

## ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA EN REHABILITACIÓN. OTRAS PRUEBAS DE IMAGEN EN REHABILITACIÓN. INDICACIONES POR PATOLOGÍAS.

Ricardo Díaz Polegre, Jeinner Daniel Pereira Resplandor

### PALABRAS CLAVE:

Anecoicos o hipoeicoicos: la imagen en el ecógrafo se observa negra porque no rebota ninguna onda. Hipereicoicos: la imagen en el ecógrafo se observa blanco porque rebotan todas o casis todas las ondas. Artefactos de la ecografía: fenómenos que se producen en las imágenes al realizar una ecografía.

### ABREVIATURAS:

**Hz:** hercios. **KHz:** kilo hercios. **MHz:** Mega hercios. **US:** ultra sonidos. **DOMS:** Dolor muscular de origen tardío.

## INTRODUCCIÓN

La Ecografía Musculo-esquelética es una técnica de diagnóstico y de ayuda a la terapéutica que se ha extendido ampliamente en los últimos años. De tener un uso casi exclusivo por parte de los Radiólogos, ha pasado a ser manejada por todas aquellas disciplinas en las que se trabaja con el aparato locomotor.

La Medicina Física y Rehabilitación es una de las especialidades que debe de aprovechar ese torrente emergente, valiéndose los Médicos Rehabilitadores de la numerosa oferta formativa, con la que poder adquirir las habilidades técnicas que les permitan optimizar el uso de los equipos disponibles. Junto a ello, el abaratamiento de dichos dispositivos y la mejora en la calidad, nos hace que sea obligado disponer de esta técnica “a la cabecera del enfermo”, como un elemento rutinario, a modo del antiguo goniómetro en el bolsillo.

## PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ECOGRAFÍA O ULTRASONOGRAFÍA

La ECO está basada en la emisión y recepción de ultrasonidos, que son aquellas ondas acústicas cuya frecuencia está por encima del umbral auditivo humano: 20.000 Hz ó 20 KHz.

Los ultrasonidos se generan cuando se hace pasar una corriente eléctrica a través de un cristal de cuarzo. Posteriormente, esa onda acústica inaudible retorna “rebotada” hacia el cristal, transformándose

nuevamente en energía eléctrica. Es lo que se conoce como **efecto piezoeléctrico**.

Los ultrasonidos, dependiendo de la “resistencia” del tejido que atraviesan, **impedancia acústica**, serán más o menos “absorbidos o rechazados”. Del retorno del US sobre el cabezal-sonda o transductor se vuelve a generar una corriente eléctrica, que el equipo o procesador transforma en una imagen en escala de grises que es la que veremos en el monitor. Los tejidos con mayor absorción de los ultrasonidos se representarán en la imagen como de color negro, denominándose **anecoicos o hipoeicoicos**, y los que los reflejan más, blancos o hipereicoicos.

Un principio básico a tener en cuenta en la ecografía es la **frecuencia**. Cuanto mayor es la frecuencia de emisión, mayor será la resolución de la imagen. Esto es lo que se requiere en la ECO musculo-esquelética, pero sin embargo tiene el inconveniente de que reduce la capacidad de penetración: **cuanto mayor sea la frecuencia, menor capacidad de penetración**. Esto puede suponer un hándicap si queremos visualizar zonas de relativa profundidad en el estudio.

## EL ECÓGRAFO

Los ecógrafos constan de 3 elementos básicos:

1. **Consola-procesador** es la parte que contiene el ordenador con la tecnología para el procesamiento de la señal eléctrica recibida desde la sonda y su transformación en una imagen (escala de grises). En él está también el teclado y los parámetros de ajuste.

- Monitor:** Si se trata de un equipo portátil está unida al procesador; en los equipos de alta gama es independiente, y puede estar unida a un brazo basculante, que facilita el ángulo de visión en pacientes con movilidad reducida o estudios de pacientes encamados.
- Sonda o Transductor:** las empleadas en ECO musculoesquelética son **lineales, de alta frecuencia**, entre 7,5 y 20 MHz. La sonda es el elemento que recibe la corriente eléctrica y la transforma en US; emite estos US, y los recibe "rebotados", dependiendo de la distancia e impedancia acústica del tejido que atraviesan, y vuelve a transformar en energía eléctrica que envía al procesador. La imagen que se obtiene es rectangular.

Si se requiere llegar a tejidos más profundos (pacientes muy obesos, articulación de la cadera, músculo psoas) puede ser necesaria la utilización de una **sonda convexa o curvilínea**, que son de menor frecuencia y por ello menor resolución, pero con mayor poder de penetración. La imagen obtenida en la pantalla es **trapezoidal**.

Existen equipos modernos con la posibilidad de obtener, con una sonda lineal, una imagen similar a la convexa, con menor pérdida de la calidad de imagen en profundidad y una amplitud del tejido enfocado mayor. Es lo que se conoce como imagen **Convex Virtual**.

Es necesario colocar, entre la sonda y la piel del paciente, un material que disminuya la impedancia acústica del aire, permitiendo así la propagación del ultrasonido. Por este motivo se aplica el **gel de ultrasonidos**, que no es más que un gel acuoso. En los procedimientos intervencionistas se puede utilizar un gel estéril (mucho más caro) o el antiséptico tópico habitual, povidona yodada, ya sea líquida o en gel. Si se utilizan estos últimos, deberemos siempre proteger la sonda con un preservativo y aplicar entre él y el transductor un gel de ultrasonido normal para evitar interferencias de transmisión.

### ARTEFACTOS DE LA ECOGRAFÍA

Cuando realizamos una ECO se producen una serie de fenómenos en las imágenes denominados artefactos, que pueden inducirnos a errores en la interpretación de las mismas. Debemos conocer los más importantes y familiarizarnos con ellos.: Es la alteración de la transmisión ultrasónica que se produce cuando el haz no incide totalmente perpendicular sobre el tejido estudiado, provocando variación en la señal recibida. La zona no se visualiza con una ecogenicidad uniforme.

Es típica de aquellos tejidos con muchas interfaces o ecogenicidades, sin una orientación uniforme en la misma dirección. El ejemplo más claro del tejido que provoca la anisotropía es el tendón, pero también se puede dar en los músculos, ligamentos y nervios.

Las imágenes con anisotropía nos pueden hacer sospechar la presencia de falsas lesiones (tendinosis o roturas tendinosas). Para evitarla, habrá que angular la sonda sobre la zona conflictiva, tratando de que el haz incida totalmente de forma perpendicular.

Ilustración I: Anisotropía



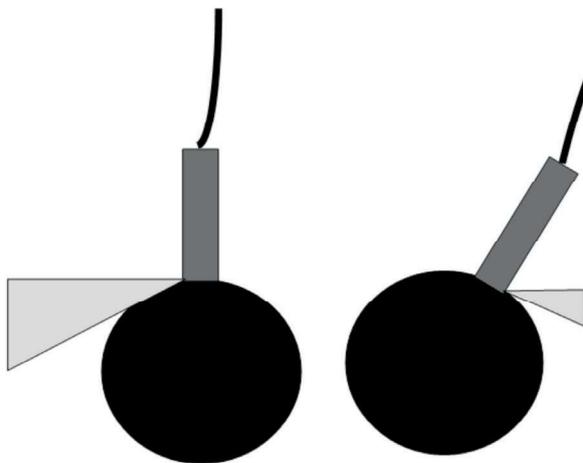
**SOMBRA ACÚSTICA POSTERIOR:** Cuando el haz de US incide de forma directa sobre una estructura de alta ecogenicidad, es decir "rechaza" todo el US, impide su propagación a través de la misma, produciéndose un **silencio acústico o sombra acústica posterior**, que se visualiza como una zona anecoica (negra). El tejido que más típicamente produce la sombra acústica es el hueso, las calcificaciones y los cuerpos extraños (astillas de metal o cristal), pero también la pueden provocar septos fibrosos de gran calibre.

Ilustración II: Sombra acústica posterior



**SOMBRA TANGENCIAL:** Recibe también el nombre de **artefacto de borde del haz o de ángulo crítico**. Se produce cuando el haz de ultrasonidos incide sobre una estructura muy curva. Los bordes del haz no son reflejados en la periferia de ese tejido curvo hacia la sonda, obteniéndose una imagen hipoecogénica o de menor ecogenidad que el resto del tejido. Para evitar este artefacto basta con inclinar la sonda haciendo que el haz incida perpendicularmente sobre la superficie curva que estamos estudiando.

Ilustración III: Modificado Van Holsbeeck



Sonda **incorrectamente** colocada con máxima dispersión del haz (triángulo grande)

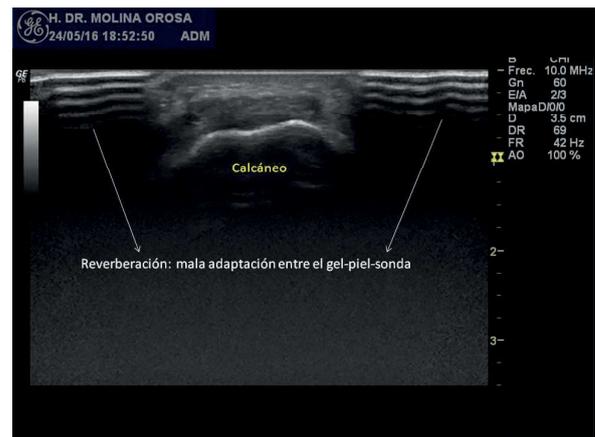
Sonda **correctamente** colocada con máxima dispersión del haz (triángulo pequeño)

**REFUERZO POSTERIOR:** Si el ultrasonido atraviesa una estructura hipoecogénica, de baja densidad (el ejemplo más claro es un derrame o colección anecoica) y llega a tejidos más profundos de mayor ecogenidad, estos serán realzados en su representación, es decir, se verán más hiperecogénicos. Esto se debe a que el haz de ultrasonidos se atenúa menos al travesar esta zona hipoecogénica, y llega con más fuerza a la zona subyacente. También se conoce como **realce por transmisión**.

**REVERBERACION:** Al cruzar el haz de ultrasonidos 2 medios de muy diferente ecogenidad, uno hiperecogénico y otro hipo, se produce este artefacto. Se obtiene una imagen a modo de “persiana

con lamas abiertas”, en cola de cometa o sombra sucia. El ultrasonido rebota sobre el medio hiperecogénico, vuelve al transductor y este vuelve a reflejarlo, repitiéndose varias veces el ciclo hasta que se agota. El ejemplo más claro se produce cuando no hay contacto total entre la sonda, el gel y la piel, quedando aire en medio.

Ilustración IV: Reverberación



**EFFECTO DOPPLER:** El efecto Doppler fue descrito por primera vez en 1842 por el médico austriaco Christian Doppler. Constituye el fundamento para la detección de flujos sanguíneos en la ecografía, y está basado en la variación que experimenta la frecuencia del haz de ultrasonido cuando incide sobre un objeto en movimiento.

Dentro de la ecografía musculoesquelética existen 2 variantes útiles:

1. Doppler **Color:** Nos muestra la existencia de vasos en 2 colores: **azules**, si el flujo se aleja de la sonda, y **rojos**: si el flujo se acerca al transductor.
2. **Power Doppler o Angio Doppler:** Se obtiene la imagen en un solo color, **anaranjado-marrón**. No distingue la dirección, ni la velocidad del flujo, pero es más sensible para la detección de vasos de pequeño calibre. Otro inconveniente es que es muy sensible a los movimientos del paciente o de la sonda, provocando un artefacto a modo de disparos de flash con desplazamientos mínimos.

Tabla I

	Doppler Color	Power Doppler
Detección de flujos de pequeño calibre	No	Sí
Detección de dirección de flujos	Sí	No
Sensibilidad al movimiento	No	Sí
Detección de velocidad de flujo	Sí	No

Ilustración V: Doppler color



Ilustración VI: Power Doppler



### APLICACIONES DE LA ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA EN REHABILITACIÓN

Creemos que la ecografía musculoesquelética debería ser una técnica conocida y manejada por todos los Médicos Rehabilitadores. Su utilización, a la cabecera del enfermo, hace necesario disponer de un **ecógrafo con sonda musculoesquelética** o de alta resolución. Este suele ser uno de los puntos más conflictivos, pero la generalización del uso de la técnica en muchas disciplinas médicas, y el abaratamiento de los equipos con calidad aceptable, ha hecho que los gestores se vuelvan más receptivos a la hora de asignar los equipos a los Servicios de Rehabilitación. Existen también otras fórmulas para hacernos con un buen ecógrafo, como serían el uso compartido entre varios Servicios, o la reutilización de equipos que han sido amortizados por otros compañeros.

Una vez dispongamos del aparato, su ubicación debería estar en la propia consulta. La generalización

en el empleo de la técnica, requiere crear hábito al usarla hasta que se convierte en una rutina. La accesibilidad del ecógrafo, a la cabecera del enfermo, nos hará que se nos haga menos cuesta arriba la realización de estudios de manera seriada. El colocar el equipo en una sala específica, fuera de la consulta, creemos que es un error.

- Desde el punto de vista práctico, existen 2 vertientes fundamentales en las que se puede emplear la ECO musculoesquelética en Rehabilitación: **de patología** musculoesquelética: músculos, tendones, ligamentos, bursas, nervios, cartílago y cortical ósea.
- Para guiarnos a la hora de introducir una aguja en el punto que queremos, ya sea para infiltrar un fármaco, o aspirar o extraer material. Esto es lo que se conoce como **Ecografía Intervencionista**, y quizás sea la técnica que más valor haya adquirido en nuestra especialidad.

Como **ventajas** de la ecografía musculoesquelética podríamos destacar:

- Inocuidad de la técnica.
- Accesibilidad y relativo bajo coste.
- Posibilidad de realizar estudios dinámicos.
- Posibilidad de hacer estudios comparativos con el lado sano en la misma exploración.
- Posibilidad de realizar estudios seriados para ver evolución de la lesión.
- No dependencia de terceras personas.

Como **inconvenientes**:

- Dificultad para adquirir el equipo.
- Curva de aprendizaje prolongada.
- Alta dependencia del explorador que ha realizado el estudio a la hora de interpretar las imágenes.

Todo estudio ecográfico requiere una rutina básica. Dentro de estos actos rutinarios podemos señalar:

- Estudio de la zona en los 2 ejes: longitudinal y transversal.
- Ajustar el foco a la profundidad de la zona que queremos ver. Si se considera necesario, se pueden modificar otros parámetros para obtener una imagen de mejor calidad: ganancia, frecuencia de la sonda, etc....
- Comparar con el lado sano la sospecha de existencia de una lesión, para corroborar si estamos localizando realmente lo que queremos.
- Repetir el estudio en otra fase para ver evolución.

## SEMIOLÓGIA ECOGRÁFICA MUSCULOESQUELÉTICA

Las características histoquímicas de cada tejido musculoesquelético son diferentes. Esto hace que su comportamiento, a la hora de incidir sobre ellos el haz de Ultrasonidos, varíe en cuanto a la absorción, atenuación y reflejo. La traducción en imágenes hace que cada tejido tenga un patrón típico, que lo diferencia de otros, y que se visualiza en la pantalla del equipo en una escala de grises.

Los principales tejidos a estudiar en Ecografía Musculoesquelética son:

- Músculo.
- Tendones.
- Ligamentos.
- Nervios.
- Cartílago.
- Cortical ósea.
- Bursas.

Trataremos de definir las características ecográficas normales de cada uno de estos tejidos, y los principales hallazgos patológicos que podemos detectar con los ultrasonidos en cada uno de ellos.

### TENDONES

Existen 2 tipos de tendones: los que poseen vaina sinovial y los que no la tienen. **Los tendones que poseen vaina sinovial** (porción larga del bíceps) muestran el **corte longitudinal** (de superficial a profundo): línea hiperecogénica (paratendón), línea hipoecogénica (vainas sinoviales), patrón fibrilar lineal hiperecogénico que se corresponde con las fibras de colágeno (tendón), y nuevamente la línea hipoecogénica de la vaina, e hiperecogénica del paratendón.

En el **corte transversal**: aparece un círculo hiperecogénico (paratendón) que envuelve un halo hipoecogénico (vainas sinoviales), que en situación normal debe ser menor de 2 mm, y que a su vez rodea al propio tendón: estructura redondeada fibrilar hiperecogénica, con focos hipoecogénicos.

Ilustración VII: Tendones Longitudinal



Ilustración VIII: Tendones transversal



Los **tendones sin vaina sinovial** (rotuliano, cuadriceps, aquileo) mantendrían el mismo patrón ecográfico tanto en el corte longitudinal, como transversal, pero sin el componente hipoecóico de la vaina.

Es importante tener en cuenta que la mayoría de las inserciones tendinosas en el hueso (entesis) lo hacen en lo que se conoce como "pico de pato" (corte longitudinal), con el borde superior convexo. En ese punto, el entrecruzamiento de las fibras y la pérdida del paralelismo hacen que, cuando incide el haz de ultrasonidos, el artefacto de la anisotropía sea muy evidente, pudiendo mostrarse focos hipoecogénicos sobre el patrón hiperecogénico normal que nos induzcan a errores diagnósticos (sospecha de rotura o tendinosis).

### LESIONES TENDINOSAS

Las podemos dividir en:

1. Inflamatorias: Que a su vez pueden ser agudas o crónicas: tenosinovitis o tendinosis.
2. Calcificación tendinosa.
3. Roturas, ya sean parciales o completas.

La **tendinosis aguda** se presenta ecográficamente, en el corte longitudinal, con focos hipoecogénicos en el interior del tendón, con pérdida del patrón fibrilar típico. ¡Ojo!, no confundir con la anisotropía en el punto de entesis. Junto a esto aparece un aumento del grosor normal del tendón, que se evidencia claramente en el estudio comparativo con el lado sano. En el corte transversal se visualizan los mismos focos hipoecogénicos que interrumpen el patrón fibrilar normal en una porción del tendón, pudiendo detectarse también un aumento del diámetro del tendón en el estudio comparativo.

La tenosinovitis aguda aparece en el corte longitudinal como un aumento del grosor del espacio virtual hipoecogénico que envuelve al tendón (acumulo de líquido en la vaina). En el corte transversal, el halo hipoecoico que rodea y envuelve al tendón se ve con un tamaño mayor de 2 mm (imagen en diana).

La **tendinosis** y **tenosinovitis crónicas** se producen por un proceso degenerativo del tendón, con agresión repetida e intentos de reparación. Se mantiene el mismo patrón de los cuadros agudos, con la diferencia que el líquido acumulado en la vaina no se suele mostrar totalmente hipoecogénico, sino con focos hiperecoicos, que son el resultado del depósito de fibrina y restos inflamatorios crónicos, que se objetivan tanto en el corte transversal como longitudinal. Otra característica de estos cuadros crónicos es la **neovascularización**. En el proceso de intento de reparación de la lesión, se forman nuevas yemas vasculares, que ecográficamente aparecen en el corte longitudinal como estructuras tubulares hipoecoicas y en el transversal como cavidades redondeadas hipoecoicas. Resulta muy útil la utilización del ECO Doppler o Power Doppler para poner de relieve la existencia de esta neovascularización.

Ilustración IX: Tendinosis

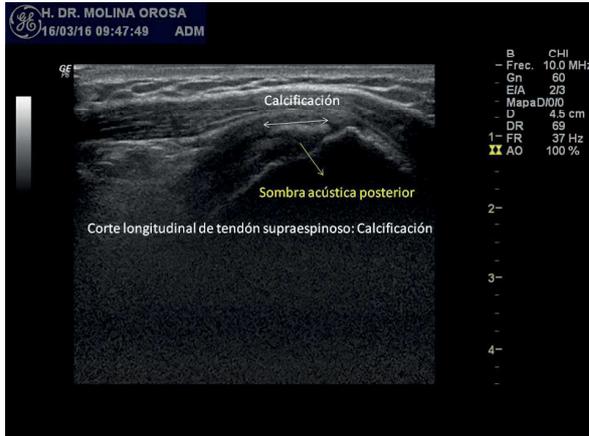


Ilustración X: Tendinosis

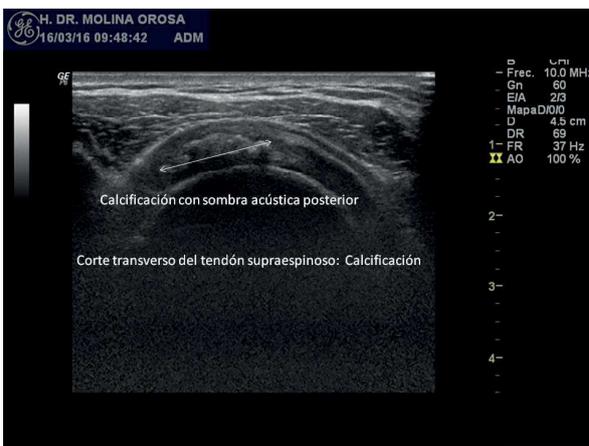


La **calcificación tendinosa** representa un estadio más del proceso degenerativo de la tendinosis. La agresión repetida del tendón y los intentos del organismo por subsanarla, provocan la formación de calcio intratendinoso. Ecográficamente se muestra en el corte longitudinal y transversal como una **imagen hiperecogénica**, que puede estar bien definida y diferenciada del resto del tendón o aparecer como una "nebulosa" entremezclada en las fibras, irregular, con focos más hiperecogénicos que otros. Ambas pueden presentar o no sombra acústica posterior. En general, las calcificaciones bien definidas, de alta hiperecogenicidad, suelen ser más duras, y más difícilmente eliminables con las técnicas intervencionistas.

### Ilustración XI: Calcificación tendinosa

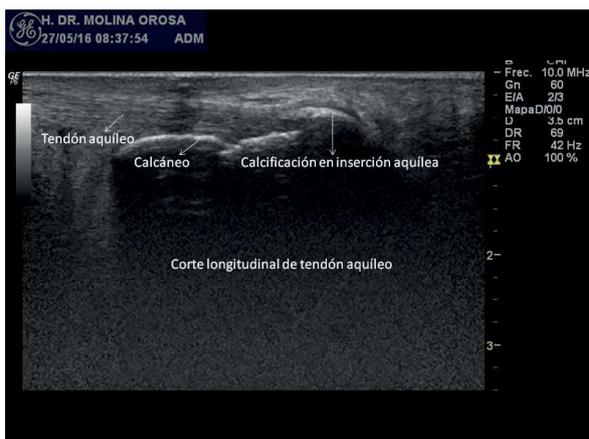


### Ilustración XII: Calcificación tendinosa



Un dato que ha comprobado este autor, es que aquellos tendones que presentan calcificaciones en su interior (manguito rotador), muestran una mayor resistencia a la rotura (tendón que calcifica, tendón que no claudica). Raramente se visualizará una rotura de manguito sobre un tendón calcificado.

### Ilustración XIII: Manguito rotador

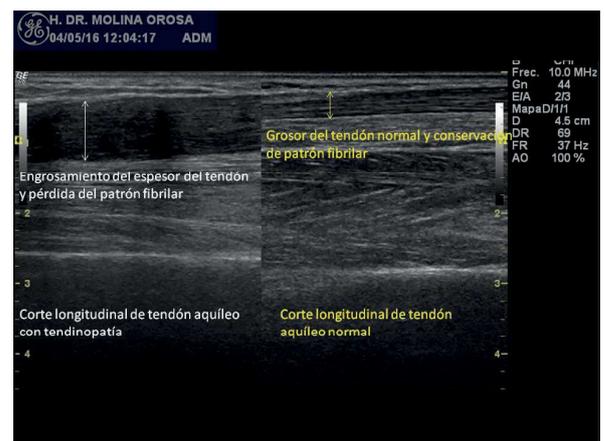


Las **roturas parciales tendinosas** se visualizan en la ecografía con un examen exhaustivo, que requiere experiencia del explorador. Pueden ser confundidas con imágenes de tendinosis crónica. En el corte longitudinal se objetiva una falta de continuidad del patrón fibrilar, con una zona hipoecoica o anecoica. En el corte transversal se vería una imagen hipoecoica que no interesa a todo el espesor del tendón. El calibre del tendón puede estar aumentado o disminuido en el punto de la lesión dependiendo de si se ha extendido ya una respuesta inflamatoria.

### Ilustración XIV: Roturas parciales

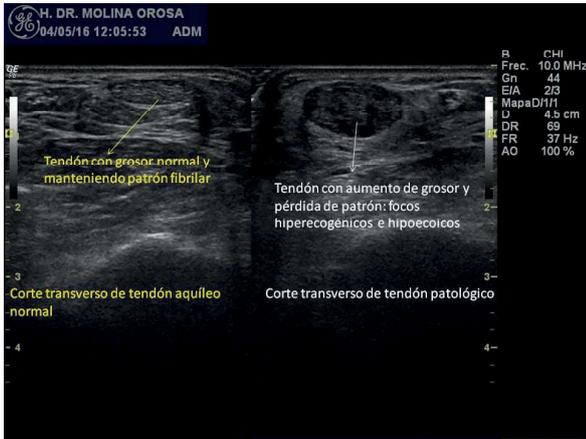


### Ilustración XV: Roturas parciales



En la **rotura completa** tendinosa existe una interrupción del patrón fibrilar en todo el espesor del tendón que se ocupa por una imagen hipoecogénica, que puede tener en su interior focos hiperecóticos, cuando la rotura tiene tiempo de evolución.

Ilustración XVI: Rotura completa



Cuando las roturas se producen cerca de la entesis (Ej. manguito rotador) se visualiza una pérdida de la convexidad superior del tendón, tanto en el corte longitudinal como transversal (imagen en rueda pinchada) que nos ayuda a identificar la lesión.

### MÚSCULO

El músculo normal, en un corte longitudinal, aparece en la ECO como un tejido hipoeecóico (fibras musculares) sobre el que aparecen líneas hiperecóicas que corresponden al tejido fibroadiposo del perimio. Rodeando toda la estructura existen unas líneas de mayor ecogenicidad, que representan la envoltura muscular conjuntiva (fascia muscular o epimio). Este patrón es lo que se conoce como pluma de ave.

En el corte transversal se objetiva el mismo **fondo hipoeecogénico** de las fibras musculares, **salteadas por puntos hiperecogénicos**, que corresponden a los tabiques del perimio cortados de través y todo rodeado de una envoltura hiperecogénica (epimio) de tejido fibroconectivo. Este patrón normal se suele llamar **“en cielo estrellado”**.

Tanto en el corte longitudinal como en el transversal podemos valorar tabiques de separación intermedios o intramusculares (músculos con 2 vientres) que aparecen como líneas hiperecogénicas de grosor variable.

Ilustración XVII: Corte longitudinal músculo



Ilustración XVIII: Corte transversal músculo



### LESIONES MUSCULARES

Se pueden subdividir las lesiones más comunes en:

1. **Lesiones directas**, por contusión o por mecanismo extrínseco.
2. **Lesiones indirectas**, por contracción o por mecanismo intrínseco.

Las **lesiones directas** se producen porque el músculo recibe un impacto y se ve comprimido entre el elemento que provoca el trauma y el hueso subyacente. Son más frecuentes en los miembros inferiores. Se pueden producir roturas tanto de las fibras musculares como de los tejidos fibrosos que las envuelven.

Ecográficamente en el corte longitudinal y transversal del tejido celular subcutáneo aparece engrosado, con mayor **ecogenicidad**, debido al derrame, que hace que se compacten los septos del tejido graso.

El músculo contundido se muestra en ambos cortes con un aumento de la ecogenicidad debido a que el edema inflamatorio ocupa los espacios entre las fibras. También se puede visualizar en ambos planos una **pérdida del patrón fibrilar normal**, con **cavidades hipoecogénicas** debidas a la formación de hematomas, que a su vez pueden presentar focos hiperecogénicos si están evolucionados...

Las **lesiones indirectas** se producen por una contracción violenta del músculo, ya sea concéntrica (acortamiento) o excéntrica (elongación). Se gradúan en orden creciente de gravedad en:

- 1. Dolor muscular de origen tardío (DOMS):** corresponden a lo que antes se llamaba agujetas. Muy rara vez tiene representación ecográfica.
- 2. Contracturas:** No se objetivan imágenes ecográficas que permitan su diagnóstico.
- 3. Elongación o estiramiento:** Tiene traducción ecográfica en los exploradores con experiencia: pérdida del patrón fibrilar normal en un tramo por zonas hipoecoicas.
- 4. Rotura fibrilar:** Pueden ser de grado I, II y III. La solución de continuidad no afecta a la totalidad del músculo.
- 5. Rotura muscular completa:** Hay una interrupción completa del tejido muscular, que afecta a todo su grosor.

La traducción ecográfica de las lesiones musculares requiere cambios histopatológicos, que no se producen hasta transcurridas 48 a 72 horas. Por eso es muy importante repetir el estudio pasados 2 ó 3 días desde que ocurrió la lesión, si existe alta sospecha de daño muscular.

La imagen ecográfica de las roturas fibrilares y musculares supone, tanto en el corte longitudinal como transversal, una interrupción del patrón fibrilar, que puede afectar a parte o a la totalidad del músculo, con la presencia de focos hiperecogénicos por la desorganización de este patrón normal. Junto a ello pueden aparecer **cavidades de contenido anecoico o hipoecoico** que corresponden a la formación de **hematomas**, y que dependiendo del tiempo de evolución pueden tener focos hiperecogénicos por la reorganización del contenido hemático del hematoma. Hay veces que la rotura muscular afecta a la fascia que envuelve a las fibras. El hematoma que se forma tiende a migrar hacia esta zona, ya que la presión en la misma es menor, con lo que la colección hipo-anecoica la visualizaremos, sobre todo en el corte longitudinal, en la periferia del músculo, o entre los 2 vientres musculares.

Cuando se produce una rotura completa masiva del músculo, el patrón fibrilar se interrumpe de forma abrupta, observándose en el corte longitudinal una “amputación” de las fibras, que no acaban en forma fusiforme hacia la unión miotendinosa, sino en forma de muñón hiperecicoico, rodeado por un halo hipoecoico que corresponde a la acumulación de sangre y líquido inflamatorio. A esto se le llama **“imagen en badajo de campana”**.

Ilustración XIX: Badajo de campana



Ilustración XX: Badajo de campana



Como complicaciones crónicas de las lesiones traumáticas musculares habría que incluir las cicatrices fibrosas (producto de una reparación anómala del tejido dañado), la miositis osificante o el hematoma enquistado.

## LIGAMENTOS

Se visualizan en la ecografía, en el **corte longitudinal**, como **líneas hiperecogénicas sobre**

un fondo **hipoecoico**, similar al patrón tendinoso, pero no tan bien definido. Esto se debe a que las fibras de colágeno discurren en los ligamentos con entrecruzamiento, y no tan paralelas. El corte transversal ofrece poca información para el estudio de los ligamentos.

### LESIONES LIGAMENTOSAS

El diagnóstico de lesiones de ligamentos a través de la ecografía requiere de mucha experiencia por parte del examinador. Se hace muy necesario el estudio comparativo con el lado sano. La rodilla y el tobillo son las 2 regiones en las que la ECO puede ofrecernos mayor sensibilidad. Los ligamentos superficiales son los que más fácilmente podremos valorar con el ecógrafo. Nos valdremos del corte longitudinal, e intentaremos seguir todo el trayecto del ligamento, desplazando el transductor en este plano.

Podemos distinguir **roturas parciales**, en las que no hay una afectación de todo el espesor del ligamento o completas, en la que sí se interrumpe el patrón fibrilar en todo el grosor ligamentario. Se muestran estas lesiones como defectos hipoecoicos entre el trazado normal hiperecogénico, o a veces incluso anecoico por la formación de hematomas. Muchas veces las roturas de ligamentos cursan con arrancamientos de la cortical ósea, que se visualizan en la ECO como una lesión hiperecogénica lineal, bien definida, con sombra acústica posterior, y que no debe confundirnos con una calcificación.

### BURSAS

Las bursas, en situación normal, actúan como amortiguadores entre las superficies óseas y los tendones. Contiene una mínima cantidad de líquido sinovial para esta función. Ecográficamente aparecen, en el **corte longitudinal**, como una **línea hipoecoica, de menos de 2 mm de espesor, rodeada por 2 líneas hiperecoicas**, las paredes de la bolsa.

### LESIONES DE LAS BURSAS

La lesión que con más facilidad podemos apreciar ecográficamente es la **bursitis**. La inflamación lleva consigo un aumento del líquido sinovial, que visualizaremos, en ambos cortes, como un **aumento de más de 2 mm del contenido bursal hipoecogénico**. No obstante, cuando la inflamación se ha hecho crónica se puede visualizar en las bursas formaciones hiperecogénicas irregulares, "flotando" sobre el fondo hipoecogénico.

### Ilustración XXI: Bursas



Un dato muy importante a tener en cuenta si existe bursitis, es que la presión que realizaremos con la sonda sobre la piel no debe ser excesiva, ya que esto puede provocar una reorientación del líquido, y no lo visualizaremos correctamente.

En muchas ocasiones las bursas aparecen tremendamente distendidas, con gran cantidad de líquido hipoecoico en su interior. Esto se debe a que puede existir una comunicación con la cavidad articular subyacente, por una rotura de espesor completo de tendón al que recubre dicha bursa. Con ello, el líquido sinovial se comunica con la bursa, atravesando el tendón roto, y se acumula gran cantidad (Ej. Bursitis subacromio-subdeltoidea en la rotura de manguito).

### NERVIOS PERIFÉRICOS

La imagen ecográfica de un nervio periférico en el corte longitudinal aparece como líneas hiperecoicas paralelas entre otras hipoecogénicas. En el corte transversal se muestran como formaciones **redondeadas u ovoideas, con un fondo hipoecogénico sobre el que hay puntos hiperecoicos** (Imagen en sal y pimienta). Puesto que este patrón puede ser confundido con el de un tendón, para identificar correctamente al nervio, además de un conocimiento concienzudo de la anatomía, nos puede servir de ayuda que el paciente movilice activamente la articulación circundante, o bien realizar nosotros un movimiento pasivo en dicho segmento articular. Con esto veremos que el nervio no se mueve y los tendones de los músculos implicados sí.

### LESIONES DE LOS NERVIOS

Consideramos que la ecografía musculoesquelética, más que para el diagnóstico de lesiones

nerviosas, nos sirve para identificar el trayecto del tronco, evitando con ello dañarlo en los procedimientos intervencionistas, o acceder a él en el caso de que sea necesario un bloqueo o aplicación de radiofrecuencia. Sólo la patología muy clara (síndromes de atrapamiento o neuromas muy manifiestos) tendrá traducción ecográfica.

## CARTÍLAGO

El cartílago aparece en el corte longitudinal y transversal como una línea hipocóica que circunda la superficie de la articulación hiperecogénica.

### LESIONES DE CARTÍLAGO

Con la ecografía podremos visualizar si la banda hipocogénica que rodea a la articulación normal, deja de presentar este aspecto, está disminuida de grosor o ha desaparecido. Esto representaría diversos grados de enfermedad degenerativa u osteoartritis.

## HUESO

El hueso representa el tejido hiperecogénico por excelencia. Los ultrasonidos no tienen la capacidad de penetrar en él, porque son rechazados en la cortical, de ahí que sea esta zona la única accesible.

### LESIONES ÓSEAS

En la Ecografía musculoesquelética podemos visualizar, tanto en el corte longitudinal como transversal, soluciones de continuidad en la cortical ósea:

- 1. Fracturas por arrancamiento:** imágenes hipocóicas lineales regulares con sombra acústica. ¡Ojo! No confundir con calcificaciones en un tendón.
- 2. Irregularidades debidas a fenómeno degenerativo en la articulación y crecimiento osteofitario:** disminución de espacio articular y formaciones hiperecogénicas que se prolongan en el borde del hueso.
- 3. Geodas subcondrales:** imágenes hipocóicas redondeadas bajo la cortical.
- 4. Entesopatías y espolones:** crecimiento osteofitario hiperecogénico sobre la inserción tendinosa.
- 5. Incongruencias articulares:** subluxaciones o luxaciones.

En la ECO del hombro resulta muy útil visualizar

en el corte longitudinal del infraespinoso, si se ha producido una luxación recidivante o luxación por trauma severo, la existencia la fractura impactada de Hill-Sachs. En muchas ocasiones se asocia a una lesión del rodete fibroglenoideo anterior o labrum anterior (que no se ve en la ECO), por lo que su hallazgo puede orientarnos hacia la inestabilidad de la luxación y posibles opciones terapéuticas.

## ECOGRAFÍA MUSCULOESQUELÉTICA EN REHABILITACIÓN INTERVENCIONISTA

La ultrasonografía ofrece una gran ventaja a la hora de la ecolocalización de una aguja que introducimos en los tejidos. La elevada impedancia acústica del metal de las agujas de cierto calibre, hace que aparezca hiperecogénica, y muchas veces con artefacto en cola de cometa.

Escapa a este capítulo una descripción minuciosa de los distintas técnicas intervencionistas. Describiremos las normas básicas para que, a la hora de introducir una aguja con la que pretendemos inyectar un determinado fármaco, o aplicar una radiofrecuencia, podamos valernos de la ecografía para llegar al punto que queremos, con el menor riesgo posible de dañar estructuras vecinas.

Existen cuatro utilidades fundamentales de la ECO intervencionista en la consulta de Rehabilitación:

- 1. Infiltraciones con toxina botulínica.**
- 2. Infiltraciones de corticoides y anestésicos.**
- 3. Punciones aspirativas de contenidos líquidos (derrames en bursas, articulaciones, hematomas musculares) o sólidos (aspiración y barbotaje de calcificaciones).**
- 4. Bloqueos nerviosos, ya sea con fármaco o radiofrecuencia.**

Para que la aguja sea visualizada de forma óptima en la ECO debe tener un **calibre mínimo, por encima de 21 Gauss**, que equivale al diámetro de las agujas intramusculares (verdes). Las agujas de menor grosor puede que sean de más difícil visualización.

Existe en los ecógrafos modernos tecnologías que refuerzan el efecto hiperecogénico de la aguja (cada casa comercial tiene su nombre propio) y que facilitan el control y seguimiento de la misma durante el procedimiento intervencionista.

## PROCEDIMIENTO

Antes de proceder a realizar la técnica inter-

vencionista, a pesar de la mucha experiencia que puedan tener las personas que realizan la misma, es conveniente llevar a cabo un estudio ecográfico rutinario previo que nos permita planificar bien el procedimiento intervencionista posterior. Esto es muy importante porque nos podemos encontrar con variantes anatómicas, estructuras vasculares o troncos nerviosos inesperados y características del tejido dañado que lo hacen muy diferente al sano, y que modifican la Eco anatomía esperada; el ejemplo más claro sería el del músculo de un paciente con daño neurológico. La sarcopenia nos varía mucho la imagen ecográfica que podemos tener en mente. En estos casos, la comparación con el lado sano, si lo hay, nos puede ayudar a identificar en tejido diana.

Una vez localizado el punto deseado, el marcaje cutáneo, ya sea con rotulador, o simplemente presionando con el capuchón de la aguja, nos facilita la técnica intervencionista.

**1. Preparación de la piel y la sonda:** Aunque el riesgo de provocar infección con las técnicas intervencionistas es bajo, debemos mantener unas medidas de asepsia rigurosas. Debemos colocar gel normal sobre la sonda y cubrirla con preservativo estéril. Sobre la piel procederemos a una limpieza exhaustiva con povidona yodada. Una vez llevada a cabo la misma, podemos aplicar gel de ultrasonidos estéril en la zona diana. Tiene el inconveniente de que es un material grumoso, y que resulta algo engorroso trabajar sobre la zona con la aguja. Otro inconveniente es la carestía del mismo gel estéril. Por este motivo, la propia povidona yodada, ya sea líquida o en gel, o cualquier otra solución antiséptica, nos pueden servir como un magnífico transmisor de los ultrasonidos desde el transductor, sin necesidad de otro agente añadido.

**2. Técnica de manipulación:** Cada vez se hace más común que sea un solo individuo el que deba encargarse de preparar al paciente y realizar la técnica intervencionista. Si esto es así, se recomienda sujetar la sonda con la mano no dominante, previa colocación de guantes estériles, y utilizar la mano dominante para sujetar e introducir la aguja o jeringa.

Es muy importante familiarizarse con la pantalla del ecógrafo y distinguir izquierda y derecha. La sonda tiene una muesca que, colocándola a la izquierda, nos permitirá visualizar a la izquierda de la pantalla lo que tenemos a ese lado en nuestra zona de exploración. Si no estamos seguros, porque la muesca ha podido quedar oculta bajo el preservativo, nos puede ser de utilidad desplazar la sonda de izquierda a derecha, para así ver de forma clara a que lado corresponde en la pantalla.

Si disponemos de un compañero a la hora de

realizar la técnica, el procedimiento es bastante más sencillo, permitiendo que uno se encargue de la manipulación del transductor y otro de la jeringa y aguja.

**3. Técnica de abordaje:** Existen 2 formas de introducir la aguja, atendiendo a su relación con la sonda:

**En el plano, eje largo o longitudinal:** la aguja se introduce paralela y en línea con el diámetro mayor del transductor.

**Fuera de plano, eje corto o transversal:** se introduce perpendicularmente al diámetro mayor de la sonda.

Cada técnica tiene sus ventajas e inconvenientes. En el **eje largo** se visualiza la aguja en toda su longitud, y controlamos en todo momento su recorrido, teniendo una vigilancia total de su localización. Si se introduce la aguja bajo la sonda, sin angulación, aparece como una estructura hiperecogénica, que puede mostrar el artefacto de reverberación bajo ella (en persiana a medio abrir) por su alta refracción de los ultrasonidos.

Ilustración XXII: Abordaje eje largo



Ilustración XXIII: Abordaje eje largo



Hay que tener cuidado de no angular demasiado la aguja, ya que a medida que aumenta la inclinación con respecto a la sonda (no entra paralela a ella), los ultrasonidos son “rebotados” con menos intensidad, y se verá peor. El inconveniente fundamental de la técnica en eje largo es que el recorrido que tiene que seguir la aguja hacia el objetivo es más largo, teniendo que atravesar más tejidos, con la consiguiente molestia para el paciente y mayor daño tisular.

En el **eje corto**, se visualizará sólo la punta de la aguja, que aparece como una estructura puntiforme hiperecogénica. Como ya se comentó con anterioridad, existen en los equipos modernos adaptaciones del software que amplifican la señal de la punta de las agujas y la hacen más fácilmente identificable. La técnica fuera de plano tiene la ventaja de que ofrece un acceso más directo al objetivo, pero el inconveniente de que no controlamos todo el recorrido que sigue la aguja, con el consiguiente riesgo de daño de estructuras nobles.

Ilustración XXIV: Abordaje eje corto

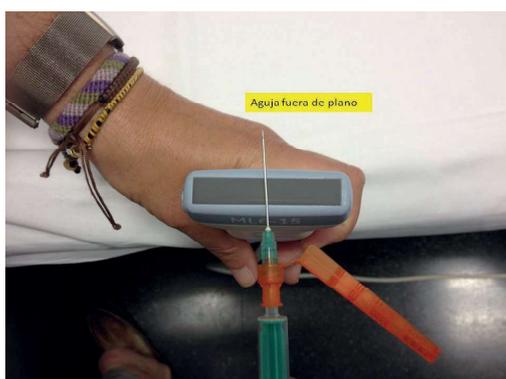
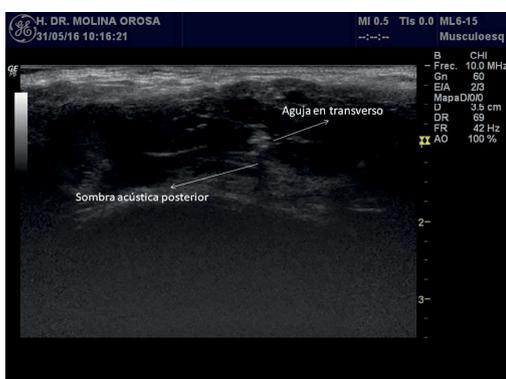


Ilustración XXV: Abordaje eje corto



Tanto en una técnica como en la otra, puede resultar útil realizar pequeños movimientos repetitivos y de frecuencia rápida de avance y retroceso de la aguja. Esto genera movimiento en los tejidos que atravesamos, y nos orienta a la localización de la aguja.

Del mismo modo, puede ser útil la instilación de una pequeña cantidad de suero fisiológico, que provoca un desplazamiento tisular y nos indica en qué punto se encuentra la punta de la aguja.

Otro truco que nos puede ayudar a localizar la punta de la aguja es la activación del Doppler, que la muestra coloreada.

**4. Elección de la Aguja:** Como ya hemos comentado, cuanto más gruesa sea la aguja, más fácil será su visualización ecográfica. No obstante hay que considerar que calibres muy gruesos son peor tolerados por el paciente, y el riesgo de yatrogenia será más elevado. Con los equipos actuales se identifican bien calibres por encima de 21 Gauss.

Al igual que el calibre, es importante elegir una aguja de longitud correcta, que llegue hasta nuestro objetivo. La distancia desde la piel al punto diana nos la da fácilmente el ecógrafo (en el margen lateral nos marca los centímetros de profundidad). Es importante tener una idea de esta distancia, ya que si no planificamos correctamente qué aguja debemos escoger, podemos quedarnos cortos y no alcanzar un punto diana que esté a bastante profundidad. Para estos casos, las agujas de raquianestesia son muy útiles.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Van Holsbeeck. Ecografía Musculoesquelética. 2ª edición. 2013
2. J.M. Climent, P. Fenolosa, F.M. del Rosario. Rehabilitación Intervencionista. Fundamentos y Técnicas. Ergon. 2012
3. Mc Nally. Ultrasonografía Musculoesquelética. 1ª Edición. Marbán. 2006
4. Ramón Balius Matas. Patología Muscular en el Deporte. Diagnóstico, Tratamiento y Recuperación Funcional. MAS-SON. 2004
5. Ramón Balius Matas, Marta Rius Villarubia, Andrés Combalía Aleu. Ecografía Muscular de la Extremidad Inferior. MAS-SON. 2005
6. Fernando Jiménez Díaz. ECO Musculoesquelética. Marbán. 2009
7. Fernando Jiménez Díaz. Diagnóstico Clínico y Ecográfico de las lesiones del Deporte. 2003
8. Guillermo Álvarez Rey, Fernando Jiménez Díaz, Amón Balius Matas. Ecografía Musculoesquelética (MSK). Guía Rápida