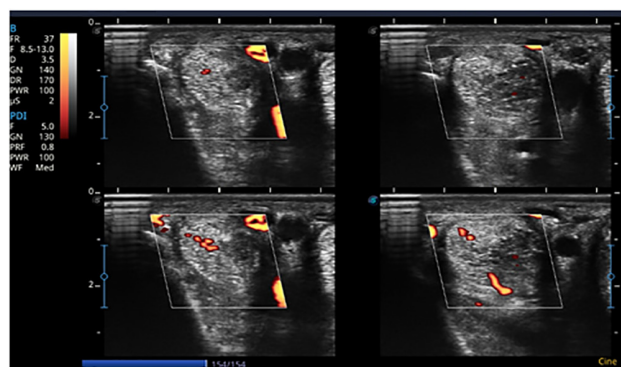


Figura 1. Estudio ultra-sonográfico con DPI; desmopatía en etapa de reparación temprana de la rama medial del LSN de un SPC de 3 años. Nótese la presencia de señal DPI grado II intra-ligamentosa debido a la neo-vascularización.

Se observó señal en 3/11 desmopatías que se encontraban en etapa aguda, en 3/11 lesiones que transitaban la etapa de reparación temprana, no se observó presencia de señal en las desmopatías que se encontraban en estadios de reparación tardía y en etapa crónica, mientras que si observó en 5/11 lesiones crónicas reagudizadas.

Con respecto a las tendinopatías del FDS se visualizó señal DPI en 8/46, siendo únicamente visualizado el grado I (8/8) (Figura 2). De las afecciones que generaron señal DPI; 1/8 estaba transitando la etapa aguda, 5/8 estaban en la etapa de reparación temprana, 1/8 en la etapa de reparación tardía, 1/8 en etapa crónica reagudizada y ninguna transitaba la etapa crónica.

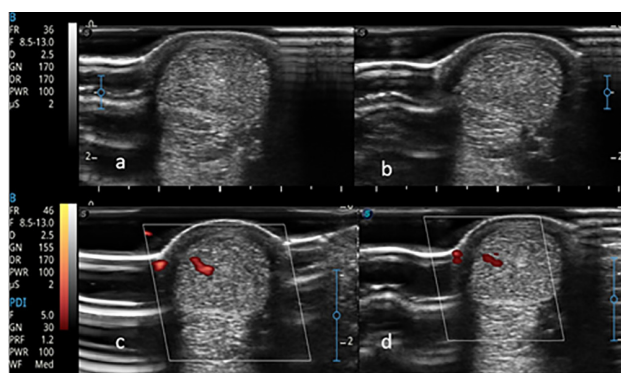


Figura 2. a, b): estudio en Modo B; tendinopatía, en etapa de reparación temprana, del tendón del FDS de un equino SPC de 5 años, **c y d):** estudio con DPI del mismo tendón, nótese la presencia de señal DPI grado I intratendinosa.

DISCUSIÓN

Cabe destacar en nuestro estudio la presencia de señal DPI en un gran número de lesiones músculo-esqueléticas. En las afecciones óseas fue donde se obtuvo una mayor presencia de señal DPI y de mayor grado. En periostitis de los metacarpianos, fisuras por estrés y fracturas permitió identificar el aumento de la vascularización del periostio a nivel del área de lesión y determinar si dicha alteración cortical se encontraba o no reactiva (Figura 3), similar a lo reportado en medicina humana ^{7, 8, 9, 10}.

La presencia de señal a nivel de las afecciones sinoviales también fue frecuente, reflejando la gran sensibilidad del DPI para la detección del flujo

sanguíneo de baja velocidad a nivel microvascular, lo que permitió evaluar la hiperemia sinovial y en consecuencia distinguir entre una fase inflamatoria sinovial activa de una crónica, al igual que lo descrito en medicina humana ^{11, 12}.

En el ligamento y tendón sano no fue posible identificar señal DPI, pero se detectó flujo sanguíneo de baja velocidad presente en los procesos de reparación, debido a la neo-vascularización en el sitio de lesión, en concordancia con lo reportado por otros autores ^{13, 14, 15}. La irrigación sanguínea de los tendones es provista por una fina red neurovascular ubicada dentro de la matriz inter-fascicular por donde los pequeños vasos discurren paralelos al eje largo del tendón, sin penetrar en los haces de colágeno ¹⁶.

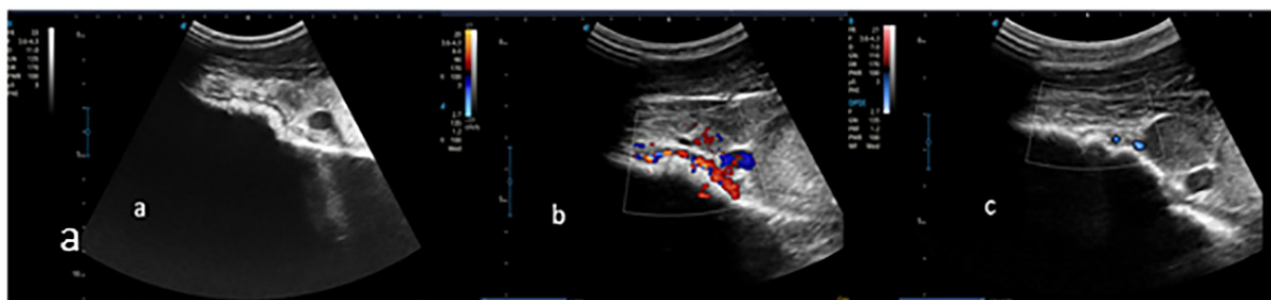


Figura 3: **a)** Estudio en Modo B; irregularidad marcada del periostio de la extremidad próximo-lateral de la tibia de un SPC de 2 años sugerente de fisura por estrés. **b)** Estudio con DPI sobre la misma tibia, nótese la intensa señal DPI (grado III) observada a nivel de la superficie perióstica, lo que indica una gran reactividad de dicha superficie debido al proceso inflamatorio. **c)** Estudio con DPI del mismo paciente a los 25 días de reposo y tratamiento, obsérvese la disminución marcada de la señal DPI (grado I) lo que indica disminución de la reactividad cortical.

La red vascular fisiológica del tendón suele ser demasiado pequeña para ser detectada mediante el estudio Doppler en condiciones normales, pero los vasos de neo-vascularización que se desarrollan con la inflamación o ruptura fibrilar, pueden hacerse visible e ir disminuyendo posteriormente su intensidad de señal con el progreso de la reparación tendinosa ^{17, 18}, permitiendo tener un signo ecográfico objetivo para el seguimiento de las lesiones tendinosas y ligamentosas.

La ultrasonografía con Doppler DPI ha demostrado ser útil para la detección de la microvasculatura en los tendones de Aquiles y de la rótula en el hombre ^{19, 20}. Los primeros informes que describen la aplicación de la ultrasonografía Doppler para la evaluación de las ramas del ligamento suspensorio equino y la tendinopatía del SDF muestran resultados prometedores ^{21, 22}.

El valor de la US para predecir la progresión del daño anatómico ha sido establecido en varios estudios de medicina humana ^{15, 23}. Uno de los principales objetivos en la evaluación musculoesquelética es predecir el futuro daño estructural de los tejidos afectados. Se demostró, en medicina humana, una asociación entre la presencia de sinovitis (visualizada

mediante US en MB y DPI) y el hallazgo posterior del daño articular evidenciado mediante la radiología ²⁴. La presencia de señal DPI tendría también un rol en la predicción de recaídas en pacientes con remisión clínica de la enfermedad ²⁵.

Si bien queda mucho por investigar sobre su aplicación en medicina equina, hay datos ultrasonográficos que pueden alertar y guiar en la predicción de posibles futuras lesiones, por ejemplo, la presencia de actividad cortical visualizada mediante el DPI en el hueso aparentemente sano y sin signos radiológicos evidentes, es un dato predictivo importante a tener en cuenta en las fracturas por estrés o entesopatías ^{7, 8, 9, 10}.

CONCLUSIÓN

La US en MB se ha convertido en los últimos años en una herramienta de gran utilidad en la evaluación de las afecciones músculo-esqueléticas en el equino, si bien este es un estudio preliminar y faltan más resultados para poder aplicar análisis estadísticos, según la experiencia de los autores, el DPI complementando los estudios ultrasonográficos

en MB, ha demostrado ser una herramienta de gran utilidad para el diagnóstico, seguimiento de la evolución de las lesiones, evaluación de la respuesta terapéutica y como valor predictivo de posibles lesiones futuras en medicina equina.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dra. Landoni, al Dr. Muriel y al Dr. Lindner por su apoyo y colaboración en la realización de este trabajo. En cuanto a la declaración de conflicto de intereses, los autores declaran que no existe conflicto de intereses, incluyendo entre estos últimos las relaciones financieras, personales o de otro tipo con otras personas u organizaciones que pudieran influir de manera inapropiada en el trabajo.

REFERENCIAS

1. **Rantanen NW, Genovese RL, Gaines R.** 1983. The use of diagnostic ultrasonography to detect structural damage to the soft tissues of the extremities of horses. *J Equine Vet Science* 3: 134-135.
2. **Genovese RL, Rantanen NW, Hauser ML, Simpson BS.** 1986. Diagnostic ultrasonography of equine limbs. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 2: 1, 145-226.
3. **Denoix JM.** 2009. Ultrasonographic examination of joints, a revolution in equine locomotor pathology. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France.*
4. **Paolinelli GP.** 2013. Principios físicos e indicaciones clínicas del ultrasonido doppler. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24: 1, 139-148.
5. **Hamper UM, Dejong MR, Caskey CI, Sheth S.** 1997. Power doppler imaging: clinical experience and correlation with color doppler US and other imaging modalities. *Radiographics Mar* 17: 2, 499-513.
6. **Bargiela A.** 2010. Utilidad de la ecografía en el estudio de la enfermedad sinovial. *Radiología* 52: 4, 301-310.
7. **Bianchi S.** 2014. Practical United State of the forefoot. *Journal of Ultrasound* 17: 2: 151-164.
8. **Bodner G, Stöckl B, Fierlinger A, Schocke M, Bernathova M.** 2005. Sonographic findings in stress fractures of the lower limb: preliminary findings *European Radiology* 15: 2, 356-359.
9. **Bianchi G, Sinigaglia L.** 2012. Osteo-rheumatology: a new discipline?. *Arthritis Research & Therapy* 14: 2, 1-8.
10. **Leininger AP, Fields KB.** 2010. Ultrasonography in early diagnosis of metatarsal bone stress fractures. Sensitivity and specificity. *The Journal of Rheumatology* 37: 7, 1543-1548.
11. **Terslev L, Torp PS, Qvistgaard E, Recke P, Bliddal H.** 2004. Doppler ultrasound findings in healthy wrists and finger joints. *Ann Rheum Dis* 63: 644-648.
12. **Carotti M et al.** 2012. Colour Doppler ultrasonography evaluation of vascularization in the wrist and finger joints in rheumatoid arthritis patients and healthy subjects. *Eur J Radiol* 81: 1834-1838.
13. **Ehrle A, Lilge S, Clegg PD, Maddox TW.** 2021. Equine flexor tendon imaging part 1: Recent developments in ultrasonography, with focus on the superficial digital flexor tendon. *The Veterin Journ* 278: 105764.
14. **Murata D, Misumi K, Fujiki M.** 2012. A preliminary study of diagnostic color Doppler ultrasonography in equine superficial digital flexor tendonitis. *Journal of Veterinary Medical Science* 74: 12, 1639-1642.
15. **Carotti, M et al.** 2018. Clinical utility of eco-color power Doppler ultrasonography and contrast enhanced magnetic resonance imaging for interpretation and quantification of joint synovitis: a review. *Acta Bio Med* 89: 1, 48.
16. **Edwards DA.** 1946. The blood supply and lymphatic drainage of tendons. *Journal of Anatomy* 80: Pt 3, 147.
17. **Kristoffersen M, Öhberg L, Johnston C, Alfredson H.** 2005. Neovascularisation in chronic tendon injuries detected with colour Doppler ultrasound in horse and man: implications for research and treatment. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy* 13: 6, 505-508.
18. **Boesen MI et al.** 2007. Colour doppler ultrasonography and sclerosing therapy in diagnosis and treatment of tendinopathy in horses, a research model for human medicine. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy* 15: 7, 935-939.
19. **Peers KH, Brys PP, Lysens RJ.** 2003. Correlation between power doppler ultrasonography and clinical severity in achilles tendinopathy. *International Orthopaedics* 27: 3, 180-183.
20. **Richards PJ, Win T, Jones PW.** 2005. The distribution of microvascular response in achilles tendonopathy assessed by colour and power doppler. *Skeletal Radiology* 34: 6, 336-342.
21. **Rabba S, Grulke S, Verwilghen D, Evrard L, Busoni V.** 2018. B-mode and power doppler ultrasonography of the equine suspensory ligament branches: a descriptive study on 13 horses. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 59: 4, 453-460.

22. **Lacitignola L, Rossella S, Crovace A.** 2019. Power doppler to investigate superficial digital flexor tendinopathy in the horse. *Open Veterinary Journal* 9: 4, 317-321.
23. **Naredo E et al.** 2013. Reliability of a consensus-based ultrasound score for teno synovitis in rheumatoid arthritis. *Annals rheumatic diseases* 72: 8, 1328-1334.
24. **Cazenave T, Pineda C, Reginato AM, Gutierrez M.** 2015. Ultrasound-guided procedures in rheumatology. What is the evidence?. *JCR: Journal of Clinical Rheumatology* 21: 4, 201-210.
25. **Vergara F et al.** 2018. Valor de la ecografía con doppler de poder en pacientes con artritis reumatoide en remisión clínica: ¿reclasificación de la actividad de la enfermedad?. *Reumatología clínica* 14: 4, 202-206.