

APLICACIÓN DE LA ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL EN EL DIAGNÓSTICO DE LAS LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS

APPLICATION OF THE THREE-DIMENSIONAL ULTRASOUND SCAN TO THE DIAGNOSIS OF MUSCULOSESKELETAL INJURIES

RESUMEN

Con el fin de aumentar la precisión en el diagnóstico y tratamiento de las lesiones músculo esqueléticas, especialmente en el ámbito del deporte, se hace necesario la inclusión de nuevas aplicaciones tecnológicas de la ultrasonografía. Entre las nuevas aplicaciones que con carácter de portabilidad pueden mejorar la exactitud en el diagnóstico de lesiones que afectan a estos tejidos blandos se encuentra la imagen armónica (Tissue harmonic image: THI), la técnica de imagen ampliada, que permite obtener una visión panorámica de los tejidos y el sistema de ecografía compuesta en tiempo real que aumenta notablemente la resolución lateral de la imagen (Sistema Compound) mejorando la capacidad de estos aparatos compactos, especialmente en aquellas lesiones que afectan a los planos más profundos. Pero sin duda lo que puede suponer un gran avance en la visualización e interpretación de las lesiones que afectan a los tejidos músculoesqueléticos es la ecografía en tres dimensiones (3D).

Se compara en este estudio la visualización de dos tipos diferentes de lesiones (lesión de una bolsa sinovial y de un cartílago) con dos técnicas ultrasónicas como es la ecografía estándar en 2 dimensiones y el estudio tridimensional (3D), describiendo las diferencias en las imágenes obtenidas con cada uno de estos modos.

Con el fin de unificar los criterios de valoración de la imagen, en este trabajo se han propuesto unos indicadores y parámetros cuantitativos de calidad ecográfica, en la zona de la lesión, comparando las imágenes de la lesión obtenidas por ambos modos.

Ante la presencia de una lesión de contenido líquido como la bursitis, la valoración multiplanar permite estudiar con mucho detalle la forma de la estructura líquida asegurando la precisión del tratamiento ecográfico intervencionista. Por otra parte, cuando se trata de una lesión que afecta al cartílago, se definen con gran exactitud los límites de la destrucción condral, pudiéndose de esta forma, precisar mucho más el diagnóstico, el pronóstico y la actitud terapéutica.

Palabras Clave: Ecografía, tres dimensiones, cartílago, bursitis

ABSTRACT

In order the precision increases in the diagnosis and treatment of the musculoskeletal injuries, specially in the area of the sport traumatology, there becomes necessary the incorporation of new technological applications of the ultrasonography. Among the new applications that with character of portability can improve the accuracy in the diagnosis of musculo skeletal injuries finds the harmonic image (Tissue harmonic image: THI), the technology of extended image, which allows to obtain a panoramic vision of the tissue and the Real-Time Spatial Compound Sonography that increases notably the lateral resolution of the image (System Compound) improving the capacity of these compact devices, specially in those injuries that concern the deepest planes.

But undoubtedly what can suppose a great advance in the visualization and interpretation of the injuries that concern the musculo-skeletal injuries is the ultrasound scan in three dimensions (3D). In this study is compared the visualization of two types different from injuries (Injury of a bursal fluid collection and of a injury cartilage) with two ultrasonic technologies like it is the standart two-dimensional ultrasound (2D) and the three-dimensional study (3D), describing the differences in the images obtained with each of these types.

In order to unify the criteria of valuation of the image, in this study we have proposed a few indicators and quantitative parameters of ultrasound quality, in the area of the injury, comparing the images obtained by both manners.

Before the presence of an injury of liquid content as the bursal fluid collection, the ultrasound 3D allows to study with very much detail the form of the liquid structure assuring the precision of sonographically guided therapy. On the other hand, when it is an injury that it concerns the cartilage, the condral injury is observed accurately, being able of this form, add much more the diagnosis, evolution and the therapeutic attitude.

Key Word: Ultrasound, three-dimensional, cartilage, bursal fluid collection

Fernando Jiménez Díaz^{1,2,3}

Andrés Barriga Martín^{1,3}

Javier López Martín³

¹Profesor de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla La Mancha. Toledo

²Profesor de la Cátedra de Traumatología del Deporte. Universidad Católica de Murcia.

³Unidad de Ecografía Intervencionista. Hospital Laboral SOLIMAT. Toledo

INTRODUCCIÓN

La ecografía músculo esquelética es una técnica muy útil para la evaluación y tratamiento de las lesiones y enfermedades articulares que afectan al deportista. La fácil accesibilidad y la posibilidad de efectuar estudios dinámicos en tiempo real, suponen las grandes ventajas de esta técnica (1,2). Por el contrario, entre los inconvenientes hay que considerar que se trata de una técnica operador dependiente, por lo que la calidad del estudio ecográfico dependerá de la experiencia del explorador. Entre otras limitaciones destaca el ser una técnica que precisa una larga curva de aprendizaje y que la práctica exploratoria necesita mucho tiempo para su desarrollo, especialmente entre los principiantes.

Con el fin de aumentar la precisión en el diagnóstico, evolución y tratamiento de las lesiones músculo esqueléticas, especialmente en el ámbito del deporte, se hace necesario la inclusión de nuevas aplicaciones tecnológicas de la ultrasonografía (3). De esta forma el paciente puede en cualquier momento y lugar (imprescindible en el ámbito de la traumatología del deporte) ser valorado con una alta precisión y sensibilidad diagnóstica.

Entre las nuevas aplicaciones que con carácter de portabilidad pueden mejorar la exactitud en el diagnóstico de lesiones que afectan a estos tejidos blandos se encuentra la imagen armónica (Tissue harmonic image: THI) que permite mejorar ampliamente la calidad de las imágenes obtenidas en el estudio de los músculos, los tendones y los ligamentos (4,5). Otras aplicaciones incluidas en los nuevos equipos compactos son la técnica de imagen ampliada, que permite obtener una visión panorámica de los tejidos (6) y el sistema de ecografía compuesta en tiempo real que aumenta notablemente la resolución lateral de la imagen (Sistema Compound) mejorando la capacidad de estos aparatos compactos, especialmente en aquellas lesiones que afectan a los planos más profundos (3,7,8).

Pero sin duda lo que puede suponer un gran avance en la visualización e interpretación de las lesiones que afectan a los tejidos músculoesqueléticos es la ecografía en tres dimensiones (3D) (9,10,11).

El objetivo de este trabajo es comparar el estudio ecográfico de diferentes lesiones de tejidos blandos, a través de las imágenes obtenidas en modo B y en tres dimensiones (3D) utilizando un equipo portátil de ultrasonografía. De esta forma se pretende analizar si el empleo de la técnica mediante capturas tridimensionales mejora los resultados obtenidos en el diagnóstico de diferentes lesiones propias del deporte a través del mejor conocimiento de las características de la lesión y su localización en relación a planos ortogonales.

MATERIAL Y MÉTODO

Se compara en este estudio la visualización de dos tipos diferentes de lesiones con dos técnicas ultrasónicas como es el modo B (2 D) y el estudio tridimensional (3D), describiendo las diferencias en las imágenes obtenidas con cada uno de estos modos.

Para ello se utiliza un equipo GE, modelo Logiq e, que es un aparato compacto recientemente incorporado al mercado, que incluye como novedades tecnológicas en un modelo portátil la imagen armónica (THI) (4,5), la técnica de visión panorámica (6), la ecografía compuesta en tiempo real (Compound) (3,7,8), el sistema convex virtual y la imagen en 3 dimensiones (3D) (9,10,11). A través de esta última aplicación, se realiza un barrido transversal con acúmulo de imágenes sucesivas que forman un cubo o volumen de imagen ecográfica, en el que posteriormente se puede entrar y visualizar cualquier plano para el estudio de las diferentes estructuras (8).

Para adquirir las imágenes utilizamos una sonda lineal multifrecuencia de 6 a 13 Megahertzios de 25mm y desarrollamos el método "Free-Hand" que consiste en realizar durante la captura, un movimiento de barrido uniforme, a mano, con el transductor. Este método tiene como inconveniente el ser muy operador-dependiente, puesto que depende del ángulo de inclinación de la sonda, así como de la velocidad y uniformidad que se imprima al movimiento de la misma. Sin embargo, tiene como ventaja su bajo coste y la

simple y fácil agregación a cualquier equipo convencional de ecografía (10).

Como resultado de este estudio tridimensional se obtiene un cubo que representa la orientación espacial de la captura y en el se distinguen tres planos ortogonales:

- El plano transversal que corta a la estructura en un segmento anterior y otro posterior
- El plano coronal que corta la estructura en un segmento superior y otro inferior
- El plano sagital que corresponde a la representación homóloga del 2D

Con el fin de unificar los criterios de valoración de la imagen, en este trabajo se han propuesto (atendiendo a los criterios clásicos de estudios ecográficos) unos indicadores y parámetros cuantitativos de calidad ecográfica (12), en la zona de la lesión, comparando las imágenes de la lesión obtenidas por ambos modos. Los parámetros son los siguientes:

Grado de ecogenicidad: La imagen lesional se considera hiperecogénica (De 1 a 3 cruces), hipocogénica (De 1 a 3 cruces) o anecogénica (De 1 a 3 cruces).

Tamaño del área de la lesión: Se considerará de mayor, menor o similar tamaño.

Forma: La mejor o peor detección de la forma de la lesión puede ser cuantificada (De 1 a 3 cruces).

Bordes: La mejor o peor visualización de los bordes que delimitan la lesión puede ser cuantificada (De 1 a 3 cruces).

Visualización global: La definición global de la imagen lesional estudiada se cuantifica de 1 a 3 cruces.

Finalmente, para efectuar el estudio comparativo de estas aplicaciones se ha procedido a la valoración de dos tipos de lesiones musculoesqueléticas que afectan a una bursa y a un cartílago, considerando algunas características ecográficas específicas que se exponen a continuación:

Ecografía de la bursa retrocalcánea:

- Esta bursa se sitúa entre la cara postero-superior del calcáneo y la inserción distal del tendón aquileo aunque cuando está vacía apenas se visualiza, prestándose a la confusión con el paquete adiposo de Kager, que también presenta un aspecto hipocogico (13, 14, 15).
- La ultrasonografía permite visualizar una masa simple o multilobulada de tamaño habitualmente superior a los 3 mm, y que incluye en su interior un contenido anecogico o hipocogico. A veces se puede asociar a la degeneración del tendón de Aquiles.

Ecografía del cartílago fémoropatelar:

- Colocando la rodilla en flexión máxima podemos explorar el espacio fémoro patelar estudiando su profundidad y comprobando que el cartílago tiene un aspecto anecogico o hipocogico con los bordes muy bien delimitados (15).
- En fase inicial aparecerán imágenes de irregularidad del contorno del cartílago y del hueso subcondral. Posteriormente se pueden visualizar zonas de destrucción del cartílago que provoca imágenes hiperecogénicas dentro del espacio anecogico del cartílago.

RESULTADOS

Con el objeto de demostrar que la inclusión de nuevas tecnologías en los equipos portátiles de ecografía, mejoran la calidad de imagen y a fin de desarrollar un análisis diferencial comparativo entre las imágenes en modo B y las imágenes en 3D, se han utilizado en este trabajo imágenes ecográficas obtenidas en dos diferentes lesiones que afectan a tejidos blandos (cartílago y bolsa sinovial).

Caso 1-. Bursitis retrocalcánea:

Se explora una lesión crónica que afecta a la bursa retrocalcánea, de 9 años de evolución, como causa de dolor posterior de tobillo (16). En modo B realizando un corte transversal, la grasa de Kager presenta un aspecto hipocogico y no debe ser confundida con la colección líquida de la bursa retrocalcánea (13,17,18). En este caso,

FIGURA 1. En un corte transverso en modo B, se observa una imagen anecoica bien delimitada de forma irregular, por debajo del tendón de Aquiles que tiene un aspecto homogéneo.

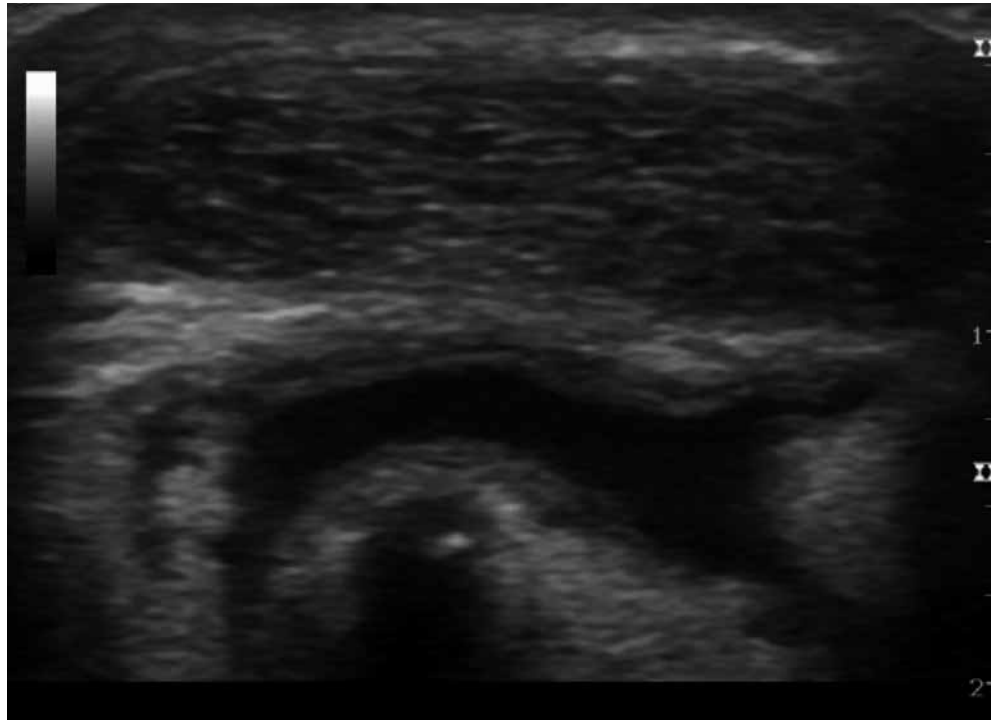
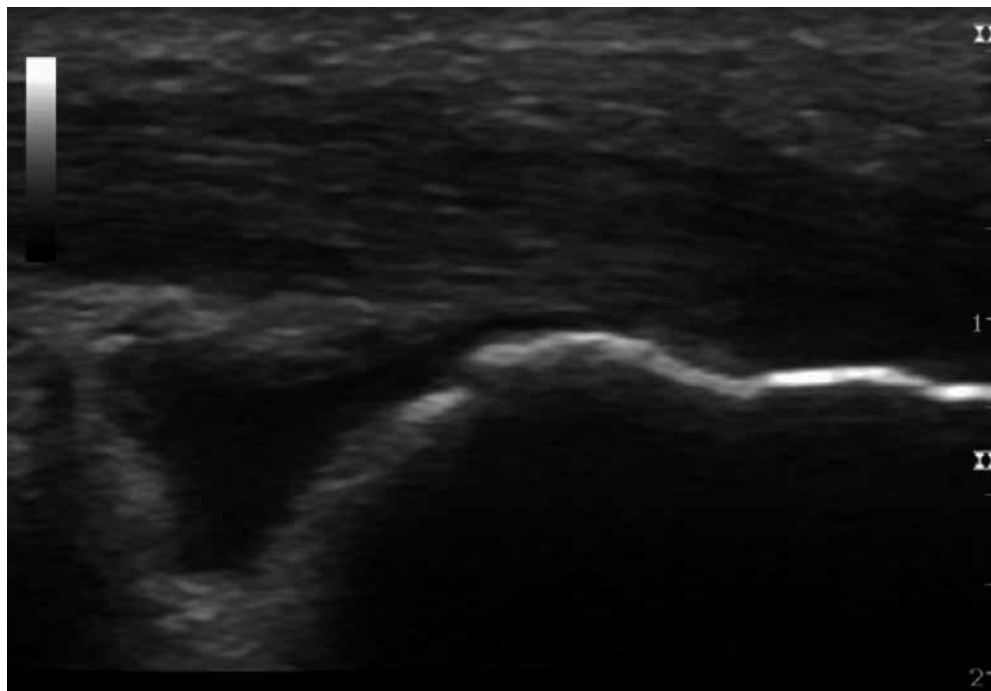


FIGURA 2. Realizando un corte longitudinal en modo B, se observa que la imagen anecoica es triangular y sin contenido ecoico en su interior. La pared se observa claramente engrosada.



la lesión se presenta como una imagen anecoica en forma de "H" irregular, situada entre el plano fibrilar del tendón aquileo por encima y el hueso calcáneo por debajo. La imagen además permite comprobar el amplio grosor de la pared y la

ausencia de contenido hiperecoico en su interior (Fig. 1). Colocando la sonda en posición longitudinal se aprecia una imagen anecoica triangular situada por debajo del tendón y que se rodea de una gruesa pared (Fig 2).

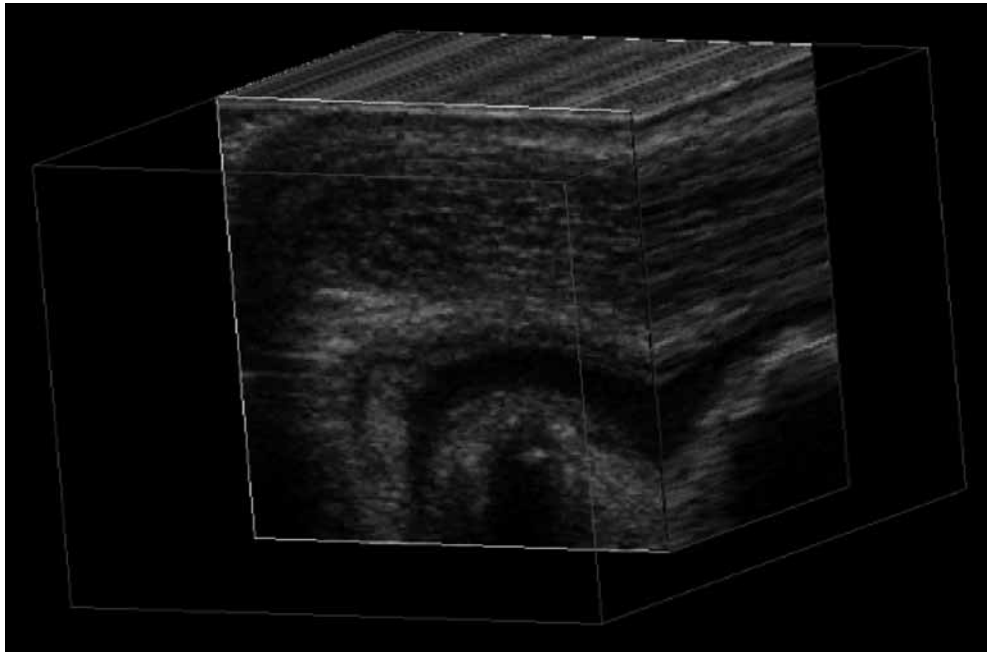


FIGURA 3. En esta imagen se captura un volumen donde se visualizan los planos transverso y sagital. Así se comprueba el aspecto infiltrante de la bursa que recorre la cara anterior del tendón de Aquiles.

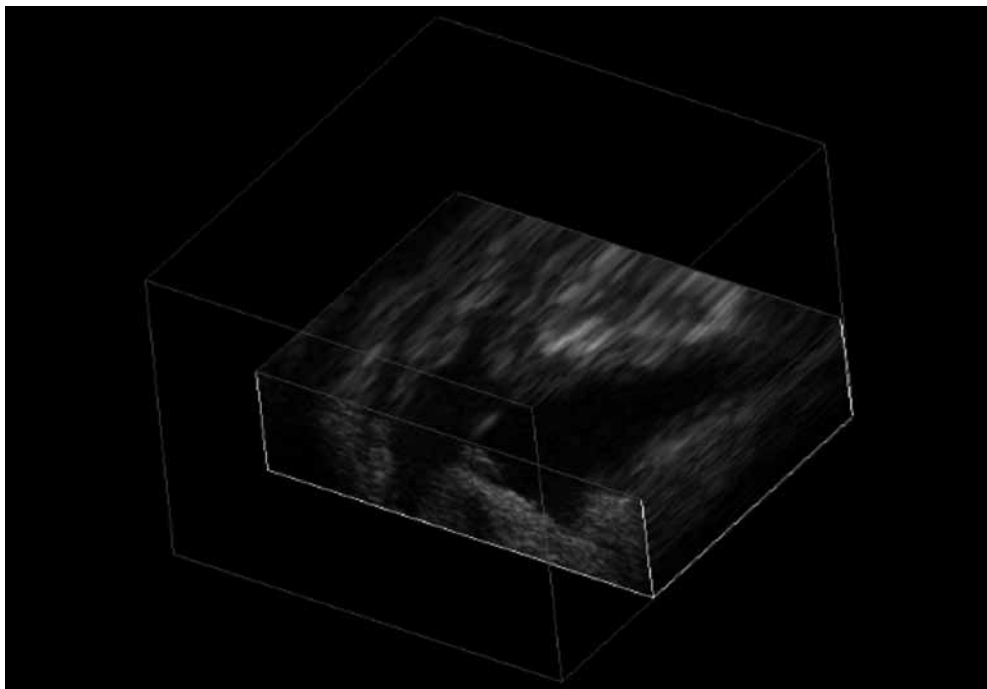


FIGURA 4. En esta imagen se observa un cubo que representa la orientación espacial de la captura donde se visualizan los planos transverso y coronal. De esta forma, se observa el aspecto bi-cavitario que presenta esta bursa y el contenido ecoico que aparece en su interior, no visualizable en modo B.

Utilizando la aplicación 3D, obtenemos una imagen del cubo que permite observar simultáneamente el plano transverso y el sagital sobre la bursa. Así se comprueba que la misma está ocupada, de manera que el contenido líquido se extiende e invade la superficie anterior del tendón de Aquiles (Fig. 3). También se distingue el amplio

grosor de la pared que lo rodea. Capturando otro volumen que permite estudiar a la vez el plano transverso y coronal, se visualiza que la bursa toma un aspecto en forma de “alas de mariposa”, observándose además la presencia de una imagen hipercoica en su interior, sin sombra acústica, que no era observada en modo B. (Fig. 4).

El análisis comparativo de los indicadores y parámetros cuantitativos de calidad de imagen

lesional obtenidos de las imágenes en modo B y en 3D, son expuestos en la tabla 1.

TABLA 1. Indicadores y parámetros cuantitativos de calidad de imagen lesional en una bursitis aquilea de 9 años de evolución, estudiada en modo B y en 3D. Destaca en el estudio 3D la observación detallada de su forma.

APLICACIÓN	ANECOICO	TAMAÑO	ASPECTO	FORMA	BORDES	VISUALIZACION GLOBAL
Modo B	+++	Similar	Homogéneo	+	++	++
3D	+++	Similar	Homogéneo	+++	+++	+++

Caso 2-. Condropatía femoropatelar:

Aunque el estudio ecográfico no es específico para el estudio de las lesiones óseas y cartilaginosas (19,20,21), en este paciente se explora una lesión del cartílago femoropatelar de 20 meses de evolución, que afecta a un jugador de tenis de 27 años. Aunque la visualización mas detallada del cartíla-

go se consigue a través del estudio mediante resonancia magnética (24), a través del estudio ecográfico en modo B el cartílago hialino tiene una apariencia hipo o incluso anecoica (3). Realizando un corte transverso, se observa el cartílago como una banda anecoica en forma de “V” que recorre todo el espacio fémoropatelar (Fig. 5).

FIGURA 5. A través de un corte transverso en modo B, se observa el aspecto anecoico del cartílago femoropatelar y el paralelismo de sus bordes.



A través del estudio tridimensional, obtenemos una imagen del cubo que permite observar simultáneamente el plano transverso y el plano sagital del espacio fémoropatelar. Así se comprueba que el trazado anecoico del cartílago tiene una zona irregular en la que se pierde el paralelismo de sus bordes, apareciendo algo más

estrecho (Fig. 6). Capturando otro cubo volumétrico en el que se observan simultáneamente el plano sagital y el coronal, aparece una imagen hiperecoica triangular que invade el área anecoica del cartílago y que no era observada en el modo B. Esta imagen traduce un grado mayor de lesión del cartílago fémoropatelar (Fig. 7).

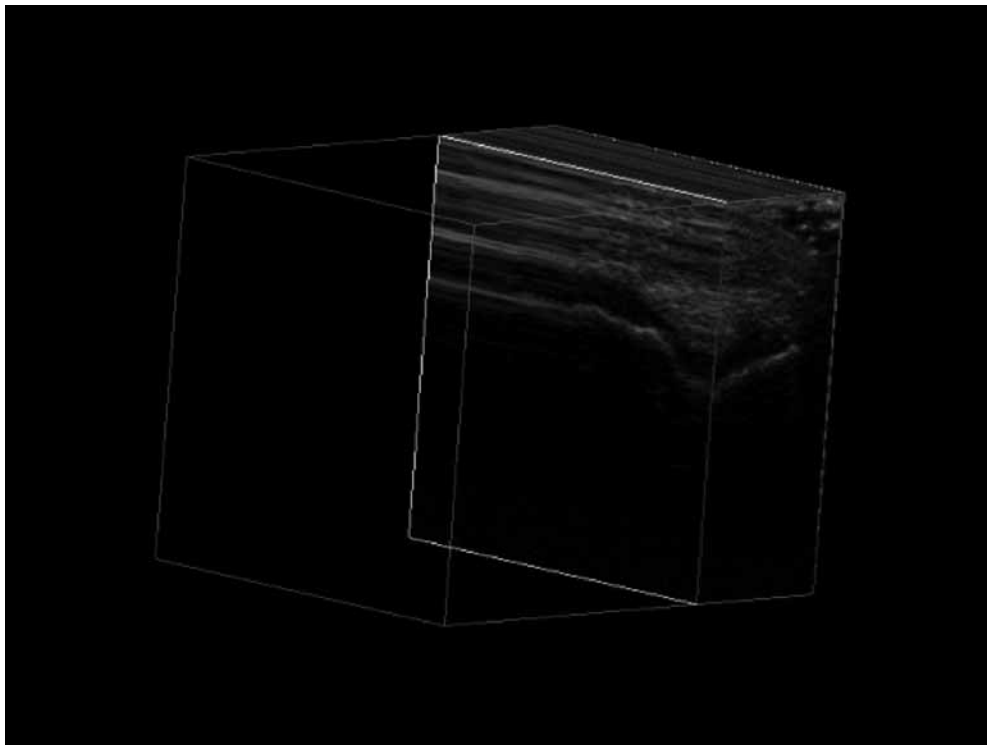


FIGURA 6. En este volumen se visualizan los planos sagital y transverso. De esta forma se observa el aspecto discontinuo del cartilago fémoropatelar y la irregularidad de sus bordes.

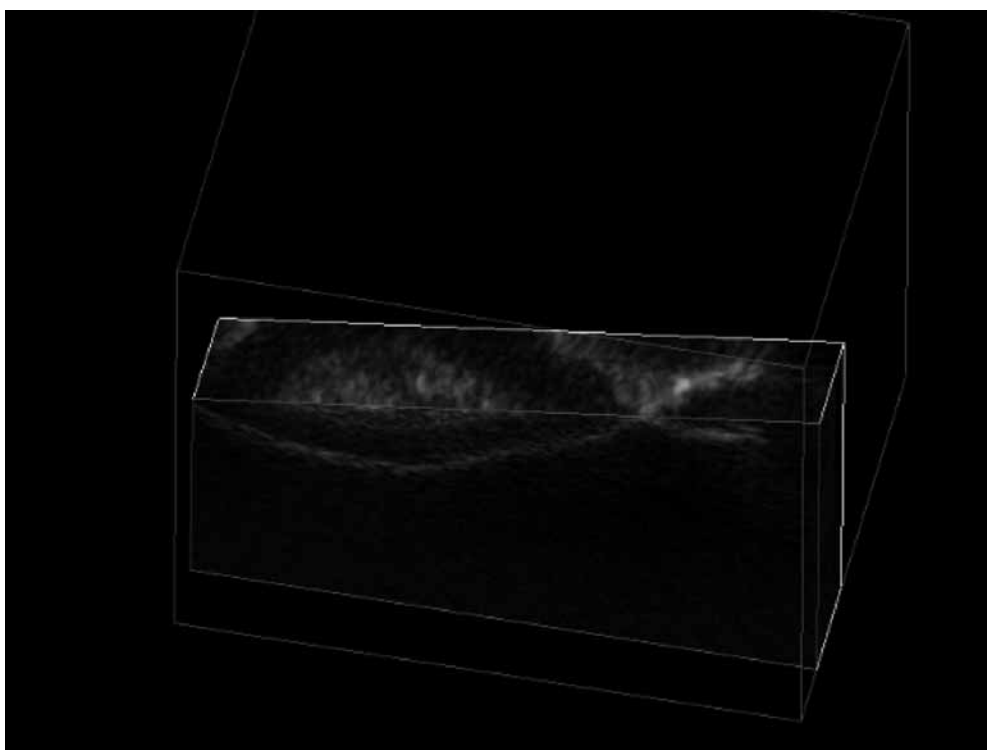


FIGURA 7. En este cubo se representa la orientación espacial de los planos sagital y coronal. De este modo se visualiza una imagen hiperecoica triangular que invade el grosor del cartilago.

El análisis comparativo de los indicadores y parámetros cuantitativos de calidad de imagen

lesional obtenidos de la irregularidad del cartílago en modo B y en 3D, son expuestos en la tabla 2.

TABLA 2. Indicadores y parámetros cuantitativos de calidad de imagen lesional en una lesión del cartílago femoropatelar, estudiada en modo B y en 3D. A través del estudio 3D se observa la irregularidad del cartílago que no aparece en modo B.

APLICACION	LESION HIPERECOICA	CARTILAGO ANECOICO	TAMAÑO IRREGULARIDAD	ASPECTO CARTILAGO	FORMA IRREGULARIDAD	BORDES	VISUALIZACION GLOBAL
Modo B	No	+++	Incuantificable	Homoeoico	No visible	No	No
3D	+++	+++	Mayor	Heteroeoico	+++	+++	+++

DISCUSIÓN

En este primer caso, correspondiente a una bursitis, el estudio en tres dimensiones permite la mejor visualización del área y forma de la bursa, así como la mayor definición de los bordes de la lesión, que permitirá hacer un tratamiento intervencionista más seguro (22, 23). Por otra parte, el estudio volumétrico permite identificar el contenido una zona ecoica en su interior que en el modo B no se visualizaba. Esta imagen puede corresponder a la solidificación del líquido sinovial de la bursa indicando la clara cronicidad de este proceso.

A través del segundo caso, correspondiente a una lesión del cartílago, la utilidad del 3D se basa en la detección precisa del área hiperecogénica de la lesión que corresponde a la condropatía. A diferencia de las imágenes obtenidas en modo B, en 3D el área lesional se delimita de forma mucho más precisa. Uno de los grandes beneficios de la técnica de ultrasonidos es su capacidad para realizar una exploración dinámica en tiempo real correlacionando los hallazgos con los síntomas del paciente (25) con lo que se puede hacer una evaluación prequirúrgica mucho más precisa.

Se puede concluir que, parece evidente la mejora de la visualización de los tejidos blandos lesionados con la aplicación tridimensional integrada en los equipos de ultrasonografía portátil. En este trabajo se trata de demostrar, la mejora de los indicadores y parámetros cuantitativos de calidad de la imagen ante dos modelos lesionales frecuentes en traumatología del deporte.

Ante la presencia de una lesión de contenido líquido como la bursitis, es evidente que con el análisis volumétrico, la valoración multiplanar permite estudiar con mucho detalle la forma de la estructura líquida. Con este conocimiento, las técnicas mínimamente invasivas como la evacuación del contenido líquido de la bolsa o la práctica de una infiltración, se podrá realizar con menor margen de error. En definitiva la ecografía intervencionista será más precisa y segura.

Cuando se trata de una lesión que afecta al cartílago, a través de la aplicación tridimensional, se define con gran exactitud el alcance de la destrucción condral, pudiéndose de esta forma, precisar mucho más el diagnóstico, el pronóstico y la actitud terapéutica.

B I B L I O G R A F Í A

1. **Lin J, Fessell DP, Jacobson JA, Weadock WJ, Hayes CW.** An illustrated tutorial Musculoskeletal sonography: Part I, Introduction and general principles. *AJR* 2000;175:637-645.
2. **Jiménez F:** "Diagnóstico clínico y ecográfico de las lesiones en el deporte". Ed. Universidad Católica de Murcia. Murcia. Año 2003.
3. **Alvarez G, Jimenez F, Balias R.** Ecografía músculo-esquelética aplicada a la medicina del deporte. *Revista Científica en Medicina del Deporte* 2006; 4: 3-36.
4. **K. Strobel, M. Zanetti, L. Nagy, and J. Hodler.** Suspected Rotator Cuff Lesions: Tissue Harmonic Imaging versus Conventional US of the Shoulder. *Radiology* 2004; 230(1):243-249.

5. **Rosenthal SJ, Jones PH, Wetzel LH.** Phase inversion tissue harmonic sonographic imaging: a clinical utility study. *AJR* 2001; 176:1393-1398.
6. **Barberie J, Wong A, Cooperberg P, et al.** Extended Field-of-View Sonography in Musculoskeletal Disorders. *AJR* 1998; 171: 751-757.
7. **Lin DC, Nazarian LN, O'Kane PL, McShane JM, Parker L, Merritt CR.** Advantages of Real-Time Spatial Compound Sonography of the Musculoskeletal System Versus Conventional Sonography. *AJR* 2002; 179:1629-1631.
8. **Weng L, Tirumalai AP.** Method and Apparatus for Generating Large Compound Ultrasound Images. U.S. 1996; patent 5,565,286.
9. **Barbara A. Carroll.** Three-Dimensional Ultrasound. *AJR* 2000; 175:666.
10. **Azumendi G, Comas C, Martínez Cortes L, Merce L.** Bases de ecografía tridimensional: Técnica de obtención y modalidades. En: Teoría y Práctica de la Ecografía y Angiografía Tridimensional en Obstetricia y Ginecología. Habe. 2006, p.7-21.
11. **Downey DB, Fenster A, Williams JC.** Clinical utility of three-dimensional US. *Radiographics* 2000; 20:559-571.
12. **Barceló, P:** Nomenclatura ecográfica. En: Jiménez F: Diagnóstico clínico y ecográfico de las lesiones en el deporte. Ed. Universidad Católica de Murcia. Murcia, 2003, p. 59-64.
13. **Patel S, Fessell DP, Jacobson JA, Hayes CW, Van Holsbeeck M.** Artifacts, anatomic variants, and pitfall in sonography of the foot and ankle. *AJR* 2002;178:1247-1254.
14. **Fornage BD, Tassin GB.** Sonographic appearance of superficial soft tissue lipomas. *J Clin Ultrasound* 1991;19:215-220.
15. **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(7): 829-838.
16. **Mizel MS, Hecht PJ, Marymont JV, Temple HT.** Evaluation and Treatment of Chronic Ankle Pain. *J Bone Joint Surg. Am* 2004; 86(3): 622-632.
17. **Jamadar DA, Jacobson JA, Theisen SE, Marcantonio DR, Fessell DP, Patel SV Hayes CW.** Sonography of the Painful Calf: Differential Considerations. *AJR* 2002; 179:709-716.
18. **Jiménez F.** Diagnóstico ecográfico de las lesiones de tobillo en el jugador de baloncesto. En: Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: baloncesto Edita Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha. 2006, p.129-138.
19. **Jiménez F, Villa G, Romero J.** Enfermedad de Osgood-Schlatter en joven tenista. *Arch Med Dep* 2000; (XVII) 79: 439-440.
20. **Jiménez F, Villa G, Herrero JL.** Exostosis tibial en joven futbolista. *Arch Med Dep* 2002; (XIX) 87: 63-64.
21. **Jiménez F, Villa G, García A, González M.** Aplicación de la ecografía en las lesiones deportivas óseas. *Arch Med Dep* 2005; (XXII) 105: 55-57.
22. **Fessell DP, Jacobson JA, Craig J, Habra G, Prasad A, Radliff A, Van Holsbeeck M.** Using sonography to reveal and aspirate joint effusions *AJR* 2000;174:1353-1362.
23. **Robinson P, Bollen SR.** Posterior ankle impingement in professional soccer players: effectiveness of sonographically guided therapy *AJR* 2006;187:W53-W58.
24. **Gold GE, McCauley TR, Gray ML, Disler DG.** What's new in cartilage? *Radiographics* 2003;23:1227-1242.
25. **Weiss DB, Jacobson JA, Karunakar MA.** The use of ultrasound in evaluating Orthopaedic trauma patients. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13:525-533.

Correspondencia:

Facultad de Ciencias del Deporte. Campus Tecnológico, Avda. Carlos III, s/n 45071 TOLEDO
e-mail: josefernando.jimenez@uclm.es

Aceptado: 16-01-2007 / Original nº 524