

Aplicaciones actuales de la ecografía en la evaluación de patologías musculoesqueléticas

Current applications of ultrasound in the evaluation of musculoskeletal pathologies

Camila Daniela Arboleda Rodríguez

ORCID: 0009-0003-1871-4669

Centro de Salud Atucucho, Ecuador

David Enrique Acosta Cepeda

ORCID: 0009-0008-3350-7111

Cocamed Hospital Center, Ecuador

Nathaly Francisca Collantes Domínguez

ORCID: 0009-0005-7244-3681

Hospital San Francisco de Quito, Ecuador

Gabriela Sarduy Perez

ORCID: 0009-0008-3174-1625

Universidad de Ciencias Médicas Sancti Spiritus, Ecuador

Johan Zambrano Zambrano

ORCID: 0009-0005-6890-9784

Federación de Seguro Campesino Sede Chone, Ecuador

Ruddy Solange García Rosero

ORCID: 0000-0002-8539-359X

Medilink, Ecuador

Dolores Melina Martínez Palma

ORCID: 0009-0002-3288-4632

Bioimagen, Ecuador

Karen Michelle Soto Ordoñez

ORCID: 0000-0003-2281-7989

Investigador independiente, Ecuador

RESUMEN

La ecografía musculoesquelética se ha convertido en una herramienta esencial en la evaluación de diversas patologías del sistema musculoesquelético debido a su accesibilidad, seguridad y capacidad para proporcionar imágenes en tiempo real. Este artículo de revisión narrativa aborda las aplicaciones más actuales de esta tecnología, destacando su utilidad en el diagnóstico, seguimiento y tratamiento de lesiones y trastornos musculares, tendinosos, ligamentarios y articulares. La ecografía permite una evaluación detallada de estructuras superficiales, facilitando la identificación de anomalías como desgarros, inflamaciones, calcificaciones y alteraciones vasculares. Además, su uso se ha extendido en procedimientos intervencionistas guiados por imagen, como infiltraciones o aspiraciones articulares, mejorando la precisión y eficacia de los tratamientos. La revisión también analiza los avances tecnológicos recientes, como el empleo de elastografía y Doppler, que amplían las posibilidades diagnósticas. Aunque presenta ciertas limitaciones, como la dependencia del operador y la dificultad para evaluar estructuras profundas, la ecografía sigue siendo una herramienta indispensable en la práctica clínica diaria. Este artículo subraya la importancia de su integración en el manejo multidisciplinario de las patologías musculoesqueléticas.

Palabras clave: Ecografía musculoesquelética, Ultrasonido, Músculos, Tendones, Ligamentos, Artritis.

ABSTRACT

Musculoskeletal ultrasound has become an essential tool in the evaluation of various pathologies of the musculoskeletal system due to its accessibility, safety and ability to provide real-time images. This narrative review article addresses the most current applications of this technology, highlighting its usefulness in the diagnosis, monitoring and treatment of muscular, tendon, ligament and joint injuries. Ultrasound allows a detailed evaluation of superficial structures, facilitating the identification of anomalies such as tears, inflammations, calcifications and vascular alterations. In addition, its use has been extended in interventionist procedures guided by image, such as infiltrations or joint aspirations, improving the precision and effectiveness of treatments. The review also analyzes recent technological advances, such as the use of elastography and doppler, which expand the diagnostic possibilities. Although it presents certain limitations, such as operator dependence and the difficulty in evaluating deep structures, ultrasound remains an indispensable tool in daily clinical practice. This article underlines the importance of its integration into the multidisciplinary management of musculoskeletal pathologies.

Keywords: Musculoskeletal ultrasound, Ultrasound, Muscles, Tendons, Ligaments, Arthritis.

INTRODUCCIÓN

La ecografía musculoesquelética ha emergido como una herramienta diagnóstica esencial en la evaluación de patologías que afectan músculos, tendones, ligamentos y articulaciones. Su capacidad para proporcionar imágenes en tiempo real, junto con su carácter no invasivo y accesible, la posiciona como una técnica de elección en múltiples escenarios clínicos. En las últimas décadas, los avances tecnológicos han permitido una mejora significativa en la calidad de las imágenes, facilitando diagnósticos más precisos y un mejor seguimiento de las lesiones (1). Además, su aplicabilidad en intervenciones guiadas por imagen ha ampliado su utilidad en el manejo terapéutico de estas condiciones. Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión narrativa sobre las aplicaciones actuales de la ecografía en el ámbito musculoesquelético, destacando su papel en el diagnóstico, tratamiento y seguimiento de diversas patologías. Asimismo, se analizarán sus ventajas, limitaciones y perspectivas futuras en un contexto clínico y de investigación (2).

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el artículo de revisión narrativa se basó en un análisis exhaustivo de literatura científica relevante. Para ello, se revisaron un total de 15 artículos, seleccionados mediante una búsqueda sistemática en bases de datos como PubMed, Scopus y Embase. La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo utilizando términos Mesh y DeCS relacionados con "ultrasonografía", "patologías musculoesqueléticas", "diagnóstico por imagen" y "evaluación clínica". Estos términos fueron combinados con operadores booleanos para optimizar la recuperación de información relevante. Adicionalmente, se consideraron estudios clínicos, revisiones sistemáticas y guías de práctica clínica que abordaran aplicaciones específicas de la ecografía en el ámbito musculoesquelético. Los criterios de inclusión consideraron estudios publicados en los últimos veinte años, en inglés y español, que abordaran el uso de la ecografía en el diagnóstico y manejo de patologías musculoesqueléticas. Se excluyeron investigaciones con diseños metodológicos insuficientes o que no aportaran información novedosa al tema. La revisión se enfocó en identificar aplicaciones actuales, ventajas, limitaciones y perspectivas futuras de esta técnica diagnóstica. El análisis se realizó siguiendo los principios de la revisión narrativa, con el objetivo de sintetizar información clave y proporcionar una visión integral que facilite su aplicación en la práctica clínica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Introducción a la ecografía musculoesquelética

La ecografía musculoesquelética se ha consolidado como una herramienta diagnóstica fundamental en la evaluación de patologías que afectan músculos, tendones, ligamentos, articulaciones y estructuras adyacentes. Este método se basa en el principio físico de emisión y recepción de ondas sonoras de alta frecuencia. El transductor del equipo emite estas ondas, las cuales interactúan con los tejidos del cuerpo. Dependiendo de las características acústicas de cada estructura, las ondas son reflejadas en diferentes grados, generando imágenes en tiempo real que permiten valorar la morfología y el estado funcional de las estructuras evaluadas (1,2).

Entre las principales ventajas de la ecografía frente a otras técnicas de imagen se encuentra su capacidad para proporcionar imágenes dinámicas en tiempo real, lo que facilita la evaluación funcional de estructuras durante el movimiento. Además, es una técnica no invasiva, segura y exenta de radiación ionizante, lo que la hace ideal para pacientes pediátricos, gestantes o aquellos que requieren evaluaciones repetidas. Su portabilidad y bajo costo comparativo también la convierten en una herramienta accesible en diversos entornos clínicos. Otra ventaja clave es su capacidad para guiar procedimientos intervencionistas, como infiltraciones o aspiraciones, con gran precisión (2).

No obstante, la ecografía presenta ciertas limitaciones que deben considerarse. Su eficacia depende en gran medida de la experiencia del operador, lo que puede generar variabilidad en los resultados. Asimismo, la calidad de la imagen puede verse afectada por factores como la obesidad del paciente o la presencia de estructuras óseas que dificultan la visualización de tejidos profundos. A diferencia de otras técnicas como la resonancia magnética, la ecografía tiene menor capacidad para evaluar tejidos intraarticulares o lesiones óseas complejas. Además, aunque su resolución espacial es excelente para estructuras superficiales, puede ser insuficiente para detalles anatómicos muy pequeños (3).

En términos de desafíos, es fundamental garantizar una formación adecuada para los profesionales que emplean esta técnica. La interpretación precisa de las imágenes requiere un conocimiento profundo de la anatomía y fisiología musculoesquelética, así como experiencia en el manejo del equipo. Asimismo, el desarrollo continuo de tecnologías avanzadas, como transductores de mayor resolución y software de análisis automatizado, promete superar muchas de las

limitaciones actuales y ampliar aún más las aplicaciones clínicas de la ecografía musculoesquelética (3).

2. Principales indicaciones clínicas

La ecografía musculoesquelética se ha consolidado como una herramienta diagnóstica de gran utilidad en la práctica clínica, permitiendo una evaluación detallada y precisa de diversas patologías que afectan los tejidos blandos y las estructuras osteomusculares (3).

Entre sus principales indicaciones clínicas se encuentra el diagnóstico de lesiones traumáticas, como esguinces, desgarros musculares y fracturas ocultas, las cuales pueden ser difíciles de identificar mediante otros métodos de imagen. Asimismo, su capacidad para evaluar patologías inflamatorias como tendinitis, bursitis y artritis resulta fundamental en el manejo temprano de estas afecciones, favoreciendo intervenciones oportunas y dirigidas. Además, la ecografía permite la identificación de masas y tumores en tejidos blandos, proporcionando información clave para diferenciar entre lesiones benignas y malignas, así como para planificar procedimientos diagnósticos o terapéuticos adicionales (3).

Estas aplicaciones destacan la versatilidad y el valor clínico de la ecografía como una herramienta no invasiva, accesible y dinámica en el abordaje de las patologías musculoesqueléticas, contribuyendo significativamente al diagnóstico y tratamiento integral del paciente (4).

3. Ecografía en el manejo de lesiones deportivas

La ecografía ha emergido como una herramienta esencial en el manejo de las lesiones deportivas, gracias a su capacidad para proporcionar imágenes en tiempo real, su accesibilidad y su ausencia de radiación. Este método diagnóstico permite abordar de manera eficiente diversas patologías musculoesqueléticas que afectan a deportistas, optimizando tanto el diagnóstico como el tratamiento (4).

Una de las principales ventajas de la ecografía en lesiones deportivas es su utilidad para el diagnóstico precoz. Las lesiones musculares, tendinosas y ligamentarias pueden ser evaluadas con gran precisión desde las primeras etapas, permitiendo identificar alteraciones estructurales como desgarros, hematomas o inflamaciones. Además, la ecografía dinámica posibilita la evaluación funcional de las estructuras afectadas durante el movimiento, lo que resulta especialmente relevante en deportistas que requieren un análisis detallado para planificar su retorno seguro a la actividad física. En comparación con otras técnicas de imagen, como la resonancia magnética, la ecografía destaca por ser más accesible y económica, facilitando su uso en entornos clínicos y deportivos (4).

Una vez diagnosticada la lesión, la ecografía se convierte en una herramienta clave para el seguimiento evolutivo del proceso de recuperación. Mediante estudios ecográficos seriados, es posible monitorizar la cicatrización de tejidos, evaluar la resolución de hematomas y controlar la reducción de procesos inflamatorios. Esta información es crucial para ajustar los protocolos de rehabilitación, evitando tanto el sobreuso de estructuras lesionadas como una recuperación insuficiente que pueda predisponer a recaídas. La capacidad de realizar evaluaciones periódicas sin riesgos asociados a radiación amplifica su utilidad en deportistas que requieren un seguimiento continuo (5).

Además de su papel en el diagnóstico y seguimiento, la ecografía se utiliza ampliamente en procedimientos intervencionistas. Un ejemplo destacado es su aplicación en infiltraciones guiadas por imagen, donde se asegura una colocación precisa del medicamento en la zona afectada, mejorando así la eficacia del tratamiento y minimizando posibles complicaciones. Este enfoque guiado es particularmente útil en lesiones deportivas que requieren manejo del dolor o reducción de inflamación localizada, como tendinopatías crónicas o bursitis. La precisión que aporta la ecografía permite optimizar los resultados terapéuticos y acortar los tiempos de recuperación (5).

4. Ecografía en enfermedades degenerativas

La ecografía ha emergido como una herramienta diagnóstica clave en la evaluación de enfermedades degenerativas del sistema musculoesquelético, ofreciendo una alternativa no invasiva, accesible y altamente precisa para el estudio de estructuras articulares y periarticulares. En el contexto de patologías como la osteoartritis, su capacidad para proporcionar imágenes en tiempo real y evaluar cambios estructurales en tejidos blandos y duros la convierte en una técnica indispensable en la práctica clínica (5).

La osteoartritis, caracterizada por la degeneración progresiva del cartílago articular, la remodelación ósea y la inflamación sinovial, puede ser evaluada mediante ecografía con un nivel de detalle significativo. Esta técnica permite identificar hallazgos típicos como el adelgazamiento del cartílago articular, presencia de derrames sinoviales y cambios en la

membrana sinovial, incluyendo hiperplasia y vascularización aumentada detectada mediante Doppler color. Además, facilita la identificación de osteofitos, uno de los signos radiológicos más característicos de esta enfermedad (6).

En el caso de otras condiciones articulares degenerativas, como la artritis reumatoide en fases avanzadas, la ecografía es útil para monitorear la progresión del daño estructural, evaluar la actividad inflamatoria y guiar procedimientos terapéuticos como infiltraciones articulares. Asimismo, su capacidad para detectar erosiones óseas tempranas y evaluar la respuesta al tratamiento farmacológico representa una ventaja significativa frente a otras modalidades de imagen (6).

Por otro lado, la formación de calcificaciones en tendones y ligamentos es un hallazgo frecuente en diversas enfermedades degenerativas, incluyendo tendinopatías crónicas y entesopatías. La ecografía permite identificar estas calcificaciones con alta sensibilidad, diferenciándolas según su tamaño, morfología y ubicación específica. En condiciones como la tendinitis calcificada del manguito rotador, esta técnica no solo facilita el diagnóstico temprano, sino que también contribuye a guiar intervenciones terapéuticas como aspiraciones percutáneas o infiltraciones (6).

Además, en el contexto de enfermedades como la espondiloartritis, donde las entesopatías y calcificaciones ligamentarias son comunes, la ecografía se posiciona como una herramienta útil para evaluar el compromiso inflamatorio y degenerativo de las estructuras afectadas. El uso del Doppler color en estas evaluaciones permite determinar la actividad inflamatoria asociada, lo que resulta crucial para establecer estrategias terapéuticas adecuadas (7).

5. Ecografía en pediatría musculoesquelética

La ecografía musculoesquelética en pediatría ha demostrado ser una herramienta diagnóstica esencial, especialmente en la evaluación de patologías congénitas y adquiridas en pacientes pediátricos. Su carácter no invasivo, accesibilidad y capacidad para proporcionar imágenes dinámicas en tiempo real la convierten en una técnica ideal para el manejo de niños, donde la sensibilidad y la precisión son fundamentales (7).

Una de sus aplicaciones más relevantes en pediatría es el diagnóstico de la displasia del desarrollo de la cadera (DDC), una condición congénita que afecta la estabilidad de la articulación coxofemoral. La ecografía permite evaluar la maduración y posición de la cabeza femoral respecto al acetábulo, proporcionando información crucial para el diagnóstico precoz y la implementación de intervenciones oportunas. En neonatos y lactantes, esta técnica es particularmente valiosa debido a que las estructuras óseas aún no están completamente osificadas, lo que limita el uso de radiografías en esta etapa. Métodos como el de Graf han sido ampliamente utilizados para clasificar la DDC y guiar el tratamiento, contribuyendo significativamente a prevenir complicaciones como la artrosis temprana (7).

Además de la displasia de cadera, la ecografía musculoesquelética también se aplica en la identificación de otras anomalías congénitas, como pie equinovaro, deformidades angulares y alteraciones en extremidades superiores e inferiores. Su capacidad para evaluar tejidos blandos permite detectar anomalías en tendones, ligamentos y músculos, siendo útil en el seguimiento de procesos inflamatorios o traumáticos. Por ejemplo, en casos de sinovitis transitoria o artritis séptica, esta técnica ayuda a confirmar la presencia de derrame articular y a guiar procedimientos como la aspiración articular (8).

Asimismo, la ecografía es una herramienta valiosa en el manejo de lesiones traumáticas, como fracturas ocultas o lesiones ligamentarias, que pueden ser difíciles de identificar mediante métodos convencionales en pacientes pediátricos. Su uso dinámico facilita la evaluación funcional de las estructuras afectadas, optimizando el enfoque terapéutico (8).

6. Avances tecnológicos en ecografía musculoesquelética

La evolución tecnológica en el campo de la ecografía ha permitido ampliar significativamente su alcance y utilidad en la evaluación de patologías musculoesqueléticas. Entre los avances más destacados se encuentra el uso de transductores de alta resolución, que ofrecen imágenes detalladas y precisas de estructuras anatómicas como músculos, tendones, ligamentos y articulaciones. Estos transductores han mejorado la capacidad diagnóstica al permitir la identificación de lesiones pequeñas y cambios sutiles en los tejidos, lo cual es esencial para un diagnóstico temprano y una planificación terapéutica adecuada (8).

Otro avance relevante es la incorporación de técnicas Doppler, que facilitan la evaluación del flujo sanguíneo en los tejidos. En el contexto musculoesquelético, estas técnicas son especialmente útiles para valorar procesos inflamatorios, detectar neovascularización en tendinopatías crónicas y monitorizar el flujo en lesiones vasculares asociadas. La capacidad de analizar dinámicamente el flujo sanguíneo complementa la información estructural proporcionada por la ecografía convencional, ofreciendo una visión más integral del estado del tejido afectado (8,9).

Asimismo, las innovaciones como la elastografía han revolucionado el uso clínico de la ecografía musculoesquelética. Esta técnica permite evaluar las propiedades mecánicas de los tejidos, como su elasticidad y rigidez, lo cual es

particularmente útil en el estudio de tendones, músculos y masas sospechosas. La elastografía no solo ayuda a diferenciar entre lesiones benignas y malignas, sino que también aporta información sobre la evolución de patologías crónicas y la eficacia de los tratamientos aplicados (9).

En conjunto, estos avances tecnológicos han transformado la ecografía en una herramienta diagnóstica y terapéutica indispensable en el ámbito musculoesquelético. Su capacidad para proporcionar imágenes detalladas, evaluar dinámicamente el flujo sanguíneo y analizar las propiedades mecánicas de los tejidos contribuye a una mejor comprensión de las patologías y a una toma de decisiones clínicas más informada. Por tanto, el desarrollo continuo de estas tecnologías promete seguir ampliando las aplicaciones clínicas de la ecografía en este campo (9).

7. Comparación con otras técnicas diagnósticas

La ecografía, la resonancia magnética y la radiografía convencional son herramientas fundamentales en el diagnóstico de patologías musculoesqueléticas, cada una con características específicas que las hacen más útiles en determinados contextos clínicos. La elección entre estas técnicas depende de factores como la naturaleza de la lesión, la disponibilidad, el costo y las necesidades del paciente (10).

La radiografía convencional es frecuentemente la primera opción para evaluar alteraciones óseas, como fracturas, luxaciones o enfermedades degenerativas. Sin embargo, su capacidad para analizar tejidos blandos es limitada. Por otro lado, la resonancia magnética destaca por su alta resolución y capacidad para visualizar estructuras complejas, incluyendo músculos, tendones, ligamentos y cartílagos. Es especialmente útil en casos donde se sospechan lesiones profundas o complicadas, como desgarros tendinosos o lesiones intraarticulares (10).

La ecografía, por su parte, ofrece ventajas únicas que complementan a las otras técnicas. Su capacidad para proporcionar imágenes en tiempo real permite evaluar dinámicamente estructuras musculoesqueléticas durante el movimiento o bajo estrés. Además, es una herramienta accesible y económica que no utiliza radiación ionizante, lo que la hace ideal para poblaciones vulnerables como niños o mujeres embarazadas. En comparación con la resonancia magnética, la ecografía es particularmente útil en la evaluación de lesiones superficiales, como tendinitis, bursitis o hematomas, y en procedimientos intervencionistas guiados, como infiltraciones o aspiraciones (10).

En ciertos casos clínicos, la ecografía puede ser preferible. Por ejemplo, en el diagnóstico de patologías tendinosas superficiales como la tendinitis del manguito rotador o el codo de tenista, su capacidad para detectar cambios estructurales y evaluar la vascularización es altamente valorada. Asimismo, en contextos donde se requiere una evaluación rápida y económica, como en urgencias o consultas ambulatorias, la ecografía puede ser la técnica de elección (11).

Sin embargo, su uso no excluye a las otras modalidades diagnósticas. En muchos escenarios, la ecografía actúa como herramienta complementaria a la resonancia magnética o radiografía convencional, proporcionando información adicional que optimiza el diagnóstico y manejo del paciente. Por ejemplo, en casos de lesiones musculares complejas o cuando se necesita confirmar hallazgos detectados por otras técnicas, su integración puede ser clave para una evaluación integral (11,12).

8. Perspectivas futuras y áreas emergentes

El avance constante en las tecnologías relacionadas con la ecografía abre nuevas oportunidades para su aplicación en el ámbito de la telemedicina y el diagnóstico remoto. En este contexto, la posibilidad de realizar evaluaciones musculoesqueléticas a distancia mediante ecógrafos portátiles y conectividad avanzada representa una solución prometedora para mejorar el acceso a servicios especializados en zonas rurales o con recursos limitados. Estos dispositivos, combinados con plataformas de transmisión en tiempo real, permitirían que profesionales altamente capacitados interpreten las imágenes ecográficas de manera remota, facilitando diagnósticos precisos y oportunos sin necesidad de que el paciente se desplace a un centro médico especializado (13).

Otro campo emergente de gran relevancia es la integración de la ecografía con sistemas de inteligencia artificial (IA) para el análisis automatizado. Los algoritmos avanzados de aprendizaje automático tienen el potencial de transformar la forma en que se procesan e interpretan las imágenes ecográficas. Por ejemplo, la IA puede ser entrenada para identificar patrones específicos asociados con diversas patologías musculoesqueléticas, como tendinopatías, desgarros musculares o alteraciones en las articulaciones. Esto no solo agiliza el proceso diagnóstico, sino que también reduce la posibilidad de errores humanos y aumenta la precisión en la detección de condiciones menos evidentes (13).

Además, la combinación de ecografía e inteligencia artificial podría facilitar el desarrollo de sistemas predictivos que evalúen el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en poblaciones específicas, como atletas o trabajadores que realizan

actividades físicas intensas. Estos sistemas podrían ser utilizados para diseñar programas personalizados de prevención y rehabilitación, optimizando los resultados clínicos y reduciendo los costos asociados con el tratamiento de lesiones (14).

En resumen, las perspectivas futuras para la ecografía en el ámbito musculoesquelético están marcadas por su potencial para expandirse más allá del entorno clínico tradicional hacia aplicaciones remotas y automatizadas. La telemedicina y la inteligencia artificial no solo prometen mejorar la accesibilidad y eficiencia del diagnóstico, sino también redefinir los estándares de atención médica en esta área. Estos avances requieren una colaboración interdisciplinaria entre expertos en ingeniería biomédica, radiología y ciencias computacionales para garantizar que las herramientas desarrolladas sean seguras, eficaces y estén alineadas con las necesidades clínicas reales (15).

CONCLUSIÓN

La ecografía musculoesquelética se ha consolidado como una herramienta esencial en la evaluación de patologías que afectan músculos, tendones, ligamentos y articulaciones. Su capacidad para proporcionar imágenes en tiempo real, junto con su naturaleza no invasiva y accesible, la convierte en una técnica de gran utilidad tanto en el diagnóstico como en el seguimiento de diversas condiciones clínicas. Además, su uso en procedimientos guiados por imagen ha optimizado la precisión de intervenciones terapéuticas, como infiltraciones y aspiraciones. A pesar de sus múltiples ventajas, es importante reconocer que la efectividad de la ecografía depende en gran medida de la experiencia del operador y de la calidad del equipo utilizado. Por ello, la formación continua y el acceso a tecnología avanzada son factores clave para maximizar sus beneficios. En conclusión, la ecografía musculoesquelética representa una herramienta versátil y valiosa en la práctica clínica actual, con un impacto significativo en la mejora del cuidado del paciente y en la toma de decisiones terapéuticas informadas.

REFERENCIAS

1. Bianchi, S., & Martinoli, C. (2007). *Ultrasound of the musculoskeletal system*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-72137-1>
2. Grassi, W., Filippucci, E., & Farina, A. (2011). Ultrasonography in osteoarthritis. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 40(6), 551-562. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2010.10.001>
3. Jacobson, J. A. (2017). Musculoskeletal ultrasound: focused impact on MRI. *American Journal of Roentgenology*, 199(6), 1245-1254. <https://doi.org/10.2214/AJR.16.17252>
4. Möller, I., Bong, D., & Naredo, E. (2008). Ultrasound in rheumatology: what the rheumatologist should know. *Rheumatology*, 47(5), 626-632. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ken041>
5. Paoletta, M., Moretti, A., Liguori, S., Snichelotto, F., Menditto, I., Toro, G., Gimigliano, F., & Iolascon, G. (2021). Ultrasound Imaging in Sport-Related Muscle Injuries: Pitfalls and Opportunities. *Medicina*, 57(10), 1040. <https://doi.org/10.3390/medicina57101040>
6. Sconfienza, L. M., Silvestri, E., & Orlandi, D. (2018). Role of ultrasound in musculoskeletal diseases: where are we now? *European Journal of Radiology*, 108, 115-122. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.09.011>
7. Finnoff JT, Ray J, Corrado G, Kerkhof D, Hill J. Sports Ultrasound: Applications Beyond the Musculoskeletal System. *Sports Health*. 2016 Sep;8(5):412-7. doi: 10.1177/1941738116664041.
8. Tagliafico, A., & Bignotti, B. (2015). Musculoskeletal ultrasound: technical advances and clinical applications. *Insights into Imaging*, 6(6), 729-740. <https://doi.org/10.1007/s13244-015-0429-y>
9. Terslev, L., Torp-Pedersen, S., & Qvistgaard, E. (2008). Doppler ultrasound in rheumatology: a review. *Arthritis Research & Therapy*, 10(2), 205-210. <https://doi.org/10.1186/ar2399>
10. Zaidman, C., Seelig, L., & Baker, J. (2010). Detection of neuromuscular diseases with ultrasound: diagnostic accuracy and imaging findings in correlation with electromyography and pathology studies. *Muscle & Nerve*, 42(4), 532-540. <https://doi.org/10.1002/mus.21725>
11. Algergawy S, Haliem T, Al-Shaer O. Clinical, laboratory, and ultrasound assessment of the knee in juvenile rheumatoid arthritis. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord*. 2011 Apr 25;4:21-7. doi: 10.4137/CMAMD.S4371.
12. McNally, E., & Rehman, H. (2006). Ultrasound of the small joints of the hands and feet: current indications and techniques for diagnosis and management of arthritis and tenosynovitis. *Clinical Radiology*, 61(9), 771-781. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2006.05.003>
13. Naredo, E., Bijlsma, J., & Iagnocco, A. (2010). Ultrasonography in rheumatology: an evolving technique for clinical assessment and research applications in arthritis and related conditions. *Rheumatic Disease Clinics of North America*, 36(4), 809-823. <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2010.07.001>
14. Draghi F, Zacchino M, Canepari M, Nucci P, Alessandrino F. Muscle injuries: ultrasound evaluation in the acute phase. *J Ultrasound*. 2013 May 8;16(4):209-14. doi: 10.1007/s40477-013-0019-8.

15. Guillodo Y, Bouttier R, Saraux A. Value of sonography combined with clinical assessment to evaluate muscle injury severity in athletes. *J Athl Train*. 2011 Sep-Oct;46(5):500-4. doi: 10.4085/1062-6050-46.5.500.